DLF

Protección Diferencial de Línea

Manual de Instrucciones para Modelos **DLF**
M0DLFA1907Ev44

REV. 44 - Marzo, 2026 © ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

1.1 Introducción 1.1-1
1.1.1 Alcance y aplicación del equipo 1.1-2
1.1.2 Simbología 1.1-3
1.1.3 Características de la familia 1.1-3
1.1.3.a Diseño hardware 1.1-5
1.1.3.b Procesamiento de la medida 1.1-6
1.1.3.c Memoria y reloj interno 1.1-7
1.1.4 Diagrama funcional 1.1-8

1.2 Selección del Modelo 1.2-1
1.2.1 Selección del modelo hardware 1.2-2
1.2.1.a Modelos de 1/2 de rack de 19" 1.2-2
1.2.1.b Modelos de 1 rack de 19" 1.2-4
1.2.1.c Definición de Slots 1.2-5
1.2.1.d Accesorios 1.2-7
1.2.2 Selección del modelo firmware 1.2-8
1.2.3 Funciones de protección según modelo 1.2-9
1.2.4 Modelos sustituidos por otros de mayor funcionalidad y opciones no disponibles 1.2-11
1.2.4.a Selección del modelo firmware 1.2-11

1.3 Características Técnicas 1.3-1
1.3.1 Tensión de la alimentación auxiliar 1.3-2
1.3.2 Cargas 1.3-2
1.3.3 Entradas de intensidad 1.3-2
1.3.4 Entradas de tensión 1.3-3
1.3.5 Frecuencia 1.3-3
1.3.6 Exactitud en la medida a temperatura ambiente (25ºC) 1.3-4
1.3.7 Efecto de la temperatura en la precisión de la medida 1.3-6
1.3.8 Exactitud del arranque y reposición de las unidades diferenciales 1.3-6
1.3.9 Medida de tiempos medios de la unidad diferencial con frenado 1.3-7
1.3.10 Medida de tiempos medios de la unidad diferencial sin frenado 1.3-7
1.3.11 Influencia de la velocidad de comunicaciones en los tiempos de disparo de la unidad diferencial 1.3-8
1.3.12 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de distancia 1.3-9
1.3.13 Tiempos de disparo de las unidades de distancia 1.3-9
1.3.14 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad 1.3-12
1.3.15 Repetitividad 1.3-13
1.3.16 Exactitud del arranque y reposición de la unidad de Imagen Térmica 1.3-14
1.3.17 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de tensión 1.3-14
1.3.18 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de frecuencia 1.3-15
1.3.19 Exactitud tiempos ciclos de reenganche 1.3-15
1.3.20 Sobrealcance transitorio 1.3-15
1.3.21 Entradas digitales 1.3-16
1.3.22 Salidas auxiliares y salidas de disparo y cierre 1.3-17
1.3.23 Entradas de convertidor 1.3-18
1.3.24 Enlace de comunicaciones 1.3-18

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

1.4 Dimensionamiento de Transformadores de Intensidad 1.4-1
1.4.1 Introducción 1.4-2
1.4.2 Dimensionamiento de TIs de acuerdo a las diferentes normas 1.4-2
1.4.2.a Clase P de la norma IEC 61869-2 ..... 1.4-2
1.4.2.b Clase C de la norma IEEE C57.13 ..... 1.4-4
1.4.2.c Clase X de la norma BS3938 o Clase PX de la norma IEC61869-2 ..... 1.4-5
1.4.3 Dimensionamiento de un TI para diferentes funciones de protección 1.4-6
1.4.3.a Factor Krem 1.4-8
1.4.3.b Factor Ktf 1.4-8

1.5 Descripción Física 1.5-1
1.5.1 Generalidades 1.5-3
1.5.2 Dimensiones 1.5-7
1.5.3 Elementos de conexión 1.5-8
1.5.3.a Regletas de bornas 1.5-8
1.5.3.b Extraibilidad del sistema (no cortocircuitable) 1.5-8
1.5.3.c Cableado 1.5-8
1.5.4 Interfaz local 1.5-9
1.5.4.a Display y teclado 1.5-9
1.5.4.b Teclado asociado al display 1.5-12
1.5.4.c Botones de mando 1.5-13
1.5.4.d Teclas, funciones y modo de operación 1.5-13
1.5.4.e Acceso a las opciones 1.5-17
1.5.4.f Simbología asociada al display gráfico 1.5-19
1.5.5 LEDs 1.5-20
1.5.6 Entradas y salidas 1.5-21
1.5.6.a Entradas digitales 1.5-21
1.5.6.b Salidas digitales 1.5-27
1.5.6.c Ensayo de las entradas digitales, salidas digitales y LEDs 1.5-28
1.5.7 Entradas y salidas digitales virtuales 1.5-29
1.5.7.a Entradas digitales virtuales 1.5-29
1.5.7.b Salidas digitales virtuales 1.5-33
1.5.8 Comunicaciones 1.5-34
1.5.8.a Puertos de comunicaciones 1.5-34
1.5.8.b Puertos de comunicaciones para la función diferencial de línea 1.5-35
1.5.8.c Comunicación con la herramienta de configuración 1.5-35
1.5.8.d Protocolos de comunicaciones 1.5-36
1.5.8.e Registro de cambios de control 1.5-36
1.5.8.f Redundancia Ethernet 1.5-38
1.5.8.g Ajustes de comunicaciones 1.5-42
1.5.8.h Señales de salida del módulo de comunicaciones 1.5-54
1.5.9 Sincronización horaria 1.5-56
1.5.9.a Sincronización horaria manual 1.5-56
1.5.9.b Sincronización horaria por protocolo 1.5-56
1.5.9.c Sincronización por SNTP 1.5-56
1.5.9.d Sincronización por IRIG-B 123 y 003 ..... 1.5-56
1.5.9.e Sincronización por PTP 1.5-57
1.5.9.f Ajustes de sincronización 1.5-57
1.5.9.g Señales de salidas del módulo de sincronización 1.5-58

1.6 Instalación y Puesta en Servicio 1.6-1
1.6.1 Generalidades 1.6-2
1.6.2 Exactitud 1.6-2
1.6.3 Instalación 1.6-3
1.6.4 Inspección preliminar 1.6-4
1.6.5 Ensayos 1.6-5
1.6.5.a Ensayo de aislamiento 1.6-5

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.6.5.b Comprobación de la fuente de alimentación 1.6-6
1.6.5.c Ensayos de medida 1.6-6

1.7 Prueba de Conexionado 1.7-1
1.7.1 Introducción 1.7-2
1.7.2 Conexiones de tensión 1.7-2
1.7.3 Conexiones de corriente 1.7-2

1.8 Normas y Ensayos Tipo 1.8-1
1.8.1 Aislamiento 1.8-2
1.8.2 Compatibilidad electromagnética 1.8-3
1.8.3 Climático 1.8-4
1.8.4 Alimentación 1.8-5
1.8.5 Mecánico 1.8-5

1.9 Esquemas y Planos de Conexiones 1.9-1

1.10 Códigos de Alarma 1.10-1
1.10.1 Introducción 1.10-2
1.10.2 Activación de señal y suceso de generación de alarma 1.10-2
1.10.3 Actualización de magnitud de estado de alarmas 1.10-2
1.10.4 Indicación en pantalla de reposo del HMI 1.10-4
1.10.5 Indicación LED y estados de funcionamiento del equipo 1.10-4
1.10.6 Contador general del módulo de alarmas 1.10-4

1.11 Diagnóstico de Averías 1.11-1
1.11.1 Introducción 1.11-2
1.11.2 Software con autodiagnóstico 1.11-2
1.11.3 Errores en el encendido 1.11-2
1.11.4 Contacto de en servicio / alarma 1.11-3
1.11.5 Mensajes de error durante el encendido 1.11-3
1.11.6 Mensajes de error durante el funcionamiento 1.11-5
1.11.7 Error en comunicaciones 1.11-5
1.11.8 Error en comunicaciones 87L 1.11-7
1.11.9 Error en entradas digitales 1.11-8
1.11.10 Error en salidas digitales 1.11-8
1.11.11 Error en convertidores 1.11-9
1.11.12 Error en medidas 1.11-9
1.11.13 Errores fatales 1.11-9

2.1 Unidad Diferencial de Línea 2.1-1
2.1.1 Identificación 2.1-4
2.1.2 Bloque general de la unidad 2.1-4
2.1.3 Comunicaciones para la función diferencial de línea 2.1-5
2.1.3.a Configuración de comunicaciones 2.1-5
2.1.3.b Configuración de canales 2.1-6
2.1.3.c Configuración de puertos 2.1-7
2.1.3.d Muestreo para la función diferencial 2.1-8
2.1.3.e Protocolo de comunicaciones 2.1-8
2.1.3.f Sincronización de la medida entre equipos 2.1-9
2.1.3.g Proceso de sincronización de muestras 2.1-11
2.1.3.h Operación con asimetrías en el canal 2.1-12
2.1.3.i Errores, medidas y tasas de calidad de la comunicación 2.1-13
2.1.3.j Alarmas de comunicaciones 2.1-15
2.1.3.k Estado del puerto 2.1-16

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

2.1.3.l Bloqueo de las unidades diferenciales por comunicaciones 2.1-16
2.1.3.m Estadísticas y alarmas de interfaces SFP 2.1-17
2.1.3.n Modo bucle 2.1-17
2.1.3.o Pantalla de reposo 2.1-18
2.1.3.p Ejemplos de configuración comunicaciones 2.1-18
2.1.3.q Ajustes de las comunicaciones 2.1-25
2.1.3.r Entradas digitales 2.1-27
2.1.3.s Salidas digitales y sucesos 2.1-27
2.1.4 Principio de operación de una unidad diferencial genérica 2.1-33
2.1.5 Ajustes comunes de unidades diferenciales de línea 2.1-34
2.1.5.a Rangos de ajuste 2.1-34
2.1.6 Compensaciones para las unidades diferenciales 2.1-35
2.1.6.a Compensación de la intensidad capacitiva 2.1-35
2.1.6.b Compensación de transformadores en la zona de protección 2.1-36
2.1.6.c Intensidades compensadas 2.1-43
2.1.6.d Sin transformador en la zona de protección 2.1-43
2.1.6.e Con transformador en la zona de protección 2.1-44
2.1.7 Unidades diferenciales de fase 2.1-46
2.1.7.a Intensidad diferencial 2.1-46
2.1.7.b Intensidad de frenado 2.1-46
2.1.7.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-47
2.1.7.d Intensidad de referencia 2.1-47
2.1.7.e Característica de la unidad diferencial de fases con frenado porcentual 2.1-48
2.1.7.f Fenómenos de energización y de sobrexcitación de un transformador 2.1-49
2.1.7.g Frenado por armónicos 2.1-51
2.1.7.h Bloqueo por armónicos 2.1-53
2.1.7.i Comparación entre frenado y bloqueo por armónicos 2.1-53
2.1.7.j Bloqueo cruzado 2.1-53
2.1.7.k Inhibición del frenado y bloqueo por armónicos 2.1-55
2.1.7.l Salida de la unidad diferencial con frenado 2.1-56
2.1.7.m Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-57
2.1.7.n Unidad diferencial sin frenado 2.1-57
2.1.7.o Rangos de ajuste 2.1-58
2.1.7.p Entradas digitales 2.1-59
2.1.7.q Salidas auxiliares y sucesos 2.1-60
2.1.8 Unidad diferencial de neutro 2.1-62
2.1.8.a Intensidad diferencial de neutro 2.1-62
2.1.8.b Intensidad de frenado 2.1-63
2.1.8.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-63
2.1.8.d Intensidad de referencia 2.1-64
2.1.8.e Característica de la unidad diferencial de neutro con frenado porcentual 2.1-64
2.1.8.f Bloqueo por armónicos 2.1-65
2.1.8.g Bloqueo cruzado e Inhibición del bloqueo por armónicos 2.1-66
2.1.8.h Salida de la unidad diferencial de neutro con frenado 2.1-66
2.1.8.i Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-66
2.1.8.j Sensibilidad de polo abierto 2.1-67
2.1.8.k Operación en condiciones de falta con un polo abierto 2.1-67
2.1.8.l Rangos de ajuste 2.1-67
2.1.8.m Entradas digitales 2.1-68
2.1.8.n Salidas auxiliares y sucesos 2.1-69
2.1.9 Unidad diferencial de secuencia directa 2.1-70
2.1.9.a Intensidad diferencial de secuencia directa 2.1-70
2.1.9.b Intensidad de frenado 2.1-70
2.1.9.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-71
2.1.9.d Intensidad de referencia 2.1-71
2.1.9.e Característica de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado porcentual 2.1-72

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.9.f Bloqueo por armónicos 2.1-73
2.1.9.g Salida de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado 2.1-73
2.1.9.h Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-74
2.1.9.i Sensibilidad de polo abierto 2.1-74
2.1.9.j Operación en condiciones de falta con un polo abierto 2.1-74
2.1.9.k Rangos de ajuste 2.1-75
2.1.9.l Entradas digitales 2.1-75
2.1.9.m Salidas auxiliares y sucesos 2.1-76
2.1.10 Unidad diferencial de secuencia inversa 2.1-77
2.1.10.a Intensidad diferencial de secuencia inversa 2.1-77
2.1.10.b Intensidad de frenado 2.1-77
2.1.10.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-78
2.1.10.d Devanado de referencia 2.1-78
2.1.10.e Característica de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado porcentual 2.1-79
2.1.10.f Bloqueo por armónicos 2.1-80
2.1.10.g Salida de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado 2.1-80
2.1.10.h Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-81
2.1.10.i Sensibilidad de polo abierto 2.1-81
2.1.10.j Operación en condiciones de falta con un polo abierto 2.1-81
2.1.10.k Rangos de ajuste 2.1-82
2.1.10.l Entradas digitales 2.1-82
2.1.10.m Salidas auxiliares y sucesos 2.1-83
2.1.11 Recomendación de ajustes 2.1-84
2.1.11.a Habilitación de la compensación de intensidad capacitiva 2.1-84
2.1.11.b Tipo de intensidad de frenado 2.1-84
2.1.11.c Diferencial de fases 2.1-84
2.1.11.d Diferencial de neutro 2.1-88
2.1.11.e Diferencial de secuencia directa 2.1-89
2.1.11.f Diferencial de secuencia inversa 2.1-89
2.1.12 Ejemplos 2.1-90
2.1.12.a Ejemplo de cálculo de ajustes para líneas 2.1-90
2.1.12.b Ejemplos de cálculo de ajustes para transformadores en zona de protección 2.1-95

2.2 Detector de Falta Externa 2.2-1
2.2.1 Identificación 2.2-2
2.2.2 Bloque general de la unidad 2.2-2
2.2.3 Principios de operación 2.2-2
2.2.4 Unidad diferencial con valores instantáneos 2.2-3
2.2.5 Unidad de comparación direccional de fases 2.2-5
2.2.6 Unidad de comparación direccional de secuencia directa 2.2-6
2.2.7 Lógica de bloqueo de la unidad diferencial 2.2-9
2.2.8 Rangos de ajuste 2.2-9
2.2.9 Entradas analógicas a la unidad 2.2-10
2.2.10 Entradas digitales 2.2-10
2.2.11 Salidas digitales y sucesos 2.2-11

2.3 Detector de Falta en Alimentación Débil 2.3-1
2.3.1 Identificación 2.3-2
2.3.2 Bloque general de la unidad 2.3-2
2.3.3 Detector de Falta en alimentación débil 2.3-2
2.3.4 Rangos de ajuste 2.3-3
2.3.5 Entradas analógicas a la unidad 2.3-3
2.3.6 Entradas digitales 2.3-3
2.3.7 Salidas digitales y sucesos 2.3-4

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

2.4 Unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-1
2.4.1 Identificación 2.4-2
2.4.2 Bloque general de la unidad 2.4-2
2.4.3 Principio de operación 2.4-2
2.4.4 Característica con frenado porcentual 2.4-6
2.4.5 Bloqueo por unidad de comparación direccional 2.4-7
2.4.6 Bloqueo por nivel de intensidad de neutro 2.4-8
2.4.7 Funcionamiento de la unidad en autotransformadores 2.4-9
2.4.8 Entradas de bloqueo 2.4-9
2.4.9 Aplicación de la unidad 2.4-10
2.4.10 Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 2.4-11
2.4.11 Rangos de ajuste 2.4-12
2.4.12 Entradas analógicas a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-13
2.4.13 Entradas digitales a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-14
2.4.14 Salidas digitales y sucesos de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-15
2.4.15 Ensayo de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-17

3.1 Unidades de Medida de Distancia 3.1-1
3.1.1 Identificación 3.1-2
3.1.2 Bloque general de la unidad 3.1-2
3.1.3 Operación 3.1-2
3.1.4 Característica cuadrilateral 3.1-4
3.1.4.a Unidad de reactancia 3.1-4
3.1.4.b Unidad direccional 3.1-9
3.1.4.c Limitador resistivo 3.1-9
3.1.4.d Representación 3.1-11
3.1.5 Característica Mho 3.1-12
3.1.6 Activación de características de distancia 3.1-17
3.1.7 Lógica de memoria de tensión 3.1-18
3.1.8 Actuación de unidades de distancia 3.1-19
3.1.8.a Actuación de las unidades monofásicas 3.1-19
3.1.8.b Actuación de unidades bifásicas 3.1-22
3.1.9 Arranque y actuación de zona 3.1-23
3.1.10 Rangos de ajuste 3.1-24
3.1.11 Entradas analógicas a la unidad 3.1-26
3.1.12 Entradas digitales a los módulos de distancia 3.1-27
3.1.13 Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia 3.1-28
3.1.14 Ensayo de las unidades de distancia 3.1-32
3.1.14.a Características para faltas monofásicas 3.1-33
3.1.14.b Características para faltas entre fases 3.1-36
3.1.15 Ejemplo de aplicación 3.1-40
3.1.15.a Datos iniciales 3.1-40
3.1.15.b Impedancias del sistema 3.1-41
3.1.15.c Ajustes comunes para unidades de distancia 3.1-43
3.1.15.d Ajustes de zona 3.1-43

3.2 Esquemas de Protección de Distancia 3.2-1
3.2.1 Esquemas de Protección para Unidades de Distancia 3.2-3
3.2.1.a Identificación 3.2-3
3.2.2 Descripción 3.2-3
3.2.3 Extensión de zona 1 ..... 3.2-4
3.2.4 Disparo por subalcance permisivo 3.2-5
3.2.4.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”) 3.2-5
3.2.4.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”) 3.2-6
3.2.4.c Operación 3.2-6

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.5 Disparo transferido directo ... 3.2-7
3.2.5.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”) ... 3.2-7
3.2.5.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”) ... 3.2-7
3.2.5.c Operación ... 3.2-7
3.2.6 Disparo por sobrealcance permisivo ... 3.2-8
3.2.6.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”) ... 3.2-9
3.2.6.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”) ... 3.2-9
3.2.6.c Operación ... 3.2-9
3.2.7 Desbloqueo por comparación direccional ... 3.2-10
3.2.7.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”) ... 3.2-11
3.2.7.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”) ... 3.2-11
3.2.7.c Operación ... 3.2-12
3.2.8 Bloqueo por comparación direccional ... 3.2-13
3.2.8.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”) ... 3.2-14
3.2.8.b Condiciones de parada de canal (“Parada canal distancia”) ... 3.2-15
3.2.8.c Condiciones de disparo (“Disparo esquema protección distancia”) ... 3.2-15
3.2.8.d Operación ... 3.2-15
3.2.9 Lógica de alimentación débil ... 3.2-16
3.2.9.a Envío de eco ... 3.2-17
3.2.9.b Disparo por alimentación débil ... 3.2-17
3.2.9.c Operación ... 3.2-17
3.2.10 Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad ... 3.2-19
3.2.10.a Operación ... 3.2-19
3.2.11 Esquemas programables ... 3.2-20
3.2.12 Rangos de ajuste ... 3.2-20
3.2.13 Entradas digitales al módulo de esquemas de protección de distancia ... 3.2-21
3.2.14 Salidas digitales y sucesos de los módulos de esquemas de protección de distancia ... 3.2-22
3.2.15 Nodo Lógico IEC61850 ... 3.2-23

3.3 Supervisión de Fases para Protección de Distancia ... 3.3-1
3.3.1 Identificación ... 3.3-2
3.3.2 Bloque general de la unidad ... 3.3-2
3.3.3 Principios de operación y diagrama de bloques ... 3.3-2
3.3.4 Rangos de ajuste ... 3.3-3
3.3.5 Entradas analógicas a la unidad ... 3.3-4
3.3.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de distancia ... 3.3-4

3.4 Delimitadores de Carga ... 3.4-1
3.4.1 Identificación ... 3.4-2
3.4.2 Bloque general de la unidad ... 3.4-2
3.4.3 Principios de operación y diagrama de bloques ... 3.4-2
3.4.4 Rangos de ajuste ... 3.4-4
3.4.5 Entradas analógicas a la unidad ... 3.4-4
3.4.6 Entradas digitales al módulo Delimitador de Carga ... 3.4-4
3.4.7 Salidas digitales y sucesos del módulo Delimitador de Carga ... 3.4-5
3.4.8 Nodo lógico IEC 61850 ... 3.4-5
3.4.9 Ensayo de los Delimitadores de Carga ... 3.4-6

3.5 Detector de Oscilación de Potencia ... 3.5-1
3.5.1 Identificación ... 3.5-2
3.5.2 Principios de operación ... 3.5-2
3.5.3 Limitadores resistivos ... 3.5-3
3.5.4 Limitadores reactivos ... 3.5-4
3.5.5 Lógica de activación de zonas ... 3.5-5
3.5.6 Definición de las zonas ... 3.5-7
3.5.7 Operación ... 3.5-8

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

3.5.8 Rangos de ajuste 3.5-11
3.5.9 Entradas digitales al módulo del Detector de Oscilación de Potencia 3.5-12
3.5.10 Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Oscilación de Potencia 3.5-12
3.5.11 Ensayo del Detector de Oscilación de Potencia 3.5-13
3.5.11.a Prueba de activación de las características 3.5-13
3.5.11.b Prueba de bloqueo por oscilación de potencia 3.5-15
3.5.11.c Prueba de disparo por oscilación de potencia 3.5-15

3.6 Direccional de Distancia 3.6-1
3.6.1 Identificación 3.6-2
3.6.2 Bloque general de la unidad 3.6-2
3.6.3 Principios de operación 3.6-2
3.6.4 Rangos de ajuste 3.6-6
3.6.5 Entradas analógicas a la unidad 3.6-7
3.6.6 Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Distancia 3.6-7

4.1 Unidades de Sobreintensidad 4.1-1
4.1.1 Principios comunes 4.1-3
4.1.1.a Operación y reposición 4.1-3
4.1.1.b Bloqueo de disparo y anulación de la temporización 4.1-4
4.1.1.c Habilitación e inhabilitación de la unidad 4.1-4
4.1.1.d Bloqueo por armónicos 4.1-4
4.1.1.e Detector de Saturación 4.1-5
4.1.1.f Curvas temporizadas 4.1-5
4.1.1.g Control de par (Habilitación del bloqueo del arranque) 4.1-30
4.1.2 Unidades de Sobreintensidad de Fases 4.1-31
4.1.2.a Identificación 4.1-31
4.1.2.b Bloque general de la unidad 4.1-31
4.1.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-31
4.1.2.d Aplicación de la unidad 4.1-33
4.1.2.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-33
4.1.2.f Rangos de ajuste 4.1-34
4.1.2.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-35
4.1.2.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Fases 4.1-35
4.1.2.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Fases 4.1-37
4.1.2.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-41
4.1.2.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-42
4.1.3 Unidades de Sobreintensidad de Neutro 4.1-44
4.1.3.a Identificación 4.1-44
4.1.3.b Bloque general de la unidad 4.1-44
4.1.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-45
4.1.3.d Aplicación de la unidad 4.1-46
4.1.3.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-46
4.1.3.f Rangos de ajuste 4.1-47
4.1.3.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-48
4.1.3.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Neutro 4.1-48
4.1.3.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Neutro 4.1-50
4.1.3.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-52
4.1.3.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-53
4.1.4 Unidades de Sobreintensidad de Tierra 4.1-55
4.1.4.a Identificación 4.1-55
4.1.4.b Bloque general de la unidad 4.1-55
4.1.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-56

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.4.d Aplicación de la unidad 4.1-57
4.1.4.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-57
4.1.4.f Rangos de ajuste 4.1-58
4.1.4.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-59
4.1.4.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Tierra 4.1-59
4.1.4.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Tierra 4.1-60
4.1.4.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-62
4.1.4.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-63
4.1.5 Unidades de Secuencia Inversa 4.1-65
4.1.5.a Identificación 4.1-65
4.1.5.b Bloque general de la unidad 4.1-65
4.1.5.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-66
4.1.5.d Aplicación de la unidad 4.1-67
4.1.5.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-67
4.1.5.f Rangos de ajuste 4.1-68
4.1.5.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-68
4.1.5.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Secuencia Inversa 4.1-69
4.1.5.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa 4.1-71
4.1.5.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-73
4.1.5.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-74
4.1.6 Unidades Dependientes de la Tensión 4.1-76
4.1.6.a Identificación 4.1-76
4.1.6.b Bloque general de la unidad 4.1-76
4.1.6.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-77
4.1.6.d Aplicación de la unidad 4.1-78
4.1.6.e Rangos de ajuste 4.1-79
4.1.6.f Entradas analógicas a la unidad 4.1-80
4.1.6.g Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Dependiente de la Tensión 4.1-80
4.1.6.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión 4.1-81
4.1.6.i Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-83
4.1.6.j Ensayo de la unidad de protección 4.1-84

4.2 Unidades Direccionales 4.2-1
4.2.1 Principios comunes 4.2-3
4.2.2 Unidad Direccional de Fases 4.2-4
4.2.2.a Identificación 4.2-4
4.2.2.b Bloque general de la unidad 4.2-4
4.2.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-5
4.2.2.d Aplicación de la unidad 4.2-6
4.2.2.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-7
4.2.2.f Rangos de ajuste 4.2-8
4.2.2.g Entradas analógicas a la unidad 4.2-8
4.2.2.h Entradas digitales a la unidad Direccional de Fases 4.2-8
4.2.2.i Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Fases 4.2-9
4.2.2.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.2-10
4.2.2.k Ensayo de la unidad de protección 4.2-10
4.2.3 Unidad Direccional de Neutro 4.2-11
4.2.3.a Identificación 4.2-11
4.2.3.b Bloque general de la unidad 4.2-11
4.2.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-11
4.2.3.d Polarización por intensidad 4.2-13
4.2.3.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-14
4.2.3.f Rangos de ajuste 4.2-15
4.2.3.g Entradas analógicas a la unidad 4.2-15

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

4.2.3.h Entradas digitales a la unidad Direccional de Neutro 4.2-16
4.2.3.i Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Neutro 4.2-16
4.2.3.j Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-17
4.2.3.k Ensayo de la unidad de protección 4.2-17
4.2.4 Unidad Direccional de Tierra 4.2-18
4.2.4.a Identificación 4.2-18
4.2.4.b Bloque general de la unidad 4.2-18
4.2.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-18
4.2.4.d Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-20
4.2.4.e Rangos de ajuste 4.2-21
4.2.4.f Entradas analógicas a la unidad 4.2-21
4.2.4.g Entradas digitales a la unidad Direccional de Tierra 4.2-22
4.2.4.h Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Tierra 4.2-22
4.2.4.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-23
4.2.4.j Ensayo de la unidad de protección 4.2-23
4.2.5 Unidad Direccional de Secuencia Inversa 4.2-24
4.2.5.a Identificación 4.2-24
4.2.5.b Bloque general de la unidad 4.2-24
4.2.5.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-24
4.2.5.d Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-25
4.2.5.e Rangos de ajuste 4.2-26
4.2.5.f Entradas analógicas a la unidad 4.2-26
4.2.5.g Entradas digitales a la unidad Direccional de Secuencia Inversa 4.2-27
4.2.5.h Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Secuencia Inversa 4.2-27
4.2.5.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-28
4.2.5.j Ensayo de la unidad de protección 4.2-28
4.2.6 Unidad Direccional de Secuencia Directa 4.2-29
4.2.6.a Identificación 4.2-29
4.2.6.b Bloque general de la unidad 4.2-29
4.2.6.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-29
4.2.6.d Rangos de ajuste 4.2-31
4.2.6.e Entradas analógicas a la unidad 4.2-31
4.2.6.f Entradas digitales a la unidad Direccional de Secuencia Directa 4.2-31
4.2.6.g Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Secuencia Directa 4.2-32
4.2.6.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-32
4.2.6.i Ensayo de la unidad de protección 4.2-33

4.3 Esquemas de Protección de Sobreintensidad 4.3-1
4.3.1 Esquemas de protección de sobreintensidad 4.3-2
4.3.1.a Identificación 4.3-2
4.3.2 Descripción 4.3-2
4.3.2.a Esquemas programables 4.3-2
4.3.3 Lógicas comunes a los esquemas de protección 4.3-3
4.3.3.a Lógica de alimentación débil 4.3-3
4.3.3.b Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad 4.3-5
4.3.4 Disparo por subalcance permisivo 4.3-6
4.3.4.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”) 4.3-6
4.3.4.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”) 4.3-6
4.3.4.c Operación 4.3-7
4.3.5 Disparo transferido directo 4.3-7
4.3.5.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”) 4.3-7
4.3.5.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”) 4.3-8
4.3.5.c Operación 4.3-8
4.3.6 Disparo por sobrealcance permisivo 4.3-9
4.3.6.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”) 4.3-9
4.3.6.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”) 4.3-9
4.3.6.c Operación 4.3-10

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.7 Desbloqueo por comparación direccional 4.3-11
4.3.7.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”) 4.3-12
4.3.7.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”) 4.3-12
4.3.7.c Operación 4.3-12
4.3.8 Bloqueo por comparación direccional 4.3-14
4.3.8.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”) 4.3-14
4.3.8.b Condiciones de parada de canal (“Parada canal sobreintensidad”) 4.3-15
4.3.8.c Condiciones de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”) 4.3-15
4.3.8.d Operación 4.3-15
4.3.9 Rangos de ajuste 4.3-16
4.3.10 Entradas digitales al módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad 4.3-17
4.3.11 Salidas digitales y sucesos del módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad 4.3-18
4.3.12 Nodo lógico IEC61850 ..... 4.3-19

4.4 Detector de Fase Abierta 4.4-1
4.4.1 Identificación 4.4-2
4.4.2 Bloque general de la unidad 4.4-2
4.4.3 Principio de operación y diagrama de bloques 4.4-2
4.4.4 Aplicación de la unidad 4.4-3
4.4.5 Rangos de ajuste 4.4-3
4.4.6 Entradas analógicas a la unidad 4.4-3
4.4.7 Entradas digitales a la unidad de Fase Abierta 4.4-4
4.4.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de Fase Abierta 4.4-4
4.4.9 Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.4-5
4.4.10 Ensayo del Detector de Fase Abierta 4.4-5

4.5 Unidad de Imagen Térmica 4.5-1
4.5.1 Identificación 4.5-2
4.5.2 Bloque general de la unidad 4.5-2
4.5.3 Principio de operación 4.5-2
4.5.3.a Curvas de operación 4.5-5
4.5.4 Diagrama de bloques 4.5-7
4.5.5 Aplicación de la función de Imagen Térmica 4.5-7
4.5.6 Rangos de ajuste 4.5-8
4.5.7 Entradas analógicas a la unidad de Imagen Térmica 4.5-8
4.5.8 Entradas digitales a la unidad de Imagen Térmica 4.5-9
4.5.9 Salidas digitales y sucesos de la unidad de Imagen Térmica 4.5-10
4.5.10 Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.5-11
4.5.11 Ensayo de la unidad de Imagen Térmica 4.5-11

4.6 Unidad de Imagen Térmica de Hot Spot 4.6-1
4.6.1 Identificación 4.6-2
4.6.2 Bloque general de la unidad 4.6-2
4.6.3 Principios de operación 4.6-2
4.6.3.a Medida de temperaturas 4.6-3
4.6.3.b Cálculo de la temperatura de Hot Spot 4.6-3
4.6.3.c Disparo por temperatura de Hot Spot y temperatura de la capa superior de aceite 4.6-4
4.6.3.d Pérdida de vida acumulada 4.6-5
4.6.3.e Eficiencia del sistema de refrigeración 4.6-6
4.6.4 Ajustes recomendados según la guía de carga IEC60076-7 ..... 4.6-7
4.6.5 Rangos de ajuste 4.6-7
4.6.6 Entradas analógicas a la unidad térmica de Hot Spot 4.6-8
4.6.7 Entradas digitales del módulo de imagen térmica de Hot Spot 4.6-9
4.6.8 Salidas digitales y sucesos de la imagen térmica de Hot Spot 4.6-10

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

4.6.9 Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.6-11
4.6.10 Ensayo de la unidad térmica de Hot Spot 4.6-12
4.6.10.a Alarma y disparo por temperatura de la capa superior de aceite 4.6-13
4.6.10.b Alarma y disparo por temperatura de Hot Spot 4.6-13

4.7 Unidad de FI con Función de Redisparo 4.7-1
4.7.1 Identificación 4.7-2
4.7.2 Bloque general de la unidad 4.7-2
4.7.3 Principio de operación 4.7-2
4.7.3.a Fallo de interruptor monofásico 4.7-3
4.7.3.b Fallo de interruptor trifásico 4.7-4
4.7.3.c Disparo trifásico sin carga 4.7-5
4.7.3.d Redisparo 4.7-6
4.7.4 Modo de arranque configurable 4.7-6
4.7.4.a Detector de Arco Interno 4.7-6
4.7.4.b Salida de fallo de interruptor sellado 4.7-6
4.7.5 Diagramas de bloques 4.7-7
4.7.6 Rangos de ajuste 4.7-9
4.7.7 Entradas analógicas a la unidad de FI 4.7-9
4.7.8 Entradas digitales a la unidad de FI 4.7-10
4.7.9 Salidas digitales y sucesos de la unidad de FI 4.7-11
4.7.10 Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.7-13
4.7.11 Ensayo de la unidad de FI 4.7-14

4.8 Bloqueo por Armónicos 4.8-1
4.8.1 Identificación 4.8-2
4.8.2 Bloque general de la unidad 4.8-2
4.8.3 Principio de operación 4.8-2
4.8.4 Rangos de ajuste 4.8-4
4.8.5 Salidas digitales y sucesos del Bloqueo por Armónicos 4.8-5
4.8.6 Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.8-6

4.9 Detector de Saturación 4.9-1
4.9.1 Identificación 4.9-2
4.9.2 Bloque general de la unidad 4.9-2
4.9.3 Principio de operación 4.9-2
4.9.4 Rangos de ajuste 4.9-3
4.9.5 Salidas digitales y sucesos del Detector de Saturación 4.9-3
4.9.6 Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.9-4

4.10 Detector de Cierre sobre Falta 4.10-1
4.10.1 Identificación 4.10-2
4.10.2 Bloque general de la unidad 4.10-2
4.10.3 Principios de operación 4.10-2
4.10.4 Rangos de ajuste 4.10-6
4.10.5 Entradas analógicas a la unidad 4.10-7
4.10.6 Entradas digitales al módulo de Cierre sobre Falta 4.10-7
4.10.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Cierre sobre Falta 4.10-8
4.10.8 Nodo Lógico IEC 61850 ..... 4.10-8
4.10.9 Ensayo del Detector de Cierre sobre Falta 4.10-9

4.11 Unidades de Sobrecarga 4.11-1
4.11.1 Identificación 4.11-2
4.11.2 Bloque general de la unidad 4.11-2
4.11.3 Principios de operación 4.11-2
4.11.4 Rangos de ajuste 4.11-3
4.11.5 Entradas digitales del módulo de sobrecarga 4.11-4

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.11.6 Salidas digitales y sucesos de los módulos de sobrecarga 4.11-5
4.11.7 Ensayo de las unidades de sobrecarga 4.11-5

5.1 Unidades de Tensión 5.1-1
5.1.1 Principios comunes 5.1-3
5.1.1.a Operación y reposición 5.1-3
5.1.1.b Bloqueo de disparo 5.1-4
5.1.1.c Habilitación e inhabilitación de la unidad 5.1-4
5.1.1.d Ajustes de reposición 5.1-4
5.1.1.e Nodo lógico: características comunes (ajustes de reposición de las unidades de tensión) 5.1-4
5.1.2 Unidades de Subtensión de Fases 5.1-5
5.1.2.a Identificación 5.1-5
5.1.2.b Bloque general de la unidad 5.1-5
5.1.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-5
5.1.2.d Aplicación de la unidad 5.1-7
5.1.2.e Rangos de ajuste 5.1-8
5.1.2.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-9
5.1.2.g Entradas digitales a los módulos de Subtensión de Fases 5.1-9
5.1.2.h Entradas digitales a los módulos de Subtensión de Fases 5.1-10
5.1.2.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Subtensión de Fases 5.1-11
5.1.2.j Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-12
5.1.2.k Ensayo de la unidad de protección 5.1-13
5.1.3 Unidades de Sobretensión de Fases 5.1-14
5.1.3.a Identificación 5.1-14
5.1.3.b Bloque general de la unidad 5.1-14
5.1.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-14
5.1.3.d Aplicación de la unidad 5.1-16
5.1.3.e Rangos de ajuste 5.1-17
5.1.3.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-18
5.1.3.g Entradas digitales a la unidad de Sobretensión de Fases 5.1-18
5.1.3.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Fases 5.1-19
5.1.3.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-20
5.1.3.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-21
5.1.4 Unidades de Sobretensión de Neutro 5.1-22
5.1.4.a Identificación 5.1-22
5.1.4.b Bloque general de la unidad 5.1-22
5.1.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-22
5.1.4.d Aplicación de la unidad 5.1-25
5.1.4.e Rangos de ajuste 5.1-25
5.1.4.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-27
5.1.4.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-28
5.1.4.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-29
5.1.4.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-30
5.1.4.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-30
5.1.5 Unidades de Sobretensión de Tierra 5.1-31
5.1.5.a Identificación 5.1-31
5.1.5.b Bloque general de la unidad 5.1-31
5.1.5.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-31
5.1.5.d Aplicación de la unidad 5.1-33
5.1.5.e Rangos de ajuste 5.1-33
5.1.5.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-35
5.1.5.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Tierra 5.1-35
5.1.5.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-36
5.1.5.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-37

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

5.1.5.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-37
5.1.6 Unidades de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-38
5.1.6.a Identificación 5.1-38
5.1.6.b Bloque general de la unidad 5.1-38
5.1.6.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-38
5.1.6.d Aplicación de la unidad 5.1-40
5.1.6.e Rangos de ajuste 5.1-40
5.1.6.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-40
5.1.6.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-41
5.1.6.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-42
5.1.6.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-43
5.1.6.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-43

5.2 Unidades de Frecuencia 5.2-1
5.2.1 Principios comunes 5.2-3
5.2.1.a Medida de frecuencia 5.2-3
5.2.1.b Adaptación de la frecuencia de muestreo a la frecuencia de red 5.2-3
5.2.1.c Operación y reposición 5.2-4
5.2.1.d Bloqueo de disparo 5.2-4
5.2.1.e Habilitación e inhabilitación de la unidad 5.2-4
5.2.1.f Unidad de mínima tensión para bloqueo 5.2-5
5.2.1.g Lógica de deslastre de cargas 5.2-6
5.2.1.h Ajustes comunes 5.2-7
5.2.1.i Aplicación de las unidades de frecuencia 5.2-8
5.2.1.j Rangos de ajuste 5.2-10
5.2.1.k Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-10
5.2.1.l Ensayo de la unidad 5.2-11
5.2.2 Unidades de Sobrefrecuencia 5.2-12
5.2.2.a Identificación 5.2-12
5.2.2.b Bloque general de la unidad 5.2-12
5.2.2.c Principio de operación 5.2-12
5.2.2.d Rangos de ajuste 5.2-12
5.2.2.e Entradas analógicas a la unidad 5.2-13
5.2.2.f Entradas digitales a los módulos de sobrefrecuencia 5.2-13
5.2.2.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de sobrefrecuencia 5.2-14
5.2.2.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-15
5.2.2.i Ensayo de la unidad de protección 5.2-15
5.2.3 Unidades de Subfrecuencia 5.2-16
5.2.3.a Identificación 5.2-16
5.2.3.b Bloque general de la unidad 5.2-16
5.2.3.c Principio de operación 5.2-16
5.2.3.d Rangos de ajuste 5.2-16
5.2.3.e Entradas analógicas a la unidad 5.2-17
5.2.3.f Entradas digitales a los módulos de subfrecuencia 5.2-17
5.2.3.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de subfrecuencia 5.2-18
5.2.3.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-19
5.2.3.i Ensayo de la unidad de protección 5.2-19
5.2.4 Unidades de Derivada de Frecuencia 5.2-20
5.2.4.a Identificación 5.2-20
5.2.4.b Bloque general de la unidad 5.2-20
5.2.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.2-20
5.2.4.d Rangos de ajuste 5.2-22
5.2.4.e Entradas analógicas a la unidad 5.2-22
5.2.4.f Entradas digitales a los módulos de derivada de frecuencia 5.2-23
5.2.4.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de derivada de frecuencia 5.2-24

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.4.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-25
5.2.4.i Ensayo de la unidad de protección 5.2-25

5.3 Unidad de Sobreexcitación 5.3-1
5.3.1.a Identificación 5.3-2
5.3.1.b Bloque general de la unidad 5.3-2
5.3.1.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.3-2
5.3.1.d Aplicación 5.3-4
5.3.1.e Rangos de ajuste 5.3-4
5.3.1.f Entradas analógicas a la unidad 5.3-5
5.3.1.g Entradas digitales al módulo de sobreexcitación 5.3-5
5.3.1.h Salidas digitales y sucesos del módulo de sobreexcitación 5.3-6
5.3.1.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.3-7
5.3.1.j Ensayo de la unidad de protección 5.3-7

6.1 Unidades Direccionales de Potencia 6.1-1
6.1.1 Identificación 6.1-2
6.1.2 Bloque general de la unidad 6.1-2
6.1.3 Principio de operación y diagrama de bloques 6.1-2
6.1.4 Aplicación de la unidad 6.1-3
6.1.5 Rangos de ajuste 6.1-4
6.1.6 Entradas analógicas a la unidad 6.1-5
6.1.7 Entradas digitales al módulo de unidades Direccionales de Potencia 6.1-5
6.1.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de unidades Direccionales de Potencia 6.1-6
6.1.9 Nodo lógico IEC 61850 ..... 6.1-7
6.1.10 Ensayo de la unidad de protección 6.1-8

7.1 Reenganchador 7.1-1
7.1.1 Identificación 7.1-2
7.1.2 Bloque general de la unidad 7.1-2
7.1.3 Principio de operación 7.1-2
7.1.4 Disparos externos 7.1-4
7.1.5 Lógica de inicio de reenganche 7.1-4
7.1.6 Lógica de reenganche (modelos de interruptor simple) 7.1-5
7.1.7 Lógica de reenganche (modelos de interruptor doble o de interruptor y medio) 7.1-10
7.1.8 Ciclo de reenganches 7.1-24
7.1.8.a Inicio del ciclo 7.1-24
7.1.8.b Tiempo de reenganche 7.1-26
7.1.8.c Espera de cierre 7.1-27
7.1.8.d Tiempo de seguridad 7.1-28
7.1.9 Bloqueo interno del reenganchador 7.1-29
7.1.9.a Tiempo de seguridad tras cierre manual 7.1-30
7.1.9.b Tiempo de cierre manual 7.1-30
7.1.9.c Espera de cierre 7.1-31
7.1.9.d Tiempo de seguridad tras cierre manual a través de reenganchador 7.1-32
7.1.10 Bloqueo por orden (manual o externa) 7.1-32
7.1.11 Disparo definitivo 7.1-33
7.1.12 Reenganchador fuera de servicio 7.1-33
7.1.13 Contador de reenganches 7.1-33
7.1.14 Coordinación de secuencia 7.1-33
7.1.15 Rangos de ajuste 7.1-35
7.1.16 Entradas digitales al módulo del Reenganchador 7.1-39

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

7.1.17 Salidas digitales y sucesos del módulo del Reenganchador 7.1-41
7.1.18 Nodos lógicos IEC 61850 ..... 7.1-44

8.1 Detector de Fallo de Fusible 8.1-1
8.1.1 Identificación 8.1-2
8.1.2 Bloque general de la unidad 8.1-2
8.1.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.1-2
8.1.4 Rangos de ajuste 8.1-5
8.1.5 Entradas analógicas a la unidad 8.1-5
8.1.6 Entradas digitales al módulo de Fallo de Fusible 8.1-5
8.1.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Fallo de Fusible 8.1-6
8.1.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.1-7
8.1.9 Ensayo del detector de Fallo de Fusible 8.1-8

8.2 Detector de Línea Muerta 8.2-1
8.2.1 Identificación 8.2-2
8.2.2 Bloque general de la unidad 8.2-2
8.2.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.2-2
8.2.4 Rangos de ajuste 8.2-3
8.2.5 Entradas analógicas a la unidad 8.2-3
8.2.6 Entradas digitales al módulo de Línea Muerta 8.2-3
8.2.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Línea Muerta 8.2-4
8.2.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.2-4

8.3 Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-1
8.3.1 Identificación 8.3-2
8.3.2 Bloque general de la unidad 8.3-2
8.3.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.3-2
8.3.4 Detección de intensidad capacitiva 8.3-3
8.3.5 Rangos de ajuste 8.3-4
8.3.6 Entradas analógicas a la unidad 8.3-4
8.3.7 Entradas digitales al módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-5
8.3.8 Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-5
8.3.9 Ensayo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-6

8.4 Unidad de Sincronismo 8.4-1
8.4.1 Identificación 8.4-2
8.4.2 Bloque general de la unidad 8.4-2
8.4.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.4-2
8.4.3.a Unidad de diferencia de tensión 8.4-7
8.4.3.b Unidad de diferencia de fase 8.4-8
8.4.3.c Unidad de diferencia de frecuencia 8.4-8
8.4.3.d Magnitudes diferencia 8.4-8
8.4.3.e Unidad de Tensión de Lados A y B 8.4-9
8.4.3.f Selección del tipo de sincronismo 8.4-11
8.4.4 Aplicación de la función de sincronismo 8.4-11
8.4.5 Rangos de ajuste 8.4-12
8.4.6 Entradas analógicas a la unidad 8.4-17
8.4.7 Salidas analógicas de la unidad 8.4-17
8.4.8 Entradas digitales al módulo de sincronismo 8.4-18
8.4.9 Salidas digitales y sucesos del módulo de sincronismo 8.4-20
8.4.10 Nodo Lógico IEC 61850 (IRFA) 8.4-25
8.4.11 Nodo Lógico IEC 61850 (IRFB, IRFC, ZLFB, ZLFC, DLFA, DLFB) 8.4-26
8.4.12 Ensayo de la unidad 8.4-28

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.5 Detector de Polo Abierto 8.5-1
8.5.1 Identificación 8.5-2
8.5.2 Bloque general de la unidad 8.5-2
8.5.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.5-2
8.5.4 Polos abiertos remotos 8.5-5
8.5.5 Rangos de ajuste 8.5-6
8.5.6 Entradas analógicas a la unidad 8.5-6
8.5.7 Entradas digitales al módulo de Polo Abierto 8.5-7
8.5.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de Polo Abierto 8.5-8
8.5.9 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.5-9

8.6 Detector de Discordancia de Polos 8.6-1
8.6.1 Identificación 8.6-2
8.6.2 Bloque general de la unidad 8.6-2
8.6.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.6-2
8.6.4 Rangos de ajuste 8.6-3
8.6.5 Entradas digitales al módulo de Discordancia de Polos 8.6-3
8.6.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Discordancia de Polos 8.6-4
8.6.7 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.6-4
8.6.8 Ensayo de la unidad 8.6-5

8.7 Detector de Falta 8.7-1
8.7.1 Identificación 8.7-2
8.7.2 Bloque general de la unidad 8.7-2
8.7.3 Detector de Falta 8.7-3
8.7.3.a Inicios de falta 8.7-3
8.7.3.b Supervisión del disparo por detector de falta 8.7-4
8.7.4 Detector de Falta basado en intensidades diferenciales y de frenado 8.7-5
8.7.4.a Principios de Operación y Diagrama de Bloques 8.7-5
8.7.4.b Rangos de ajuste 8.7-6
8.7.4.c Entradas analógicas a la unidad 8.7-6
8.7.5 Detector de Falta basado en las intensidades de secuencia 8.7-6
8.7.5.a Correspondencia entre canales analógicos 8.7-6
8.7.5.b Principios de operación y diagrama de bloques 8.7-6
8.7.5.c Rangos de ajuste 8.7-9
8.7.5.d Entradas analógicas a la unidad 8.7-9
8.7.6 Detector de Falta en alimentación débil 8.7-9
8.7.6.a Rangos de ajuste 8.7-10
8.7.6.b Entradas analógicas a la unidad 8.7-10
8.7.7 Entradas digitales del Detector de Falta 8.7-10
8.7.8 Salidas digitales y sucesos del Detector de Falta 8.7-11
8.7.9 Nodos Lógicos IEC 61850 ..... 8.7-12

8.8 Selector de Fases 8.8-1
8.8.1 Identificación 8.8-2
8.8.2 Bloque general de la unidad 8.8-2
8.8.3 Principios de operación 8.8-2
8.8.3.a Selección de fase ante faltas con flujo predominantemente de secuencia cero 8.8-4
8.8.3.b Selección de fase en situación de polo abierto o de oscilación de potencia 8.8-4
8.8.4 Rangos de ajuste 8.8-5
8.8.5 Entradas analógicas a la unidad 8.8-5
8.8.6 Entradas digitales al Selector de Fases 8.8-6
8.8.7 Salidas digitales y sucesos del Selector de Fases 8.8-6
8.8.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.8-7

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

8.9 Unidad de Carga Fría 8.9-1
8.9.1 Identification 8.9-2
8.9.2 Bloque general de la unidad 8.9-2
8.9.3 Principios de operación 8.9-2
8.9.4 Rangos de ajuste 8.9-3
8.9.5 Entradas digitales al módulo de Carga Fría 8.9-3
8.9.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Carga Fría 8.9-4

8.10 Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-1
8.10.1 Identificación 8.10-2
8.10.2 Bloque general de la unidad 8.10-2
8.10.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.10-2
8.10.4 Rangos de ajuste 8.10-3
8.10.5 Entradas digitales al módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-3
8.10.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-4
8.10.7 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.10-5
8.10.8 Ensayo de la Supervisión de Medida del Circuito de Tensión 8.10-5

8.11 Supervisión de los Circuitos de Medida de Intensidad 8.11-1
8.11.1 Supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-3
8.11.1.a Identificación 8.11-3
8.11.1.b Bloque general de la unidad 8.11-3
8.11.1.c Principio de operación y diagrama de bloques 8.11-3
8.11.1.d Rangos de ajuste 8.11-4
8.11.1.e Entradas digitales al módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-4
8.11.1.f Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-5
8.11.1.g Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.11-6
8.11.1.h Ensayo de la supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-6
8.11.2 Supervisión del circuito de medida de intensidad por secuencia inversa 8.11-7
8.11.2.a Identificación 8.11-7
8.11.2.b Bloque general de la unidad 8.11-7
8.11.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 8.11-7
8.11.2.d Aplicación de la unidad 8.11-10
8.11.2.e Recomendación de ajustes 8.11-12
8.11.2.f Rangos de ajuste 8.11-13
8.11.2.g Entradas analógicas a la unidad 8.11-13
8.11.2.h Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa 8.11-14
8.11.2.i Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa 8.11-15
8.11.2.j Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.11-15
8.11.2.k Ensayo de la supervisión de TIs basada en intensidad de secuencia inversa 8.11-16
8.11.3 Supervisión del circuito de medida de intensidad por intensidad diferencial de neutro 8.11-17
8.11.3.a Identificación 8.11-17
8.11.3.b Bloque general de la unidad 8.11-17
8.11.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 8.11-17
8.11.3.d Aplicación de la unidad 8.11-21
8.11.3.e Recomendación de ajustes 8.11-22
8.11.3.f Rangos de ajuste 8.11-23
8.11.3.g Entradas analógicas a la unidad 8.11-23

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.3.h Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-24
8.11.3.i Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-25
8.11.3.j Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.11-25
8.11.3.k Ensayo de la Supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-26

8.12 Supervisión de los Circuitos de Maniobra 8.12-1
8.12.1 Identificación 8.12-2
8.12.2 Bloque general de la unidad 8.12-2
8.12.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.12-2
8.12.3.a Supervisión del Circuito 1 en un estado 8.12-5
8.12.3.b Supervisión de Circuito de maniobra 2 ..... 8.12-5
8.12.4 Rangos de ajuste 8.12-6
8.12.5 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión de los Circuitos de Maniobra 8.12-6
8.12.6 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.12-7
8.12.7 Ensayo de la unidad 8.12-7

8.13 Lógica de Disparo 8.13-1
8.13.1 Identificación 8.13-2
8.13.2 Bloque general de la unidad 8.13-2
8.13.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.13-2
8.13.4 Lógica de generación de la orden de disparo 8.13-3
8.13.5 Lógica de disparo trifásico 8.13-5
8.13.6 Lógica de disparo de los polos 8.13-6
8.13.7 Rangos de ajuste 8.13-13
8.13.8 Entradas digitales a la Lógica de Disparo 8.13-14
8.13.9 Salidas digitales y sucesos de la Lógica de Disparo 8.13-15
8.13.10 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.13-16

8.14 Mando / Lógica 8.14-1
8.14.1 Principio de operación 8.14-2
8.14.1.a Sellado del disparo 8.14-2
8.14.1.b Sellado de la orden de apertura manual 8.14-2
8.14.1.c Tiempo de fallo de apertura y cierre del interruptor 8.14-3
8.14.1.d Cierre a través del reenganchador 8.14-3
8.14.1.e Supervisión del cierre manual por sincronismo 8.14-3
8.14.1.f Bloqueo de cierre 8.14-4
8.14.2 Rangos de ajuste 8.14-4
8.14.3 Entradas digitales al módulo de Mando / Lógica 8.14-5
8.14.4 Salidas digitales y sucesos del módulo de Mando / Lógica 8.14-6
8.14.5 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.14-7

8.15 Supervisión de Interruptor 8.15-1
8.15.1 Identificación 8.15-2
8.15.2 Bloque general de la unidad 8.15-2
8.15.3 Principio de operación 8.15-2
8.15.3.a Amperios acumulados 8.15-2
8.15.3.b Número excesivo de disparos 8.15-4
8.15.4 Rangos de ajuste 8.15-5
8.15.5 Entradas analógicas a la unidad 8.15-5
8.15.6 Entradas digitales al módulo de Supervisión del Interruptor 8.15-6
8.15.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Interruptor 8.15-6
8.15.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.15-7

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

8.16 Localizadores de Faltas 8.16-1
8.16.1 Identificación 8.16-2
8.16.2 Bloque general de la unidad 8.16-2
8.16.3 Introducción 8.16-2
8.16.4 Localizador de faltas con magnitudes locales 8.16-2
8.16.4.a Ajustes del Localizador de Faltas 8.16-3
8.16.4.b Configuración del Localizador de Faltas 8.16-4
8.16.4.c Información de localización 8.16-5
8.16.5 Localizador de faltas multi-extremo 8.16-8
8.16.6 Rangos de ajuste 8.16-9
8.16.7 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.16-10

8.17 Ajustes Generales 8.17-1
8.17.1 Descripción 8.17-2
8.17.1.a Ajustes de descripción 8.17-2
8.17.1.b Equipo en servicio 8.17-2
8.17.1.c Modo operación 8.17-3
8.17.1.d Relaciones de transformación 8.17-4
8.17.1.e TT Capacitivo 8.17-4
8.17.1.f Secuencia de fases 8.17-4
8.17.1.g Tipo de IG 8.17-5
8.17.1.h Referencia de ángulos 8.17-5
8.17.1.i Inversión de polaridad 8.17-5
8.17.1.j PLL digital 8.17-5
8.17.1.k Comandos simultáneos 8.17-6
8.17.1.l Número de interruptores 8.17-6
8.17.1.m Arranque de sobreintensidad 8.17-6
8.17.2 Rangos de ajuste 8.17-7

8.18 Ajustes de Configuración 8.18-1
8.18.1 Descripción 8.18-2
8.18.1.a Valores nominales 8.18-2
8.18.1.b Claves de acceso 8.18-3
8.18.1.c Comunicaciones 8.18-3
8.18.1.d Fecha y hora 8.18-3
8.18.1.e Ajuste de contraste 8.18-3
8.18.1.f Auto-apagado (Autodimming) del display 8.18-4
8.18.1.g Tiempo retorno 8.18-4
8.18.2 Rangos de ajuste 8.18-5

8.19 Cambio de Tabla de Ajuste 8.19-1
8.19.1 Descripción 8.19-2
8.19.2 Entradas digitales para el cambio de Tabla de Ajuste 8.19-3
8.19.3 Salidas digitales y sucesos para el cambio de Tabla de Ajuste 8.19-4

8.20 Calendario Zonas Horarias 8.20-1
8.20.1 Identificación 8.20-2
8.20.2 Bloque general de la unidad 8.20-2
8.20.3 Descripción 8.20-2
8.20.4 Rangos de ajuste 8.20-2
8.20.5 Salidas digitales del módulo de Calendario 8.20-3
8.20.6 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.20-3

8.21 Lógica Programable 8.21-1
8.21.1 Descripción 8.21-2
8.21.2 Características funcionales 8.21-2
8.21.3 Mandos de control 8.21-4

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.21.3.a Jerarquía de mandos u orígenes 8.21-4
8.21.3.b Señales de éxito y fallo de orden 8.21-5
8.21.3.c Ejecución de mandos simultáneos 8.21-5
8.21.3.d Tratamiento de los mandos 8.21-5
8.21.3.e Bloqueo de mandos en función de la jerarquía 8.21-6
8.21.4 Descripción de operaciones lógicas 8.21-7
8.21.4.a Operaciones Booleanas (Booleans) 8.21-7
8.21.4.b Operaciones de desplazamiento (Move Instructions) 8.21-8
8.21.4.c Operaciones de activación pulso (Triggers) 8.21-10
8.21.4.d Contadores (Counters) 8.21-13
8.21.4.e Operaciones aritméticas (Arithmetic) 8.21-14
8.21.4.f Operaciones especiales 8.21-17

9.1 Registro Oscilográfico 9.1-1
9.1.1 Principios de operación 9.1-2
9.1.2 Función de captura 9.1-2
9.1.3 Datos almacenados 9.1-2
9.1.4 Número de canales y señales digitales 9.1-2
9.1.5 Función de arranque 9.1-3
9.1.6 Función de borrado de oscilos 9.1-3
9.1.7 Disparo requerido 9.1-3
9.1.8 Encadenamiento modo continuo 9.1-4
9.1.9 Tiempo de inicio (prearranque) 9.1-4
9.1.10 Longitud del oscilo 9.1-4
9.1.11 Intervalo entre arranques 9.1-4
9.1.12 Rangos de ajuste 9.1-5
9.1.13 Entradas digitales del Registro Oscilográfico 9.1-8
9.1.14 Salidas digitales y sucesos del Registro Oscilográfico 9.1-8
9.1.15 Nodo lógico IEC 61850 ..... 9.1-9

9.2 Registro de Sucesos 9.2-1
9.2.1 Introducción 9.2-2
9.2.2 Registro de sucesos de protección 9.2-2
9.2.2.a Principios de operación 9.2-2
9.2.2.b Organización del registro de sucesos 9.2-4
9.2.2.c Máscaras de sucesos 9.2-4
9.2.2.d Consulta del registro 9.2-4
9.2.2.e Ajustes del registro de sucesos (sólo vía comunicaciones) 9.2-4
9.2.2.f Registro de sucesos SYSLOGSOE 9.2-6
9.2.3 Registro de sucesos SYSLOGSOE basado en IEC 61850 ..... 9.2-9
9.2.3.a Formato de sucesos SYSLOG 9.2-12
9.2.3.b Formato de fichero SYSLOGSOE 9.2-13

9.3 Informe de Faltas 9.3-1
9.3.1 Principios de operación 9.3-2
9.3.2 Etiqueta del inicio de la falta 9.3-2
9.3.3 Etiqueta de orden de disparo 9.3-2
9.3.4 Etiqueta de fin de falta 9.3-3
9.3.5 Informe de arranques 9.3-3
9.3.6 Informe de faltas con valores de primario 9.3-3
9.3.7 Informe de falta en HMI 9.3-4
9.3.8 Rangos de ajuste 9.3-4
9.3.9 Informe de falta COMFEDE 9.3-5
9.3.9.a Informe de faltas COMFEDE para DLF 9.3-8
9.3.10 Informe de falta IEC 61850 ..... 9.3-25

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

9.4 Histórico de Medidas 9.4-1
9.4.1 Principios de operación 9.4-2
9.4.2 Rangos de ajuste 9.4-3
9.4.3 Nodo lógico IEC61850 ..... 9.4-5

A. Perfil de Comunicaciones de Control PROCOME 3.0 ..... A-1
A.1 Capa de aplicación de control A-2
A.2 Datos de control A-3

B. DNP V3.00 Device Profiles Document B-1
Dnp3 Basic Profile B-3
Dnp3 Basic Extended Profile B-23
Dnp3 Profile II B-43
Dnp3 Profile II Ethernet B-65

C. MODBUS RTU. Documentación. Mapa Direcciones C-1
C.1 Información preliminar C-2
C.2 Función 01: lectura de salidas (Read Coil Status) C-2
C.2.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF C-2
C.3 Función 02: lectura de entradas (Read Input Status) C-3
C.3.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF C-3
C.4 Función 03: lectura de contadores (Read Holding Registers) C-3
C.4.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF C-3
C.5 Función 04: lectura de medidas (Read Input Registers) C-4
C.5.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF C-4
C.6 Función 05 órdenes de mando (Force Single Coil) C-5
C.6.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF C-5

D. IEC 61850 Ed.2 ..... D-1
D.1 Estándar IEC 61850 ..... D-2
D.2 Stack de comunicaciones D-3
D.3 Servidor IEC 61850 y modelo de datos D-4
D.4 Servidor web D-5
D.5 Puerto de comunicaciones D-7
D.6 Transferencia de ficheros D-8
D.7 Fichero de configuración CID D-9
D.8 Mod/Beh D-10
D.9 Data Set D-11
D.10 Envío de mensajes GOOSE D-12
D.11 Suscripción a datos de un mensaje GOOSE D-13
D.12 Report Control Blocks (RCBs) D-20
D.13 Configuración de medidas (datos CF) D-22
D.14 Mandos D-23
D.15 Sincronización SNTP D-24
D.15.1 Cálculo del estado de sincronismo SNTP D-24
D.15.1.a Cliente *unicast* D-25
D.15.1.b Cliente *broadcast* D-25
PICS
PIXIT
TICS

E. IEC 61850 Ed.2 Modelo Dinámico E-1
E.1 Estándar IEC 61850 ..... E-2
E.2 Stack de comunicaciones E-3

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.3 Servidor IEC 61850 y modelo de datos E-4
E.3.1 AccesPoint E-5
E.3.2 Logical Device E-7
E.3.3 Logical Node E-7
E.4 Servidor web E-9
E.5 Puerto de comunicaciones E-11
E.6 Transferencia de ficheros E-12
E.7 Fichero de configuración CID E-13
E.8 Mod/Beh E-14
E.9 Data Set E-16
E.10 Envío de mensajes GOOSE E-17
E.11 Suscripción a datos de un mensaje GOOSE E-19
E.12 Report Control Blocks (RCBs) E-22
E.13 Configuración de medidas (datos CF) E-24
E.14 Mandos E-26
E.15 Sincronización SNTP E-28
E.15.1 Cálculo del estado de sincronismo SNTP E-28
E.15.1.a Cliente *unicast* E-28
E.15.1.b Cliente *broadcast* E-29
PICS
PIXIT
TICS

F. Ciberseguridad F-1
F.1 Introducción F-3
F.2 Puertos y servicios de comunicaciones F-4
F.3 Control de acceso basado en roles (RBAC) F-6
F.3.1 Usuarios, roles y permisos F-7
F.3.2 Configuración de usuarios y roles F-12
F.3.2.a Configuración de usuarios y roles desde web F-12
F.3.2.b Configuración de usuarios y roles desde CLI F-16
F.3.2.c Configuración de usuarios y roles desde *ZIV e-NET Tool*® F-18
F.3.3 Concurrencia de sesiones F-23
F.3.4 Accesos locales F-24
F.3.4.a Autenticación con contraseña F-27
F.3.4.b Autenticación con usuario y contraseña F-29
F.3.5 Logout automático F-31
F.4 Autenticación remota de usuarios F-32
F.4.1 RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) F-33
F.4.2 LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) F-35
F.4.3 Configuración de autenticación remota de usuarios F-39
F.4.3.a Configuración de autenticación remota de usuarios desde web F-39
F.4.3.b Configuración de autenticación remota de usuarios desde CLI F-41
F.4.3.c Configuración de autenticación remota de usuarios desde *ZIV e-NET Tool*® F-42
F.5 Comunicación con herramienta de configuración usando PROCOME F-51
F.6 Sockets seguros F-52
F.6.1 SSH (Secure Shell) F-52
F.6.2 SFTP (SSH File Transfer Protocol) F-53
F.6.3 TLS / SSL (Transport Layer Security / Secure Socket Layer) F-53
F.6.4 HTTPS (Secure Web Server) F-54
F.6.5 Autenticación mutua F-54
F.7 Gestión de credenciales F-56
F.7.1 Equipos con ciberseguridad básica F-56
F.7.2 Equipos con ciberseguridad mejorada F-58
F.8 Securización digital del firmware F-63
F.8.1 Equipos con ciberseguridad básica F-64

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla de Contenidos

F.8.2 Equipos con ciberseguridad mejorada F-64
F.8.3 Métodos de carga de firmware F-66
F.9 Registro de actividades F-68
F.9.1 Formato Syslog F-68
F.9.2 Eventos F-68
F.9.3 Fichero de almacenamiento F-73
F.9.4 Visualización y descarga del fichero F-74

G. Protocolo Syslog G-1
G.1 Introducción G-2
G.2 Formato Syslog para eventos de ciberseguridad G-3
G.2.1 Formato de HEADER G-4
G.2.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-5
G.2.3 Ejemplos G-6
G.3 Formato Syslog para eventos de ciberseguridad (versión 2) G-7
G.3.1 Formato de HEADER G-7
G.3.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-8
G.3.3 Ejemplos G-9
G.4 Formato Syslog para eventos de protección (SOE) G-10
G.4.1 Formato de HEADER G-10
G.4.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-11
G.4.3 Formato de MSG G-12
G.4.4 Ejemplos G-12
G.5 Formato Syslog para eventos de protección (SOE) IEC 61850 ..... G-13
G.5.1 Formato de HEADER G-13
G.5.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-14
G.5.3 Formato de MSG G-14
G.5.4 Ejemplos G-15
G.6 Transmisión Syslog G-15

H. Índice de Figuras y Tablas H-1
H.1 Lista de figuras H-2
H.2 Lista de tablas H-9

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 1.

Descripción e Inicio

1.1 Introducción

1.1.1 Alcance y aplicación del equipo 1.1-2
1.1.2 Simbología 1.1-3
1.1.3 Características de la familia 1.1-3
1.1.3.a Diseño hardware 1.1-5
1.1.3.b Procesamiento de la medida 1.1-6
1.1.3.c Memoria y reloj interno 1.1-7
1.1.4 Diagrama funcional 1.1-8

Este manual de instrucciones proporciona una descripción técnica y funcional del relé modelo **DLF**. El manual puede ser utilizado como referencia técnica durante la fase de ingeniería, instalación, puesta en servicio y funcionamiento normal del equipo pues a lo largo del manual aparecerán indicaciones de uso y manejo del equipo además de contener descripciones relativas a datos técnicos, listas de funciones, diagramas lógicos, señales de entrada y salida, ajustes de parametrización y explicaciones detalladas de cada una de las funcionalidades.

ZIV ha tratado de realizar este manual lo más preciso y de la forma más comprensible posible. Sin embargo, **ZIV** no garantiza que esté libre de errores y advierte también que está sujeto a posibles mejoras. Por consiguiente, **ZIV** estaría muy agradecido de recibir comentarios por parte del cliente si encuentra errores o si se tiene algún tipo de sugerencia. Cualquier indicación podrá ser remitida a **ZIV** haciendo uso del siguiente link.

1.1.1 Alcance y aplicación del equipo

El equipo denominado genéricamente **DLF** integra todas las funciones requeridas para una protección completa de posiciones de línea. Son equipos de la más avanzada tecnología digital basados en potentes microprocesadores, que incorporan protección de Diferencial de Línea, Distancia, Sobreintensidad, Sobre / subtensión, Sobre / subfrecuencia, Reenganchador, Sincronismo, Control y Medida.

Los sistemas **DLF** son de aplicación en líneas de alta y media tensión, ya sean aéreas, subterráneas o mixtas, tanto si incorporan compensación serie o no.

Los equipos **DLF** combinan unidades diferenciales de fase, neutro y secuencias directa e inversa con unidades de medida de distancia (con sus unidades complementarias, tales como los detectores de Cierre sobre falta, Línea muerta, Interruptor remoto abierto, Fallo de fusible, Oscilación de potencia y Delimitadores de carga), con unidades de medida de Tensión (Sobre/subtensión de fase y Sobretensión de neutro), unidades de medida de Intensidad (Sobreintensidad instantánea y temporizada de fase, neutro y secuencia inversa, Protección de calle, de Imagen térmica, de Fallo de interruptor y Detector de fase abierta) y unidades de medida de Frecuencia (Sobre/subfrecuencia y Derivada de frecuencia).

La unidad diferencial de línea (compuesta por las diferenciales de fase, neutro y secuencias positiva y negativa) permite la protección de líneas con dos o tres extremos. Incluye un detector de falta externa que permite incrementar la seguridad ante faltas externas con saturación severa de Tis y ante fallos de comunicaciones.

La comunicación entre las diferentes posiciones de diferenciales de línea se puede realizar mediante un esquema punto a punto o mediante interconexión a través de multiplexores SDH y/o multiplexores MPLS-TP.

Tanto las unidades de distancia como las unidades de sobreintensidad pueden verse complementadas por Esquemas de protección, con el fin de disparar de forma instantánea para faltas en toda la longitud de la línea.

El presente Manual de Instrucciones hace referencia a los modelos **DLF**, que son los indicados principalmente para aplicaciones de protección de línea. En el Capítulo dedicado a la Selección del Modelo se especifican las características propias a cada una de las opciones existentes.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Su interfaz de comunicaciones cuenta con sistemas de acceso seguros (SSH, SFTP, HTTPS), y soporta distintos protocolos incluyendo el estándar de comunicaciones IEC61850 ED 2, así como protocolos de redundancia RSTP, PRP, y HSR; y de sincronización SNTP, PTP (1588).

1.1.2 Simbología

En este manual, así como en la parte trasera del equipo, se podrá encontrar con los siguientes símbolos.

Warning:
Presencia de peligro que puede derivar en daños personales o daños del equipo.
Consultar manual de instrucciones

Warning:
Peligro de riesgo eléctrico

Puesta a tierra

Terminal a tierra de protección

1.1.3 Características de la familia

Los equipos de protección y control multifunción de la familia **DLF** están equipados con la más avanzada tecnología digital basada en potentes microprocesadores de tal manera que todas las tareas de adquisición de medidas y supervisión del interruptor son procesadas digitalmente dentro de un diseño modular.

Las entradas analógicas del equipo captan las intensidades y tensiones enviadas por los transformadores de medida y protección adaptándolas al nivel de procesamiento interno del relé. El **DLF** cuenta con un máximo de 10 entradas analógicas: 5 de intensidad y 5 de tensión. Las medidas analógicas serán procesadas a través de un conversor analógico digital presente en la propia tarjeta de entradas analógicas que enviará las muestras digitalizadas al microcontrolador.

El microcontrolador llevará a cabo todas las gestiones y funcionalidades del equipo, que incluirán, por ejemplo, el filtrado y remuestreo de las medidas, algoritmos de protección, funciones de control, almacenamiento de información, distribución de la información hacia los puertos de comunicaciones, etcétera.

Las entradas configurables del equipo podrán ser utilizadas para recibir información de la aparamenta o de otros equipos mediante cableado. Todas las salidas del equipo son configurables, pudiéndose usar con fines de protección o control.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El equipo puede contar con dos opciones de display (según modelo). Una primera opción con un único display alfanumérico, y una segunda opción con un único display que soporta tanto funciones alfanuméricas como gráficas.

El display alfanumérico frontal tiene una resolución de 128x64, con capacidad para mostrar 6 líneas y 20 caracteres por línea. El display gráfico tiene una resolución de 272x480, permitiendo visualizar las pantallas configuradas en la lógica de usuario del equipo (unifilar, pantallas de alarmas, etcétera). Además, ambas pantallas pueden mostrar el estado de todas las entradas y salidas digitales y datos adicionales a través de 16 LED configurables, cuya activación se mostrará mediante una luz roja. El estado del relé se mostrará a través de un LED tricolor no configurable (verde/rojo/naranja).

Los modelos con *Display Estándar* (dígito del modelo 5 = 1 o 2) disponen de 6 LEDs bicolor configurables (verde/rojo) asociados a los botones de mando P1-P6.

Los modelos con *Display de Botones Ampliado* (dígito del modelo 5 = 4) disponen de 12 LEDs bicolor configurables (verde/rojo) asociados a los botones de mando P1-P12, más otros 2 LEDs configurables (rojo fijo) asociados al botón Local/Remoto (L/R). Para este modelo, solo está disponible la opción de display gráfico.

La familia **DLF** dispone de dos puertos USB (1 tipo A y 1 tipo B) delanteros para poder llevar a cabo labores de configuración y mantenimiento y varios puertos traseros de comunicaciones: dos puertos serie, y otros dos o cuatro puertos Ethernet (según modelo) que permitirán comunicar al equipo en diversos protocolos, con o sin redundancia de comunicaciones.

Adicionalmente cuenta con otros dos o cuatro puertos de fibra (según modelo) para la comunicación entre equipos o con multiplexores SDH (mediante protocolo C37.94), usados exclusivamente para realizar la función diferencial de línea y para el intercambio de señales digitales.

La electrónica del aparato llevará a cabo sus labores gracias a una fuente de alimentación interna cuyas características podrán ser elegidas a la hora de seleccionar el modelo requerido y cuyo detalle aparecerá en el capítulo correspondiente a las Características Técnicas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.1.3.a Diseño hardware

Los componentes principales serán:

- Módulo de microcontrolador principal y memoria que gestiona la funcionalidad del equipo.
- Microcontrolador secundario en la tarjeta CPU que recopila la información de los diferentes módulos o Slots.
- Microcontrolador secundario en las tarjetas localizadas en cada Slot.
- Tarjetas analógicas.
- Tarjeta de fuente de alimentación con entradas, salidas y supervisión de bobinas.
- Tarjeta de expansión de entradas y salidas con supervisión de bobinas.
- Buses de comunicaciones que permitirán comunicar los diferentes módulos y conducir los distintos tipos de datos de manera independiente.

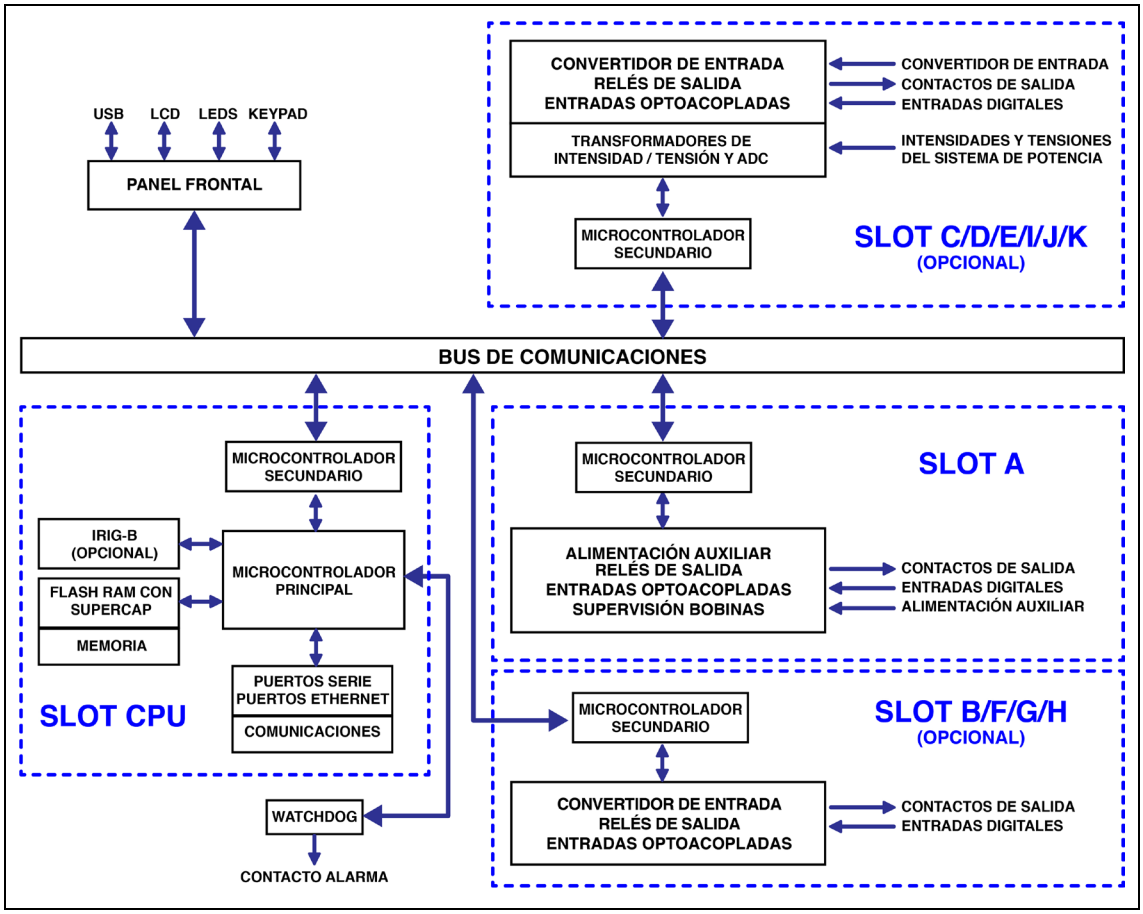


Figura 1.1.1 Diseño HW general.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.1.3.b Procesamiento de la medida

Los equipos de la familia **DLF** ofrecen una medida precisa y con alta resolución en un rango dinámico amplio gracias a la alta frecuencia de muestreo y a la potente función de medida con la que trabajan.

La Figura 1.1.2: (Procesamiento de la medida) muestra, de un modo básico y esquemático, el procesamiento de la medida desde su captación en bornas del equipo, pasando por el conversor analógico digital de 24 bits y demás elementos hasta tener finalmente la medida disponible.

Después de los transformadores de medida, el equipo incorpora una etapa de adecuación de la señal junto con filtro paso bajo analógico (filtro *antialiasing* + filtro para robustecer el comportamiento del equipo frente a perturbaciones electromagnéticas). El convertidor A / D presenta una frecuencia de muestreo inicial de 1 MHz. Previa aplicación de un filtro *antialiasing* digital, el convertidor A / D generará, con una resolución de 24 bits, una frecuencia de salida de 4800 Hz, acorde con el estándar IEC 61869-9. El microcontrolador que incluye cada tarjeta analógica efectúa dos remuestreos consecutivos: el primero, a 4800 Hz, para corregir el error de módulo y ángulo introducido por la cadena de medida (transformadores de medida, filtros analógicos, etc). El segundo, a 80 muestras / ciclo, para adaptar la frecuencia de muestreo a la frecuencia de red (*Frequency Tracking*) y, de esa forma, asegurar una medida de valor eficaz correcta en el rango de frecuencia de 15 a 80 Hz.

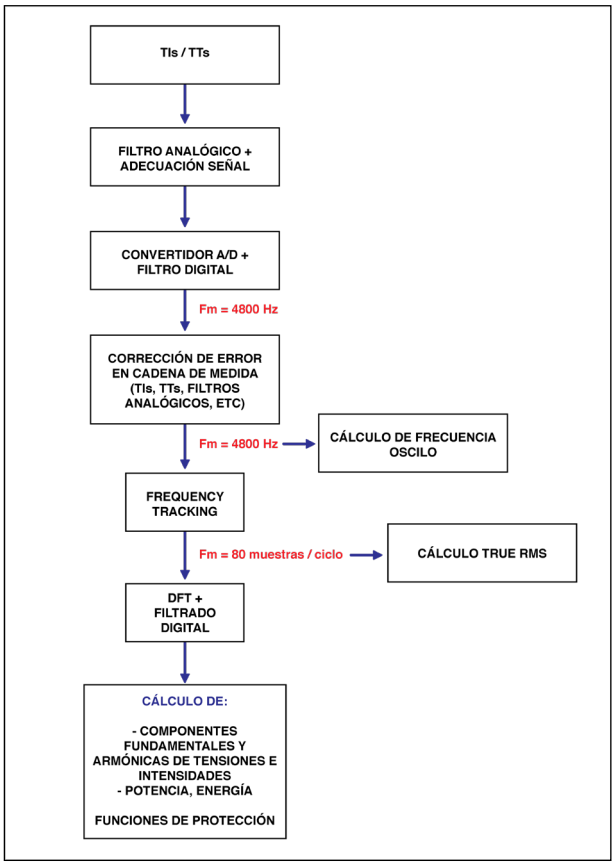


Figura 1.1.2 Procesamiento de la medida.

La adaptación a la frecuencia de red se realizará siempre y cuando el ajuste de habilitación de la unidad PLL (ver punto 4.2) esté en **SÍ**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.1.3.c Memoria y reloj interno

La familia **DLF** cuenta con dos tipos de memoria de almacenamiento diferentes. Toda la información relevante permanecerá almacenada en memoria flash no volátil:

- Ajustes de protección.
- Lógica de control.
- Eventos.
- Informes de falta.
- Oscilografía.
- Información configurada en el CID.

Con el fin de realizar una gestión adecuada de la memoria *Flash*, el trasvase de la información contenida en registros circulares (Eventos e Informes de falta) se hará a través de una memoria RAM alimentada con condensadores para poder gestionar debidamente las escrituras en la memoria *Flash*. De esta manera, la información es almacenada en primera instancia en la memoria RAM para ser volcada posteriormente y de forma periódica a la memoria *Flash*. Las señales memorizadas de lógica de control (así como los LEDs memorizados, estado de la tabla activa, medida acumulada de energía, medida acumulada de la imagen térmica, medida de los KA^2 acumulados, registros de los máximos y mínimos de corriente, tensión y potencia, y estado de operación del reenganchador) siempre se almacenarán en esta memoria RAM.

La memoria RAM y el reloj interno del equipo son alimentados con condensadores. Dicho sistema permite mantener tanto la información almacenada como el reloj interno durante unas dos semanas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.1.4 Diagrama funcional

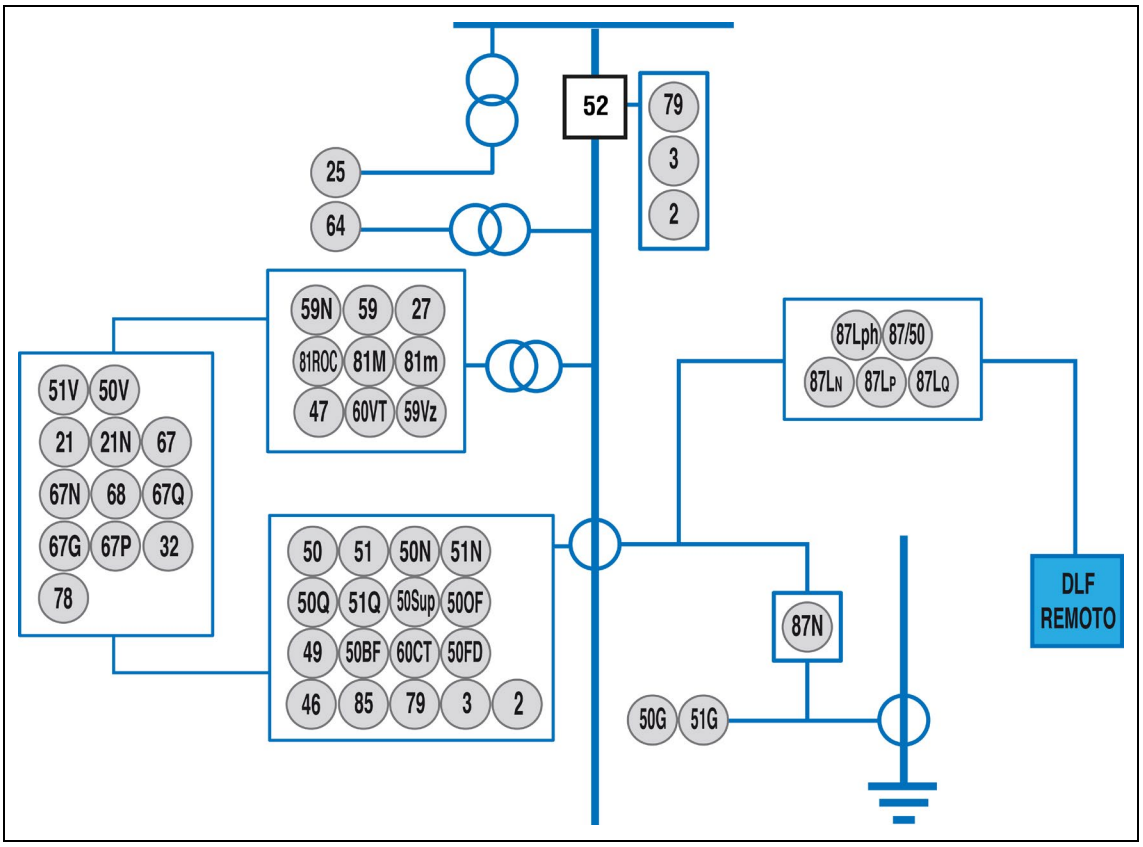


Figura 1.1.3 Diagrama funcional.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.2 Selección del Modelo

1.2.1 Selección del modelo hardware 1.2-2
1.2.1.a Modelos de 1/2 de rack de 19” 1.2-2
1.2.1.b Modelos de 1 rack de 19” 1.2-4
1.2.1.c Definición de Slots 1.2-5
1.2.1.d Accesorios 1.2-7
1.2.2 Selección del modelo firmware 1.2-8
1.2.3 Funciones de protección según modelo 1.2-9
1.2.4 Modelos sustituidos por otros de mayor funcionalidad y opciones no disponibles 1.2-11
1.2.4.a Selección del modelo firmware 1.2-11

1.2.1 Selección del modelo hardware

Las opciones disponibles para la confección del modelo varían en función del tipo de caja. Según el equipo concreto, habrá modelos de 1/3, 1/2 o 1 rack de 19".

1.2.1.a Modelos de 1/2 de rack de 19"

DLF		-									0	0	0	0
1-2-3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

4	**Función**			
	A	Disparo mono/trifásico para posiciones de interruptor simple y 2/3 terminales.	**B**	Disparo Monofásico / Trifásico y Protección rápida de distancia subciclo para doble interruptor / posición de interruptor y medio con grupo TI en la línea. Línea de 2-3 terminales.
5	**Display**			
	1	Estándar con display alfanumérico.	**4**	Botones ampliados con display gráfico.
	2	Estándar con display gráfico.		
6	**Tensión de las entradas digitales**			
	A	Seleccionable por software.	**D**	125 VCC.
	B	24 VCC.	**E**	250 VCC.
	C	48 VCC.		
7	**Caja y acabado**			
	2	6U x 19" 1/2 Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en punta.	**5**	6U x 19" 1/2 Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en anillo.
	A	6U x 19" 1/2 Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en punta con conectores cortocircuitables (SC).	**C**	6U x 19" 1/2 Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en anillo con conectores cortocircuitables (SC).
8	**Slot A**			
	1	24 - 60 VCC (±20%) 16ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una utilizará un grupo de 3 EDs) + 7 SD+ 1 SD de Alarma.	**4**	90 - 250 VCC (±20%) y 100 - 240 VCA (-15%/+10%) 16ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una utilizará un grupo de 3 EDs) + 7 SD+ 1 SD de Alarma.
9	**Slot B**			
	2	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 2 CE (-5 a 20mA).	**5**	20 ED (todas independientes).
			6	17 SD (6SD NA/NC).
	3	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 1 CE (-5 a 20mA) + 1 CE (0-300VCC).	**7**	6 ED (EDs distribuidas en 2 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 6 SD HSHD + 6 SD (2SD NA/NC).
10	**Slot C**			
	2	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 2 CE (-5 a 20mA).	**7**	6 ED (EDs distribuidas en 2 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 6 SD HSHD + 6 SD (2SD NA/NC).
	3	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 1 CE (-5 a 20mA) + 1 CE (0-300VCC).	**B**	5V + 5I (solo para modelos con capacidad de configuración de posiciones de doble interruptor o interruptor y medio o modelos con capacidad de configuración de posiciones de interruptor simple con conectores SC)
	5	20 ED (todas independientes).		
	6	17 SD (6SD NA/NC).		
11	**Slot D**			
	B	5V + 5I (solo para modelos con capacidad de configuración de posiciones de interruptor simple sin conectores SC).	**J**	2V. Ampliación para 21, 87L, 50/51 de interruptor y medio con Línea TI (solo para modelos con capacidad de configuración de posiciones de doble interruptor o interruptor y medio sin conectores SC).
12	**Slot E**			
	Z	Tarjeta de comunicaciones 87L.		

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

0	0					-
17	18	19	20	21	22	

19	**Interfaz 1 y 2 para comunicaciones remotas serie (PROCOME, MODBUS, DNP3.0)**			
	A	RS232 Full Modem - RS232/RS485.	**C**	FOC ST - RS232/RS485.
	B	RS232 Full Modem - FOC ST.	**D**	FOC ST - FOC ST.
20	**Interfaz relé a relé para comunicaciones remotas serie (87L/21)**			
	D	2 x Socket para SFP* (FOC LC).	**E**	2 x FOC ST Multimodo.
21	**Interfaces ETHERNET 1 y 2**			
	1	Conectores 10/100/1000BASE-T (RJ45).	**3**	Conectores 100BASE-FX (FOC ST Multimodo).
	2	Slot (socket) para SFP* (Conectores Multimodo FOC LC 1000BASE-SX/LX & 100BASE-FX).		
22	**Interfaces ETHERNET 3 y 4**			
	0	Ninguno.	**2**	Slot (socket) para SFP* (Conectores Multimodo FOC LC 1000BASE-SX/LX & 100BASE-FX).
	1	Conectores 10/100/1000BASE-T (RJ45).	**3**	Conectores 100BASE-FX (FOC ST Multimodo).

(*) Las interfaces SFP son consideradas como accesorios y deben ser pedidas adicionalmente. Véase 1.2.1.c, Accesorios.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.2.1.b Modelos de 1 rack de 19”

DLF		-								0	0	0	0	
1-2-3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

4	**Función**			
	A	Disparo mono/trifásico para posiciones de interruptor simple y 2/3 terminales.	**B**	Disparo Monofásico / Trifásico y Protección rápida de distancia subciclo para doble interruptor / posición de interruptor y medio con grupo TI en la línea. Línea de 2-3 terminales.
5	**Display**			
	1	Estándar con display alfanumérico.	**4**	Botones ampliados con display gráfico.
	2	Estándar con display gráfico.		
6	**Tensión de las entradas digitales**			
	A	Seleccionable por software.	**D**	125 VCC
	B	24 VCC	**E**	250 VCC
	C	48 VCC		
7	**Caja y acabado**			
	3	6U x 19" Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en punta.	**6**	6U x 19" Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en anillo.
	B	6U x 19" Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en punta con conectores cortocircuitables.	**D**	6U x 19" Rack. Tarjetas tropicalizadas. Terminales en anillo con conectores cortocircuitables.
8	**Slot A**			
	1	24 - 60 VCC (±20%) 16ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una utilizará un grupo de 3 EDs) + 7 SD+ 1 SD Alarma.	**4**	90 - 250 VCC (±20%) y 100 - 240 VCA (-15%/+10%) 16ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una utilizará un grupo de 3 EDs) + 7 SD+ 1 SD Alarma.
9	**Slot B**			
	2	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 2 CE (-5 a 20mA).	**5**	20 ED (todas independientes).
			6	17 SD (6SD NA/NC).
	3	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 1 CE (-5 a 20mA) + 1 CE (0-300VCC).	**7**	6 ED (EDs distribuidas en 2 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 6 SD HSHD + 6 SD (2SD NA/NC).
10	**Slot C**			
	2	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 2 CE (-5 a 20mA).	**5**	20 ED (todas independientes).
			6	17 SD (6SD NA/NC).
	3	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 1 CE (-5 a 20mA) + 1 CE (0-300VCC).	**7**	6 ED (EDs distribuidas en 2 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 6 SD HSHD + 6 SD (2SD NA/NC).
11	**Slot D**			
	2	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 2 CE (-5 a 20mA).	**5**	20 ED (todas independientes).
			6	17 SD (6SD NA/NC).
	3	16 ED (EDs distribuidas en 4 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 7 SD (2SD NA/NC) + 1 CE (-5 a 20mA) + 1 CE (0-300VCC).	**7**	6 ED (EDs distribuidas en 2 grupos) (supervisión de 2 bobinas, cada una usará un grupo de 3 EDs) + 6 SD HSHD + 6 SD (2SD NA/NC).
16	**Slot I**			
	0	Ninguna.	**B**	5V + 5I (solo para modelos con capacidad de configuración de posiciones de doble interruptor o interruptor y medio o modelos con capacidad de configuración de posiciones de interruptor simple con conectores SC).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

0	0					-
17	18	19	20	21	22	

17	**Slot J**			
	B	5V + 5I (solo para modelos con capacidad de configuración de posiciones de doble interruptor o interruptor y medio).	**J**	2V. Ampliación para 21, 87L, 50/51 de interruptor y medio con Línea TI (solo para modelos con capacidad de configuración de posiciones de doble interruptor o interruptor y medio).
18	**Slot K**			
	Z	Tarjeta de comunicaciones 87L.		
19	**Interfaz 1 y 2 para comunicaciones remotas serie (PROCOME, MODBUS, DNP3.0)**			
	A	RS232 Full Modem - RS232/RS485.	**C**	FOC ST - RS232/RS485.
	B	RS232 Full Modem - FOC ST.	**D**	FOC ST - FOC ST.
20	**Interfaz relé a relé para comunicaciones remotas serie (87L/21)**			
	D	2 x Socket para SFP* (FOC LC).	**E**	2 x FOC ST Multimodo.
21	**Interfaces ETHERNET 1 y 2**			
	1	Conectores 10/100/1000BASE-T (RJ45).	**3**	Conectores 100BASE-FX (FOC ST Multimodo).
	2	Slot (socket) para SFP* (Conectores Multimodo FOC LC 1000BASE-SX/LX & 100BASE-FX).		
22	**Interfaces ETHERNET 3 y 4**			
	0	Ninguno.	**2**	Slot (socket) para SFP* (Conectores Multimodo FOC LC 1000BASE-SX/LX & 100BASE-FX).
	1	Conectores 10/100/1000BASE-T (RJ45).	**3**	Conectores 100BASE-FX (FOC ST Multimodo).

(*) Las interfaces SFP son consideradas como accesorios y deben ser pedidas adicionalmente. Véase 1.2.1.c, Accesorios.

1.2.1.c Definición de Slots

Slot: cada una de las disposiciones verticales del equipo. Ver 1.5, Descripción Física y 1.9, Esquemas y Planos de Conexiones. 6 slots para equipos de 1/2 rack y 8 slots para equipos de 1 rack.

Posibles disposiciones de los distintos Slots para modelos sin conectores cortocircuitables:

Rack	1 rack de 19”											
Slots	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	CPU
Fuente de Alimentación	**X**				**0**	**0**	**0**	**0**				**X**
Entradas / Salidas	**X**	**X**	**X**	**X**								
Canales analógicos de V / I									**X***	**X**		
87L											**X**	

Rack	1/2 rack de 19”					
Slots	A	B	C	D	E	CPU
Fuente de Alimentación	**X**					**X**
Entradas / Salidas	**X**	**X**	**X**			
Canales analógicos de V / I			**X***	**X**		
87L					**X**	

En el Slot B solo se permitirá la tarjeta con digito 7 mientras que en el Slot C se permitirá las tarjetas con digito 2, 3, 6 y 7.

(*) Solo para modelos con capacidad de configuración de posición de doble interruptor o interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Posibles disposiciones de los distintos Slots para modelos con conectores cortocircuitables:

Rack	1 rack de 19”											
Slots	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	CPU
Fuente de Alimentación	**X**					**0**	**0**	**0**				**X**
Entradas / Salidas	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**							
Canales analógicos de V / I									**X**			
87L											**X**	

Rack	1/2 rack de 19”					
Slots	A	B	C	D	E	CPU
Fuente de Alimentación	**X**					**X**
Entradas / Salidas	**X**	**X**				
Canales analógicos de V / I			**X**			
87L					**X**	

En el Slot B solo se permitirá la tarjeta con digito 7 mientras que en el Slot C se permitirá las tarjetas con digito 2, 3, 6 y 7.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.2.1.d Accesorios

Los accesorios deben ser solicitados si se necesitan. Las interfaces SFP necesarias deben ser proporcionadas por **ZIV**. Todas las interfaces SFP vendidas por **ZIV** han sido probadas y homologadas para asegurar la compatibilidad tanto de la aplicación como de los dispositivos estándar externos (por ejemplo, multiplexores SDH/MPLS-TP y convertidores para el protocolo C37.94 en el caso de los SFP utilizados para la función 87L), el funcionamiento en el rango de temperatura y el alcance óptico de los mismos. Por lo tanto, el correcto funcionamiento de los relés sólo se garantiza si las interfaces SFP son proporcionadas por **ZIV**.

ACCESORIOS	REFERENCIA
Interfaces SFP ETHERNET	
Conectores Multimodo FOC LC 100BASE-FX (2 unidades)	**2 x 4CZ07980007**
Interfaces SFP 87L	
Multimodo FOC LC 850nm 2km (unid. según config.) con DDM (Digital Diagnostic Monitoring)	**4CZ07980014**
Multimodo FOC LC 850nm 2km (unid. según config.) sin DDM	**4CZ07980018**
Monomodo FOC LC 1310nm 30km (unid. según config.) sin DDM	**4CZ07980017**
Monomodo FOC LC 1310nm 40km (unid. según config.) con DDM	**4CZ07980013**
Monomodo FOC LC 1550nm 120km (unid. según config.) con DDM	**4CZ07980015**
Monomodo FOC LC 1550nm 120km (unid. según config.) sin DDM	**4CZ07980016**
Instalación	
Escuadras de hierro (derecha e izquierda) para montaje en 1 Rack	**2 x 4PF02090080**
Escuadras (decha e izda) para montaje en 1 Rack (para 1 equipo de 1/2 rack)	**2 x 4PF02090095**
Escuadras (decha e izda) para montaje en 1 Rack (para 1 equipo de 1/3 rack y 1 equipo de 1/2 rack)	**2 x 4PF02090097**
Pletina de hierro para acoplar 2 dispositivos	**2 x 4PF02090081**
Escuadras de hierro (superior derecha & superior izquierda & inferior derecha & inferior izquierda) para montaje empotrado en celda	**4GL01950851**
Kit para IP54	**2 x 4PV01180026 +** **2 x 4PV01180029**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.2.2 Selección del modelo firmware

			*	*	*	*	*
23	24	25	26	27	28	29	30

23	**Protocolos remotos de comunicaciones** **2** PROCOME, MODBUS, DNP3.0, IEC 61850 Ed. II
24	**Versión protección** **0** Inicial.
25	**Código de cliente** **Z** Último firmware.
26	**Ciberseguridad** **1** Ciberseguridad básica. **3** Ciberseguridad básica + Autenticación remota (LDAP & RADIUS) + Securización mejorada del FW + Autenticación mutua + Autenticación HMI mediante usuario/contraseña + Infraestructura de clave pública (Básica).
27/28	**Versión protección** **07** 05 + Modificación niveles arranque y reposición unidad sobreexcitación + Formato fecha en HMI configurable + 2 unidades direccionales potencia. **20** 07 + Informe Faltas COMFEDE + Syslog: SoE + Deshabilitar cambio de IP por HMI + I neutro en el oscilo + Sellado de disparo pero No sellado para mando apertura + Bloqueo por armónicos unidad distancia + Supervisión de CT por I2 + Supervisión de CT por INdif. + Unidad de Faltas Transitorias TEFP. **23** Ajuste de polo abierto de tabla única + Mejoras en la precisión de las unidades de sobreintensidad de tiempo inverso + Nivel de arranque de sobreintensidad instantánea ajustable + Nivel de arranque de sobreintensidad temporizada de tiempo fijo ajustable + Subtensión de fase supervisada por detector de polo abierto + Inversión de polaridad + Mejora del algoritmo del detector de falta externa para la unidad de protección de calle (Stub). **25** 23 + 59N con ajuste Tipo de Reposición de Arranque. **28** 25 + Se reduce el valor mínimo de ajuste de arranque de 59N, 59G y 59Q. **29** 28 + Valores mínimos de ajuste del detector de polo abierto y de detección de intensidad de línea muerta reducidos. **30** 29 + Direccional de fases con "Auto-Polarización" + 4 unidades de sobreintensidad + Curvas de tiempo inverso de sobreintensidad con dial 0,01-10 + 4 unidades de Subtensión & Sobretensión con curvas de tiempo inverso de acuerdo a IEC60255-121 + Ajuste de bloqueo de la unidad de subtensión por interruptor abierto + 87REF ajuste de habilitación de supervisión de IG por nivel mínimo + Unidad de supervisión de convertidor genera alarma. **31** 30+ Ajuste de retardo de disparo para la unidad 50CSF añadido y rango del ajuste Tiempo CSF modificado + Rango extendido para unidad 59N. **32** 31 + Calendario con 10 periodos de conexión con ajustes h/min independientes + Mayor rango de sensibilidad de la unidad diferencial de fase. **33** 32 + Quinta unidad de subfrecuencia añadida + Ajuste de bloqueo de sobretensión añadido a la unidad de sincronismo.
29/30	**Versión de comunicación Ethernet y puertos serie** **52** Protocolos de comunicación puertos Ethernet: 1 instancia PROCOME + 4 instancias configurables (PROCOME, DNP3 o MODBUS RTU). Protocolos de comunicación (puerto remoto): PROCOME, DNP3 o MODBUS. Redundancia: Bonding, RSTP, PRP, HSR. PTP Power Utility Profile IEC61850-9-3. IEC 61850 Data model 5 + Modificaciones en nodos IEC 61850 PVPH y LTIM. **70** 52 + Modelo de datos IEC 61850 dinámico + servicio de sustitución. **71** 70 (sin cambios). **72** 71 + Gestión de puntos de acceso. **73** 72 + Nuevo basado en Registro de Sucesos SyslogSoE IEC 61850 (sustituye al anterior Registro de Sucesos SyslogSoE) + Nuevo basado en Informe de Faltas IEC 61850. **74** 73 + Protocolo Syslog seleccionable UDP o TCP.

(*) Dígitos no seleccionables, definidos en fábrica.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.2.3 Funciones de protección según modelo

ANSI	Funciones	DLF-A	DLF-B
87PH	Unidad diferencial de fase con frenado	**1**	**1**
87PH/50	Unidad diferencial de fase sin frenado	**1**	**1**
87N	Unidad diferencial de neutro con frenado	**1**	**1**
87POS	Unidad diferencial de secuencia directa con frenado	**1**	**1**
87NEG	Unidad diferencial de secuencia inversa con frenado	**1**	**1**
87/50FD	Detector de falta	**1**	**1**
27FD	Detector de Falta en alimentación débil	**1**	**1**
87P	Detector de Falta externo	**1**	**1**
64REF	Faltas a tierra restringidas	**1**	**0**
50OF	Detector de cierre sobre falta	**1**	**1**
50	Sobreintensidad instantánea de fases	**3***	**4**
51	Sobreintensidad temporizada de fases	**3***	**4**
50N	Sobreintensidad instantánea de neutro (IN calculada)	**3***	**4**
51N	Sobreintensidad temporizada de neutro (IN calculada)	**3***	**4**
50Q	Sobreintensidad instantánea de secuencia inversa	**3***	**4**
51Q	Sobreintensidad temporizada de secuencia inversa	**3***	**4**
50G	Sobreintensidad instantánea de tierra (IG medida)	**3***	**4**
51G	Sobreintensidad temporizada de tierra (IG medida)	**3***	**4**
50STUB	Protección de calle (STUB Bus Protection)	**0**	**0**
50V	Sobreintensidad instantánea dependiente de la tensión	**3**	**0**
51V	Sobreintensidad temporizada dependiente de la tensión	**3**	**0**
67	Unidad direccional de fases	**1**	**1**
67N	Unidad direccional de neutro	**1**	**1**
67G	Unidad direccional de tierra	**1**	**1**
67P	Unidad direccional de secuencia directa	**1**	**1**
67Q	Unidad direccional de secuencia inversa	**1**	**1**
	Bloqueo de armónicos	**1**	**1**
49W	Imagen térmica de línea (configurable con RMS o TRUE RMS)	**1**	**1**
49G	Imagen térmica de neutro (configurable con RMS o TRUE RMS)	**0**	**0**
26	Imagen térmica de Hot Spot	**1**	**0**
50OL	Unidad instantánea de sobrecarga	**1**	**0**
51OL	Unidad temporizada de sobrecarga	**1**	**0**
27	Subtensión de fases	**3***	**4**
59	Sobretensión de fases	**3***	**4**
59N	Sobretensión de neutro	**3***	**4**
47	Sobretensión de secuencia inversa	**1**	**0**
64	Sobretensión de tierra	**3***	**4**
81M	Sobrefrecuencia	**4**	**2**
81m	Subfrecuencia	**5***	**5***
81D	Derivada de frecuencia	**4**	**2**
	Automatismo deslastre de cargas	**1**	**0**
59V/Hz	Sobreexcitación	**4**	**0**
25	Sincronismo	**2**	**4**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

ANSI	Funciones	DLF-A	DLF-B
50BF	Fallo de interruptor	**1**	**1**
	Carga fría	**1**	**1****
21N	Zonas de distancia de tierra	**8 zonas**	**8 zonas**
21P	Zonas de distancia de fase	**8 zonas**	**8 zonas**
50SUP	Sobreintensidad de fases para supervisión de distancia	**1**	**1**
	Delimitador de carga	**1**	**1**
85-21	Esquemas de teleprotección para unidades de distancia	**1**	**1**
85-67	Esquemas de teleprotección para unidades de sobreintensidad	**1**	**1**
	Detector de fase abierta	**1**	**1**
	Detector de interruptor remoto abierto	**1**	**1**
60FF	Detector de fallo de fusible	**1**	**1**
60VT	Supervisión de las medidas de tensión	**1**	**1**
68/78	Detector de oscilación de potencia	**1**	**1**
60CT	Supervisión de las medidas de intensidad	**1**	**1**
3	Supervisión de bobinas	**Hasta 12 bobinas**	**Hasta 12 bobinas**
	Supervisión de interruptor	**1**	**1****
	Selector de fase	**1**	**1**
	Detector de polo abierto	**1**	**2**
2	Discordancia de polos	**1**	**2**
	Detector de línea muerta	**1**	**1**
	Detector de saturación	**1**	**1**
79	Reenganchador	**1**	**2**
	Mando y Lógica de disparo	**1**	**1**
	Localizador de faltas	**1**	**1**
	Localizador de faltas multi-extremo	**1**	**1**

(*) Según el modelo de firmware seleccionado.
(**) Solo para modelos de interruptor simple.

- ## Canales analógicos

Modelo	Canales analógicos
DLF-A	VA, VB, VC, VSINC, VG, IA, IB, IC, IPAR, IG
DLF-B	VA, VB, VC, VSYNC1, VSYNC2, VSYNC3, VG, IA, IB, IC, IPAR, IG

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.2.4 Modelos sustituidos por otros de mayor funcionalidad y opciones no disponibles

1.2.4.a Selección del modelo firmware

			*	*	*	*	*
23	24	25	26	27	28	29	30

27/28	**Versión protección** **00** Funcionalidad protección: Perfil versión 00. **05** Funcionalidad protección: Perfil versión 05.
29/30	**Versión de comunicación Ethernet y puertos serie** **00** Protocolos de comunicación puertos Ethernet: 1 instancia PROCOME + 4 instancias configurables (PROCOME, DNP3 o MODBUS RTU). IEC61850 Data model 0. Protocolos de comunicación (puerto remoto): PROCOME, DNP3 o MODBUS. Redundancia: Bonding, RSTP, PRP, HSR. PTP Power Utility Profile IEC61850-9-3. **50** Protocolos de comunicación puertos Ethernet: 1 instancia PROCOME + 4 instancias configurables (PROCOME, DNP3 o MODBUS RTU). IEC61850 Data model 5. Protocolos de comunicación (puerto remoto): PROCOME, DNP3 o MODBUS. Redundancia: Bonding, RSTP, PRP, HSR. PTP Power Utility Profile IEC61850-9-3.

(*) Dígitos no seleccionables, definidos en fábrica.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3 Características Técnicas

1.3.1 Tensión de la alimentación auxiliar 1.3-2
1.3.2 Cargas 1.3-2
1.3.3 Entradas de intensidad 1.3-2
1.3.4 Entradas de tensión 1.3-3
1.3.5 Frecuencia 1.3-3
1.3.6 Exactitud en la medida a temperatura ambiente (25ºC) 1.3-4
1.3.7 Efecto de la temperatura en la precisión de la medida 1.3-6
1.3.8 Exactitud del arranque y reposición de las unidades diferenciales 1.3-6
1.3.9 Medida de tiempos medios de la unidad diferencial con frenado 1.3-7
1.3.10 Medida de tiempos medios de la unidad diferencial sin frenado 1.3-7
1.3.11 Influencia de la velocidad de comunicaciones en los tiempos de disparo de la unidad diferencial 1.3-8
1.3.12 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de distancia 1.3-9
1.3.13 Tiempos de disparo de las unidades de distancia 1.3-9
1.3.14 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad 1.3-12
1.3.15 Repetitividad 1.3-13
1.3.16 Exactitud del arranque y reposición de la unidad de Imagen Térmica 1.3-14
1.3.17 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de tensión 1.3-14
1.3.18 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de frecuencia 1.3-15
1.3.19 Exactitud tiempos ciclos de reenganche 1.3-15
1.3.20 Sobrealcance transitorio 1.3-15
1.3.21 Entradas digitales 1.3-16
1.3.22 Salidas auxiliares y salidas de disparo y cierre 1.3-17
1.3.23 Entradas de convertidor 1.3-18
1.3.24 Enlace de comunicaciones 1.3-18

1.3.1 Tensión de la alimentación auxiliar

Los terminales disponen de dos tipos de fuentes de alimentación auxiliar cuyo valor es seleccionable según el modelo:

24 - 60 VCC (±20%)
90 - 250 VCC (±20%) & 100 - 240 VCA (-15%+10%)

Nota: en caso de fallo de la alimentación auxiliar se admite una interrupción máxima de 100 ms. a una tensión de 110 VCC.

1.3.2 Cargas

Equipo de 1/2 Rack. Máxima carga	**<21W** (todas las SDs activadas).
Equipo de 1 Rack. Máxima carga	**<26W** (todas las SDs activadas).
Corriente máxima en el arranque	**<1A** (a **125 VCC**)

Nota: el consumo de cada salida digital puede ser de hasta 0,12W.
Nota: no se incluye el consumo generado por los SFPs conectados.

1.3.3 Entradas de intensidad

Intensidades de fases, de neutro y de polarización

Rango frecuencia	**50 Hz**, **60 Hz**
Valor nominal	**In** = **5 A** o **1 A** (seleccionable en el equipo)
Rango medida	**0 - 40 A** x **In**
Capacidad térmica	**4 A** x **In** (en permanencia) **30 A** x **In** (durante 10 s) **100 A** x **In** (durante 1 s)
Carga de los circuitos de intensidad	**<0,2 VA** (**In** = **5 A** o **1 A**)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.4 Entradas de tensión

Rango frecuencia	**50Hz**, **60Hz**
Valor nominal	**Un** = **50 a 230 VCA** (seleccionable en el equipo)
Rango medida	**0 - 300 V**
Capacidad térmica	**300 VCA** (en permanencia) **400 VCA** (durante 10s)
Carga de los circuitos de tensión	**<0,1 VA** (110/120 VCA)

1.3.5 Frecuencia

Rango de funcionamiento	**15 - 80 Hz**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.6 Exactitud en la medida a temperatura ambiente (25ºC)

Intensidades medidas	**±0,25%** o **±2 mA** (el mayor)
Fases, Tierra, Tierra par	para 0,1*Inom≤I<1*Inom
	±0,2% para 1*Inom≤I≤5*Inom
Intensidades calculadas	
Fase - Fase	**±0,2%** o **±6 mA** (el mayor)
Neutro, I_1, I_2 e I_0	**±0,3%** o **±8 mA** (el mayor)
	para 0,1*Inom<I≤5*Inom
Tensiones medidas	
Fase-Tierra, Fase-Fase, Tierra y Sincronismo	**±0,2%** o **±50 mV** (el mayor)
	para 0,2 V≤V<130 V
	±0,25% para 130 V≤V≤250 V
Tensiones calculadas	
Fase-Fase	**±0,3%** o **±75 mV** (el mayor)
	para 0,2V≤V≤300 V
VNeutro, V_1, V_2 y V_0	**±0,3%** o **±100 mV** (el mayor)
	para 0,2 V≤V≤250 V
Potencia activa y reactiva	**±0,33% W/Var** (0º o ±90º o 180º)
(In = 1A y 5A e I_{phases}>1A calculadas como	**±1,6% W/Var** (±45º o ±135º)
suma de las potencias monofásicas)	**±5% / 0,65% W** (±75º / ±115º)
Intensidad mínima para el cálculo de potencias	**4mA**
Ángulos	**±0,5º**
Intensidad de Fase/Tierra/Tierra par	**±0,5º** para **0,1 A< I <25 A**
	±1º para **60 mA< I <100 mA**
Intensidades Neutro	**±0,5º** para **0,1 A< I <25 A**
	±1º para **60 mA< I <100 mA**
Intensidades de Secuencia (I1 e I2)	**±0,5º** para **0,1 A< I <25 A**
	±1º para **20 mA< I <100 mA**
Tensiones de Fases y Tierra	**±0,5º** para **0,2 V< V <250 V**
	±1º para **50 mV< I <200 mV**
Tensiones de Secuencia (V1 y V2)	**±0,5º** para **0,2 V< V <250 V**
	±1º para **50 mV< I <200 mV**
Factor de potencia	**±0,013**
Frecuencia	**±0,005 Hz** para **41<Fq<69Hz**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Procesado de señal.

El equipo dispone de la función "Frequency Tracking", para adaptar la frecuencia de muestreo a la frecuencia de red, y de esa forma, asegurar una medida de valor eficaz precisa en el rango de frecuencia de 15 a 80 Hz.

*El cálculo de la frecuencia de red se realiza mediante la medida del periodo de la tensión de red, que a su vez se calcula midiendo el tiempo entre los pasos por cero de la componente Alpha de la transformada de Clark de dicha tensión (2 * Va – Vb – Vc) / 3). Para evitar que el offset, y señales de alta frecuencia, produzcan un error en la medida de frecuencia, a la componente alfa de la transformada de Clark se le aplica un filtro coseno.*

Una vez calculada la frecuencia de red, se adapta la frecuencia de muestreo de los canales analógicos, para que en todo momento sea de 80 muestras por ciclo. De este modo, el algoritmo de medida mantiene un correcto funcionamiento en todo el rango de frecuencia red (entre 15 y 80 Hz).

Cuando las tareas de Protección y Control se reajustan de acuerdo con la función de muestreo, se calculan los valores de las partes reales e imaginarias de los fasores de las magnitudes analógicas mediante la transformada de Fourier. Los componentes de Fourier se calculan empleando un ciclo, mediante dicha Transformada Discreta de Fourier de 80 muestras (DFT). Utilizando la DFT de esta manera se obtiene la componente fundamental a la frecuencia del sistema de potencia de cada señal analógica de entrada y se obtiene el módulo y el ángulo de fase de dicha componente fundamental de cada una de ellas. El resto de las medidas y cálculos de las funciones de Protección se obtienen en base a las componentes fundamentales calculadas por Fourier. La DFT proporciona una medida precisa de la componente de frecuencia fundamental y es un efectivo filtro frente a armónicos y ruidos.

Para frecuencias diferentes de la frecuencia nominal los harmónicos no se atenúan completamente. Para pequeñas desviaciones de ±1Hz esto no es un problema, pero para poder admitir mayores desviaciones de la frecuencia de funcionamiento se incluye el ajuste de adaptación automática de la frecuencia de muestreo denominado PLL. En ausencia de una señal adecuada para realizar la adaptación de la frecuencia de muestreo o con el ajuste PLL inhabilitado, la frecuencia se adaptará a la correspondiente frecuencia nominal con la que se encuentre trabajando el equipo (50/60Hz).

La referencia de ángulos para las medidas que muestra el equipo es el canal VA o IA según ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.7 Efecto de la temperatura en la precisión de la medida

Rango de temperatura	**-25ºC** a **70ºC** (rango funcionamiento)
Intensidades medidas	para 0,1*Inom≤I<1*Inom
Cualquier canal de intensidad	**±0,35%**
	para -25ºC ≤x≤20ºC
	para 1*Inom≤I≤5*Inom
	±0,15%
	para -25ºC ≤x≤5ºC
Tensiones medidas	para 0,2 V≤V<1 V
Cualquier canal de tensión	**±0,35%**
	para 40ºC ≤x≤70ºC
	para 1 V≤V≤250 V
	±0,1%
	para -25ºC ≤x≤-5ºC

Nota: Estos márgenes de error se sumarán a los márgenes de precisión a temperatura ambiente. En el rango de temperatura no definido, la precisión de la medida no se ve afectada.

1.3.8 Exactitud del arranque y reposición de las unidades diferenciales

Unidades diferenciales	
Arranques y reposiciones	**±3 %** o **±50mA**
	del valor teórico (el mayor)
	(para In = 1A y 5A)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.9 Medida de tiempos medios de la unidad diferencial con frenado

Tipo Bloqueo	Permiso	Veces I0 (Sensibilidad)	Medida de tiempos (**)
			50Hz
Bloqueo o Frenado Arm	NO (*)	1,5	26 ms
		5	20 ms
		15	16 ms

(*) El tiempo de disparo, cuando el ajuste es 0 s, se reduce hasta 5 ms utilizando salidas digitales HSHD. Se ha utilizado la velocidad de comunicación punto a punto 2Mbits.

1.3.10 Medida de tiempos medios de la unidad diferencial sin frenado

Veces arranque	Medida de tiempos (*)
	50Hz
1,5	35 ms
5	15 ms
15	14 ms

(*) El tiempo de disparo, cuando el ajuste es 0 s, se reduce hasta 5 ms utilizando salidas digitales HSHD. Se ha utilizado la velocidad de comunicación punto a punto 2Mbits.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.11 Influencia de la velocidad de comunicaciones en los tiempos de disparo de la unidad diferencial

Veces arranque	Velocidad de comunicación (kbits)	Medida de tiempos (*)
		50Hz
1,05	64	46,67 ms
	128	47,93 ms
	192	45,60 ms
	256	44,43 ms
	320	44,97 ms
	384	44,07 ms
	448	41,13 ms
	512	40,77 ms
	576	40,40 ms
	640	40,10 ms
	704	40,20 ms
	768	39,43 ms
	2000	37,93 ms
3	64	34,47 ms
	128	34,53 ms
	192	32,43 ms
	256	32,27 ms
	320	31,93 ms
	384	32,23 ms
	448	27,70 ms
	512	28,20 ms
	576	27,80 ms
	640	27,33 ms
	704	28,37 ms
	768	27,17 ms
	2000	24,90 ms

(*) El tiempo de disparo, cuando el ajuste es 0 s, se reduce hasta 5 ms utilizando salidas digitales HSHD. Los tiempos has sido medidos con el bloqueo o frenado por armónicos desactivado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.12 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de distancia

Unidades de distancia	
Arranque en el ángulo de la línea (prueba estática)	**±5 %** o **±0,01 Ω (V>0,5 V)** del valor teórico (el mayor)

Medida de tiempos	
Tiempo fijo	**±1%** del ajuste o **±35 ms** (el mayor)

1.3.13 Tiempos de disparo de las unidades de distancia

En las siguientes gráficas se muestra el tiempo de operación de las unidades de distancia para diferente **SIR** (*System Impedance Ratio*) y diferente porcentaje de la falta con respecto al alcance de la zona.

$SIR = \frac{ZS}{ZL}$ donde ZS representa la impedancia de fuente local y ZL la impedancia de la línea.

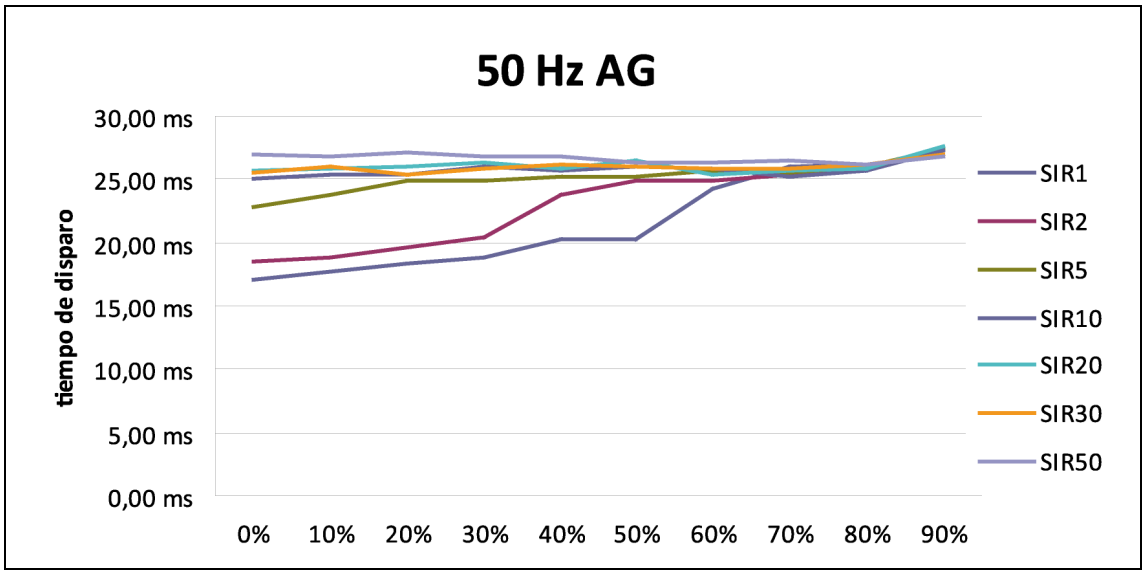


Figura 1.3.1 Tiempos de disparo para falta monofásica a 50Hz.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

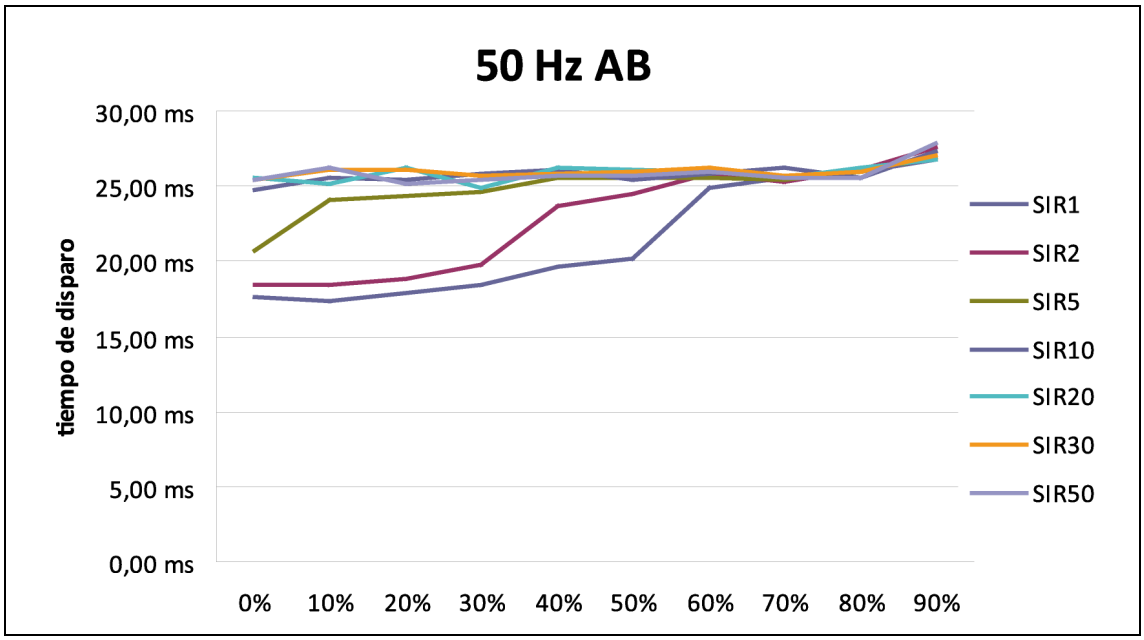


Figura 1.3.2 Tiempos de disparo para falta bifásica a 50Hz.

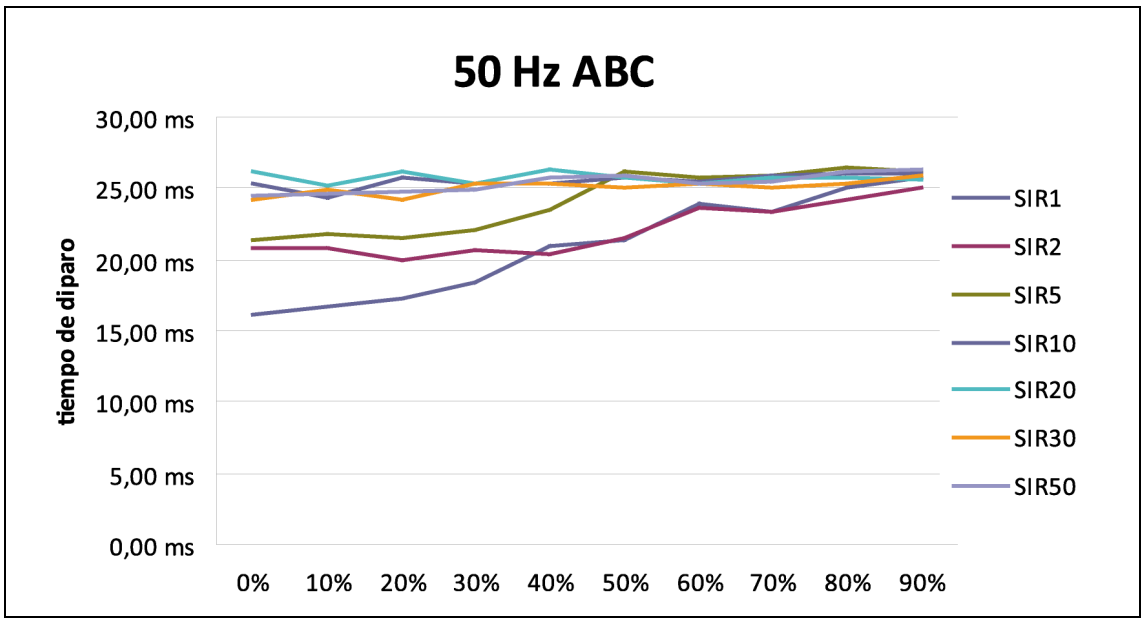


Figura 1.3.3 Tiempos de disparo para falta trifásica a 50Hz.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

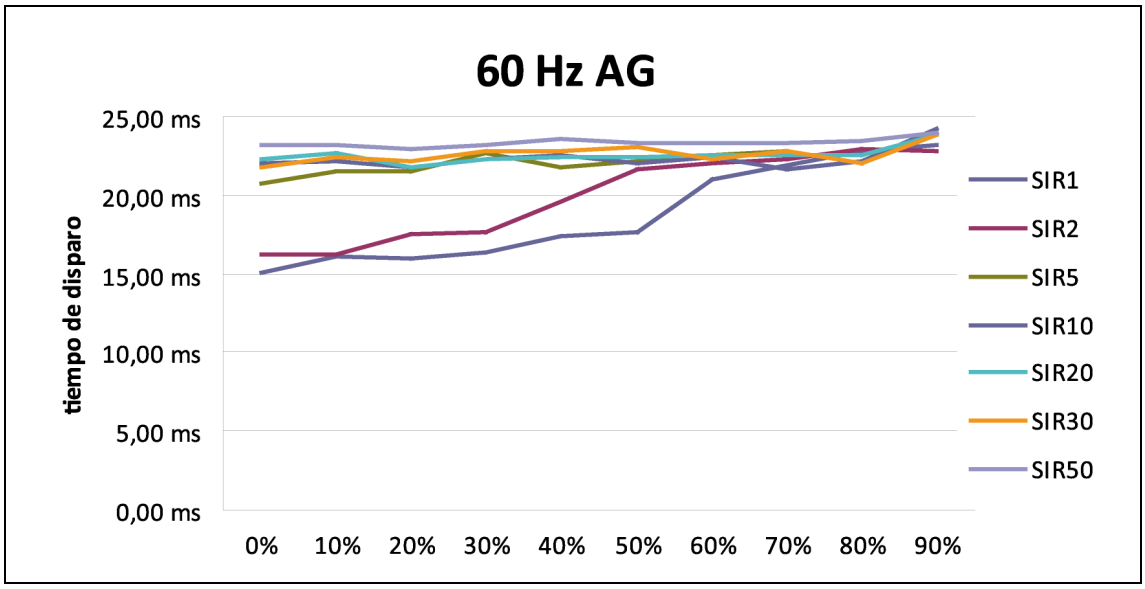


Figura 1.3.4 Tiempos de disparo para falta monofásica a 60Hz.

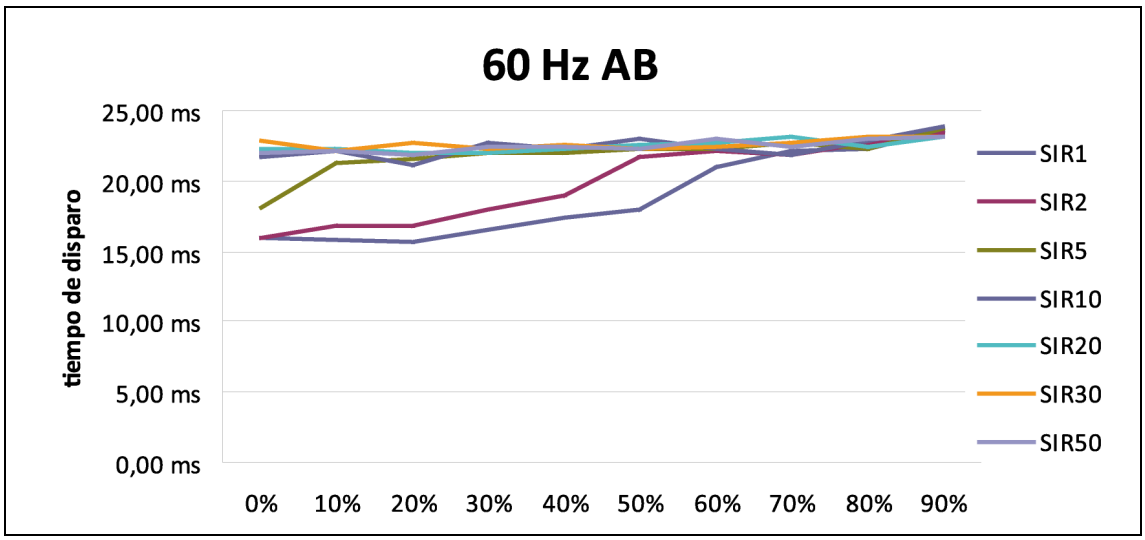


Figura 1.3.5 Tiempos de disparo para falta bifásica a 60Hz.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

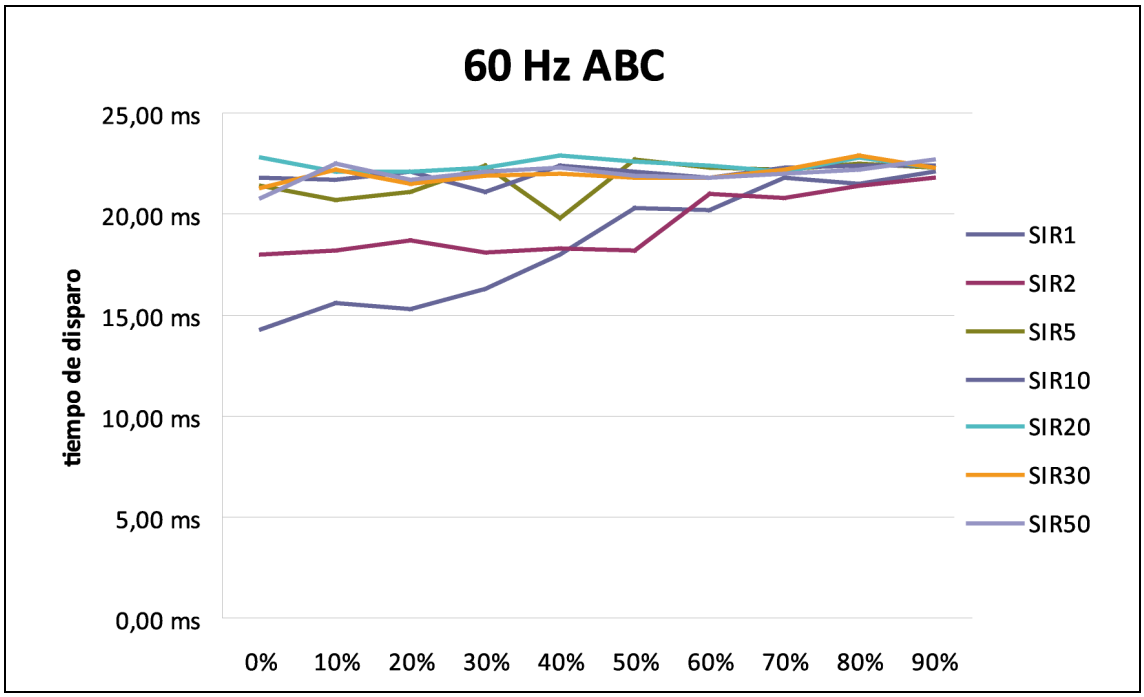


Figura 1.3.6 Tiempos de disparo para falta trifásica a 60Hz.

Nota: los tiempos de disparo se han obtenido con las salidas rápidas de disparo HSHD.

1.3.14 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad

Unidades de sobreintensidad

Arranques de fases, tierra, neutro y secuencia inversa (prueba estática)	**±3%** o **±10mA** del valor teórico (el mayor) (In = 1A y 5A)

Nota: el arranque de las unidades de sobreintensidad tiene lugar con un valor actual igual a 1,05 veces el ajuste de arranque.

Reposición de fases, tierra, neutro y secuencia inversa	**1,5 ciclos** para 50Hz y 60Hz (*)

(*) Si el tiempo de reset se mide haciendo uso de salidas electromecánicas, habrá un incremento de hasta 1/2 ciclo extra.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Medida de tiempos

Modo	Ajuste tiempo	Veces arranque	Medida de tiempos	
			50Hz	60Hz
Tiempo Fijo	0 s	1,5	±22 ms	±21 ms
		5	±13 ms	±13 ms
		15	±12 ms	±12 ms
Tiempo Fijo	> 0 s		±1 % del ajuste o ±25 ms (el mayor)	
Tiempo Inverso			Clase 2 (E = 2) o ±35ms (el mayor) (*) (UNE 21-136, IEC 255-4) (para intensidades medidas de 100mA o superiores). (*) En la curva IEEE Extremadamente inversa el error de tiempo puede alcanzar 56 ms.	

El tiempo de disparo, cuando el ajuste es 0 s, se reduce hasta 5 ms utilizando salidas digitales HSHD.

Medida de tiempos con salidas HSHD

Modo	Control Par	Ajuste tiempo	Veces arranque	Medida de tiempos	
				50Hz	60Hz
Tiempo fijo	NO	0 s	1,1	±25 ms	±25 ms
			1,5	±20,5 ms	±17 ms
			5	±9,5 ms	±8,5 ms
			15	±8,5 ms	±7,5 ms
Tiempo fijo	SÍ	0 s		±31 ms	±29 ms
			1,5	±24,5 ms	±20,4 ms
			5	±18,4 ms	±17 ms
			15	±16,5 ms	±16,3 ms

La medida de tiempo de una unidad de sobreintensidad temporizada está influida tanto por la tolerancia de tiempo como por la tolerancia de arranque, por lo que ambas precisiones se deberán tener en cuenta para el cálculo de la precisión de la unidad.

1.3.15 Repetitividad

Tiempo de operación	**2 %** o **25 ms** (el que sea mayor)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.16 Exactitud del arranque y reposición de la unidad de Imagen Térmica

Tiempo de activación	**10 %** o **0,08 min** para tiempo **<10 s** **2 %** o **0,08 min** para tiempo **>10 s**
Tiempo de reposición	**10 %** para tiempo **<10 s** **2 %** para tiempo **>10 s**

1.3.17 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de tensión

Unidades de sobretensión y subtensión

Arranques (prueba estática)	**±2 %** o **±250 mV** del valor teórico (el mayor)
Reposición	**1,5 ciclos** para 50 y 60Hz (*)

(*) Si el tiempo de reset se mide haciendo uso de salidas electromecánicas, habrá un incremento de hasta 1/2 ciclo extra.

Medida de tiempos

Modo	Ajuste tiempo	Medida de tiempos (*)	
		50Hz	60Hz
Fixed Time	0 s	16 ms	14.5 ms
Fixed Time	> 0 s	±1% del ajuste o ±25 ms (el mayor)	

(*) El tiempo de disparo, cuando el ajuste es 0 s, se reduce hasta 5 ms utilizando salidas digitales HSHD.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.18 Exactitud del arranque y reposición de las unidades de frecuencia

Unidades de sobrefrecuencia	**±0,005 Hz** del valor teórico
Arranques y reposiciones	para **41<Fq<69 Hz**
	±0,01 Hz del valor teórico
	para **Fq<41** y **Fq>69 Hz**
Unidades de subfrecuencia	**±0,005 Hz** del valor teórico
Arranques y reposiciones	para **41<Fq<69 Hz**
	±0,01 Hz del valor teórico
	para **Fq<41** y **Fq>69 Hz**
Medida de tiempos	**±1%** del ajuste o **±25 ms** (el mayor)
Tiempo fijo	

El tiempo total de disparo es igual al tiempo fijo ajustado más el tiempo ajustado en "Semiciclos de activación". Ver unidades de Frecuencia.

1.3.19 Exactitud tiempos ciclos de reenganche

Exactitud	**1%** o **±20ms** (el mayor)

1.3.20 Sobrealcance transitorio

Expresado como: $ST = \frac{I_A - I_T}{I_A} x100$

<10% para líneas totalmente inductivas
<5% para líneas con ángulo de impedancia de 70º

I_A = Valor de actuación para una corriente sin componente de continua
I_T = Valor de actuación para una corriente con un desplazamiento máximo de continua

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.21 Entradas digitales

Entradas configurables (según ajuste) y con polaridad (todas las entradas son de corriente continua y están aisladas mediante optoacoplador).

Entradas digitales con umbral de activación configurable:

V nominal	V máxima	Carga Nominal	V ON / OFF (*)
24 VCC (*)	48 VCC	38 mW	Configurable
48 VCC (*)	90 VCC	75 mW	Configurable
125 VCC (*)	300 VCC	195 mW	Configurable
250 VCC (*)	300 VCC	390 mW	Configurable

Entradas digitales con umbral de activación no configurable:

V nominal	V máxima	Carga Nominal	V ON / OFF
24 VCC (*)	48 VCC	36 mW	15 V / 10 V
48 VCC (*)	90 VCC	72 mW	38 V / 25 V
125 VCC (*)	300 VCC	175 mW	80 V / 60 V
250 VCC (*)	300 VCC	350 mW	130 V / 96 V

(*) ED ON si VCC ≥ Ajuste
ED ON/OFF si Ajuste – X < VCC < Ajuste
ED OFF si VCC ≤ Ajuste - X

VCC= Tensión de alimentación de las entradas digitales.
Ajuste= Umbral de activación (rango 15 - 200VCC).
Histéresis: X = 10 V si 15 V < ajuste *Umbral de activación* < 60 V
X = 20 V si 60 V ≤ ajuste *Umbral de activación* ≤ 200 V

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.22 Salidas auxiliares y salidas de disparo y cierre

Salidas (relé electromecánico)
Todos los contactos del equipo tienen las mismas características físicas y a excepción del contacto de equipo en servicio/fallo todos ellos son configurables.

Intensidad (c.c) límite máximo (con carga resistiva)	**60 A** en 1s
Intensidad (c.c) en servicio continuo	**16 A** (con carga resistiva)
Capacidad de conexión	**5000 W**
Capacidad de corte (con carga resistiva)	**72 W** (**1,5 A - 48 VCC**) **60 W** (**0,5 A - 125 VCC**) **75 W** (**0,3 A - 250 VCC**)
Capacidad de corte (L/R = 0,04 s)	**60 W** a **125VCC**
Tensión de conexión	**250 VCC**
Tiempo mínimo en el que los contactos de disparo permanecen cerrados	**100 ms**
Tiempo de desenganche	**<150 ms**

Salidas rápidas HSHD (High Speed High Duty)
No requieren una polaridad determinada. Todas son configurables.

Intensidad (c.c) límite máximo (con carga resistiva)	**60 A** en 1s
Intensidad (c.c) en servicio continuo	**16 A** (con carga resistiva)
Capacidad de conexión	**5000 W**
Capacidad de corte (con carga resistiva)	**10 A** (para **250/125/48/24VCC**)
Capacidad de corte (L/R = 0,04 s)	**10 A** (para **250/125/48/24VCC**)
Tensión de conexión	**250 VCC**
Tiempo mínimo en el que los contactos de disparo permanecen cerrados	**100 ms**
Tiempo de desenganche	**<150 ms**

Los ensayos sobre los contactos se han realizado según la norma ***IEC 60255-1 6.11***.

Resistencia mecánica sin carga	**10000 ciclos**.
Capacidad de cierre	**125 VCC** / **8,05 A** / **1006 W** / **R/L 0,04** / **1000 ciclos**.
Capacidad de apertura	**125 VCC** / **0,242 A** / **30,3 W** / **R/L 0,04** / **1000 ciclos**.
Corriente de contacto continua	**5 A** / **125 VCC**.
Corriente de contacto de corta duración	**30 A** / **125 VCC** / **Ton 200 ms** / **Toff 15 s** / **1000 ciclos**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.3.23 Entradas de convertidor

Convertidor de -20mA a 20mA

Impedancia de entrada	**196 Ω ±5%**
Exactitud en la medida	**±0,2 %** o **±10µA** (el mayor)

Convertidor de tensión de 10V a 350V

Impedancia de entrada	**150 kΩ ±10%**
Exactitud en la medida	**±0,2 %** o **±0,2 V** (el mayor)

1.3.24 Enlace de comunicaciones

Puerto de comunicaciones local

USB tipo B 1.1 (admite cable homologado para USB 1.1 y USB 2.0)
USB tipo A 2.0 (host para descarga de ficheros).

Puertos de comunicaciones remotos serie

FOC (fibra óptica cristal), RS232/RS485, RS232-Full Modem

Puertos de comunicaciones serie 87L

Fibra óptica de cristal en conector ST o conector LC (mediante módulos SFP)

Transmisión por fibra óptica de cristal (Puerto remotos)

Tipo	**Multimodo**
Longitud de onda	**820 nm**
Conector	**ST**
Potencia mínima del transmisor	
Fibra de 50/125	**- 20 dBm**
Fibra de 62.5/125	**- 17 dBm**
Fibra de 100/140	**- 7 dBm**
Sensibilidad del receptor	**- 25,4 dBm**

Transmisión por medio de RS232 (Puertos remotos)

Conector DB-9 (9 pines). Señales utilizadas	**Pin 5 - GND**
	Pin 2 - RXD
	Pin 3 - TXD

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Transmisión por medio de RS485 (Puertos remotos)

Conector DB-9 (9 pines). Señales utilizadas	**Pin 4 - (A) TX+ / RX+**
	Pin 6 - (B) TX- / RX-

Transmisión por medio de RS232 Full Modem (Puertos remotos)

Conector DB-9 (9 pines). Señales utilizadas	**Pin 1 - DCD**
	Pin 2 - RXD
	Pin 3 - TXD
	Pin 4 - DTR
	Pin 5 - GND
	Pin 6 - DSR
	Pin 7 - RTS
	Pin 8 - CTS
	Pin 9 - RI

Puertos de comunicaciones 87L (ST)

Tipo	**Multimodo**
Longitud de onda	**850 nm**
Distancia de comunicación	**2 km**

Puertos de comunicaciones 87L - 4CZ07980014 (módulo SFP-LC) (*)

Tipo	**Multimodo**
Longitud de onda	**850 nm**
SFF-8472 DDM	**SÍ**
Alcance	**2 km**
Conector	**LC**
Potencia óptica de salida	
Fibra de 50/125	**-19** a **-11 dBm**
Fibra de 62.5/125	**-23** a **-11 dBm**
Índice de extinción (ER)	**12 dB**
Sensibilidad del receptor	**-32 dBm**

(*) Las características del módulo homologado han sido extraídas del *datasheet* del fabricante.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Puertos de comunicaciones 87L - 4CZ07980018 (módulo SFP-LC) (*)

Tipo	**Multimodo**
Longitud de onda	**850 nm**
SFF-8472 DDM	**NO**
Alcance	**2 km**
Conector	**LC**
Potencia óptica de salida	
Fibra de 62.5/125	**-10** a **-4 dBm**
Índice de extinción (ER)	**9 dB**
Sensibilidad del receptor	**-24 dBm**

(*) Las características del módulo homologado han sido extraídas del *datasheet* del fabricante.

Puertos de comunicaciones 87L - 4CZ07980017 (módulo SFP-LC) (*)

Tipo	**Monomodo**
Longitud de onda	**1310 nm**
SFF-8472 DDM	**NO**
Alcance	**30 km**
Conector	**LC**
Potencia óptica de salida	
Fibra de 9/125	**-15** a **-8 dBm**
Índice de extinción (ER)	**8,2 dB**
Sensibilidad del receptor	**-34 dBm**

(*) Las características del módulo homologado han sido extraídas del *datasheet* del fabricante.

Puertos de comunicaciones 87L - 4CZ07980013 (módulo SFP-LC) (*)

Tipo	**Monomodo**
Longitud de onda	**1310 nm**
SFF-8472 DDM	**SÍ**
Alcance	**40 km**
Conector	**LC**
Potencia óptica de salida	
Fibra de 9/125	**-5** a **0 dBm**
Índice de extinción (ER)	**12 dB**
Sensibilidad del receptor	**-35 dBm**

(*) Las características del módulo homologado han sido extraídas del *datasheet* del fabricante.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Puertos de comunicaciones 87L - 4CZ07980016 (módulo SFP-LC) (*)

Tipo	**Monomodo**
Longitud de onda	**1550 nm**
SFF-8472 DDM	**NO**
Alcance	**120 km**
Conector	**LC**
Potencia óptica de salida	
Fibra de 9/125	**0** a **5 dBm**
Índice de extinción (ER)	**10 dB**
Sensibilidad del receptor	**-35 dBm**

(*) Las características del módulo homologado han sido extraídas del *datasheet* del fabricante.

Comunicación LAN

Versión protocolo internet	**IPv4**
Puertos	**Puerto eléctrico RJ45**
	Puerto FOC conector LC
	Puerto FOC conector ST

Puerto eléctrico RJ45

Estándar medio físico	**10/100/1000 BASE-T**
Señales utilizadas	**Pin 1 - TX+**
	Pin 2 - TX-
	Pin 3 - RX+
	Pin 4 - N/C
	Pin 5 - N/C
	Pin 6 - RX-
	Pin 7 - N/C
	Pin 8 - N/C

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Puerto FOC LC. Socket y módulo SFP (*)

Socket para módulo SFP	
Tipo	**Multimodo**
Estándar medio físico	**100BASE-FX & 1000BASE-SX/LX**
Módulo SFP	
Tipo	**Multimodo**
Estándar medio físico	**100BASE-FX & FDDI ISO 9314-1**
Longitud de onda	**1310 nm**
Conector	**LC**
Distancia de comunicación	**2 km**
Potencia mínima del transmisor (Fibra 62.5/125)	**- 20 dBm**
Sensibilidad máxima del receptor	**- 32 dBm**
Conexión y desconexión en caliente	

(*) Características del módulo homologado por el fabricante.
Aunque los sockets para conectores SFP presentan compatibilidad con numerosos fabricantes, se recomienda el uso del módulo SFP homologado por el fabricante (ver selección de modelo).

Puerto FOC ST

Tipo	**Multimodo**
Estándar medio físico	**100BASE-FX / ATM / FDDI PMD&LCF-PMD**
Longitud de onda	**1300 nm**
Conector	**ST**
Distancia de comunicación	**2 km**
Potencia mínima del transmisor (Fibra 62.5/125)	**- 20 dBm**
Sensibilidad máxima del receptor	**- 33 dBm**

Sincronización PTP (IEEE 1588 / IEC 61588)

Precisión	**±1 us**
Power Utility Profile	**IEC61850-9-3** (compatible Power Profile IEEE C37.238)
Modos de reloj	**Transparent Clock** (*) **Ordinary Clock** (slave)

Sincronización SNTP

	Versión **SNTPv4**
Precisión	**1 - 10 ms**

(*) Compatible con relojes de 1 y 2 pasos.
Cálculo de tiempo de canal mediante P2P siempre en 2 pasos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Sincronización IRIG-;

B00X	**B12X**
B: 100pps	B: 100pps
0: Por ancho de pulso	1: Onda modulada en amplitud
0: Sin portadora	2: 1kHz/1ms
X: 0,.., 7	X: 0,.., 7

X: 0 (BCD, CF, SBS); 1 (BCD, CF); 2 (BCD); 3 (BCD, SBS); 4 (BCD, BCD, CF, SBS); 5 (BCD, BCD, CF); 6 (BCD, BCD); 7 (BCD, BCD, SBS).

Conector tipo BNC

Impedancia de entrada	**211 Ω**
Máxima tensión de entrada	**10 V**
Precisión de sincronización	**± 1us**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.4 Dimensionamiento de Transformadores de Intensidad

1.4.1	Introducción	1.4-2
1.4.2	Dimensionamiento de TIs de acuerdo a las diferentes normas	1.4-2
1.4.2.a	Clase P de la norma IEC 61869-2	1.4-2
1.4.2.b	Clase C de la norma IEEE C57.13	1.4-4
1.4.2.c	Clase X de la norma BS3938 o Clase PX de la norma IEC61869-2	1.4-5
1.4.3	Dimensionamiento de un TI para diferentes funciones de protección	1.4-6
1.4.3.a	Factor Krem	1.4-8
1.4.3.b	Factor Ktf	1.4-8

1.4.1 Introducción

A la hora de dimensionar los Transformadores de Intensidad (TIs) se tienen en cuenta varios factores que influyen en el nivel de flujo generado en el propio TI y, por lo tanto, en la tendencia del mismo a saturarse. Entre ellos cabe destacar: carga, resistencia interna, ángulo de incidencia de la falta, constantes de tiempo primaria y secundaria, remanencia, etc.

Los siguientes puntos describen los datos que proporcionan las diferentes normas de TIs y los factores que deben ser calculados para realizar el correspondiente dimensionamiento.

1.4.2 Dimensionamiento de TIs de acuerdo a las diferentes normas

1.4.2.a Clase P de la norma IEC 61869-2

El TI se especifica con la siguiente información:

- Relación de transformación nominal: cociente entre la intensidad nominal primaria y la intensidad nominal secundaria, ej. 600/5.
- Potencia nominal: potencia proporcionada por el TI a la intensidad nominal y la carga nominal, ej. 10 VA.
- Clase de precisión: 5P y 10P definen un error compuesto máximo del 5% o 10% con la intensidad límite de precisión (Factor Límite de Precisión (ALF) multiplicado por la intensidad nominal).
- Factor Límite de Precisión (ALF): veces la intensidad nominal, sin offset (intensidad simétrica), con la carga nominal, para las que se cumple la clase de precisión.
- Resistencia interna.

El TI será válido si K_total=Kssc*Kb*Ktf*Krem<ALF, donde

Kssc: factor de intensidad de falta simétrica
Kb: factor de carga
Ktf: factor de sobredimensionamiento por offset
Krem: factor de sobredimensionamiento por remanencia

- **Factor de intensidad de falta simétrica (Kssc)**

Es la relación entre la máxima intensidad de falta y la intensidad nominal.

- **Factor de carga (Kb)**

Es la relación (Rct+Rburden) / (Rct+Rn), donde

Rn es la carga nominal. Rn se puede calcular a partir de la potencia nominal del TI:

$$Rn = \frac{Pn}{I2n^2}$$

Rct: es la resistencia secundaria interna del TI.
Rburden: es la resistencia de carga.
I2n es la intensidad nominal secundaria.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Hay que tener en cuenta que el Factor Límite de Precisión se define para la carga nominal. Si la carga es diferente, la intensidad simétrica que asegura el cumplimiento de la clase de precisión será, en veces la intensidad nominal, diferente del factor ALF (será mayor que el factor ALF si la carga es menor que la nominal y mayor que el factor ALF si la carga es mayor que la nominal). El factor Kb considera esta condición.

- **Factor de sobredimensionamiento por offset (Ktf)**

El flujo creado por una intensidad con offset (intensidad asimétrica) será mucho mayor que el flujo generado por una intensidad sin offset (intensidad simétrica). Dado que el factor ALF se define para una intensidad simétrica se debe considerar un factor de sobredimensionamiento por presencia de offset. Este factor viene dado por la relación $\frac{\phi_{\text{MAX AC+DC}}}{\phi_{\text{MAX AC}}}$, que representa el ratio entre el flujo total (suma de flujo AC y DC) y el flujo AC.

Ktf se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ktf = \frac{w \cdot T1 \cdot T2}{T1 - T2} \cdot \cos\theta \cdot (e^{\frac{-t}{T1}} - e^{\frac{-t}{T2}}) + \sin\theta \cdot e^{\frac{-t}{T2}} - \sin(wt + \theta) \qquad \text{(1.4.1), donde}$$

T1 es la constante de tiempo primaria.
T2 es la constante de tiempo secundaria.
t es el tiempo libre de saturación o tiempo hasta que se satura el TI.
θ es el ángulo de incidencia de la falta.

Para tiempos libres de saturación mayores de 15 ms, el flujo máximo se obtendrá con $\theta = 0$. Sin embargo, para tiempos libres de saturación menores que 15 ms, el flujo máximo se obtendrá para otros ángulos de incidencia.

El tiempo libre sin saturación depende de la función de protección. Para cada tiempo sin saturación se deberá calcular el ángulo de incidencia de la falta más desfavorable.

- **Factor de sobredimensionamiento por remanencia (Krem)**

El flujo remanente puede empeorar la respuesta transitoria del TI si éste tiene el mismo signo que el flujo generado por los otros factores citados (magnitud de intensidad de falta, carga del TI, offset).

El factor Krem se calcula como:

$$Krem = \frac{1}{(1 - Kr)}$$

donde Kr es el factor de remanencia (máximo flujo remanente / flujo de saturación).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.4.2.b Clase C de la norma IEEE C57.13

La clase de precisión más común en la norma IEEEC57.13 es la clase C. La letra C va seguida de un número que indica la tensión nominal secundaria, definida como la tensión secundaria que el TI proporcionará cuando se conecta a una carga secundaria estándar con 20 veces la intensidad nominal secundaria, sin exceder un 10% de error. Las cargas estándar para TIs de protección son de 1, 2, 4 y 8 ohmios; las cuales se corresponden, a 5 A de intensidad nominal, con 100, 200, 400 y 800 V de tensión nominal secundaria, respectivamente (para un TI C100 la tensión en una carga de 1 ohmio será 20*5*1=100 V).

Con la tensión nominal secundaria (tensión de carga – Vb) podemos obtener la tensión de magnetización interna añadiendo la caída de tensión en la resistencia secundaria (Rct):

$$Emrated=Vb+Rct*20*I2n$$

El dimensionamiento de un TI definido con la norma IEEE se puede realizar calculando Em como:

$$Emcalc=Ktotal'*I2n*(Rct+Rb),$$

donde $Ktotal'=Kssc*Ktf*Krem$

Si $Emcalc<Emrated= Vb+Rct*20*I2n$ el TI será válido

Una forma más sencilla de dimensionar un TI definido con la norma IEEE se puede hacer considerando que el factor ALF de un TI de clase C es siempre 20 (para una intensidad de 20 veces la intensidad nominal, con carga nominal, el error máximo es del 10%). Si Ktotal<ALF entonces el TI es válido.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.4.2.c Clase X de la norma BS3938 o Clase PX de la norma IEC61869-2

Un TI de Clase X se define con:

- Intensidades primarias y secundarias nominales.
- Relación de transformación.
- Tensión de codo nominal.
- Resistencia interna.

La tensión de codo nominal se define como la mínima tensión, a frecuencia nominal, aplicada en los terminales del TI que incrementada en un 10% genera un incremento de la intensidad de magnetización del 50% (ver Figura 1.4.1).

La relación entre la tensión de codo nominal (Vk) y la tensión de magnetización nominal (Emrated), tensión para la intensidad límite de precisión, con carga nominal, se efectúa por aproximación, porque la definición de las dos tensiones no tiene una relación directa (Vk está relacionada con la pendiente de la característica de magnetización y Emrated con el error de intensidad compuesto). Normalmente se efectúa la siguiente consideración:
Emrated = (1,25 – 1,3)*Vk.

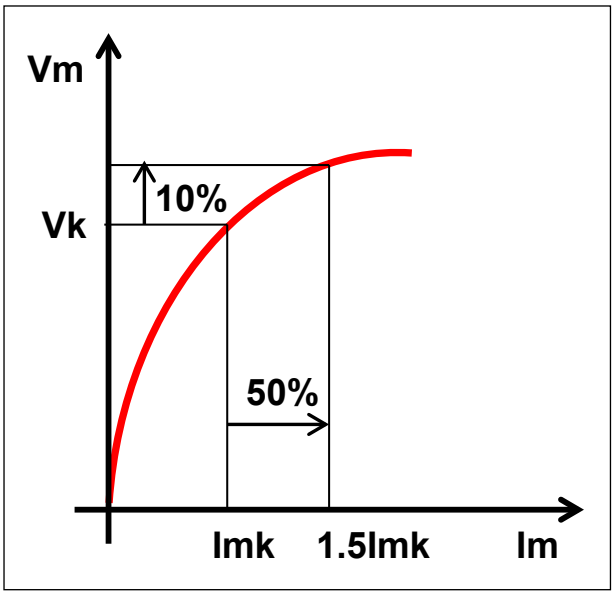


Figura 1.4.1 Definición de la tensión de codo.

Una vez que se calcula Emrated, ésta se puede comparar con Emcalc=Ktotal'*I2n*(Rct+Rb). El TI será válido si Emcalc<Emrated

Donde Ktotal'=Kssc*Ktf*Krem

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.4.3 Dimensionamiento de un TI para diferentes funciones de protección

La Tabla 1.4-1 incluye parámetros generales que deben ser considerados a la hora de calcular diferentes factores para el dimensionamiento del TI.

La Tabla 1.4-2 incluye tiempos libres de saturación y valores de intensidad, necesarios para los cálculos de los factores **ktf** y **kssc**, respectivamente.

Tabla 1.4-1: Parámetros generales

Datos	Descripción	Unidades
f	Frecuencia (50 o 60 Hz)	(Hz)
IF	Máxima intensidad primaria de falta (falta monofásica o trifásica, la máxima). Depende de la función de protección – ver Tabla 1.4-2	(A)
Relación TI	I1n/I2n	
I1n	Intensidad nominal primaria	(A)
I2n	Intensidad nominal secundaria	(A)
T1	Constante de tiempo primaria = L/R (considerando la impedancia total desde la fuente hasta el punto de falta).	(s)
T2	Constante de tiempo secundaria (constante del TI) (Valor habitual = 3 s)	(s)
Rn	Resistencia nominal	(ohms)
Rct	Resistencia interna Para TIs de intensidad nominal de 5 A, Rct vale aproximadamente de 0.2 a 0.4 ohmios. Para TIs de intensidad nominal 1 A, Rct es más elevada (ej. 10 ohmios)	(ohms)
Rb	Resistencia de carga del TI = Carga del relé + resistencia del cable	(ohms)
	Resistencia del cable = 2 RL (si la máxima intensidad de falta primaria se produce para una falta monofásica) f Resistencia del cable = RL (si la máxima intensidad de falta primaria se produce para una falta trifásica) RL = ρ · (L/S) ρ = resistividad (mm^2*Ω/m) S = sección de cable (m^2) L = longitud de cable (m)	(ohms)
	Carga relé = (0,2 VA) / ($I2n^2$)	(ohms)
t	Tiempo libre de saturación requerido (depende de la función de protección – ver Tabla 1.4.2)	(s)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.4-2: Tiempos libres de saturación y valores de intensidad de falta

Función de Protección	Escenarios de Falta a considerar	t (s) = tiempo (s) desde el comienzo de la falta hasta la saturación del TI		IF (intensidad de falta para calcular Kssc)
		f = 50 Hz	f = 60 Hz	
87	Falta externa en la barra (máxima intensidad de falta externa).	$3x10^{-3}$ (s)	$2,5x10^{-3}$ (s)	$IF = IF_{max_external}$ Máxima intensidad de falta externa.
87N	Falta externa en la barra (máxima intensidad de falta externa).	$4x10^{-3}$ (s)	$3,5x10^{-3}$ (s)	$IF = IF_{max_external}$ Máxima intensidad de falta externa.
50	Falta interna que da una corriente de falla igual al valor de arranque.	Depende de la constante primaria, sin embargo, siempre es inferior a $10x10^{-3}$ (s)	Depende de la constante primaria, sin embargo, siempre es inferior a $8,3x10^{-3}$ (s)	$IF = IF_{pickup50}$ (valor de arranque de la unidad de sobreintensidad instantánea en amperios primarios). $\mathbf{IF_{pickup50} \approx 0,7 \cdot (IF_2)}$ $\mathbf{IF_2}$=Intensidad de falta que debe arrancar la unidad de sobreintensidad instantánea. Normalmente 50%-80% del feeder. **Nota 1**: El factor de 0,7 se introduce normalmente para compensar errores de los TIs, del relé, de los cálculos de cortocircuito, etc. **Nota 2**: Si se desconoce la intensidad IF_2, se podría hacer una primera aproximación considerando $\mathbf{IF_1}$ en lugar de $\mathbf{IF_2}$; Siendo $\mathbf{IF_1}$= 80% de la intensidad de falta al 0% del feeder (máxima intensidad de falta) = 80% ($\mathbf{IF_{0\%}}$).
	Falta interna al 0% de la línea	Depende de la constante primaria, sin embargo, siempre es inferior a $7,4x10^{-3}$ (s)	Depende de la constante primaria, sin embargo, siempre es inferior a $6 x10^{-3}$ (s)	$IF = IF_{0\%}$
21	Falta interna al 0% de la línea	$8,4x10^{-3}$ (s)	$7 x10^{-3}$ (s)	$IF = IF_{0\%}$
	Falta interna al 100% de la línea	$15x10^{-3}$ (s)	$12,5x10^{-3}$ (s)	$IF = IF_{100\%}$
	Falta interna en el límite de zona 1 (normalmente 80% de la línea)	$25x10^{-3}$ (s)	$21x10^{-3}$ (s)	$IF = IF_{80\%}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.4.3.a Factor Krem

El factor de remanencia no se tiene en cuenta para la protección de sobreintensidad y de distancia. Para las funciones mencionadas Krem=1.

Para el resto de las funciones Kr=75%-->Krem=4.

1.4.3.b Factor Ktf

Las siguientes tablas incluyen diferentes valores de ktf calculados de acuerdo a la fórmula (1.4.1). En el cálculo se han considerado los tiempos libres de saturación incluidos en la Tabla 1.4-2 junto con los ángulos de incidencia de la falta (θ) más desfavorables. T2 se ha considerado igual a 3 s.

Función	T1 (s)	K_{tf}
87T	0,01-0,3	0,43

Función	T1 (s)	K_{tf}
87N	0,01-0,3	0,58

Función	T1 (s)	$K_{tf_arranque}$ 60 Hz	$K_{tf_arranque}$ 50 Hz	$K_{tf_0\%}$ 60 Hz	$K_{tf_0\%}$ 50 Hz
50	0,01	1	1	1	1
	≤ 0,02	1	1	1	1
	≤ 0,03	1,15	1,15	1	1
	≤ 0,04	1,48	1,48	1	1
	≤ 0,05	1,6	1,6	1	1
	≤ 0,08	1,9	1,9	1	1
	≤ 0,1	2,1	2,1	1	1
	≤ 0,2	2,4	2,4	1	1
	≤ 0,3	2,5	2,5	1	1

Función	T1 (s)	$K_{tf\ zona1}$ 60 Hz	$K_{tf\ zona1}$ 50 Hz	$K_{tf\ 100\%}$ 60 Hz	$K_{tf\ 100\%}$ 50 Hz	$K_{tf\ 0\%}$ 60 Hz	$K_{tf\ 0\%}$ 50 Hz
21	0,01	4,3	3,9	3,8	3,6	2,3	2,3
	≤ 0,02	5,9	5,5	4,6	4,4	2,6	2,5
	≤ 0,03	6,6	6,3	4,9	4,8	2,7	2,6
	≤ 0,04	7,15	6,8	5,1	5	2,7	2,7
	≤ 0,05	7,46	7,2	5,3	5,2	2,7	2,7
	≤ 0,1	8,14	7,9	5,5	5,5	2,8	2,8
	≤ 0,2	8,5	8,4	5,6	5,6	2,8	2,8
	≤ 0,3	8,6	8,5	5,7	5,7	2,8	2,8

NOTA: Para las funciones de sobreintensidad y distancia, Ktotal debe calcularse para cada uno de los casos considerados (falta al 0% de la línea y falta con Ifalta=arranque unidad instantánea para sobreintensidad; falta al 0%, 80% y 100% de la línea para distancia). La comparación con el factor ALF debe efectuarse para la máxima Ktotal resultante

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.4 Dimensionamiento de Transformadores de Intensidad

Sobreintensidad

$$Ktotal_{0\%}=Kssc_{0\%}*Kburden*Ktf_{0\%}*Krem$$

$$Ktotal_{arranque}=Kssc_{arranque}*Kburden*Ktf_{arranque}*Krem$$

$$Ktotal=max(Ktotal_{0\%}, Ktotal_{arranque})$$

Distancia

$$Ktotal_{0\%}=Kssc_{0\%}*Kburden*Ktf_{0\%}*Krem$$

$$Ktotal_{80\%}=Kssc_{80\%}*Kburden*Ktf_{80\%}*Krem$$

$$Ktotal_{100\%}=Kssc_{100\%}*Kburden*Ktf_{100\%}*Krem$$

$$Ktotal=max(Ktotal_{0\%}, Ktotal_{80\%}, Ktotal_{100\%})$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5 Descripción Física

1.5.1 Generalidades 1.5-3
1.5.2 Dimensiones 1.5-7
1.5.3 Elementos de conexión 1.5-8
1.5.3.a Regletas de bornas 1.5-8
1.5.3.b Extraibilidad del sistema (no cortocircuitable) 1.5-8
1.5.3.c Cableado 1.5-8
1.5.4 Interfaz local 1.5-9
1.5.4.a Display y teclado 1.5-9
1.5.4.b Teclado asociado al display 1.5-12
1.5.4.c Botones de mando 1.5-13
1.5.4.d Teclas, funciones y modo de operación 1.5-13
1.5.4.e Acceso a las opciones 1.5-17
1.5.4.f Simbología asociada al display gráfico 1.5-19
1.5.5 LEDs 1.5-20
1.5.6 Entradas y salidas 1.5-21
1.5.6.a Entradas digitales 1.5-21
1.5.6.b Salidas digitales 1.5-27
1.5.6.c Ensayo de las entradas digitales, salidas digitales y LEDs 1.5-28
1.5.7 Entradas y salidas digitales virtuales 1.5-29
1.5.7.a Entradas digitales virtuales 1.5-29
1.5.7.b Salidas digitales virtuales 1.5-33
1.5.8 Comunicaciones 1.5-34
1.5.8.a Puertos de comunicaciones 1.5-34
1.5.8.b Puertos de comunicaciones para la función diferencial de línea 1.5-35
1.5.8.c Comunicación con la herramienta de configuración 1.5-35
1.5.8.d Protocolos de comunicaciones 1.5-36
1.5.8.e Registro de cambios de control 1.5-36
1.5.8.f Redundancia Ethernet 1.5-38
1.5.8.g Ajustes de comunicaciones 1.5-42
1.5.8.h Señales de salida del módulo de comunicaciones 1.5-54
1.5.9 Sincronización horaria 1.5-56
1.5.9.a Sincronización horaria manual 1.5-56
1.5.9.b Sincronización horaria por protocolo 1.5-56
1.5.9.c Sincronización por SNTP 1.5-56
1.5.9.d Sincronización por IRIG-B 123 y 003 ..... 1.5-56

1.5.9.e Sincronización por PTP 1.5-57
1.5.9.f Ajustes de sincronización 1.5-57
1.5.9.g Señales de salidas del módulo de sincronización 1.5-58

1.5.1 Generalidades

Los terminales están formados básicamente por los siguientes módulos:

- Módulo procesador y HMI.
- Módulos de entradas analógicas.
- Fuente de alimentación.
- Módulos de entradas, salidas digitales y convertidores de entrada.
- Módulo de comunicaciones.
- Módulo de comunicaciones 87L.

Las tarjetas se montan verticalmente, constituyendo módulos extraíbles sin necesidad de desmontar el frente del equipo. La conexión al exterior se realiza mediante regletas enchufables (soportadas en las pletinas que van colocadas en la parte trasera de cada módulo) para tornillos y bornas anulares en el caso de las entradas analógicas, y para terminales de punta en el caso de las entradas y salidas digitales y de los convertidores de entrada. En función de la configuración del equipo, las entradas / salidas de las tarjetas pueden ser utilizadas totalmente o permanecer como señales de reserva.

El aspecto externo del equipo es el representado en las siguientes figuras (modelos de 6U de altura y 1/2 y 1 rack de 19"). Sobre el frente se montan el teclado y el display (gráfico/alfanumérico), la puerta de comunicación local (USB-B, USB-A), los botones de mando local y las señalizaciones ópticas.

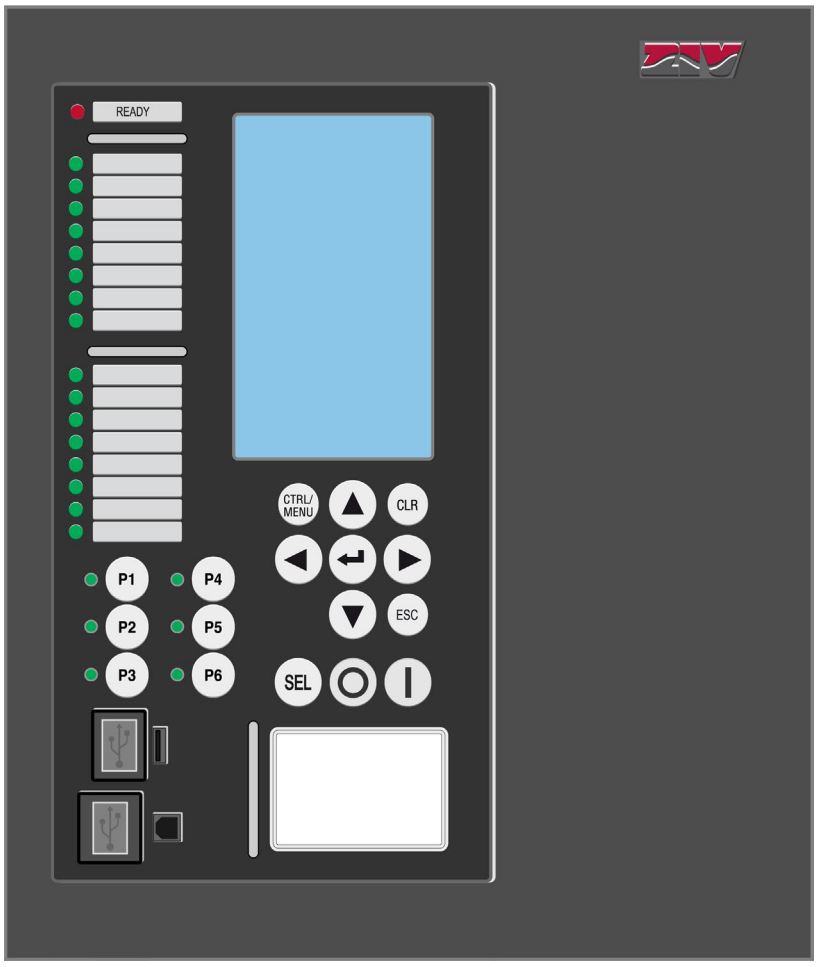


Figura 1.5.1 Frente de un equipo de 6U de altura y 1/2 Rack.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los modelos con Display Estándar (dígito de modelo 5 = 1 o 2) incorporan 6 LEDs bicolor configurables (verde/rojo) asociados a los botones de mando P1-P6.

Los modelos con Display de Botones Ampliado (dígito de modelo 5 = 4) disponen de 12 LEDs bicolor configurables (verde/rojo) asociados a los botones de mando P1-P12, más otros 2 LEDs configurables (rojo fijo) asociados al botón Local/Remoto (L/R). Para este modelo, solo está disponible la opción de display alfanumérico.

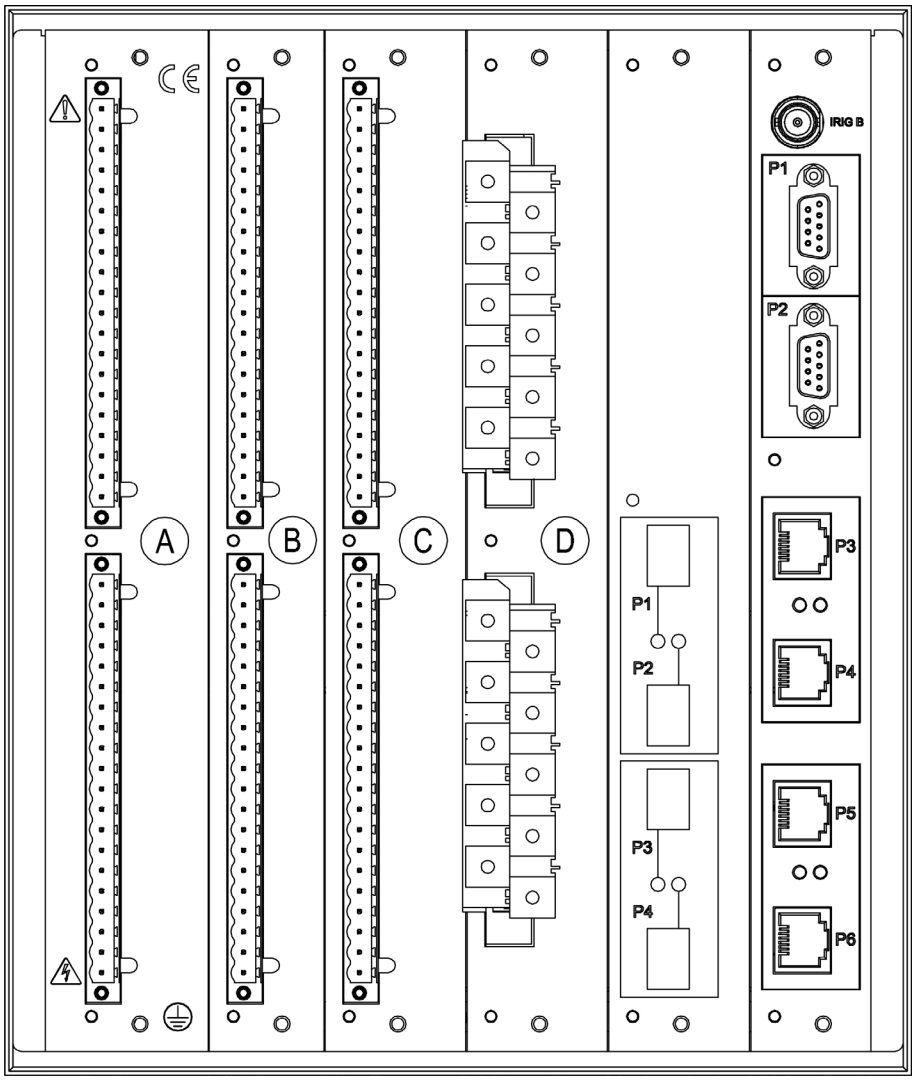


Figura 1.5.2 Trasera de un equipo DLF-A de 6U de altura y 1/2 Rack.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

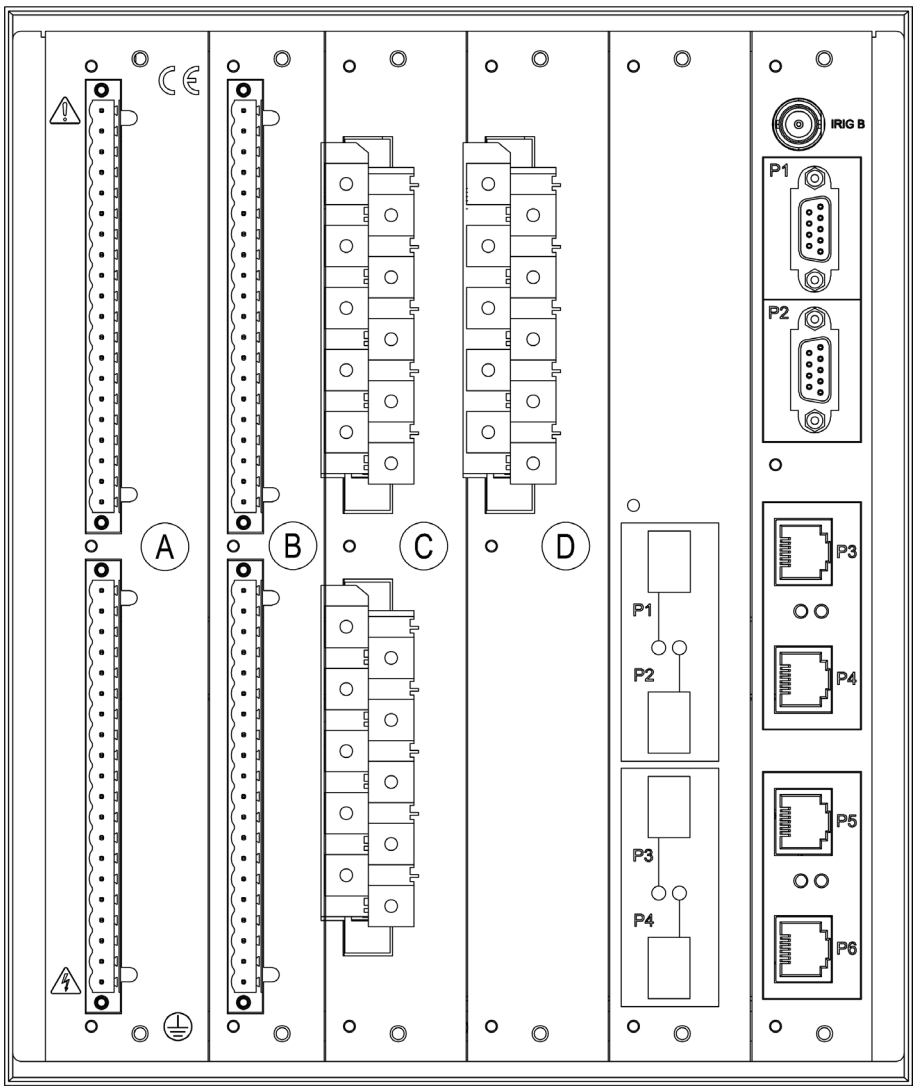


Figura 1.5.3 Trasera de un equipo DLF-B de 6U de altura y 1/2 Rack.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

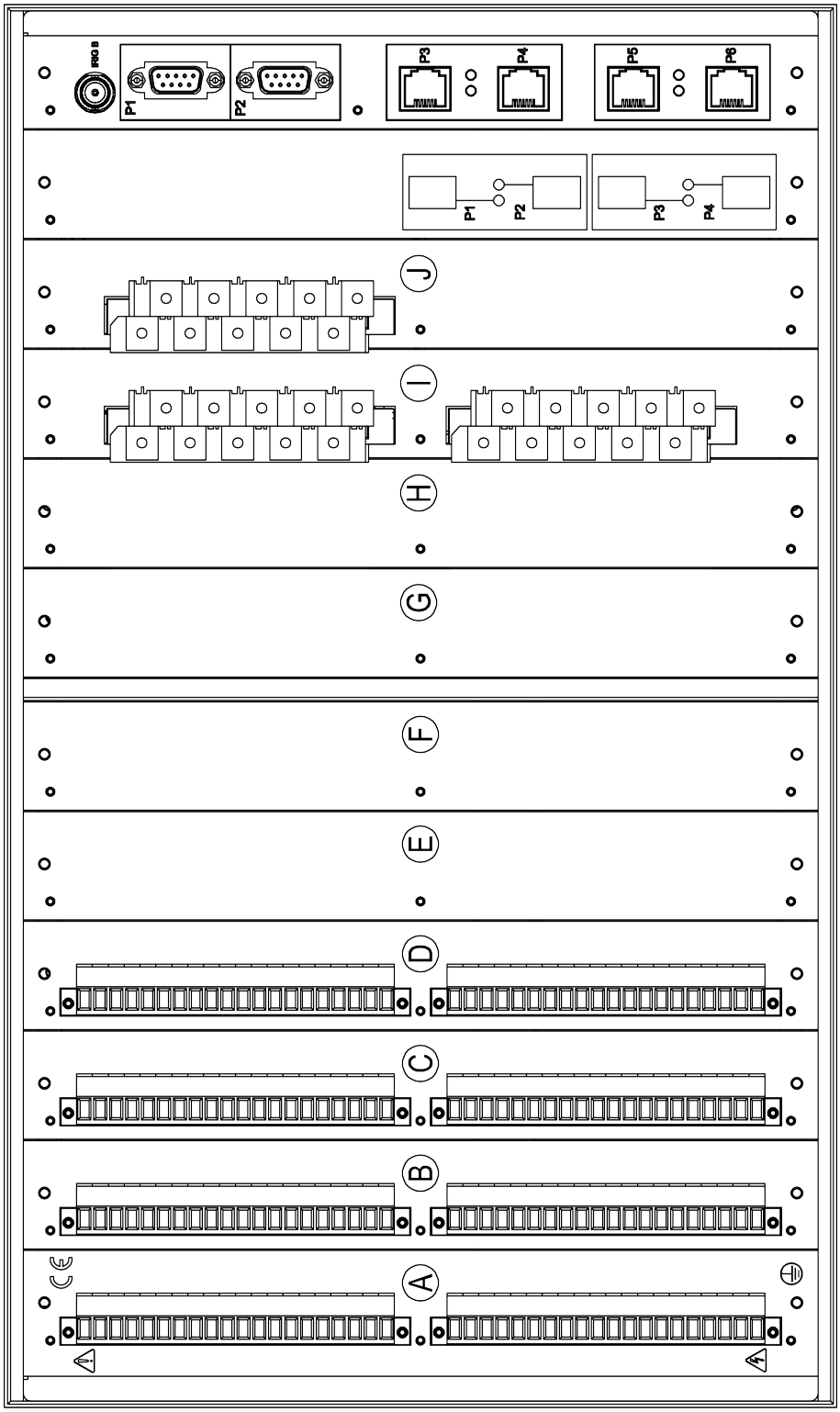


Figura 1.5.4 Trasera de un equipo DLF-B de 6U de altura y 1 Rack.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.2 Dimensiones

Los equipos se montarán en función del modelo de la siguiente forma:

- Modelos en cajas de 1/2 rack de 19" y 6 alturas normalizadas.

Los equipos están previstos para su montaje empotrado en panel o en armarios porta-racks. El color de la caja es gris grafito. A continuación, se muestran diversas combinaciones para el montaje de los equipos.

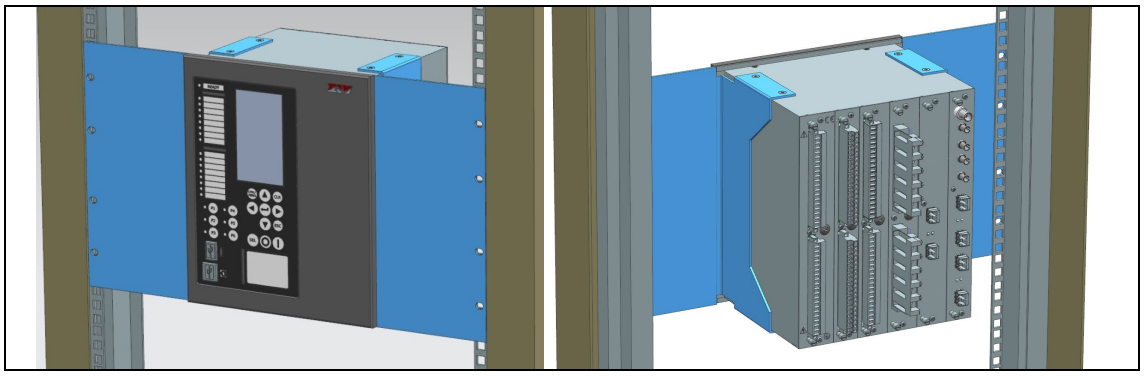


Figura 1.5.5 Montaje de un equipo Flex de 6U y 1/2 rack en bastidor.

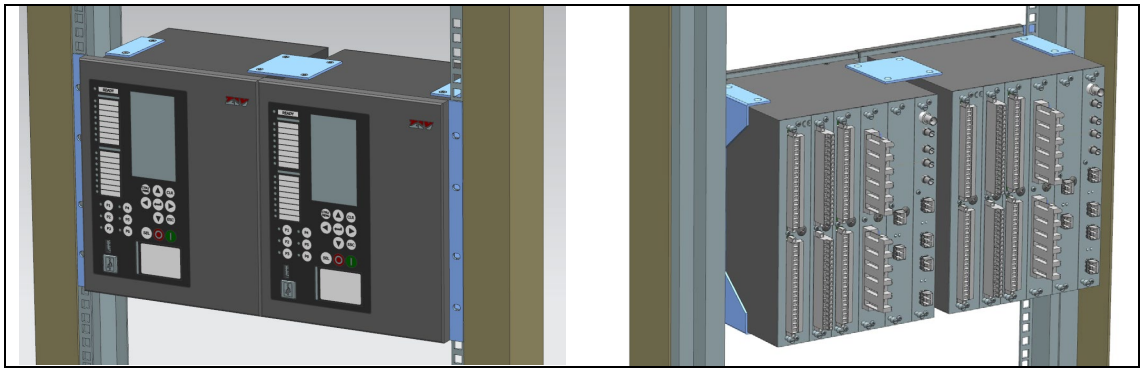


Figura 1.5.6 Montaje de dos equipos Flex de 6U y 1/2 rack en bastidor.

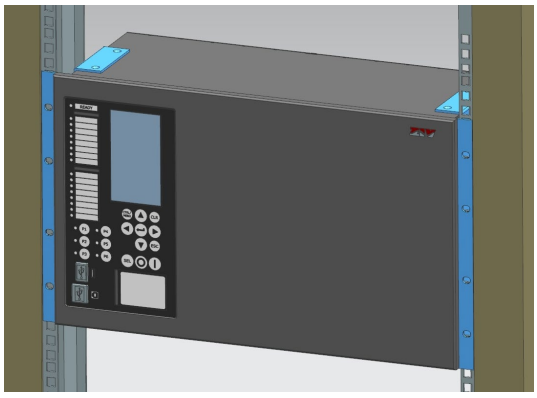


Figura 1.5.7 Montaje de un equipo Flex de 1 rack en bastidor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

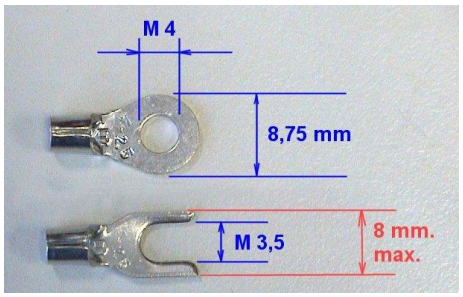
1.5.3 Elementos de conexión

1.5.3.a Regletas de bornas

El número de conectores de los equipos depende del número de entradas analógicas y de entradas / salidas digitales del modelo concreto. Cuando el equipo no monte conector contará con una tapa en su lugar. Las regletas están dispuestas verticalmente según se indica en la figuras anteriores. La disposición de las bornas por columnas es la siguiente:

- **SLOT A**: 2 regleteros de 20 bornas para la alimentación auxiliar del equipo, entradas y salidas digitales, incluyendo la salida de anomalía interna del equipo.
- **SLOT B**: 2 regleteros de 20 bornas para conectar entradas y salidas digitales.
- **SLOT C**: 2 regleteros de 20 bornas para conectar entradas y salidas digitales.
- **SLOT D**: 1 tarjeta con 10 canales analógicos.
- **SLOT E**: 1 tarjeta de comunicaciones 87L.
- **SLOT CPU**: Puertos de comunicaciones y sincronización (IRIG-B, 2 puertos serie, hasta 4 puertos LAN).

Las bornas anulares de las entradas analógicas admiten cables de hasta 6 mm^2 de sección (AWG 12-10). Se recomienda la utilización de terminales redondos o en horquilla para realizar la conexión a bornas.



Los conectores son enchufables y no cortocircuitables, siendo capaces los asignados a los circuitos de intensidad de soportar en permanencia una intensidad de 20 A.

Las bornas de los regleteros de 20 bornas admiten un cable de 2,5 mm^2 (AWG 28-14) en el caso del conector para terminales en punta y de cables entre 2,5 y 4 mm^2 (AWG 12-22) en el caso del conector para terminales en anillo u horquilla. Se recomienda la utilización de terminales de punta para realizar la conexión a bornas.

1.5.3.b Extraibilidad del sistema (no cortocircuitable)

¡ATENCIÓN!

Es posible extraer la tarjeta electrónica de que consta el equipo. Para ello se deberá tener en cuenta que **el conector de intensidad no es cortocircuitable, por lo que deberán cortocircuitarse externamente los secundarios de los T.I. antes de proceder a su extracción**.

La chapa trasera y la tarjeta electrónica tienen unos tornillos que deberán de ser retirados antes de proceder a la extracción antes citada. Siempre que se realice esta operación, la protección deberá estar "fuera de servicio".

1.5.3.c Cableado

El sistema dispone de conectores y buses internos a fin de evitar el cableado en el interior.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.4 Interfaz local

1.5.4.a Display y teclado

Existen dos opciones de display (según modelo). Una primera opción con un único display alfanumérico y una segunda opción con un display que soporta tanto funciones alfanuméricas como gráficas.

El display alfanumérico tiene una resolución de 128x64 con capacidad para 6 líneas y 20 caracteres por línea.

A través del display se permite visualizar las alarmas, ajustes, medidas, estados, etc.

Figura 1.5.8 Display alfanumérico.

El display gráfico tiene una resolución de 272x480 permitiendo visualizar las pantallas configuradas en la lógica de usuario del equipo (unifilar, pantallas de alarmas, etc), además del estado de todas las entradas y salidas digitales del equipo.

Tal y como se describirá más adelante, haciendo uso del botón CTRL/MENU se podrá cambiar del display gráfico al menú de protección donde se visualizará y se tendrá acceso a toda la información que proporciona el display alfanumérico.

- **Display en reposo**

Display alfanumérico en reposo: presenta el modelo de equipo, la fecha y la hora y el estado de los puertos de comunicaciones frontal, remoto serie y LAN y las instancias de los protocolos a través del puerto LAN.

Display gráfico en reposo: presenta el unifilar programado en la lógica de usuario. Si el equipo no dispone de unifilar, el display en reposo mostrará el modelo de equipo, la fecha y la hora.

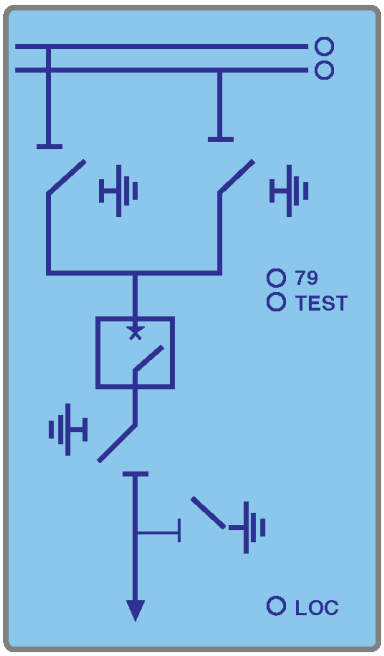


Figura 1.5.9 Display gráfico.

Si el equipo no detecta actividad durante el tiempo ajustado en ***Tiempo Autodimming***, pasará automáticamente a la pantalla de reposo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Debajo el display se encuentran las teclas de navegación que se muestran en la Figura 1.5.9 y que se detallan en los siguientes apartados.

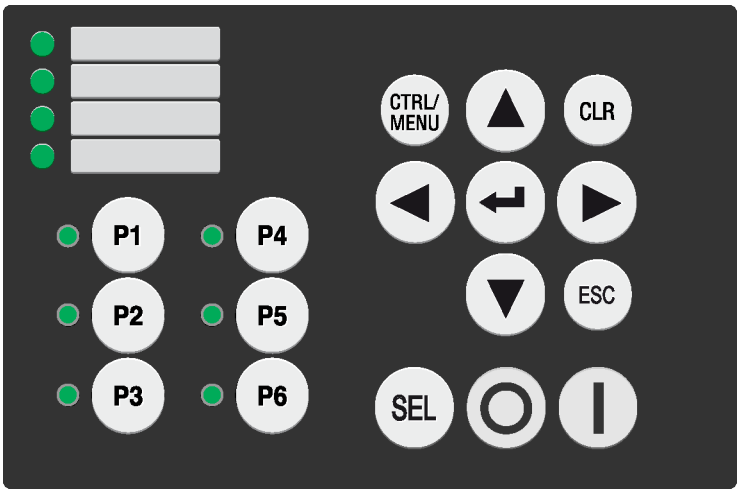


Figura 1.5.10 Teclado.

- **Pantalla de panel de comandos (asociada al display alfanumérico)**

En la pantalla gráfica para mandos desde el HMI aparece información sobre el estado de las señales y mandos configuradas desde el ***ZIV e-NET tool***®. Se tiene acceso a dicha pantalla de panel de comandos pulsando la tecla **SEL**. Una vez en ella se podrá ir pasando de un mando configurado a otro pulsando la tecla **SEL**. Para la operación del mando, éste tiene que estar seleccionado (parpadeando) y en ese momento se procederá a pulsar la tecla de cerrar (I) o abrir (O) en función de la acción que se desee ejecutar sobre el mando seleccionado.

Como se ha indicado con anterioridad, mediante la tecla **SEL** se accede al panel de comandos y para avanzar por los diferentes mandos configurados se utiliza también dicha tecla **SEL**, parpadeando aquel mando que se encuentra seleccionado y mostrándose en la parte inferior el texto configurado para la activación y desactivación de dicho mando. Es en este estado de parpadeo cuando presionando las teclas de apertura o cierre se puede llevar a cabo la acción deseada.

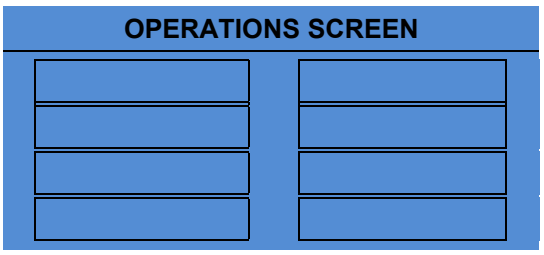


Figura 1.5.11 Panel de comandos por defecto.

La configuración del panel de comandos se realiza desde el ***ZIV e-NET tool***®, dentro de ajustes del equipo. Los mandos se encuentran distribuidos del 1 al 4, habiendo dos mandos por número, A y B. El número indica la fila y la letra la columna correspondiente donde estará ubicado en la pantalla del equipo el mando configurado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cada mando contará con ocho ajustes:

- **Señal Estado panel de mandos**: señal asociada al mando. Cuando dicha señal se encuentre activa, el recuadro correspondiente se mostrará con el fondo en negro mientras que si la señal se encuentra desactivada el fondo del recuadro permanecerá en blanco.
- **Texto Estado panel de mandos**: texto que aparecerá dentro del recuadro del mando, permitiendo un máximo de 9 caracteres.
- **Texto de acción panel mandos**: textos que aparecerán en la línea inferior de la pantalla cuando el mando esté seleccionado. Se trata de una mera representación gráfica. El usuario podrá seleccionar los textos a mostrar dentro un listado que tiene disponible el equipo. Por defecto los textos a mostrar son **Activar** / **Desactivar**.
- **Señal Bloqueo panel mandos**: señal que el usuario puede asociar al mando para su bloqueo. Puede ser cualquier señal digital de protección o generada en la lógica de control. Cuando dicha señal de bloqueo se encuentre activa, el equipo impedirá que el mando pueda ser seleccionado.
- **Acción Botón O panel mandos**: modo de activación de la señal asociado al botón **O**. Podrá ser un pulso, o nivel a valor uno (Activar) o a valor cero (Desactivar). Por defecto estará ajustada a **Deshabilitado**, lo que indicará que la pulsación del botón no llevará a cabo cambio alguno en la señal asociada.
- **Señal Botón O panel mandos**: señal asociada al panel de mandos que se activará cuando el mando se encuentre seleccionado y se pulse el botón **O**.
- **Acción Botón I panel mandos**: modo de activación de la señal asociado al botón **I**. Podrá ser un pulso, o nivel a valor uno (Activar) o a valor cero (Desactivar). Por defecto estará ajustada a **Deshabilitado**, lo que indicará que la pulsación del botón no llevará a cabo cambio alguno en la señal asociada.
- **Señal Botón I panel mandos**: señal asociada al panel de mandos que se activará cuando el mando se encuentre seleccionado y se pulse el botón **I**.

Las señales asociadas a los botones podrán ser señales propias de protección por lo que su activación o desactivación desencadenaría directamente la acción deseada (habilitación o inhabilitación de unidades de protección, bloqueos de unidades, cambios de tabla de ajustes, etc.), o señales de control por lo que su activación y desactivación se podrá tener en cuenta en la lógica del equipo.

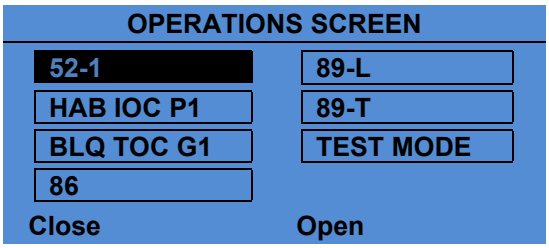


Figura 1.5.12 Ejemplo de pantalla de panel de comandos configurada.

- ## Autodimming

La pantalla puede configurarse para que permanezca con el *backlight* activo permanentemente o para que al cabo de un tiempo el *backlight* se apague. Para ello el usuario puede modificar los ajustes relativos al ***Autodimming*** desde el propio HMI del equipo accediendo al menú de **Configuración** o bien desde el ***ZIV e-NET tool***®. Por defecto, el autodimming se encontrará habilitado con un tiempo de 2 minutos, por lo que el display se apagará por sí solo 2 minutos después de la última interacción con el equipo o desde el arranque del mismo. El *backlight* nunca quedará apagado permanentemente por ajuste. Si por el contrario lo que se desea es tener el display de forma permanente encendido será necesario inhabilitar el autodimming.

En el momento en el que se produzca una falta, el *backlight* del equipo se encenderá automáticamente y permanecerá encendido hasta que el disparo sea reseteado.

El ***Tiempo Autodimming*** se utilizará también como tiempo de retorno a la pantalla por defecto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.4.b Teclado asociado al display

El teclado consiste en 11 teclas.

CTRL / MENU: permite conmutar entre el display gráfico y el alfanumérico. Solo tiene funcionalidad en equipos con display gráfico.

▲	Desde la pantalla de reposo se accede a una pantalla donde se visualizan los eventos e informes de falta (solo si los hubiera).
▶	Desde la pantalla de reposo se visualizan las medidas. Volviendo a presionar se pasa de una pantalla de medidas a otra.
▼	Desde la pantalla de reposo se accede al estado de las entradas y salidas digitales.
◀	Desde la pantalla de reposo se accede a una pantalla donde se visualiza información de la última falta.

También se dispone de la tecla de Enter ↵ (en el centro), Escape (**ESC**) y Clear (**CLR**):

Enter	Botón utilizado para seleccionar o aceptar.
ESC	Botón cuya finalidad es volver a la pantalla anterior. Estando en la pantalla de reposo, si se pulsa, se mostrará durante 5 segundos una pantalla con información referente a los botones programables (P1 a P12). Dicha pantalla de información contará con los textos configurados en cada uno de los botones programables de tal manera que el usario pueda saber la función configurada en cada uno de ellos.
CLR	Botón con el que se accede al menú de reset de LEDs memorizados, reset de pantalla de último disparo, reset de eventos y reset de informes de falta. Tanto los eventos como lo informes de falta son los presentados en el HMI. El equipo seguirá manteniendo en memoria todos los eventos e informes de falta que se podrán recoger por los puertos de comunicaciones mediante el ***ZIV e-NET tool***®. Para pasar de un menú de reset a otro se pulsará el botón **CLR** y el relé los mostrará solo si hay datos o información susceptible de ser borrada. Para proceder al reset, desde el menú correspondiente, presionar el botón **Enter** ↵ alrededor de dos segundos hasta que aparezca la indicación de reset realizado. En el caso del reseteo de los LEDs memorizados, el equipo procederá a activar todos los LEDs y reseteará la memorización sin mostrar mensaje en pantalla. Si tras la orden de reset y la activación de los 8 LEDs algún LED permanece encendido es porque la señal asociada a dicho LED se encuentra activa.
ENT	Estando en la pantalla de reposo del menú de protección, si se pulsa, se mostrará durante el tiempo definido en el ajuste ***Tiempo Autodimming***, una pantalla con información referente a los botones programables (P1 a P12). Dicha pantalla de información contará con los textos configurados en cada uno de los botones programables de tal manera que el usario pueda saber la función configurada en cada uno de ellos. En relés con display alfanumérico, se podrá acceder al panel de comandos pulsando de nuevo la tecla SEL o la tecla ENT. Para más información ver la sección referente a botones programables.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.4.c Botones de mando

Pulsando una vez el botón **SEL** se abrirá la pantalla de botones de mando, referida a la configuración de los botones programables, que puede variar según el modelo de IED, P1 a P6 o P1 a P12. En los modelos con display alfanumérico, pulsando de nuevo el botón **ENT** o **SEL** se abrirá la pantalla de operación, previa autenticación del usuario.

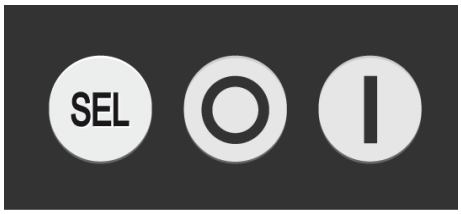


Figura 1.5.13 Botones de mando.

Este mismo botón **SEL** se utiliza para desplazarse por el panel de comandos y situarse en el mando deseado. Con los botones (**I**) y (**O**) se ejecutan los mandos configurados en los ajustes de protección.

En modelos con display gráfico, la tecla **SEL** permite seleccionar, uno por uno, cada elemento del unifilar hasta llegar de nuevo a la situación de ningún elemento seleccionado. El elemento seleccionado se representa gráficamente mediante un símbolo parpadeando. Una vez el elemento ha sido seleccionado, se opera sobre él con las teclas **O** – **I**. Estando en el menú de protección permitirá acceder a la pantalla de información de los botones programables.

Open (O)	Orden de apertura tras la selección del mando configurado en el panel de comandos o pulsando los botones de **P1** a **P6** o de **P1** a **P12**, según el modelo. En las pantallas gráficas esta tecla permite dar la orden de apertura tras la selección del elemento configurado en el unifilar.
Close (I)	Orden de cierre tras la selección del mando configurado en el panel de comandos o pulsando los botones de **P1** a **P6** o de **P1** a **P12**, según el modelo. En las pantallas gráficas esta tecla permite dar la orden de cierre tras la selección del elemento configurado en el unifilar.

1.5.4.d Teclas, funciones y modo de operación

A continuación, se detallan las funciones de las teclas disponibles, tanto las de función asociadas al display alfanumérico como de las del teclado.

- **Teclado**

Tecla de confirmación
La tecla de confirmación es utilizada para confirmar una acción: después de efectuar una selección después de editar un ajuste o para avanzar para visualizar la totalidad de los registros. Después de realizada una operación (selección, cambio de ajustes, información, etc.) se pulsa ← de nuevo y se accede al nivel inmediatamente anterior.

Tecla de salida
La tecla **ESC** se utiliza para salir de una pantalla si no se desea hacer ninguna modificación en el ajuste o si se trata, simplemente, de salir de una pantalla de información. En cualquiera caso, al pulsar esta tecla el sistema vuelve a la pantalla inmediatamente anterior.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tecla de reset
Mediante la tecla **CLR** se accede al menú de reset de LEDs memorizados, reset de pantalla de último disparo, reset de eventos y reset de informes de falta mostrados en el HMI. Para proceder al reset, desde el menú correspondiente, presionar el botón Enter ↵ alrededor de dos segundos hasta que aparezca la indicación de reset realizado. En el caso del reseteo de los LEDs memorizados, el equipo procederá a activar todos los LEDs y reseteará la memorización sin mostrar mensaje en pantalla. Si tras la orden de reset y la activación de los 8 LEDs algún LED permanece encendido es porque la señal asociada a dicho LED se encuentra activa.

Teclas de selección en el display
Por medio de las teclas de selección se avanza o retrocede, en orden correlativo, a una cualquiera de las opciones existentes dentro de un menú o submenú. Cuando hay más de ocho opciones dentro de un menú, en la parte derecha del display aparecerá una flecha (⇓) indicando la existencia de las mismas. A estas opciones se accederá mediante la tecla ▼ y dejarán de visualizarse, correlativamente, las opciones situadas en primer lugar.

Aparecerá, entonces, en la parte derecha del display, una barra con flecha (⇑) que indicará, a su vez, la existencia de esas primeras opciones.

La tecla ◄ se utiliza también para borrar dígitos dentro de un ajuste cuando se están efectuando modificaciones en el mismo. Sólo tiene esta función cuando se está introduciendo el ajuste.

- **Teclas auxiliares de función**

Cuando se pulsa esta tecla desde la pantalla de reposo, da acceso a la información proporcionada por el registro de cambios de control (eventos) e informes de falta.

La tecla ► se utiliza para consultar al equipo la información relativa a las medidas de intensidad, tensión, potencia, etc.

La tecla de función ► es utilizada para rechazar los cambios de ajustes realizados (cuando el equipo pide la confirmación de tales cambios) y para rechazar la activación de una tabla de ajustes de reserva (también cuando se pide tal confirmación).

Pulsando ▼ se accede a visualizar el estado de las entradas y salidas digitales del equipo.

Una vez se tiene en pantalla el estado de las entradas, se pulsa la tecla de función ► para ver el estado de las salidas.

Pulsando ◄ se confirman los cambios de ajustes realizados (cuando el equipo pide confirmación de tales cambios) o se confirma la activación de una tabla de ajustes (cuando el equipo pide tal confirmación).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Botones programables**

Los botones configurables, **P1** a **P6** o **P1** a **P12** según el modelo, permiten la operación de elementos/unidades seleccionables por el usuario a través del programa de configuración.

Los modelos con Display de Botones Ampliado (dígito del modelo 5 = 3 o 4) disponen de un botón configurable **L/R**, que permite cambiar entre los niveles jerárquicos Local/Remoto. Este botón tiene las mismas características que los otros botones configurables por el usuario (**P1**-**P12**), con la diferencia de que el Botón **L/R** tiene 2 LEDs asociados (color rojo fijo). Este botón proporciona flexibilidad para implementar la función Local/Remoto.

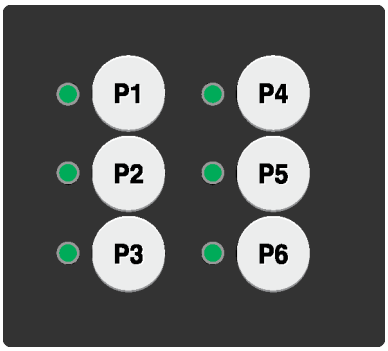


Figura 1.5.14 Botones de mando programables.

La configuración de los botones programables se realiza desde el ***ZIV e-NET tool***®, dentro de ajustes del equipo. Cada botón contará con diez ajustes (6 para el botón y 4 para su LED asociado):

- **Texto**: texto que aparecerá en la pantalla del equipo al pulsar el botón o la tecla ESC desde la pantalla de reposo, permitiendo un máximo de 15 caracteres.
- **Señal Bloqueo**: señal que el usuario puede asociar al mando para su bloqueo. Puede ser cualquier señal digital de protección o generada en la lógica de control. Cuando dicha señal de bloqueo se encuentre activa, el equipo impedirá que el botón pueda ser seleccionado.
- **Acción Botón Mando O**: modo de activación de la señal asociado al botón **O**. Podrá ser un pulso, o nivel a valor uno (Activar) o a valor cero (Desactivar). Por defecto estará ajustada a **Deshabilitado**, lo que indicará que la pulsación del botón no llevará a cabo cambio alguno en la señal asociada.
- **Señal Botón Mando O**: señal asociada al panel de mandos que se activará cuando el mando se encuentre seleccionado y se pulse el botón **O**.
- **Acción Botón Mando I**: modo de activación de la señal asociado al botón **I**. Podrá ser un pulso, o nivel a valor uno (Activar) o a valor cero (Desactivar). Por defecto estará ajustada a **Deshabilitado**, lo que indicará que la pulsación del botón no llevará a cabo cambio alguno en la señal asociada.
- **Señal Botón Mando I**: señal que recibirá el modo de operación (pulso, activación, desactivación) cuando se selecciona el botón y se presiona el botón **I**. Puede ser cualquier señal del relé (señal de protección o control).

Cada botón programable tiene asociado un LED bicolor (rojo/verde). Para su configuración se cuentan con cuatro ajustes incluidos dentro de cada botón programable:

- **Activación Rojo**: conjunto de 16 señales de entrada a una puerta OR de tal manera que cuando alguna de dichas 16 señales se active, el LED se activará en color rojo. Las señales a seleccionar podrán ser internas del equipo o señales de usuario dadas de alta en la configuración de control.
- **Activación Verde**: conjunto de 16 señales de entrada a una puerta OR de tal manera que cuando alguna de dichas 16 señales se active, el LED se activará en color verde. Las señales a seleccionar podrán ser internas del equipo o señales de usuario dadas de alta en la configuración de control.
- **Parpadeo**: cuando el ajuste se encuentra en **SÍ** y alguna de las señales lógicas OR (rojo/verde) se active, el LED comenzará a parpadear, activándose y desactivándose según un tren de pulsos de duración fija.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Memorizado**: cuando el ajuste se encuentra en **SÍ** y las señales asignadas a la lógica OR (rojo/verde) se desactiven tras una activación, el LED permanece encendido o parpadeando hasta que se reciba una orden de reset de LEDs. La orden de reset se podrá llevar a cabo mediante la tecla CLR o a través de una entrada digital, un mando desde panel de mando o un mando por comunicaciones si así ha sido configurado el equipo desde la lógica de control.

Con el fin de saber qué está configurado en cada uno de los botones programables, pulsando la tecla **SEL** desde la pantalla de reposo del menú de protección, se mostrará durante el tiempo ajustado ***Tiempo Autodimming*** una pantalla con los textos configurados en cada uno de los botones.

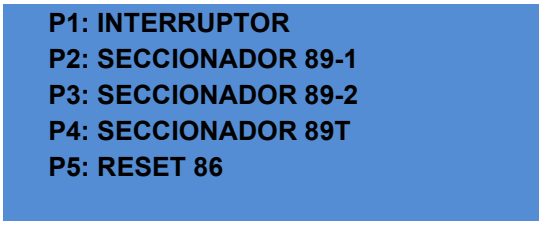


Figura 1.5.15 Ejemplo de pantalla de botones programables.

Asimismo, cuando se pulse un botón programable dicha pantalla también aparecerá. En este caso, si el botón se puede seleccionar (señal de bloqueo asociada desactivada o no configurada) el texto asociado al botón pulsado aparecerá parpadeando para indicar al usuario cuál es el mando seleccionado.

Por lo tanto, en equipos con display gráfico, la pantalla de información de botones solo aparece estando en el menú llamémosle de protección (no display gráfico/control). Es decir, tras pulsar la tecla **CTRL/MENU**.

Para que la pantalla de información de botones aparezca:

En equipos con **display gráfico** (y estando en la pantalla de reposo del menú de protección):
- Pulsando el botón SEL aparecerán de manera informativa todos los textos de manera estática. - Pulsando cualquier botón P1 a P6 o P1 a P12. En este caso y si el mando no está bloqueado aparecerá parpadeando el texto correspondiente al botón pulsado. Cuando se ejecuta el mando (Botón P1 a P6 + pulsar I/O) la pantalla de información de botones desaparece. Si el mando no se ejecuta, la pantalla permanecerá el tiempo indicado en ***Tiempo Autodimming***. - Si desde esta pantalla se pulsa algún botón P1-P6 o el mismo botón SEL, el tiempo ajustado en ***Tiempo Autodimming*** vuelve a comenzar.
En equipos con **display alfanumérico** (y estando en la pantalla de reposo):
- Pulsando el botón SEL aparecerán de manera informativa todos los textos de manera estática durante el tiempo definido en ***Tiempo Autodimming***, tiempo tras el cual se visualiza el panel de comandos. Si no se desea esperar dicho tiempo, el usuario podrá pulsar de nuevo el botón SEL o el botón ENT para pasar directamente. - Pulsando cualquier botón P1 a P6 o P1 a P12 estando en la pantalla de reposo. En este caso y si el mando no está bloqueado aparecerá parpadeando el texto correspondiente al botón pulsado. Esta pantalla permanecerá visible 5 segundos o hasta que se ejecute el mando (Botón P1 a P6 + pulsar I/O). Tras la ejecución del mando se vuelve siempre a la pantalla de reposo. Tras pulsar cualquier botón P1 a P6 o P1 a P12 y que aparezca la pantalla de información de botones nunca se accederá a la pantalla de panel de comandos. A la pantalla de panel de comandos solo se accede tras pulsar SEL. Mientras un botón está seleccionado no se hace caso al botón SEL.

Tanto para los modelos con pantalla gráfica como alfanumérica, los botones P1 a P6 o P1 a P12 funcionarán normalmente, aunque el relé no se encuentre en el "menú de protección/display de protección" estándar, pero en este caso no aparecerá la pantalla de información.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si la señal configurada en el bloqueo está activada, el botón no se puede seleccionar por lo que al pulsarlo:

- Aparece la pantalla de información de botones con todos los textos fijos (solo si estamos en la pantalla de reposo de protección).
- No parpadea el LED en naranja porque no está seleccionado.
- Si se pulsan después los botones I/O el equipo no lleva a cabo ninguna acción porque no hay ningún botón P1-P6 o P1-P12 seleccionado. Es como pulsar los botones I/O sin más, sin haber pulsado un botón P1-P6 o P1-P12 antes.

Si la señal configurada en el bloqueo está desactivada, el botón se puede seleccionar por lo que al pulsarlo:

- Aparece la pantalla de información de botones con el texto correspondiente al botón pulsado parpadeando (solo si estamos en la pantalla de reposo de protección)
- Parpadea el LED en naranja porque el botón está seleccionado
- Si se pulsan después los botones I/O mientras el botón está seleccionado, el equipo activa la señal asociada al mismo en función del modo seleccionado (nivel, pulso activación, pulso desactivación).

1.5.4.e Acceso a las opciones

La forma de acceso consiste en desplazarse en los menús mediante las teclas de selección y confirmar después la opción seleccionada mediante **ENT**.

- **Operación**

Ajustes de rango

Los ajustes de rango presentan la siguiente disposición: el valor operativo del ajuste se presenta en el lugar señalado por la palabra **ACT** (Actual). El nuevo valor se introduce en la siguiente línea, en el lugar señalado por la palabra **NUE** (Nuevo), donde aparece un cursor en estado intermitente.

Mediante las teclas auxiliares de función se edita el nuevo valor, que deberá concordar con el rango que se especifica en la última línea del display. Si se produce un error al introducir un valor, se usa la tecla ◄ para borrarlo. Una vez editado el nuevo valor se pulsa la tecla ↵ para confirmarlo y salir al menú anterior.

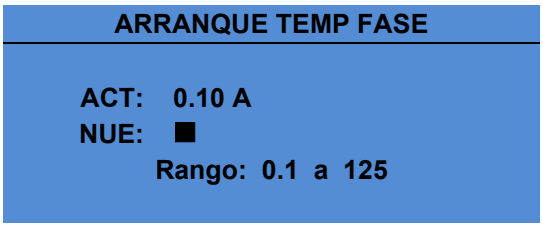


Figura 1.5.16 Ajustes de rango.

Ajustes SÍ / NO

Existe un tipo de ajuste que sigue este esquema pero cuyo rango se limita a las opciones de **SÍ** y **NO**. Las teclas ▲ y ▼ corresponden en este caso con los valores **NO** y **SÍ**. A continuación se pulsará la tecla ↵ para confirmar el ajuste y volver a la pantalla anterior. Un caso similar serían los ajustes enumerados donde el relé muestra diferentes opciones. Con las teclas ▲ y ▼ se iría pasando de una a otra opción hasta llegar a la deseada.

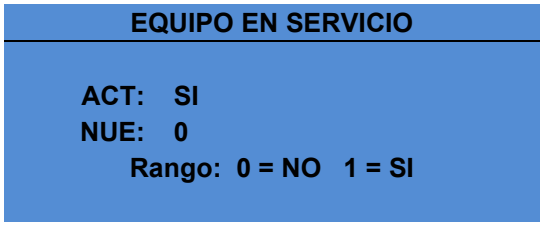


Figura 1.5.17 Ajustes enumerados.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes de selección de opción

Estos ajustes presentan la disposición de un menú de opciones. Se elige la opción deseada a través de las teclas de selección y la confirmación mediante ↵. De esta manera el sistema retorna a la pantalla anterior.

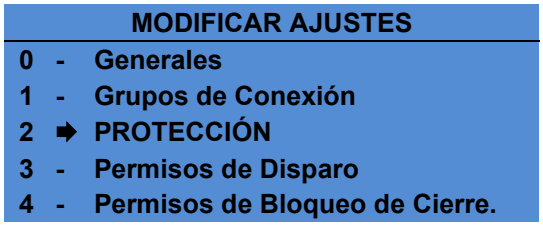


Figura 1.5.18 Ajustes de selección.

Ajustes de máscaras

Como se observa en la figura, las distintas opciones se presentan en orden vertical. Al lado de cada una de ellas se muestra su ajuste actual en forma de un cuadrado relleno o vacío, indicando activación (■) o desactivación (□) respectivamente.

La máscara se modifica (en la línea señalada con los corchetes) mediante las teclas ◄ (1), activación, y ► (0), desactivación.

En el caso de que haya más opciones de las que se pueden representar en una sola pantalla, aparecerá una flecha (↓) al final de la última línea, que indicará la existencia de esa segunda pantalla. Dicha segunda pantalla aparece nada más se ha terminado de ajustar la última opción de la primera pantalla.

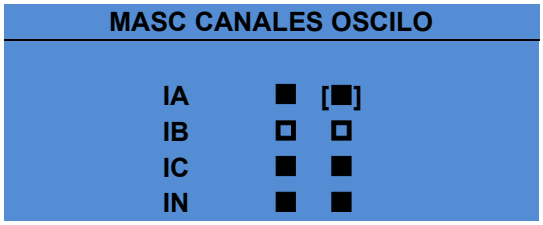


Figura 1.5.19 Ajustes de máscaras.

Salida de los menús y ajustes

Para salir de un menú o de un ajuste que no se desea modificar se pulsará la tecla **ESC**. Para salir de una pantalla de información se podrá pulsar indistintamente la tecla de confirmación ↵ o **ESC**. En todos los casos se vuelve al menú anterior.

- ## Indicación del último disparo

Si se hubiera producido algún disparo, el terminal presentaría, en la pantalla de reposo, los datos relativos al mismo en un menú con título **DISP**.

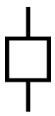
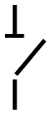
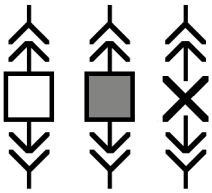
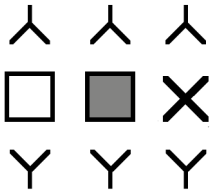
En función de los distintos tipos de unidades que den disparo, se van creando pantallas adicionales. El formato siempre es semejante: una línea de encabezado que indica el tipo de unidad disparada (por ejemplo, Subtensión Fases), y debajo de ella todas las unidades y fases actuadas (Subt A1, Subt B1, ...). Si se produce el disparo de varias funciones, de modo que no caben en una sola pantalla, mediante las teclas de selección se puede acceder a todas las que se generen.

Solo aparecerá la pantalla de último disparo si tras una reposición se ha producido un disparo.

Dicha pantalla de último disparo permanecerá como pantalla de reposo hasta que sea eliminada a través del menú de *reset* accediendo mediante el botón **CLR** o hasta que se produzca un apagado y encendido del equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.4.f Simbología asociada al display gráfico

Elemento	Estado 1	Estado 2
Interruptor	 abierto	cerrado
Interruptor	desconocido (0-0)*	desconocido (1-1)*
Seccionador	 abierto	cerrado
Posición carretón	 enchufado	 desenchufado
Posición carretón	extraído cerrado	extraído abierto
Reenganchador	**79** en servicio	**79** fuera de servicio
Automatismo batería	**AUT** en automático	**AUT** en manual
Regulador de tensión	**90** en automático	**90** en manual

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.5 LEDs

Según el modelo, el IED puede tener 31 o 23 LEDs en la parte frontal, uno con función fija y los demás configurados.

- **LED con función fija**

El LED situado en la parte superior derecha del equipo y que cuenta con mayor separación del resto de LEDs es el utilizado para mostrar el estado del dispositivo.

Se trata de un LED tricolor que indicará las siguientes condiciones:

- Equipo en servicio: verde fijo.
- Equipo arrancado (*booting up*): verde parpadeando.
- Grabando en memoria flash: naranja parpadeando.
- Equipo en modo test: naranja (funcionalidad a futuro)
- Equipo en error crítico: rojo.

- **LED con función configurable**

El equipo tiene 16 LEDs configurables monocolor. Podrán ser configurados para que se activen de manera fija o en modo parpadeo y siempre mostrarán la activación en color rojo.

La configuración de estos LEDs se llevará a cabo mediante ajustes de protección pudiendo asignar hasta 16 señales de entrada a una puerta OR de tal manera que cuando alguna de dichas 16 señales se active, el LED correspondiente se activará. Las señales a seleccionar podrán ser internas del equipo o señales de usuario dadas de alta en la configuración de control. Así mismo, cada LED contará con dos ajustes denominados ***Parpadeo*** y ***Memorizado*** de tal manera que se podrán ajustar independientemente por LED para que:

- ***Parpadeo***: cuando el ajuste se encuentra en **Sí** y alguna de las señales lógicas OR se active, el LED comenzará a parpadear, activándose y desactivándose según un tren de pulsos de duración fija.
- ***Memorizado***: cuando el ajuste se encuentra en **Sí** y las señales asignadas a la lógica OR se desactiven tras una activación, el LED permanece encendido o parpadeando hasta que se reciba una orden de reset de LEDs. La orden de reset se podrá llevar a cabo mediante la tecla **CLR** o a través de una entrada digital, un mando desde panel de mando o un mando por comunicaciones si así ha sido configurado el equipo desde la lógica de control.

El equipo dispone también de 6 a 12 LEDs bicolores (rojo/verde), vinculados a 6 o 12 botones de función configurados en la lógica de control mediante el programa de configuración ***ZIV e-NET tool***®. El número de botones 1-6 o 1-12 es el definido según el modelo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.6 Entradas y salidas

Las entradas y salidas se encuentran agrupadas por SLOTs, formando parte del módulo de fuente de alimentación o en módulos propios de entradas, salidas digitales y convertidores de entrada.

El módulo de fuente de alimentación (**SLOT A** del equipo) siempre estará presente mientras que los módulos de entradas, salidas digitales y convertidores de entrada (**SLOT B** y **SLOT C** del equipo) variará en función de la selección del modelo. Es por ello por lo que las entradas y salidas están identificadas por **SLOT** y no de manera global.

La configuración tanto de las entradas como de las salidas se llevará a cabo mediante ajustes de protección pudiendo asignar, por entrada y salida, hasta 16 señales conectadas una puerta OR, de tal manera que cuando alguna de dichas 16 señales se active, la entrada física o salida física correspondiente se activará. Las señales para seleccionar podrán ser internas del equipo o señales de usuario dadas de alta en la configuración de control.

1.5.6.a Entradas digitales

El filtrado y funcionamiento de las entradas digitales es configurable de acuerdo a las siguientes opciones:

- ***Habilitación de entradas digitales***: Cuando este ajuste se encuentra en **NO** (entradas inhabilitadas), las entradas --independientemente del estado de las señales asignadas en los ajustes para su activación-- pasan a estado desactivado e inválido.
- ***Num cambios deshab.*** (2-60): para evitar que una entrada digital en la que se esté produciendo un malfuncionamiento externo o interno al relé genere problemas, se establece una ventana de tiempo ajustable en la que se monitoriza el número de veces, que dicha entrada digital cambia de estado; si ese número de cambios de estado es superior a un valor ajustable, se inhabilita y la entrada se congela en su último estado.
- ***Tiempo deshabilit.*** (1-30s): ventana de tiempo ajustable para inhabilitar una entrada digital por excesivo número de cambios.
- ***Num cambios rehab*** (2-60): Una vez inhabilitada una entrada, volverá a ser habilitada por cumplimiento de las condiciones de habilitación, es decir que haya menos de un número de cambios definido por este ajuste dentro de una ventana de tiempo, o mediante un comando de habilitación.
- ***Tiempo rehabilit.*** (1-30s): ventana de tiempo ajustable para habilitar una entrada digital que haya sido previamente inhabilitada por excesivo número de cambios.
- ***Supervisión de T. alimentación de EDs*** (NO / Entrada Digital). Permite habilitar el control de la validez de las Entradas Digitales en función de la tensión de alimentación de una entrada digital determinada. Cuando el ajuste se encuentra en ***Entrada digital***, el equipo supervisará el valor de tensión de dicha entrada y si es inferior al valor de activación se procederá a inhabilitar y desactivar la validez de todas las entradas digitales, que quedarán fijas en su último estado. Una vez la tensión supere el umbral de la entrada de supervisión todas las entradas quedarán habilitadas mostrando su estado actual y la validez activa.
- ***N. ED supervisión TA*** (ED 1 a 6 del Slot B). Permite seleccionar qué entrada digital será utilizada como referencia de tensión de alimentación. Si la Entrada Digital seleccionada se encuentra energizada, la ***Validez de las entradas digitales*** se mantendrán activas, de lo contrario, la ***Validez de las entradas digitales*** se desactivará.
- ***Nivel de tensión de alimentación EDs***: ajuste utilizado para fijar el valor de tensión por debajo del cual el equipo desactivará la validez de las entradas digitales.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El equipo cuenta con 4 filtros. Cada filtro se ajusta según los siguientes ajustes:

- ***Tiempo muestras*** (1-10 ms). Es posible establecer con qué periodicidad se toman muestras del estado de una entrada digital.
- ***Longitud filtro*** (1-10): número de muestras con el mismo valor para validar una entrada. En cada filtro se puede seleccionar el número de muestras a ”0” o a “1” lógicos que ha de detectarse de forma consecutiva para dar una entrada por desactivada o activada respectivamente.

Para cada entrada se podrá asignar mediante un ajuste con qué filtro se trabajará:

- ***Asignación de filtros*** (Filtro 1 - Filtro 2 – Filtro 3 – Filtro 4). Mediante este ajuste se selecciona para cada entrada digital configurable el “filtro 1”, el “filtro 2”, el “filtro 3” o el “filtro 4”. Mediante los ajustes explicados anteriormente se construyen los filtros 1, 2. 3 y 4 permitiendo crear entradas de detección rápida y entradas de detección lenta.

Para cada entrada se dispondrá también de un ajuste para permitir su inhabilitación automática:

- ***Deshabilitación automática*** (SÍ / NO). Existe un ajuste independiente para cada Entrada Digital del equipo. Ajustándolo a **SÍ**, permite la inhabilitación automática de la ED por excesivo número de cambios.

Para cada SLOT se podrá asignar por ajuste el ***Nivel de activación*** de las entradas digitales. A continuación, se indica el valor de activación y desactivación de las entradas según la tensión de alimentación empleada:

ED ON	VCC ≥ Ajuste
ED ON/OFF	Ajuste - X VCC < VCC < Ajuste
ED OFF	VCC ≤ Ajuste – X VCC

X = 10 VCC si el ajuste ***Umbral de activación*** está en el rango de 15 VCC a 60VCC
X = 20 VCC si el ajuste ***Umbral de activación*** está en el rango de 60 VCC a 200 VCC.

VCC= Tensión de alimentación de las entradas digitales.
Ajuste= Umbral de activación, de rango 15 - 200VCC.

Las unidades de medida y unidades lógicas del equipo utilizan en su operación **Señales lógicas de entrada**, enumeradas en las tablas que acompañan a la descripción de cada una de ellas y que pueden ser asignadas a las **Entradas digitales físicas** o a salidas lógicas de opcodes configurados en la lógica programable. Debe tenerse en cuenta que varias entradas lógicas pueden asignarse sobre una de las entradas físicas, pero que no puede asignarse una misma entrada lógica a más de una entrada física.

En las tablas señaladas se enumeran únicamente las entradas disponibles con la configuración por defecto, pudiendo ampliarse la lista de entradas con aquellas que se configuren en la lógica programable (cualquier entrada lógica que se cree en la lógica programable puede emplearse con la descripción que el usuario genere).

Cada unidad de protección del equipo cuenta con una **Entrada lógica** al módulo que permite ponerla “en servicio” o “fuera de servicio” desde el HMI (botones del frente), mediante entrada digital por nivel y mediante el protocolo de comunicaciones configurado en cada puerto (mando de control).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Es de uso habitual hacerlo bien desde lógica de control con automatismos o desde entrada digital. La entrada lógica se denomina **Entrada de habilitación unidad**..., y teniendo en cuenta su valor junto con el propio ajuste de **En Servicio** de la unidad se hace una lógica del tipo representado.

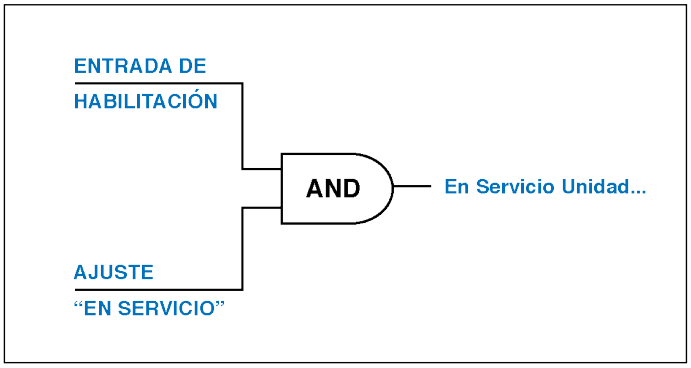


Figura 1.5.20 Lógica de habilitación de unidad.

El valor por defecto de la entrada lógica **Entrada de habilitación Unidad**... es un "1", por lo que cuando no se configura de ningún modo en la lógica programable, la puesta en servicio de las unidades de protección depende exclusivamente del valor del ajuste de **En Servicio** de cada una de ellas. La configuración lógica que se realice para activar o desactivar la entrada lógica de habilitación será tan complicada o simple como se desee, desde asignarla a una entrada digital hasta construir esquemas lógicos con las diferentes puertas lógicas disponibles (flip-flop's, ...) o asignarlas a mandos desde panel de comandos o por comunicaciones.

Aquellas funciones de protección que sean puestas "fuera de servicio" por alguno de estos métodos, no generarán ni activarán ninguna de las señales lógicas que tengan asociadas, incluidas aquellas que puedan configurarse dentro de la lógica programable que estén directamente relacionadas con dichas funciones.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los ajustes relacionados con las entradas digitales solo se pueden configurar desde el programa de comunicaciones:

Tabla 1.5-1: Entradas digitales del módulo de Entradas

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
SLOTX_DI01DISORD	Control de Habilitación de Unidades	-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 1		Entradas al módulo de entradas digitales que habilitan e inhabilitan cada una de las entradas digitales.
SLOTX_DI02DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 2		
SLOTX_DI03DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 3		
SLOTX_DI04DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 4		
SLOTX_DI05DISORD		-	Slot B Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 5		
SLOTX_DI06DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 6		
SLOTX_DI07DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 7		
SLOTX_DI08DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 8		
SLOTX_DI09DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 9		
SLOTX_DI010DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 10		
SLOTX_DI011DISORD		-	Slot B Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 11		
SLOTX_DI012DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 12		
SLOTX_DI013DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 13		
SLOTX_DI014DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 14		
SLOTX_DI015DISORD		-	Slot B Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 15		
SLOTX_DI016DISORD		-	Slot X Orden de Deshabilitación de Entrada Digital 16		
SLOTX_DI01ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 1		
SLOTX_DI02ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 2		
SLOTX_DI03ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 3		

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.5-1: Entradas digitales del módulo de Entradas					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
SLOTX_DI04ENAORD	Control de Habilitación de Unidades	-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 4		Entradas al módulo de entradas digitales que habilitan e inhabilitan cada una de las entradas digitales.
SLOTX_DI05ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 5		
SLOTX_DI06ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 6		
SLOTX_DI07ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 7		
SLOTX_DI08ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 8		
SLOTX_DI09ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 9		
SLOTX_DI10ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 10		
SLOTX_DI11ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 11		
SLOTX_DI12ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 12		
SLOTX_DI13ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 13		
SLOTX_DI14ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 14		
SLOTX_DI15ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 15		
SLOTX_DI16ENAORD		-	Slot X Orden de Habilitación de Entrada Digital 16		

Tabla 1.5-2: Salidas digitales del módulo de Entradas					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
SLOTX_DI01VALUE	Entradas Digitales Físicas	INSXGGIO1.Ind1	Slot X Entrada Digital 1		Indicación de que se ha activado dicha entrada.
SLOTX_DI02VALUE		INSXGGIO1.Ind2	Slot X Entrada Digital 2		
SLOTX_DI03VALUE		INSXGGIO1.Ind3	Slot X Entrada Digital 3		
SLOTX_DI04VALUE		INSXGGIO1.Ind4	Slot X Entrada Digital 4		
SLOTX_DI05VALUE		INSXGGIO1.Ind5	Slot X Entrada Digital 5		
SLOTX_DI06VALUE		INSXGGIO1.Ind6	Slot X Entrada Digital 6		
SLOTX_DI07VALUE		INSXGGIO1.Ind7	Slot X Entrada Digital 7		
SLOTX_DI08VALUE		INSXGGIO1.Ind8	Slot X Entrada Digital 8		
SLOTX_DI09VALUE		INSXGGIO1.Ind9	Slot X Entrada Digital 9		
SLOTX_DI10VALUE		INSXGGIO1.Ind10	Slot X Entrada Digital 10		
SLOTX_DI11VALUE		INSXGGIO1.Ind11	Slot X Entrada Digital 11		
SLOTX_DI12VALUE		INSXGGIO1.Ind12	Slot X Entrada Digital 12		
SLOTX_DI13VALUE		INSXGGIO1.Ind13	Slot X Entrada Digital 13		
SLOTX_DI14VALUE		INSXGGIO1.Ind14	Slot X Entrada Digital 14		
SLOTX_DI15VALUE		INSXGGIO1.Ind15	Slot X Entrada Digital 15		
SLOTX_DI16VALUE		INSXGGIO1.Ind16	Slot X Entrada Digital 16		

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.5-2: Salidas digitales del módulo de Entradas					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
SLOTX_DI01VALIDITY	Validez de Entradas Digitales		Slot X Validez Entrada Digital 1		Indican el estado válido de la entrada digital.
SLOTX_DI02VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 2		
SLOTX_DI03VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 3		
SLOTX_DI04VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 4		
SLOTX_DI05VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 5		
SLOTX_DI06VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 6		
SLOTX_DI07VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 7		
SLOTX_DI08VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 8		
SLOTX_DI09VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 9		
SLOTX_DI10VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 10		
SLOTX_DI11VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 11		
SLOTX_DI12VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 12		
SLOTX_DI13VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 13		
SLOTX_DI14VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 14		
SLOTX_DI15VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 15		
SLOTX_DI16VALIDITY			Slot X Validez Entrada Digital 16		
FALLOTALIMENTACIONENTRADASDIGITALES	Errores y Alarmas		Activación de Fallo de Tensión de Alimentación de EDs		Indicación de pérdida de tensión de referencia en EDs.
ENTRADASDIGITALESHABILITADAS	Otras		Entradas Digitales Habilitadas		Indicación de EDs habilitadas por ajuste.

Slot X. Pueden ser X los conectores de A y/o B, según modelo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.6.b Salidas digitales

El número de salidas auxiliares dependerá del modelo seleccionado. Todas ellas son configurables con cualquier señal de entrada o salida de los módulos de protección y control preexistentes o con señales definidas por el usuario en la lógica programable.

Las salidas auxiliares pueden usar relés de contactos normalmente abiertos, normalmente cerrados o salidas de estado sólido rápidas. Para conocer en detalle la disposición de contactos de cada modelo consultar el plano de conexiones.

Las unidades de medida y unidades lógicas generan, en su operación, una serie de salidas lógicas. Se puede hacer uso de dichas señales o cualquier señal que se encuentre dada de alta dentro del equipo para configurar la activación de cada salida digital mediante la puerta OR disponible en los ajustes de protección. Para realizar lógicas más complejas y poder asignar las salidas resultantes a salidas auxiliares físicas habría que programar los opcodes necesarios en la lógica programable para generar una señal de usuario a utilizar en el ajuste de la salida correspondiente.

Existe una salida auxiliar adicional (**SLOT A**), no programable, que corresponde a **Equipo en servicio**.

Tabla 1.5-3: Salidas digitales del módulo de Salidas

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
SLOTX_DO01	Salidas Digitales Físicas	OUTSXGGIO1.Ind1	Slot X Salida Digital 1		Indicación de que se ha activado dicha entrada.
SLOTX_DO02		OUTSXGGIO1.Ind2	Slot X Salida Digital 2		
SLOTX_DO03		OUTSXGGIO1.Ind3	Slot X Salida Digital 3		
SLOTX_DO04		OUTSXGGIO1.Ind4	Slot X Salida Digital 4		
SLOTX_DO05		OUTSXGGIO1.Ind5	Slot X Salida Digital 5		
SLOTX_DO06		OUTSXGGIO1.Ind6	Slot X Salida Digital 6		
SLOTX_DO07		OUTSXGGIO1.Ind7	Slot X Salida Digital 7		

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.6.c Ensayo de las entradas digitales, salidas digitales y LEDs

Alimentar el equipo con la tensión nominal, en función del modelo. En ese momento debe encenderse el LED de **Disponible**.

- **Entradas digitales**

Para el ensayo de las entradas, superar la tensión nominal ajustada en ***Nivel de activación*** por SLOT entre las bornas correspondientes a las entradas (señaladas en el esquema de conexiones externas), teniendo siempre en cuenta la polaridad de los contactos y niveles de activación indicadas en el apartado 1.5.6.a.

Situarse en la pantalla de entradas del menú y comprobar que las entradas están activadas. Retirar la tensión y comprobar que las entradas están desactivadas. Se puede llevar a cabo la comprobación también a través de los eventos del equipo o en el apartado de estado del programa de comunicaciones.

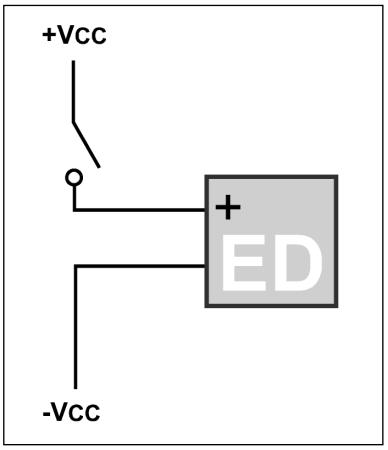


Figura 1.5.21 Ensayo de las entradas digitales.

- **Salidas auxiliares**

Para la comprobación de las salidas auxiliares se deberá provocar su actuación en función de cómo estén configuradas. En caso de que no tengan ninguna configuración, las salidas se pueden configurar como activación de las entradas físicas o de cualquier otra señal disponible en el equipo.

- **Botones de selección y mando y LEDs asociados**

Para el ensayo de los botones configurables de selección y mando, se les asignará una configuración de modo que, una vez hecha su selección y posteriormente el mando, se activarán y desactivarán salidas auxiliares.

Pulsando las teclas **P1** a **P6**, una vez hecha la configuración antes indicada, parpadearán los LEDs correspondientes a cada una de ellas; pulsando a continuación las teclas **I** (que indica cierre) o **O** (que indica apertura) se activarán los contactos correspondientes a las salidas auxiliares configuradas.

- **LEDs de señalización**

Para comprobar los LEDs de señalización se pulsará la tecla **CLR** desde la pantalla en reposo hasta que aparezca la pantalla de reposición de LEDs. Mantener pulsado **ENT** hasta que se enciendan y apaguen todos los LEDs.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.7 Entradas y salidas digitales virtuales

El equipo puede gestionar hasta 16 entradas virtuales por equipo remoto conectado a través de la tarjeta de comunicaciones para la función diferencial de línea 87L. A su vez, puede enviar 16 salidas virtuales por comunicaciones a todos los equipos remotos conectados al mismo. Estas entradas y salidas solo funcionarán, es decir, se considerarán validas cuando exista una comunicación correcta entre equipos y cuando este configurado por ajustes algún canal de comunicación con el correspondiente equipo remoto.

La configuración tanto de las entradas como de las salidas se llevará a cabo mediante ajustes de protección pudiendo asignar, por entrada y salida, hasta 16 señales conectadas una puerta OR, de tal manera que cuando alguna de dichas 16 señales se active, la entrada física o salida física correspondiente se activará. Las señales para seleccionar podrán ser internas del equipo o señales de usuario dadas de alta en la configuración de control.

1.5.7.a Entradas digitales virtuales

El filtrado y funcionamiento de las entradas digitales es configurable de acuerdo a las siguientes opciones:

El equipo cuenta con 4 filtros. Cada filtro se ajusta según los siguientes ajustes:

- ***Umbral de activación*** (1-15 tramas). Es posible establecer cuantas tramas de comunicaciones son necesarias durante una ventana de activación para que la señal se considere activa.
- ***Ventana de activación*** (1-15 tramas). Número de tramas que se utilizan para conocer si una determinada señal está activa o desactivada.

Este esquema de umbral de tramas con señal activa en una ventana de tramas, o esquema m sobre n, permite regular la seguridad y obediencia de la señal. Así, cuanto mayor sea el umbral, más seguro es ante ruidos en el canal, sin embargo, retardará la activación de la señal y reducirá la obediencia. Por defecto, ambos valores están ajustados 1. Por tanto, solo se necesitará una trama con la señal virtual activada para considerarla como activa.

Para cada entrada se podrá asignar mediante un ajuste con qué filtro se trabajará:

- ***Asignación de filtros*** (Filtro 1 - Filtro 2 – Filtro 3 – Filtro 4). Mediante este ajuste se selecciona para cada entrada digital virtual configurable el “filtro 1”, el “filtro 2”, el “filtro 3” o el “filtro 4”. Mediante los ajustes explicados anteriormente se construyen los filtros 1, 2. 3 y 4 permitiendo crear entradas virtuales de detección rápida y obediente y otras entradas virtuales de detección lenta pero más seguras.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.5-4: Ajustes del módulo de entradas digitales virtuales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTWINDOWFILTER1	Entradas Digitales Virtuales	VIRINGGIO1.ActWindow1	Ventana de activación para el Filtro 1		Número de tramas utilizadas para saber si una cierta entrada digital virtual está activa o no.
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTWINDOWFILTER2		VIRINGGIO1.ActWindow2	Ventana de activación para el Filtro 2		
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTWINDOWFILTER3		VIRINGGIO1.ActWindow3	Ventana de activación para el Filtro 3		
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTWINDOWFILTER4		VIRINGGIO1.ActWindow4	Ventana de activación para el Filtro 4		
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTTHRESFILTER1		VIRINGGIO1.ActVal1	Umbral de activación para el Filtro 1		Tramas activadas en la ventana para saber si cierta entrada digital virtual está activa o no.
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTTHRESFILTER2		VIRINGGIO1.ActVal2	Umbral de activación para el Filtro 2		
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTTHRESFILTER3		VIRINGGIO1.ActVal3	Umbral de activación para el Filtro 3		
IAJSLDC_REMOTESIG_ACTTHRESFILTER4		VIRINGGIO1.ActVal4	Umbral de activación para el Filtro 4		

Tabla 1.5-5: Ajustes del módulo de entradas digitales virtuales Equipo Remoto E2					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IAJSLDC_E2_DSREM1_ACTFILTER	Entradas Digitales Virtuales	VIRINE2GGIO.VInFil1	Filtro Entrada Digital Virtual 1		Aplica un filtro, de los cuatro filtros disponibles, para las Entradas Digitales Virtuales.
IAJSLDC_E2_DSREM2_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil2	Filtro Entrada Digital Virtual 2		
IAJSLDC_E2_DSREM3_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil3	Filtro Entrada Digital Virtual 3		
IAJSLDC_E2_DSREM4_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil4	Filtro Entrada Digital Virtual 4		
IAJSLDC_E2_DSREM5_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil5	Filtro Entrada Digital Virtual 5		
IAJSLDC_E2_DSREM6_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil6	Filtro Entrada Digital Virtual 6		
IAJSLDC_E2_DSREM7_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil7	Filtro Entrada Digital Virtual 7		
IAJSLDC_E2_DSREM8_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil8	Filtro Entrada Digital Virtual 8		
IAJSLDC_E2_DSREM9_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil9	Filtro Entrada Digital Virtual 9		
IAJSLDC_E2_DSREM10_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil10	Filtro Entrada Digital Virtual 10		
IAJSLDC_E2_DSREM11_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil11	Filtro Entrada Digital Virtual 11		
IAJSLDC_E2_DSREM12_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil12	Filtro Entrada Digital Virtual 12		
IAJSLDC_E2_DSREM13_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil13	Filtro Entrada Digital Virtual 13		
IAJSLDC_E2_DSREM14_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil14	Filtro Entrada Digital Virtual 14		
IAJSLDC_E2_DSREM15_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil15	Filtro Entrada Digital Virtual 15		
IAJSLDC_E2_DSREM16_ACTFILTER		VIRINE2GGIO.VInFil16	Filtro Entrada Digital Virtual 16		

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.5-6: Ajustes del módulo de entradas digitales virtuales Equipo Remoto E3					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IAJSLDC_E3_DSREM1_ACTFILTER	Entradas Digitales Virtuales	VIRINE3GGIO.VInFil1	Filtro Entrada Digital Virtual 1		Aplica un filtro, de los cuatro filtros disponibles, para las Entradas Digitales Virtuales.
IAJSLDC_E3_DSREM2_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil2	Filtro Entrada Digital Virtual 2		
IAJSLDC_E3_DSREM3_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil3	Filtro Entrada Digital Virtual 3		
IAJSLDC_E3_DSREM4_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil4	Filtro Entrada Digital Virtual 4		
IAJSLDC_E3_DSREM5_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil5	Filtro Entrada Digital Virtual 5		
IAJSLDC_E3_DSREM6_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil6	Filtro Entrada Digital Virtual 6		
IAJSLDC_E3_DSREM7_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil7	Filtro Entrada Digital Virtual 7		
IAJSLDC_E3_DSREM8_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil8	Filtro Entrada Digital Virtual 8		
IAJSLDC_E3_DSREM9_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil9	Filtro Entrada Digital Virtual 9		
IAJSLDC_E3_DSREM10_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil10	Filtro Entrada Digital Virtual 10		
IAJSLDC_E3_DSREM11_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil11	Filtro Entrada Digital Virtual 11		
IAJSLDC_E3_DSREM12_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil12	Filtro Entrada Digital Virtual 12		
IAJSLDC_E3_DSREM13_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil13	Filtro Entrada Digital Virtual 13		
IAJSLDC_E3_DSREM14_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil14	Filtro Entrada Digital Virtual 14		
IAJSLDC_E3_DSREM15_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil15	Filtro Entrada Digital Virtual 15		
IAJSLDC_E3_DSREM16_ACTFILTER		VIRINE3GGIO.VInFil16	Filtro Entrada Digital Virtual 16		

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La conexión de señales de las entradas digitales virtuales es similar a las entradas digitales físicas anteriormente descritas. Estas están divididas en función del equipo remoto del que proceden comenzando por el equipo remoto E2 hasta el E3 (E1 se reserva para el equipo local).

Tabla 1.5-7: Salidas del módulo de entradas digitales virtuales equipo remoto E2

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
LDC_E2_DI1VALUE	Entradas Digitales Virtuales	VIRINE2GGIO1.Ind1	Entrada Digital Virtual 1	I	Indicación de que se ha activado dicha entrada.
LDC_E2_DI2VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind2	Entrada Digital Virtual2	I	
LDC_E2_DI3VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind3	Entrada Digital Virtual3	I	
LDC_E2_DI4VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind4	Entrada Digital Virtual4	I	
LDC_E2_DI5VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind5	Entrada Digital Virtual5	I	
LDC_E2_DI6VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind6	Entrada Digital Virtual6	I	
LDC_E2_DI7VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind7	Entrada Digital Virtual7	I	
LDC_E2_DI8VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind8	Entrada Digital Virtual8	I	
LDC_E2_DI9VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind9	Entrada Digital Virtual9	I	
LDC_E2_DI10VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind10	Entrada Digital Virtual10	I	
LDC_E2_DI11VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind11	Entrada Digital Virtual11	I	
LDC_E2_DI12VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind12	Entrada Digital Virtual12	I	
LDC_E2_DI13VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind13	Entrada Digital Virtual13	I	
LDC_E2_DI14VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind14	Entrada Digital Virtual14	I	
LDC_E2_DI15VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind15	Entrada Digital Virtual15	I	
LDC_E2_DI16VALUE		VIRINE2GGIO1.Ind16	Entrada Digital Virtual16	I	
LDC_E2_DIVALIDITY		VIRINGGIO1.E2Valid	Validez Entradas Digitales Virtuales Equipo Remoto E2	I	Indicación de que las entradas digitales virtuales son válidas.

Tabla 1.5-8: Salidas del módulo de entradas digitales virtuales equipo remoto E3

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
LDC_E3_DI1VALUE	Entradas Digitales Virtuales	VIRINE3GGIO1.Ind1	Entrada Digital Virtual1	I	Indicación de que se ha activado dicha entrada.
LDC_E3_DI2VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind2	Entrada Digital Virtual2	I	
LDC_E3_DI3VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind3	Entrada Digital Virtual3	I	
LDC_E3_DI4VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind4	Entrada Digital Virtual4	I	
LDC_E3_DI5VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind5	Entrada Digital Virtual5	I	
LDC_E3_DI6VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind6	Entrada Digital Virtual6	I	
LDC_E3_DI7VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind7	Entrada Digital Virtual7	I	
LDC_E3_DI8VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind8	Entrada Digital Virtual8	I	
LDC_E3_DI9VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind9	Entrada Digital Virtual9	I	
LDC_E3_DI10VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind10	Entrada Digital Virtual10	I	
LDC_E3_DI11VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind11	Entrada Digital Virtual11	I	
LDC_E3_DI12VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind12	Entrada Digital Virtual12	I	
LDC_E3_DI13VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind13	Entrada Digital Virtual13	I	
LDC_E3_DI14VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind14	Entrada Digital Virtual14	I	
LDC_E3_DI15VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind15	Entrada Digital Virtual15	I	
LDC_E3_DI16VALUE		VIRINE3GGIO1.Ind16	Entrada Digital Virtual16	I	
LDC_E3_DIVALIDITY		VIRINGGIO1.E3Valid	Validez Entradas Digitales Virtuales Equipo Remoto E3	I	Indicación de que las entradas digitales virtuales son válidas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.7.b Salidas digitales virtuales

Se disponen de 16 salidas digitales virtuales que serán enviadas a todos los remotos sin distinción. Todas ellas son configurables con cualquier señal de entrada o salida de los módulos de protección y control preexistentes o con señales definidas por el usuario en la lógica programable.

Las unidades de medida y unidades lógicas generan, en su operación, una serie de salidas lógicas. Se puede hacer uso de dichas señales o cualquier señal que se encuentre dada de alta dentro del equipo para configurar la activación de cada salida digital mediante la puerta OR disponible en los ajustes de protección. Para realizar lógicas más complejas y poder asignar las salidas resultantes a salidas digitales virtuales habría que programar los opcodes necesarios en la lógica programable para generar una señal de usuario a utilizar en el ajuste de la salida correspondiente.

Tabla 1.5-9: Salidas del módulo de salidas digitales virtuales

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
LDC_E1_DO1	Salidas Digitales Físicas	VIROUTGGIO.Ind1	Salida Digital Virtual 1	I	Indicación de que se ha activado dicha salida.
LDC_E1_DO2		VIROUTGGIO.Ind2	Salida Digital Virtual 2	I	
LDC_E1_DO3		VIROUTGGIO.Ind3	Salida Digital Virtual 3	I	
LDC_E1_DO4		VIROUTGGIO.Ind4	Salida Digital Virtual 4	I	
LDC_E1_DO5		VIROUTGGIO.Ind5	Salida Digital Virtual 5	I	
LDC_E1_DO6		VIROUTGGIO.Ind6	Salida Digital Virtual 6	I	
LDC_E1_DO7		VIROUTGGIO.Ind7	Salida Digital Virtual 7	I	
LDC_E1_DO8		VIROUTGGIO.Ind8	Salida Digital Virtual 8	I	
LDC_E1_DO9		VIROUTGGIO.Ind9	Salida Digital Virtual 9	I	
LDC_E1_DO10		VIROUTGGIO.Ind10	Salida Digital Virtual 10	I	
LDC_E1_DO11		VIROUTGGIO.Ind11	Salida Digital Virtual 11	I	
LDC_E1_DO12		VIROUTGGIO.Ind12	Salida Digital Virtual 12	I	
LDC_E1_DO13		VIROUTGGIO.Ind13	Salida Digital Virtual 13	I	
LDC_E1_DO14		VIROUTGGIO.Ind14	Salida Digital Virtual 14	I	
LDC_E1_DO15		VIROUTGGIO.Ind15	Salida Digital Virtual 15	I	
LDC_E1_DO16		VIROUTGGIO.Ind16	Salida Digital Virtual 16	I	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.8 Comunicaciones

1.5.8.a Puertos de comunicaciones

Los equipos disponen de varios tipos de puertos de comunicación dependiendo del modelo seleccionado:

- **1 Puerto local** delantero tipo USB-A host para carga y descarga de ficheros IEC 61850.
- **1 Puerto local** delantero tipo USB-B. Utiliza únicamente el protocolo PROCOME para conexión con herramienta de configuración.
- **2 Puertos remotos** con las siguientes características:
  - Puerto Remoto 1 (SP1): interfaz de fibra óptica cristal ST o interfaz eléctrico RS232 Full Modem.
  - Puertos Remoto 2 (SP2): interfaz de fibra óptica cristal ST o interfaz eléctrico RS232/RS485.
- **Hasta 4 Puertos LAN**. Dos interfaces redundantes con las siguientes posibles configuraciones (comunicaciones tipo ETHERNET).

Interfaz 1: LAN 1 y LAN 2	**LAN1**	**LAN2**
1ª Combinación	RJ45	RJ45
2ª Combinación	GFO LC	GFO LC
3ª Combinación	GFO ST	GFO ST

Interfaz 2: LAN 3 y LAN 4	**LAN3**	**LAN4**
1ª Combinación	No disponible	No disponible
2ª Combinación	RJ45	RJ45
3ª Combinación	GFO LC	GFO LC
4ª Combinación	GFO ST	GFO ST

Existe un controlador por cada puerta de comunicaciones, de forma que se puede establecer comunicación por todas ellas a la vez. Además, en el caso de los puertos Ethernet el equipo soporta hasta 5 protocolos (PROCOME, DNP3 V3.0, MODBUS) simultáneamente además de MMS y mensajes GOOSE (IEC 61850) en el caso de seleccionar un equipo con IEC 61850.

Los datos técnicos relativos a estos enlaces de comunicación se encuentran en la sección de Características Técnicas mientras que la información sobre qué puertos están disponibles en cada modelo se puede encontrar en la sección de Selección del Modelo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.8.b Puertos de comunicaciones para la función diferencial de línea

Los equipos disponen de 2 o 4 puertos de comunicación (según modelo) para la función diferencial de línea dependiendo del modelo seleccionado:

- Puertos SFP (GFO LC). Trasero para la función diferencial de línea.
- Puertos multimodo GFO ST. Trasero para la función diferencial de línea.

Adicionalmente, se dispone de un led por puerto para indicar el estado de la comunicación de manera visual. Estos estados y la indicación led correspondiente están descritos en la siguiente tabla:

Estado LED	**Estado comunicación**
Apagado	Puerto deshabilitado o sin SFP conectado
Rojo fijo	LOS o AIS
Amarillo fijo	Alarma dirección incorrecta
Amarillo parpadeando	Yellow Bit
Verde parpadeante	Puerto comunicando correctamente

Atención. Es necesario tener cuidado al insertar módulos SFP en el hueco correspondiente. Si se inserta al revés, pueden surgir dificultades para retirarlo posteriormente. Insértelo de forma que la pestaña de seguridad cierre hacia la fuente de alimentación del equipo.

1.5.8.c Comunicación con la herramienta de configuración

La comunicación para ajustar y extraer los datos de protección (estado, ajustes, sucesos, informes de falta, oscilos e históricos) es posible a través de las puertas de comunicaciones que tengan configurado el protocolo PROCOME. El puerto local siempre tiene asignado este protocolo, mientras que para los puertos remotos será necesario seleccionar el protocolo PROCOME para tal fin.

La comunicación se realiza mediante el programa de comunicaciones ***ZIV e-NET tool***®, que permite el diálogo bien sea **localmente** (a través de un PC conectado a la puerta frontal) o remotamente (vía puertas posteriores con protocolo PROCOME), cubriendo todas las necesidades en cuanto a programación, ajustes, registros, informes, etc.

La configuración de la puerta de comunicación local solamente se puede modificar desde el HMI, en cambio, los ajustes relativos a las puertas de comunicación remotas se pueden modificar también utilizando el programa de comunicaciones ***ZIV e-NET tool***®, pero únicamente comunicando con el equipo por el puerto local.

El programa de comunicaciones ***ZIV e-NET tool***®, que cubre la aplicación del modelo en cuestión, está protegido contra usuarios no autorizados mediante códigos de acceso. El programa ***ZIV e-NET tool***®, que corre en entorno **WINDOWS**™, es de fácil manejo y utiliza botones o teclas para dar entrada a los diversos submenús.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.8.d Protocolos de comunicaciones

Se dispone de los siguientes protocolos en función del puerto de comunicaciones:

- Puerto local delantero tipo **USB-A** (host). Para carga y descarga de ficheros IEC 61850 mediante pendrive.
- Puerto local delantero tipo **USB-B**. Utiliza únicamente el protocolo PROCOME.
- Puertos remotos **SP1** y **SP2**. Cada puerto se puede configurar para poder comunicar por un único protocolo, que podrá ser PROCOME, DNP V3.0 o MODBUS.
- Puertos **LAN**. Dos interfaces redundantes que pueden comunicar en MMS/GOOSE (IEC 61850) y simultáneamente con una instancia de PROCOME con puerto TCP 32001 fijo y cuatro instancias configurables a nivel de puerto TCP y protocolo (PROCOME, DNP3 V3.0 o MODBUS).

Hay que destacar que se puede mantener comunicación por todos los puertos simultáneamente.

El protocolo PROCOME cumple con la serie de normas IEC-870-5 y es utilizado, al igual que el IEC 61850, para la gestión de información tanto de protección como de control. Por otra parte, los protocolos DNP V3.0 y MODBUS se utilizan para la gestión de información de control.

Se podrán encontrar más detalles sobre los protocolos en los anexos correspondientes a cada uno de ellos.

1.5.8.e Registro de cambios de control

De acuerdo con las señales que se hayan configurado en la lógica programable mediante el programa ***ZIV e-NET tool***®, los diferentes eventos que se produzcan en el sistema generarán la anotación de aquellas señales que cambien de estado.

Es posible configurar en la lógica programable una lista de señales diferente para cada uno de los protocolos disponibles (PROCOME 3.0, DNP V3.0 y MODBUS), almacenándose los cambios que se produzcan en ficheros diferentes e independientes para cada uno de los puertos de comunicaciones. Esto quiere decir que, aunque se vacíe la cola de cambios de uno de los puertos tras haberse recogido dicha información, la misma información seguirá estando disponible en el otro puerto para ser recogida mediante el protocolo que tenga asignado, sea el mismo que el del primer puerto o no.

De la misma manera, es posible seleccionar de entre las señales configuradas en PROCOME, en DNP3, o en ambos, aquellas que se desee presenta a través del HMI. Su almacenamiento también se realiza en ficheros independientes, por lo que, aunque se vacíen las colas de cambios de control de los puertos de comunicaciones, la información seguirá estando disponible por el HMI.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Desde el HMI del equipo, mediante el menú **Información/Registros/Eventos** o pulsando la tecla **flecha arriba**, se accede a la información proporcionada por el registro de cambios de control existiendo las opciones de **visualizar eventos** o **informes de falta**. Al entrar en la opción de visualizar eventos, siempre se accede al último generado (el más reciente). Se presenta la información del siguiente modo:

AA/MM/DD|HH:MM:SS
ms texto1 □ o ■
ms texto2 □ o ■

AA/MM/DD|HH:MM:SS
ms texto3 □ o ■
ms texto4 □ o ■

Es decir, los eventos se agrupan por “fecha” y “hora”. A continuación, en la línea siguiente, se indican los milisegundos correspondientes a cada cambio de control y su etiqueta definida en el ***ZIV e-NET tool***® (máximo de 13 caracteres). Al final de la línea, un cuadrado relleno o vacío indica ACTIVACIÓN-ON (■) o DESACTIVACIÓN-OFF (□) respectivamente.

Las etiquetas de texto de las señales definidas en las tablas de entradas y salidas son las que se almacenan por defecto; en el caso de señales nuevas que se generan en la lógica programable, es necesario definir dicho texto. En cualquier caso, para disponer de los nombres que cada usuario requiera se recomienda crear una ficha lógica con la asignación de un nombre personalizado a cada una de las señales que se desee visualizar en el display.

La etiqueta con la fecha y hora se irá generando cada vez que se produzca un nuevo evento dentro de ella.

El MODBUS permite ver el valor actual de las señales digitales configuradas, pero no registra los cambios que se producen en ellas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.8.f Redundancia Ethernet

El equipo podrá contar con uno o dos interfaces redundantes. Cada interfaz redundante consta de dos puertos LAN. En función de un ajuste se podrá definir el modo de funcionamiento: sin redundancia, Bonding (Hot Stand By), RSTP, PRP o HSR.

- **Sin redundancia**

El modelo dispone de 2 adaptadores de red independientes con diferente dirección MAC y diferente dirección IP.

Ambos adaptadores son independientes, pudiendo acceder a la información MMS por ambos.

Los mensajes GOOSE se enviarán y recibirán solamente por uno de los adaptadores, el definido en el ajuste de ***Canal GOOSE***.

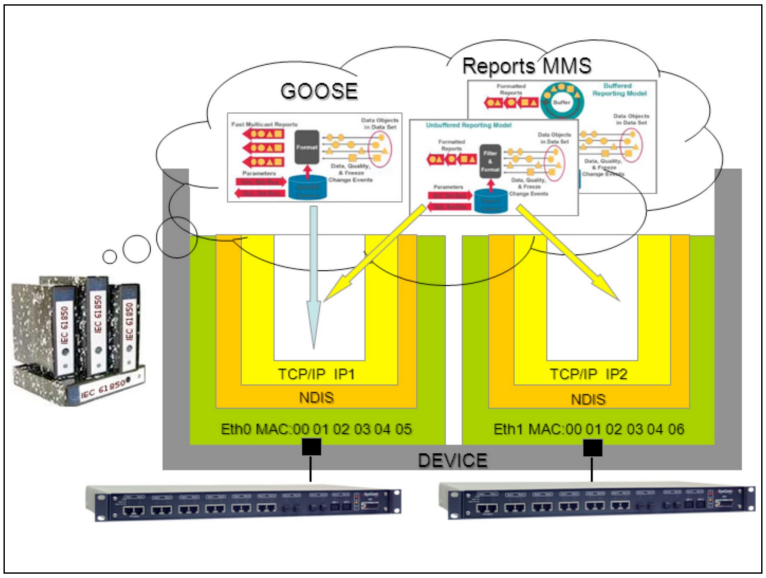


Figura 1.5.22 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo sin redundancia Ethernet.

- **Redundancia tipo Bonding o Hot Stand By**

El modelo dispone de 2 adaptadores de red que funcionan ambos con la misma dirección MAC y la misma dirección IP, estando activo sólo uno de ellos en función de la detección del medio (una rotura en la conexión al adaptador produce la conmutación al otro adaptador que sí tiene conexión). Tanto la información MMS como los mensajes GOOSE se enviarán y recibirán solamente por el adaptador que esté activo.

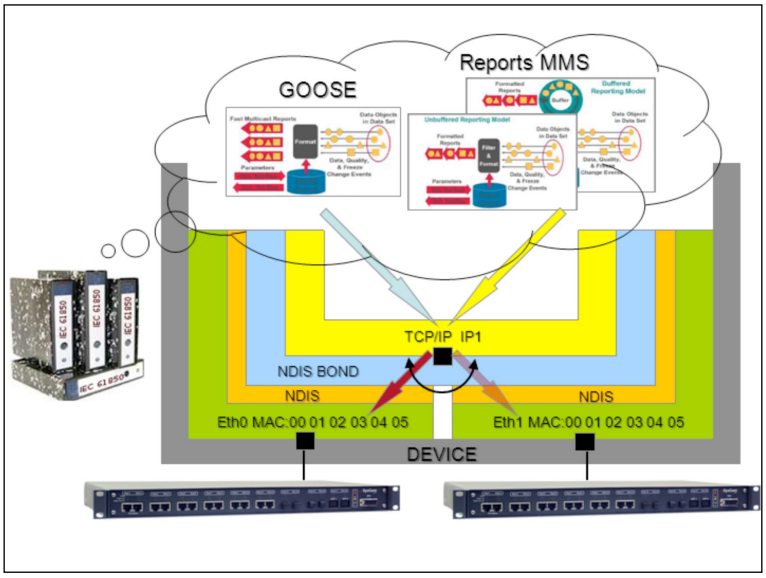


Figura 1.5.23 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo Bonding o Hot Stand By.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Redundancia tipo RSTP**

El modelo dispone de 2 adaptadores de red que funcionan ambos con la misma dirección MAC y la misma dirección IP, estando activos ambos adaptadores en todo momento. Los equipos definen entre sí el camino óptimo para el envío de los mensajes abriendo el anillo para evitar la formación de bucles. Asimismo, reconfiguran el camino cuando se produce algún tipo de cambio por caída de equipos o de links.

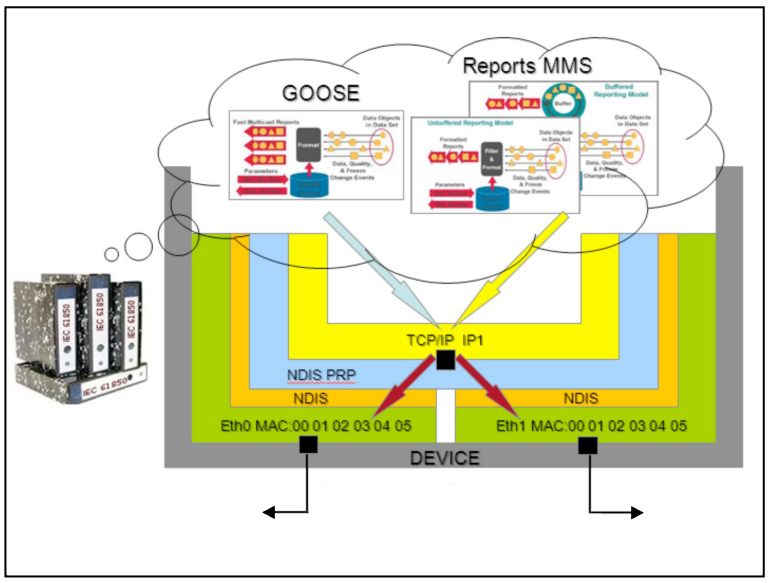


Figura 1.5.24 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo RSTP.

La redundancia tipo RSTP se basa en conectar los equipos entre sí en anillo simple, estrella o estrella-anillo en lugar de hacer uso de *switches*. Los propios equipos son los encargados de definir y abrir el anillo, así como de eliminar del mismo los mensajes evitando que recirculen indefinidamente. Todos los equipos deberán soportar Redundancia tipo RSTP.

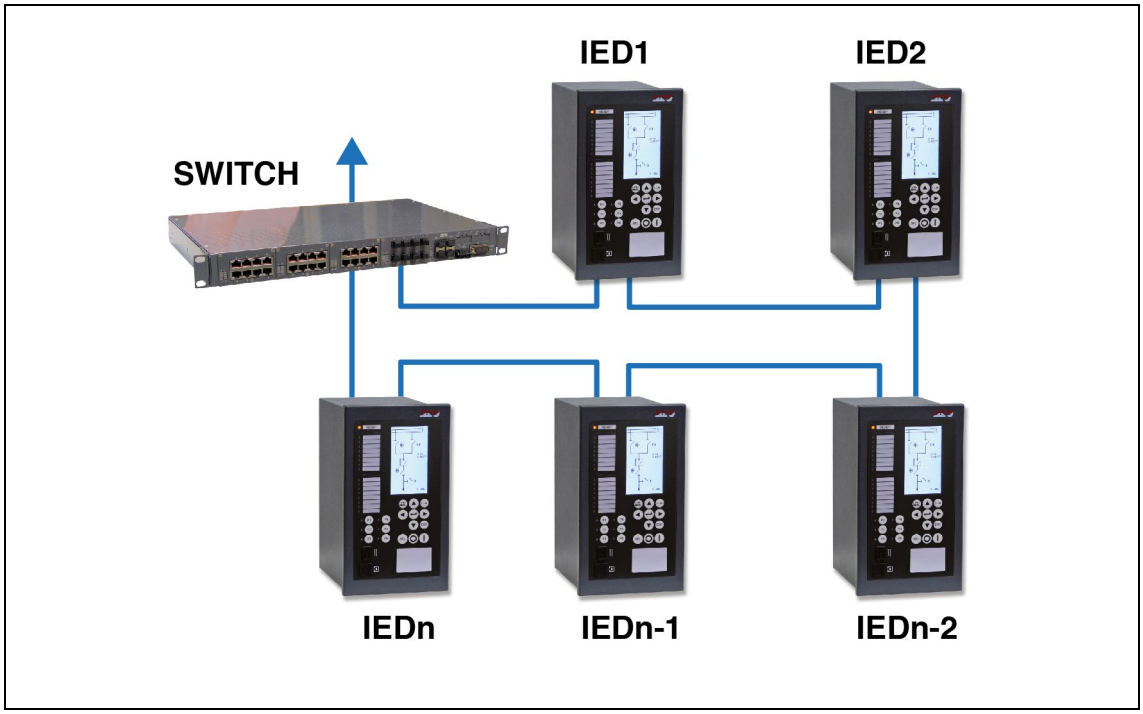


Figura 1.5.25 Ejemplo de conexión de equipos con Redundancia RSTP en anillo simple.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Redundancia tipo PRP**

El modelo dispone de 2 adaptadores de red que funcionan ambos con la misma dirección MAC y la misma dirección IP, estando activos ambos adaptadores en todo momento y enviando la misma información por ambos adaptadores empleando el protocolo IEC 62439-3-Parallel Redundancy Protocol (PRP).

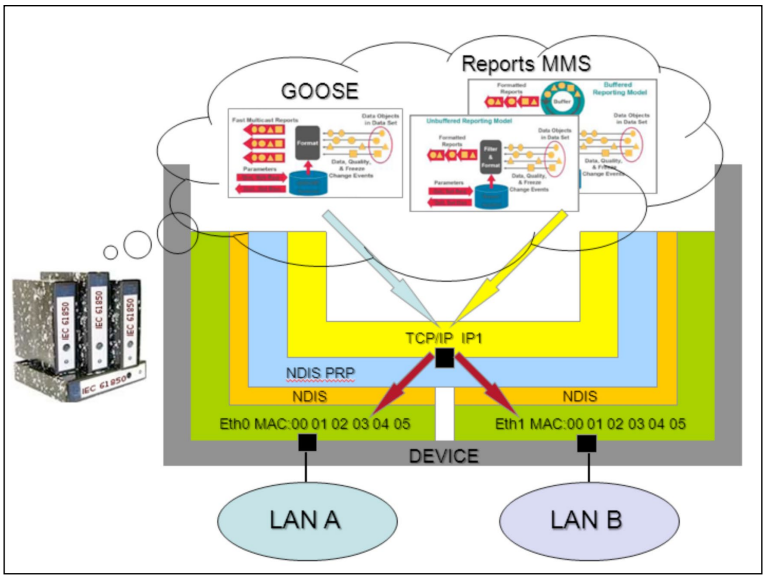


Figura 1.5.26 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo PRP.

Este protocolo se basa en conectar los equipos a dos redes Ethernet (LAN) diferentes, no conectadas entre sí. La misma información es enviada por ambos adaptadores al mismo tiempo, añadiéndole a cada trama Ethernet 6 bytes para el protocolo PRP. Estos bytes permiten realizar el descarte de duplicados, pues se recibirá la misma información por ambos adaptadores y lo interesante es poder descartar el paquete duplicado en el nivel más bajo posible dentro del *stack* de comunicaciones. Tanto la información MMS como los mensajes GOOSE se enviarán por ambos adaptadores al mismo tiempo. En un sistema con Redundancia PRP pueden operar tanto equipos que soportan PRP como equipos que no soportan PRP, en cuyo caso solo estarán conectados a una única red.

El LanID es fijo: 0x0A for LAN1 and LAN3 and 0x0B for LAN2 and LAN4.

- **Redundancia tipo HSR**

El modelo dispone de 2 adaptadores de red que funcionan ambos con la misma dirección MAC y la misma dirección IP, estando activos ambos adaptadores en todo momento y gestionando el tráfico según el protocolo IEC 62439-3-High-availability Seamless Redundancy (HSR).

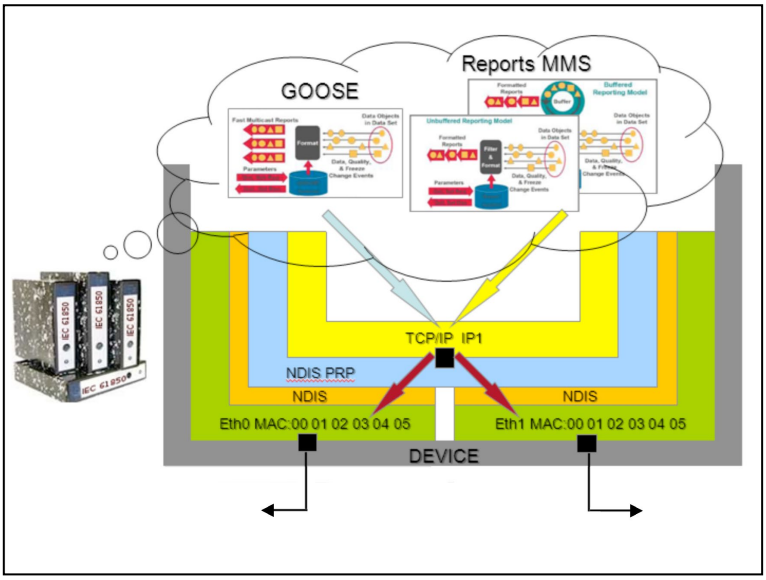


Figura 1.5.27 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo HSR.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La Redundancia tipo HSR se basa en conectar los equipos entre sí en anillo. Todos los equipos conectados en una red HSR deben soportar HSR y son los propios dispositivos los que llevan a cabo la gestión de las tramas Ethernet, actuando como puente y reenviando el tráfico en caso de aquellas tramas en las que un equipo no es origen ni destino, recepcionando y eliminando las tramas si son destino, desechando tramas en caso de ser emisor si se reciben de vuelta por el mismo o diferente adaptador al usado para el envío, enviando tramas de supervisión, etc.

El LanID es fijo: 0x0A for LAN1 and LAN3 and 0x0B for LAN2 and LAN4.

- **Ejemplos de redundancias más comunes**

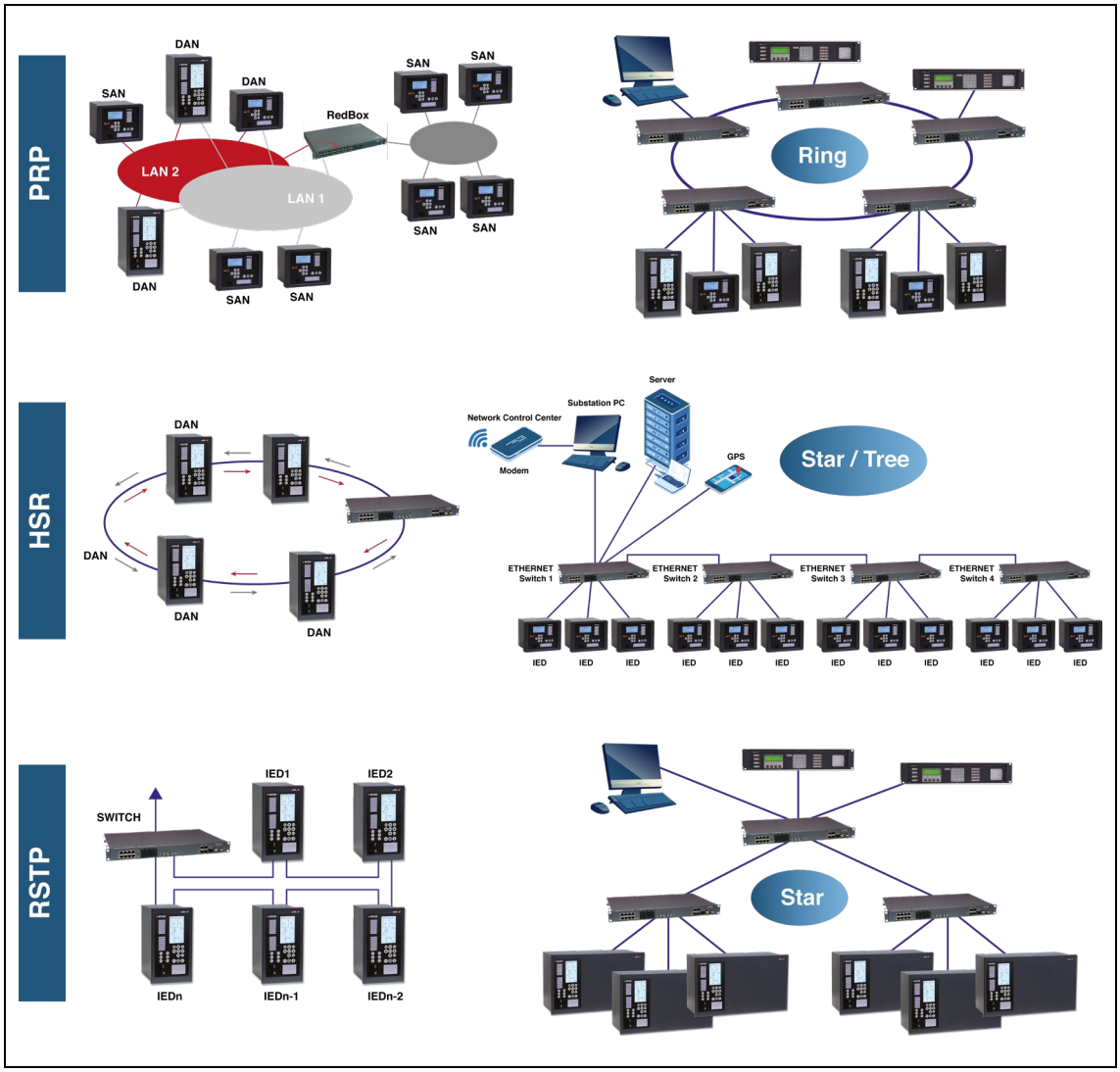


Figura 1.5.28 Ejemplos de redundancias más comunes.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.8.g Ajustes de comunicaciones

Los ajustes que se describen a continuación son totalmente independientes para cada puerto y se agrupan del siguiente modo: ***Ajustes de los puertos serie (local***, ***Puerto remoto 1*** **[SP1] o Puerto remoto 2 [SP2])**, ***Puertos LAN 1-2*** **(LAN1 o LAN2)**, ***Puerto LAN 3-4*** **(LAN3 o LAN4)**. Finalmente, también se describen los ajustes específicos de cada protocolo.

Cada vez que se inicia una sesión de comunicación por uno de estos puertos, en el display alfanumérico del equipo se indica en la esquina superior izquierda mediante un cuadro el puerto a través el cual el equipo se encuentra comunicando. De izquierda a derecha sería puerto local, puertos remotos SP1 y SP2, instancia PROCOME fija al puerto TCP 32001 e instancias 1, 2, 3 y 4 configurables. En los modelos con display gráfico, esta información está disponible en el menú de protección.

Esta indicación, en el caso del protocolo PROCOME 3.0, permanece en el display el tiempo de ***TimeOut clave comunicaciones*** indicado para el protocolo PROCOME tras la última comunicación realizada; en el caso de los protocolos MODBUS y DNP V3.0 permanece durante un minuto tras la última comunicación realizada.

Existen ajustes de tiempo diferentes para cada uno de los puertos físicos de comunicaciones (***Tiempo de indicación de fallo de comunicaciones***), que, independientemente del protocolo asignado, permiten configurar el tiempo de ausencia de actividad de comunicaciones tras el cual se generan las correspondientes alarmas (señales digitales y sucesos) de **Fallo de comunicaciones puerto remoto, protocolo 1, protocolo 2, protocolo 3, protocolo 4 y protocolo PROCOME**.

Como se ha indicado anteriormente, el equipo puede contar con uno o dos interfaces redundantes para hacer un total de 2 o 4 puertos LAN. Los ajustes se encuentran divididos por interfaz redundante, LAN1-2 y LAN3-4. Dentro de cada interfaz se encuentran los ajustes correspondientes de cada puerto LAN (LAN1, LAN2, LAN3 y LAN4), que serán utilizados de manera independiente si se ajusta el equipo sin redundancia, y los ajustes correspondientes a las redundancias disponibles en cada interfaz (Bonding o Hot Stand By, RSTP, PRP y HSR).

Cuando un interfaz se ajusta con redundancia, los puertos de dicho interfaz trabajarán por parejas, LAN1 con LAN2 y LAN3 con LAN4. Cada interfaz podrá ajustarse con un tipo de redundancia diferente. Independientemente del tipo de redundancia seleccionado, ambos adaptadores trabajarán con la misma dirección MAC e IP. La dirección IP utilizada será la ajustada en el adaptador LAN1 para el interfaz redundante LAN1-2 o LAN3 en el caso del interfaz redundante LAN3-4.

El puerto USB-B permite la comunicación entre 300 bits/s y 256000 bits/s sin necesidad de modificar ningún ajuste del puerto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Puerto Local (HMI)					
Ajuste	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Tiempo indicación fallo de comunicaciones	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo autenticado	Prot. Autenticado		SÍ / NO		SÍ

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Puertos Serie / Puerto Remoto 1					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Selec. Protocolo	Selec. Protocolo		Procome 3.0 DNP3.0 MODBUS		Procome
Velocidad	Velocidad		2400-115200 Bauds		38400
Bits de parada	Bits de Parada		1-2	1	1
Paridad	Paridad		Ninguna Impar Par		Ninguna
Tiempo RX Car.	Tiempo Rx Car.		1-60000 ms	0,5 ms	10 ms
Tpo.Ind.Fallo Coms	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo autenticado	Prot. Autenticado		SÍ / NO		SÍ
Ajustes Avanzados	Ajustes Avanzados				
Control de Flujo	Control de Flujo				
Flujo CTS	Flujo CTS		NO / SÍ		NO
Flujo DSR	Flujo DSR		NO / SÍ		NO
Sensible DSR	Sensible DSR		NO / SÍ		NO
Control DTR	Control DTR		Inactivo Activo Perm. Envío		Inactivo
Control RTS	Control RTS		Inactivo Activo Perm. Envío Sol. Envío		Inactivo
Tiempos	Tiempo				
Factor de Tiempo Tx	Factor Tiempo Tx		0-100	0,5	1
Constante de Tiempo Tx	Const. Tiempo Tx		0-60000 ms	1 ms	0 ms
Modificación de Mensaje	Modifica. Mensaje				
Número de Ceros	Números de Ceros		0-200	1	0
Colisiones	Colisiones				
Tipo Colisión	Tipo Colisión		No Eco DCD		No
N. Reintentos	N. Reintentos		0-3	1	0
Min T Reintentos	Mín T Reintentos		0-60000 ms	1 ms	0 ms
Max T Reintentos	Máx T Reintentos		0-60000 ms	1 ms	0 ms
Max Retraso Eco	Max Retraso Eco		0-60000 ms	0,5 ms	10 ms

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Puertos Serie / Puerto Remoto 2					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Selec. Protocolo	Selec. Protocolo		Procome 3.0 DNP3.0 MODBUS		Procome
Velocidad	Velocidad		2400-115200 Bauds		38400
Bits de parada	Bits de Parada		1-2	1	1
Paridad	Paridad		Ninguna Impar Par		Ninguna
Tiempo RX Car.	Tiempo Rx Car.		1-60000 ms	0,5 ms	10 ms
Tpo.Ind.Fallo Coms	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo autenticado	Prot. Autenticado		SÍ / NO		SÍ
Ajustes avanzados	Ajustes Avanzados				
Modo Operación	Modo Operación		RS-232 RS-485		RS-232
Tiempos	Tiempo				
Número de Bytes de Espera 485	N.Bytes Espera 485		0-4	1	0
Modificación de Mensaje	Modifica. Mensaje				
Número de Ceros	Números de Ceros		0-200	1	0
Colisiones	Colisiones				
Tipo Colisión	Tipo Colisión		No Eco		No
N. Reintentos	N. Reintentos		0-3	1	0
Min T Reintentos	Mín T Reintentos		0-60000 ms	1 ms	0 ms
Max T Reintentos	Máx T Reintentos		0-60000 ms	1 ms	0 ms
Max Retraso Eco	Max Retraso Eco		0-60000 ms	0,5 ms	10 ms

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Puertos LAN / Puertos LAN1-2					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Modo Redundancia	Modo Redundancia	LCCH1.RedTyp	No Redundancia. Redundancia tipo Bonding. Redundancia tipo PRP. Redundancia tipo HSR. RSTP		No Redund.
Tiempo Estado Canal	Temp. Estado Canal	LCCH1.ChLivTms1	1-60 s	1 s	5 s
Tiempo Fallo Link	Tiempo Fallo Link	LCCH1.LnkLivTmms1	0-60 s	0,1 s	0 s
Bonding	Bonding				
Intervalo Chequeo Enlace	Int Chequeo Enlace	LCCH1.BndChkTmms	25-1000 ms	1 ms	100 ms
PRP					
Intervalo de Envío de Tramas de Supervisión	Tiempo TX Superv.		0-30 s	0,5 s	2 s
LSB de MAC Destino para Tramas de Supervisión	LSB MAC Dest Sup		0-255	1	0
HSR	HSR				
Transmisión HSR	Transmisión HSR	LCCH1.HSRTxTyp	Store-Forward Cut-Through		Store-Forward
Intervalo de Envío de Tramas de Supervisión	Tiempo TX Superv.		0-30 s	0,5 s	2 s
LSB de MAC Destino para Tramas de Supervisión	LSB MAC Dest Sup		0-255	1	0
RSTP	RSTP				
Brige Priority	Brige Priority	LCCH1.STPPrio	0-61440	4096	32768
Hello Time	Hello Time	LCCH1.STPHello	1-10 s	1 s	2 s
Max Age	Max Age	LCCH1.STPMaxAge	6-40 s	1 s	20 s
Forward Delay	Forward Delay	LCCH1.STPFwdDl	4-30 s	1 s	15 s
Puerto 1	Puerto 1				
Priority	Priority	LCCH1.STPPrio1	0-240	16	128
Cost	Cost	LCCH1.STPCost1	0-200000000	1	200000
Edge	Edge	LCCH1.STPEdge1	On / Off		Off
Puerto 2	Puerto 2				
Priority	Priority	LCCH1.STPPrio2	0-240	16	128
Cost	Cost	LCCH1.STPCost2	0-200000000	1	200000
Edge	Edge	LCCH1.STPEdge2	On / Off		Off

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Puertos LAN / Puertos LAN1-2					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
LAN1	LAN 1				
Habilitar DHCP	Habilitar DHCP		NO / SÍ		NO
Dirección IP	Dirección IP		ddd.ddd.ddd.ddd		192.168.1.81
Máscara de red	Máscara Red		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Tablas de ruteo	Tablas de ruteo				
Gateway por defecto	Gateways defecto				
Dirección IP de gateway por defecto 1	IP GW1 Defecto 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 1	Métrica GW def 1		0-65535	1	1
Dirección IP de gateway por defecto 2	IP GW defecto 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 2	Métrica GW def 2		0-65535	1	1
Rutas estáticas	Rutas estáticas				
Dirección de destino en ruta 1	Dir destino ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 1	Máscara red ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 1	IP Gateway ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Dirección de destino en ruta 2	Dir destino ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 2	Máscara red ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 2	IP Gateway ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
LAN2	LAN 2				
Habilitar DHCP	Habilitar DHCP		SÍ / NO		NO
Dirección IP	Dirección IP		ddd.ddd.ddd.ddd		192.168.1.81
Máscara de red	Máscara Red		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Tablas de ruteo	Tablas de ruteo				
Gateway por defecto	Gateways defecto				
Dirección IP de gateway por defecto 1	IP GW1 Defecto 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 1	Métrica GW def 1		0-65535	1	1
Dirección IP de gateway por defecto 2	IP GW defecto 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 2	Métrica GW def 2		0-65535	1	1
Rutas estáticas	Rutas estáticas				
Dirección de destino en ruta 1	Dir destino ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 1	Máscara red ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 1	IP Gateway ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Dirección de destino en ruta 2	Dir destino ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 2	Máscara red ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 2	IP Gateway ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Puertos LAN / Puertos LAN3-4					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Modo Redundancia	Modo Redundancia	LCCH1.RedTyp	No Redundancia. Redundancia tipo Bonding. Redundancia tipo PRP. Redundancia tipo HSR. RSTP		No Redund.
Tiempo Estado Canal	Temp. Estado Canal	LCCH1.ChLivTms2	1-60 s	1 s	5 s
Tiempo Fallo Link	Tiempo Fallo Link	LCCH1.LnkLivTmms2	0-60 s	0,1 s	0 s
Bonding	Bonding				
Intervalo Chequeo Enlace	Int Chequeo Enlace	LCCH1.BndChkTmms	25-1000 ms	1 ms	100 ms
PRP					
Intervalo de Envío de Tramas de Supervisión	Tiempo TX Superv.		0-30 s	0,5 s	2 s
LSB de MAC Destino para Tramas de Supervisión	LSB MAC Dest Sup		0-255	1	0
HSR	HSR				
Transmisión HSR	Transmisión HSR	LCCH1.HSRTxTyp	Store-Forward Cut-Through		Store-Forward
Intervalo de Envío de Tramas de Supervisión	Tiempo TX Superv.		0-30 s	0,5 s	2 s
LSB de MAC Destino para Tramas de Supervisión	LSB MAC Dest Sup		0-255	1	0
RSTP	RSTP				
Brige Priority	Brige Priority	LCCH2.STPPrio	0-61440	4096	32768
Hello Time	Hello Time	LCCH2.STPHello	1-10 s	1 s	2 s
Max Age	Max Age	LCCH2.STPMaxAge	6-40 s	1 s	20 s
Forward Delay	Forward Delay	LCCH2.STPFwdDl	4-30 s	1 s	15 s
Puerto 1	Puerto 1				
Priority	Priority	LCCH2.STPPrio1	0-240	16	128
Cost	Cost	LCCH2.STPCost1	0-200000000	1	200000
Edge	Edge	LCCH2.STPEdge1	On / Off		Off
Puerto 2	Puerto 2				
Priority	Priority	LCCH2.STPPrio2	0-240	16	128
Cost	Cost	LCCH2.STPCost2	0-200000000	1	200000
Edge	Edge	LCCH2.STPEdge2	On / Off		Off

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Puertos LAN / Puertos LAN3-4					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
LAN3	LAN 3				
Habilitar DHCP	Habilitar DHCP		NO / SÍ		NO
Dirección IP	Dirección IP		ddd.ddd.ddd.ddd		192.168.1.81
Máscara de red	Máscara Red		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Tablas de ruteo	Tablas de ruteo				
Gateway por defecto	Gateways defecto				
Dirección IP de gateway por defecto 1	IP GW1 Defecto 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 1	Métrica GW def 1		0-65535	1	1
Dirección IP de gateway por defecto 2	IP GW defecto 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 2	Métrica GW def 2		0-65535	1	1
Rutas estáticas	Rutas estáticas				
Dirección de destino en ruta 1	Dir destino ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 1	Máscara red ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 1	IP Gateway ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Dirección de destino en ruta 2	Dir destino ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 2	Máscara red ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 2	IP Gateway ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
LAN4	LAN 4				
Habilitar DHCP	Habilitar DHCP		NO / SÍ		NO
Dirección IP	Dirección IP		ddd.ddd.ddd.ddd		192.168.1.81
Máscara de red	Máscara Red		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Tablas de ruteo	Tablas de ruteo				
Gateway por defecto	Gateways defecto				
Dirección IP de gateway por defecto 1	IP GW1 Defecto 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 1	Métrica GW def 1		0-65535	1	1
Dirección IP de gateway por defecto 2	IP GW defecto 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Métrica de gateway por defecto 2	Métrica GW def 2		0-65535	1	1
Rutas estáticas	Rutas estáticas				
Dirección de destino en ruta 1	Dir destino ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 1	Máscara red ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 1	IP Gateway ruta 1		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Dirección de destino en ruta 2	Dir destino ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Máscara de red en ruta 2	Máscara red ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		255.255.255.0
Dirección IP del gateway en ruta 2	IP Gateway ruta 2		ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Protocolos LAN					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Protocolo Procome	Protocolo Procome				
Nu. Puerto	Nú. Puerto		1-65535	1	32001
Tpo.Ind.Fallo Coms	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo Encriptado	Prot. Encriptado		NO / SÍ		SÍ
Protocolo Autenticado	Prot. Autenticado		NO / SÍ		SÍ
Ajustes avanzados	Ajustes Avanzados				
Tiempo de latido TCP	Tiempo Latido TCP		0-32767	1	20
Sondas de latido TCP	Sondas Latido TCP		1-127	1	2
Intervalo de latido TCP	Interv Latido TCP		0-32767	1	10
Protocolo 1	Protocolo 1				
Protocolo Ethernet	Protocolo Ethernet		Ninguno Procome Dnp 3.0 Modbus		Ninguno
Nu. Puerto	Nú. Puerto		1-65535	1	20000
Tpo.Ind.Fallo Coms	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo Encriptado	Protocolo Encriptado		NO / SÍ		SÍ
Protocolo Autenticado	Protocolo Autenticado		NO / SÍ		SÍ
Ajustes avanzados	Ajustes Avanzados				
Tiempo de latido TCP	Tiempo Latido TCP		0-32767	1	20
Sondas de latido TCP	Sondas Latido TCP		1-127	1	2
Intervalo de latido TCP	Interv Latido TCP		0-32767	1	10
Protocolo 2	Protocolo 2				
Protocolo Ethernet	Protocolo Ethernet		Ninguno Procome Dnp 3.0 Modbus		Ninguno
Nu. Puerto	Nú. Puerto		1-65535	1	20001
Tpo.Ind.Fallo Coms	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo Encriptado	Protocolo Encriptado		NO / SÍ		SÍ
Protocolo Autenticado	Protocolo Autenticado		NO / SÍ		SÍ
Ajustes avanzados	Ajustes Avanzados				
Tiempo de latido TCP	Tiempo Latido TCP		0-32767	1	20
Sondas de latido TCP	Sondas Latido TCP		1-127	1	2
Intervalo de latido TCP	Interv Latido TCP		0-32767	1	10

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Puertos / Protocolos LAN					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Protocolo 3	Protocolo 3				
Protocolo Ethernet	Protocolo Ethernet		Ninguno Procome Dnp 3.0 Modbus		Ninguno
Nu. Puerto	Nú. Puerto		1-65535	1	20002
Tpo.Ind.Fallo Coms	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo Encriptado	Protocolo Encriptado		NO / SÍ		SÍ
Protocolo Autenticado	Protocolo Autenticado		NO / SÍ		SÍ
Ajustes avanzados	Ajustes Avanzados				
Tiempo de latido TCP	Tiempo Latido TCP		0-32767	1	20
Sondas de latido TCP	Sondas Latido TCP		1-127	1	2
Intervalo de latido TCP	Interv Latido TCP		0-32767	1	10
Protocolo 4	Protocolo 4				
Protocolo Ethernet	Protocolo Ethernet		Ninguno Procome Dnp 3.0 Modbus		Ninguno
Nu. Puerto	Nú. Puerto		1-65535	1	20003
Tpo.Ind.Fallo Coms	Tpo.Ind.Fallo Coms		0-600 s	0,1 s	60 s
Protocolo Encriptado	Protocolo Encriptado		NO / SÍ		SÍ
Protocolo Autenticado	Protocolo Autenticado		NO / SÍ		SÍ
Ajustes avanzados	Ajustes Avanzados				
Tiempo de latido TCP	Tiempo Latido TCP		0-32767	1	20
Sondas de latido TCP	Sondas Latido TCP		1-127	1	2
Intervalo de latido TCP	Interv Latido TCP		0-32767	1	10

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Protocolos					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Protocolo PROCOME	Protocolo Procome				
Número de equipo	Número de Equipo		0-254	1	0
Protocolo DNP 3.0	Protocolo DNP 3.0				
Número relé	Número Relé		0-65519	1	1
T. Confirm Timeout	T. Confirm Timeout		100-65535 ms	1	1000 ms
N. Reintentos	N. Reintentos		0-65535	1	0
Hab. Unsolicited	Hab. Unsolicited		NO / SÍ		NO
N. Maestro Unsolic.	N. Maestro Unsolic		0-65519	1	1
Tiempo Agrup Unsolic.	Tiempo Agrup Unsol		100-65535 ms	1	1000 ms
Intervalo de sincronización	Intervalo Sincr.		0-120 min	1	0 min
Clase Cambios Digitales	Clase ED		Ninguno Clase 1 Clase 2 Clase 3		Clase 1
Clase Cambios Analógicos	Clase Analógicos		Ninguno Clase 1 Clase 2 Clase 3		Clase 2
Clase Cambios Contadores	Clase Contadores		Ninguno Clase 1 Clase 2 Clase 3		Clase 3
Estatus Validez en Entradas Digitales	Estatus Validez ED		NO / SÍ		SÍ
Medidas 32 Bits	Medidas 32 Bits		NO / SÍ		SÍ
Medidas (16 Bandas)	Medidas		0,0001-100	0,0001	100
Contadores (20 Cuentas Cambio Contador)	Contadores		1-32767	1	1
Protocolo MODBUS	Protocolo MODBUS				
Numero de equipo	Número de Equipo		0-247	1	1

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Comunicaciones / Protocolos					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
IEC 61850	IEC 61850				
Canal GOOSE	Canal Goose		LAN1 LAN2 LAN3 LAN4		LAN1
Goose	Goose				
Simulación	Simulación				
Publicación	Publicación				
GCB 01 Simulado	GCB 01 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 02 Simulado	GCB 02 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 03 Simulado	GCB 03 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 04 Simulado	GCB 04 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 05 Simulado	GCB 05 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 06 Simulado	GCB 06 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 07 Simulado	GCB 07 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 08 Simulado	GCB 08 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 09 Simulado	GCB 09 Simulado		NO / SÍ		NO
GCB 10 Simulado	GCB 10 Simulado		NO / SÍ		NO
Suscripción	Subscripción		NO / SÍ		NO

Los ajustes de configuración del protocolo PROCOME 3.0 son:

- ***Número de equipo*** (0-254). Especifica la dirección del equipo (actuando como **RTU** o **Remote Terminal Unit**) con relación al resto de equipos que se comunican con la misma estación maestra (**MTU** o Master Terminal Unit).

Los ajustes de configuración del protocolo DNP 3.0 incluyen la definición de:

- ***Número relé*** (0-65519). Especifica la dirección del equipo (actuando como **RTU** o **Remote Terminal Unit**) con relación al resto de equipos que se comunican con la misma estación maestra (**MTU** o Master Terminal Unit). Las direcciones 0xFFF0 a 0xFFFF están reservadas para las direcciones de Broadcast.
- ***T.Confirm TimeOut*** (100-65535). Especifica el tiempo (en milisegundos) desde que el equipo envía un mensaje pidiendo al maestro confirmación de la Capa de Aplicación (Nivel 7), hasta que se da por perdida dicha confirmación. El equipo pide confirmaciones de la Capa de Aplicación cuando envía mensajes espontáneos (Unsolicited) o en respuesta a peticiones de Datos de Clase 1 o Datos de Clase 2. Una vez expirado este tiempo, se intenta la retransmisión del mensaje tantas veces como se especifique en el parámetro N. reintentos.
- ***N. reintentos*** (0-65535). Número de reintentos de la Capa de Aplicación (N7). El valor por defecto es 0 (cero), indicando que no se intentará ninguna retransmisión.
- ***Hab. Unsolicited*** (SÍ/NO). Habilitación (**SÍ**) o inhabilitación (**NO**) del envío de mensajes espontáneos (Unsolicited); se utiliza en conjunción con el parámetro **Número MTU**. Para que el equipo empiece a enviar mensajes espontáneos es necesario, además, que el maestro los habilite mediante el Código de Función FC = 20.
- ***Número maestro Unsolicited*** (0-65535). Especifica la dirección de la estación maestra (**MTU** o Master Terminal Unit) a la que el equipo enviará los mensajes no solicitados o espontáneos (Unsolicited). Se utiliza en conjunción con el parámetro **Hab. Unsolicited**. Las direcciones 0xFFF0 a 0xFFFF están reservadas para las direcciones de Broadcast.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- ***Tiempo agrupación Unsolicited*** (100-65535). Especifica el intervalo de tiempo entre la generación del primer evento para un mensaje no solicitado y la transmisión del mensaje, con objeto de agrupar varios posibles eventos que se produzcan en este intervalo de tiempo en un único mensaje de transmisión y conseguir que no se sature la línea de comunicaciones con múltiples mensajes.
- ***Intervalo sincr***. (0-120 minutos). Especifica el intervalo de tiempo máximo entre dos sincronizaciones. Si no hay sincronización en el intervalo, se indica de la necesidad de una sincronización en Internal Indication (IIN1-4 NEED TIME). Este ajuste no tiene ningún efecto si **Intervalo Sincr**. es 0.

Pueden ajustarse hasta 64 medidas o magnitudes analógicas para su envío en DNP3. De entre ellas, podrán ajustarse hasta 16 medidas para ser enviadas ante una petición de cambios. La forma de seleccionar las medidas que han de ser enviadas ante una petición de cambios es habilitar la opción ***Cambio en medida DNP3*** en la configuración de control mediante ***ZIV e-NET tool®***.

El envío de cambios de medidas se ajusta en función de dos parámetros para cada medida: el ***Límite superior*** (en equipos perfil I) o ***Valor máximo*** (en equipos perfil II) configurado, y el valor ***Banda*** ajustado para esa medida. Se pueden ajustar mediante ***ZIVercomPlus®*** hasta 16 valores de banda que se irán asociando con las medidas habilitadas para envío por cambios en el mismo orden en que éstas están ordenadas en ***ZIV e-NET tool®***. Es decir: el valor de banda 000 se asignará a la primera medida habilitada para envío por cambios, el 001 a la segunda, y así hasta la última habilitada, con un límite de 16. La banda representa un porcentaje del ***Valor máximo***, de forma que cuando una variación de la medida supera dicha banda, el valor de la medida se anota para su envío como cambio. Cuando el equipo reciba una petición de cambios de medidas, enviará todos los cambios que tenga anotados.

Tanto para las medidas que tengan habilitada la opción ***Cambio en medida DNP3*** pero tengan la banda ajustada a 100%, como para las medidas que no tengan la opción ***Cambio en la medida DNP3*** habilitada, no se anotarán cambios analógicos, entendiéndose como inhabilitadas para el envío por cambios. Adicionalmente, para los protocolos DNP3.0 Perfil II y DNP 3.0 Perfil II ETHERNET se definen los siguientes ajustes:

- ***Clase para cambios digitales*** (CLASE 1, CLASE 2, CLASE 3, NINGUNO). Asigna la clase para los cambios binarios.
- ***Clase para cambios analógicos*** (CLASE 1, CLASE 2, CLASE 3, NINGUNO). Asigna la clase para los cambios analógicos.
- ***Clase para cambios de contadores*** (CLASE 1, CLASE 2, CLASE 3, NINGUNO). Asigna la clase para los cambios de contadores.
- ***Status validez en entradas digitales*** (SÍ/NO). Envío de entradas binarias con estatus (SÍ) o envío de entradas binarias sin estatus (NO).
- ***Medidas 32 bits*** (SÍ/NO). Envío de entradas analógicas de 32 bits (SÍ) o envío de entradas analógicas de 16 bits (NO).

Para que el equipo admita mandos recibidos por DNP3 la señal interna Telemando debe estar activa, para ello será necesario activarla mediante lógica de control.

El único ajuste de configuración del protocolo MODBUS es **Número de equipo (0-254)**, que, al igual que en los otros protocolos, especifica la dirección del equipo (actuando como **RTU** o Remote Terminal Unit) con relación al resto de equipos que se comunican con la misma estación maestra (**MTU** o Master Terminal Unit).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.8.h Señales de salida del módulo de comunicaciones

Tabla 1.5-10: Señales de salida del módulo de comunicaciones

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
FALLO_LINK1	Errores y Alarmas	LCCH1.LnkLiv	Fallo Link LAN1	I	Señal que indica fallo de link tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.
FALLO_COMS1		LCCH1.ChLiv	Fallo comunicaciones LAN1	I	Señal que indica la no existencia de cualquier tipo de tráfico tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.
FALLO_LINK2		LCCH1.RedLnkLiv	Fallo Link LAN2	I	Señal que indica fallo de link tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.
FALLO_COMS2		LCCH1.RedChLiv	Fallo comunicaciones LAN2	I	Señal que indica la no existencia de cualquier tipo de tráfico tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.
FALLO_LINK3		LCCH2.LnkLiv	Fallo Link LAN3	I	Señal que indica fallo de link tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.
FALLO_COMS3		LCCH2.ChLiv	Fallo comunicaciones LAN3	I	Señal que indica la no existencia de cualquier tipo de tráfico tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.5-10: Señales de salida del módulo de comunicaciones					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
FALLO_LINK4	Errores y Alarmas	LCCH2.RedLnkLiv	Fallo Link LAN4	I	Señal que indica fallo de link tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.
FALLO_COMS4		LCCH2.RedChLiv	Fallo comunicaciones LAN4	I	Señal que indica la no existencia de cualquier tipo de tráfico tras haber transcurrido el tiempo ajustado. Se señal IEC 61850 indica lo contrario.
AVALANCHAENLAN1		LCCH1.InOv	Congestión de red detectada en LAN 1		Número de tramas recibidos es mayor del límite soportado y el equipo desecha tráfico entrante por ese puerto.
AVALANCHAENLAN2		LCCH1.RedInOv	Congestión de red detectada en LAN 2		Número de tramas recibidos es mayor del límite soportado y el equipo desecha tráfico entrante por ese puerto.
AVALANCHAENLAN3		LCCH2.InOv	Congestión de red detectada en LAN 3		Número de tramas recibidos es mayor del límite soportado y el equipo desecha tráfico entrante por ese puerto.
AVALANCHAENLAN4		LCCH2.RedInOv	Congestión de red detectada en LAN 4		Número de tramas recibidos es mayor del límite soportado y el equipo desecha tráfico entrante por ese puerto.
BONDINGACT1	Otras	LCCH1.BndActCh	Bonding LAN1 activo		Indica el puerto Bonding activo. En IEC 61850 FALSE indica puerto LAN1 y TRUE puerto LAN2.
BONDINGACT2			Bonding LAN2 activo		
BONDINGACT3		LCCH2.BndActCh	Bonding LAN3 activo		Indica el puerto Bonding activo. En IEC 61850 FALSE indica puerto LAN3 y TRUE puerto LAN4.
BONDINGACT4			Bonding LAN4 activo		

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.9 Sincronización horaria

1.5.9.a Sincronización horaria manual

El equipo admitirá una sincronización manual a través del HMI si no está detectando sincronización desde ninguna otra fuente.

1.5.9.b Sincronización horaria por protocolo

Los equipos podrán sincronizarse de las siguientes maneras:

- **Protocolo PROCOME**: el equipo podrá recibir la fecha y hora mediante protocolo PROCOME bien sea desde una unidad central o desde el programa de comunicaciones que enviará la hora local del PC. El equipo se sincronizará si no detecta sincronización por IRIG-B o SNTP.
- **Protocolo DNP3:** el equipo podrá recibir la fecha y hora mediante protocolo DNP3 desde un servidor. El equipo se sincronizará si no detecta sincronización por IRIG-B, SNTP o PROCOME.

1.5.9.c Sincronización por SNTP

Aquellos equipos con IEC 61850 podrán sincronizarse a través del protocolo SNTP mediante Broadcast o Unicast y con uno o dos servidores. El equipo se sincronizará mediante SNTP si no detecta presencia de sincronización por IRIG-B. Para ello, dentro del menú de ajustes hay un apartado denominado Sincronización (ver Anexo D).

1.5.9.d Sincronización por IRIG-B 123 y 003

Los equipos podrán incorporar (según el modelo seleccionado) una entrada de tipo **BNC** para sincronización mediante una señal de código de tiempo en formato estándar **IRIG-B 123** o **003**. Dicha entrada se encuentra en la parte posterior del equipo. La precisión de sincronización es de ±1ms.

En el caso de que el equipo esté recibiendo señal de **IRIG-B** para su sincronización, estará denegado el acceso desde el HMI a los ajustes de ***Fecha y Hora***.

Existe la posibilidad de configurar una salida para indicar el estado de recepción de la señal de **IRIG-B**. Esta salida permanecerá activa mientras el equipo reciba correctamente dicha señal. Los equipos también están preparados para indicar tanto la pérdida como la recuperación de la señal de **IRIG-B** mediante la generación de los sucesos asociados a cada una de estas circunstancias.

Es posible determinar mediante el ajuste ***Tipo de hora IRIG-B*** si la hora que se recibe por el conector BNC corresponde a una **Hora universal** (**UTC**) o a un determinado **Huso horario** (**Local**).

En el primer caso será necesario realizar una corrección sobre la hora UTC para adaptarla a la zona horaria donde se encuentra instalado el equipo. Para ello se utiliza el ajuste ***Huso horario local*** perteneciente al grupo de ajustes de ***Fecha y Hora***, y que permite adelantar o atrasar la hora UTC según sea necesario.

En el segundo caso, el relé ya recibe la hora ya adaptada al Huso horario de la zona donde se encuentra y no es necesario realizar ningún tipo de corrección sobre ella. En este caso no tiene efecto el ajuste de ***Huso horario local***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.5.9.e Sincronización por PTP

El protocolo de tiempo de precisión, también conocido por las siglas PTP (*Precision Time Protocol*) está definido originalmente por el estándar IEEE 1588 y es utilizado para sincronizar equipos a través de una red de área local, alcanzando una precisión de microsegundos, es decir, es un protocolo mucho más preciso que la sincronización SNTP, IRIG-B o por protocolos serie.

Para conseguir esta precisión, el sistema de sincronización hace uso de mensajes de protocolo enviados entre los nodos PTP para determinar el desfase del reloj y los retrasos inherentes en la red, de tal manera que se tienen en cuenta los tiempos de propagación y de latencia.

1.5.9.f Ajustes de sincronización

Ajustes / Sincronización					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Núm dominio	Num Dominio	LPTP1.DomainNum	0-127&254	1	254
LAN1					
Habilitación PTP	Habilitación	LPTP1.PTPEna1	NO / SÍ		NO
Interv calc canal log	Log ch calc interv	LPTP1.DlClcPer1	0,125s 0,25s 0,5s 1s 2s 4s 8s 16s 32s		1s
Retardo	Retardo	LPTP1.DlAdjTm1	0–1000000 ns	1ns	0ns
Asimetría	Asimetria	LPTP1.AsymAdjTm1	-10000 a 10000	1ns	0ns
VLAN LAN1					
Habilitación		LPTP1.VlanEna1	NO / SÍ		NO
Identificador		LPTP1.VlanId1	0-4094	1	0
Prioridad		LPTP1.VlanPrio1	0-7	1	4
LAN2					
Habilitación PTP	Habilitación	LPTP1.PTPEna2	NO / SÍ		NO
Mecanismo medición retraso	Mec med retraso	LPTP1.DlClcPer2	0,125s 0,25s 0,5s 1s 2s 4s 8s 16s 32s		1s
Retardo	Retardo	LPTP1.DlAdjTm2	0–1000000 ns	1ns	0ns
Asimetría	Asimetria	LPTP1.AsymAdjTm2	-10000 a 10000	1ns	0ns
VLAN LAN2					
Habilitación		LPTP1.VlanEna2	NO / SÍ		NO
Identificador		LPTP1.VlanId2	0-4094	1	0
Prioridad		LPTP1.VlanPrio2	0-7	1	4

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes / Sincronización (continuación)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
LAN3					
Habilitación PTP	Habilitación	LPTP1.PTPEna3	NO / SÍ		NO
Mecanismo medición retraso	Mec med retraso	LPTP1.DlClcPer3	0,125s 0,25s 0,5s 1s 2s 4s 8s 16s 32s		1s
Retardo	Retardo	LPTP1.DlAdjTm3	0–1000000 ns	1ns	0ns
Asimetría	Asimetria	LPTP1.AsymAdjTm3	-10000 a 10000	1ns	0ns
VLAN LAN3					
Habilitación		LPTP1.VlanEna3	NO / SÍ		NO
Identificador		LPTP1.VlanId3	0-4094	1	0
Prioridad		LPTP1.VlanPrio3	0-7	1	4
LAN4					
Habilitación PTP	Habilitación	LPTP1.PTPEna4	NO / SÍ		NO
Mecanismo medición retraso	Mec med retraso	LPTP1.DlClcPer4	0,125s 0,25s 0,5s 1s 2s 4s 8s 16s 32s		1s
Retardo	Retardo	LPTP1.DlAdjTm4	0–1000000 ns	1ns	0ns
Asimetría	Asimetria	LPTP1.AsymAdjTm4	-10000 a 10000	1ns	0ns
VLAN LAN4					
Habilitación		LPTP1.VlanEna4	NO / SÍ		NO
Identificador		LPTP1.VlanId4	0-4094	1	0
Prioridad		LPTP1.VlanPrio4	0-7	1	4

1.5.9.g Señales de salidas del módulo de sincronización

Tabla 1.5-11:Señales de salidas del módulo de sincronización					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
SIGNAL_IRIGB	Otras	LTIM1.SynSt	IRIGB Activo	I	Señal que indica que se está recibiendo la señal de IRIG-B.
SNTP_SINCRONIZADO			Sincronización SNTP	I	Señal que indica que se está recibiendo la señal SNTP.
PTP_SINCRONIZADO			Sincronización PTP	I	Señal que indica que se está recibiendo la señal PTP.
SICRONIZACIONRELOJ		-	Sincronización de reloj		Señal que indica que el reloj se ha sincronizado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.6 Instalación y Puesta en Servicio

1.6.1	Generalidades	1.6-2
1.6.2	Exactitud	1.6-2
1.6.3	Instalación	1.6-3
1.6.4	Inspección preliminar	1.6-4
1.6.5	Ensayos	1.6-5
1.6.5.a	Ensayo de aislamiento	1.6-5
1.6.5.b	Comprobación de la fuente de alimentación	1.6-6
1.6.5.c	Ensayos de medida	1.6-6

1.6.1 Generalidades

La manipulación de equipos eléctricos, cuando no se realiza adecuadamente, puede presentar riesgos de graves daños personales o materiales. Por tanto, con este tipo de equipos ha de trabajar solamente personal cualificado y familiarizado con las normas de seguridad y medidas de precaución correspondientes.

Hay que hacer notar una serie de consideraciones generales, tales como:

- **Generación de tensiones internas elevadas en los circuitos de alimentación auxiliar y magnitudes de medida, incluso después de la desconexión del equipo.**
- **El equipo deberá estar conexionado a tierra antes de cualquier operación o manipulación.**
- **No se deberán sobrepasar en ningún momento los valores límite de funcionamiento del equipo (tensión auxiliar, intensidad, etc.).**
- **Antes de extraer o insertar algún módulo se deberá desconectar la alimentación del equipo; en caso contrario se podrían originar daños en el mismo.**

Las pruebas que se definen a continuación son los ensayos indicados para la puesta en marcha de un equipo, no siendo necesariamente coincidentes con las pruebas finales de fabricación a las que se somete cada unidad fabricada. El número de pruebas y su tipo, así como las características específicas de dichos ensayos, depende de cada modelo.

1.6.2 Exactitud

La exactitud obtenida en las pruebas eléctricas depende en gran parte de los equipos utilizados para medición de magnitudes y de las fuentes de prueba (tensión auxiliar e intensidades y tensiones de medida). Por lo tanto, las exactitudes indicadas en este manual de instrucciones, en su apartado de características técnicas, sólo pueden conseguirse en las condiciones de referencia normales y con las tolerancias para los ensayos según las normas UNE 21-136 y CEI 255, además de utilizar instrumentación de exactitud.

La ausencia de armónicos (según la norma < 2% de distorsión) es particularmente importante dado que los mismos pueden afectar a la medición interna del equipo. Podemos indicar que este equipo, por ejemplo, compuesto de elementos no lineales, se verá afectado de forma distinta que un amperímetro de c.a. ante la existencia de armónicos, dado que la medición se realiza de forma diferente en ambos casos.

Destacaremos que la exactitud con que se realice la prueba dependerá tanto de los instrumentos empleados para su medición como de las fuentes utilizadas. Por lo tanto, las pruebas realizadas por equipos secundarios son útiles simplemente como mera comprobación del funcionamiento del equipo y no de su exactitud.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.6.3 Instalación

- **Localización**

El lugar donde se instale el equipo debe cumplir unos requisitos mínimos no sólo para garantizar el correcto funcionamiento del mismo y la máxima duración de su vida útil, sino también para facilitar los trabajos necesarios de puesta en marcha y mantenimiento. Estos requisitos mínimos son los siguientes:

- Ausencia de polvo
- Ausencia de humedad
- Ausencia de vibraciones
- Buena iluminación
- Fácil acceso
- Montaje horizontal o vertical

El montaje se realizará de acuerdo con el esquema de dimensiones.

- **Conexión**

La primera borna de la regleta perteneciente a la fuente de alimentación auxiliar debe conectarse a tierra para que los circuitos de filtrado de perturbaciones puedan funcionar. El cable utilizado para realizar esta conexión deberá ser multifilar, con una sección mínima de 2 mm^2. La longitud de la conexión a tierra será la mínima posible, recomendándose no sobrepasar los 30 cm. Asimismo, se deberá conectar a tierra la borna de tierra de la caja, situada en la parte trasera del equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.6.4 Inspección preliminar

Se comprobarán los siguientes aspectos al proceder con la inspección preliminar:

- El relé se encuentra en perfectas condiciones mecánicas y todas sus partes se encuentran perfectamente fijadas y no falta ninguno de los tornillos de montaje.
- Los números de modelo y sus características coinciden con las especificadas en el pedido del equipo.

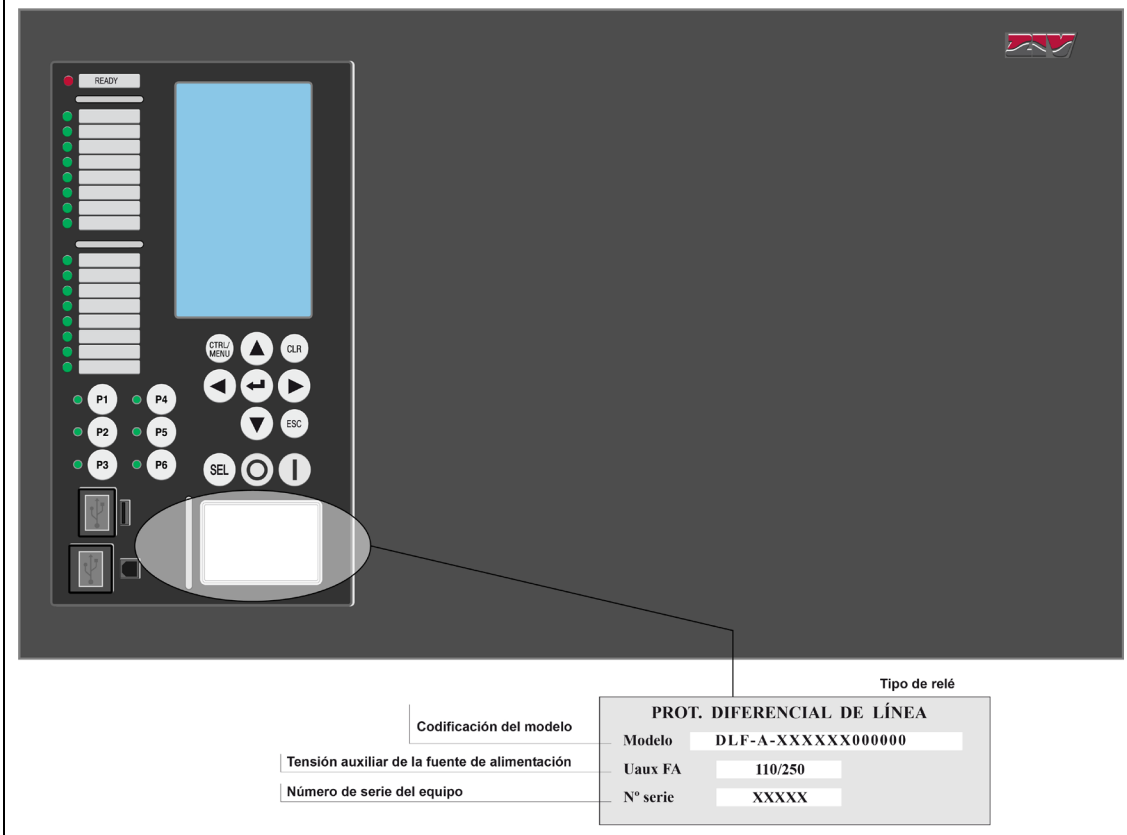


Figura 1.6.1 Placa de características (DLF).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.6.5 Ensayos

1.6.5.a Ensayo de aislamiento

Se recomienda que, durante las pruebas de aislamiento a realizar en armarios o cabinas, en las cuales se quiere comprobar la rigidez del cableado externo, se extraigan los conectores del equipo para evitar posibles daños al mismo si la prueba no es realizada adecuadamente o existen retornos en el cableado, dado que las pruebas de aislamiento ya han sido efectuadas en fábrica.

- **Modo común**

Cortocircuitar todas las bornas del equipo, excepto las bornas que pertenecen a la fuente de alimentación. Además, la borna de tierra de la caja deberá estar desconectada. Aplicar entonces 2000 Vac durante 1minuto o 2500 Vac durante 1s entre ese conjunto de bornas y la masa metálica de la caja. Cuando el equipo dispone de la ampliación de entradas, salidas y convertidores, tampoco hay que cortocircuitar las bornas de los convertidores de entrada (ver plano de conexiones).

- **Entre grupos**

Los grupos de aislamiento están formados por las entradas de intensidad y tensión (canales independientes), entradas digitales, salidas auxiliares, contactos de disparo, contactos de cierre y fuente de alimentación. Para formar los grupos para realizar el ensayo ver el esquema de conexiones. Aplicar entonces 2500 Vac durante 1 segundo entre cada pareja de grupos. En el caso de los convertidores de entrada, aplicar 1.000 Vac durante un segundo entre este grupo y todos los demás

ATENCIÓN!

Existen condensadores internos que pueden generar una tensión elevada si se retiran las puntas de prueba de aislamiento sin haber disminuido la tensión de ensayo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.6.5.b Comprobación de la fuente de alimentación

Conectar la alimentación tal y como se indica en la tabla siguiente.

VCC PROT	CON1P	CON2P
Slot A pin 3(+) - 2(-)	Slot A pin 6 - 5	Slot A pin 6 - 4

Comprobar que cuando el equipo se encuentra sin alimentación, se encuentran cerrados los contactos designados por CON2P de la tabla mencionada anteriormente, y abiertos los designados por CON1P. Alimentar a su tensión nominal y comprobar que cambian de estado los contactos designados por CON1P y CON2P y que se enciende el LED de **Disponible**.

1.6.5.c Ensayos de medida

Para esta prueba hay que tener en cuenta que, si se desea evitar disparos durante la misma, se deberán deshabilitar las unidades y evitar el corte de la inyección de intensidad y/o tensión por parte del interruptor. Posteriormente, se aplicarán a cada uno de los canales las intensidades y tensiones que, a modo de ejemplo, se indican en la siguiente tabla y se comprobarán las medidas siguientes:

I o V aplicada	I o V medida	Fase de I o V aplicada	Fase de I o V medida	Frecuencia Aplicada (V>20Vca)	Frecuencia medida (V>20Vca)
X	X ±1%	Y	Y ±1º	Z	Z ±5 mHz

Si se desea comprobar valores de intensidad elevados, se aplicará durante el tiempo más corto posible; por ejemplo, para 20A inferior a 8 segundos. Para poder visualizar los ángulos es necesario que esté aplicada la tensión de la fase A o se esté inyectando intensidad en la fase A en función del ajuste para la referencia de ángulos y que los valores inyectados superen los ajustados para tal fin. Para poder medir la frecuencia se necesitará inyectar tensión en cualquiera de las fases, teniendo en cuenta que el valor instantáneo de la tensión alfa de Clark contemple un valor superior al ajuste de "Tensión de inhibición".

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.7 Prueba de Conexionado

1.7.1 Introducción 1.7-2
1.7.2 Conexiones de tensión 1.7-2
1.7.1 Conexiones de corriente 1.7-2

1.7.1 Introducción

Los objetivos de la prueba de conexionado son los siguientes:

- Confirmar que el conexionado externo de canales analógicos de entrada de intensidad y tensión son correctos.
- Comprobar la polaridad de los transformadores de intensidad.
- Comprobar las medidas (magnitud y ángulo) de las tensiones e intensidades.

Para llevar a cabo la prueba de forma completa se procederá a realizar inyecciones en primario de tal manera que se puedan comprobar las polaridades y las relaciones de transformación de los transformadores de intensidad. Estas pruebas solo se podrán realizar cuando no haya restricciones en la energización de la posición y se haya llevado a cabo la puesta en marcha del resto de equipamiento de dicha posición donde se encuentra ubicado el relé de protección.

Comprobar antes de iniciar los chequeos que se hayan retirado todos los puentes de pruebas y que el cableado externo se encuentre debidamente conectado (es posible que durante la puesta en marcha se hayan desconectado cables externos).

1.7.2 Conexiones de tensión

Colocar un multímetro para comprobar que las medidas de tensión de secundario se encuentran en valores nominales. Haciendo uso de un indicador de rotación de fases para comprobar que la secuencia de fases del sistema es la correcta.

Comparar las medidas de secundario del multímetro con las medidas mostradas en la pantalla de medidas del relé cuando el ajuste de relación de transformación se encuentra a 1. Modificar el ajuste de relación de transformación para visualizar las tensiones en valores de primario. La lectura de las medidas en el display del relé o a través del programa de comunicaciones deberá cumplir lo especificado en el apartado de Exactitud en la medida del Capítulo 1.3, Características Técnicas.

1.7.3 Conexiones de corriente

Colocar un multímetro en serie con cada una de las entradas analógicas de corriente del relé para comprobar la medida en valores de secundario de cada fase. Dicha comprobación se llevará a cabo comparando el valor leído por el multímetro con el valor mostrado en la pantalla de medidas del relé cuando el ajuste de relación de transformación se encuentra a 1. Comprobar así mismo tanto módulos como ángulos. Modificar el ajuste de relación de transformación para visualizar las corrientes en valores de primario. La lectura de las medidas en el display del relé o a través del programa de comunicaciones deberá cumplir lo especificado en el apartado de Exactitud en la medida del Capítulo 1.3, Características Técnicas.

Comprobar que, al inyectar un sistema equilibrado, la corriente que fluye por el circuito del neutro del transformador es despreciable.

Comprobar que la polaridad de las intensidades es correcta midiendo el ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad inyectada.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Comprobar que al inyectar tensión e intensidad saliente a la posición (en dirección) la medida de potencia activa es positiva mientras que al inyectar intensidad entrante (en contradirección) la medida de potencia activa es negativa.

En aquellos equipos con medida de intensidad diferencial de tierra, comprobar que la polaridad de la intensidad del canal de polarización es correcta. Para ello inyectar el mismo valor de intensidad en el canal de polarización y en una única fase con un desfase de 180º. Comprobar que la medida de intensidad diferencial de tierra (IGN) es cero o cercana a cero. En caso de tener intensidad diferencial de tierra, modificar el cableado del canal de polarización.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.8 Normas y Ensayos Tipo

1.8.1 Aislamiento 1.8-2
1.8.2 Compatibilidad electromagnética 1.8-3
1.8.3 Climático 1.8-4
1.8.4 Alimentación 1.8-5
1.8.5 Mecánico 1.8-5

Los equipos satisfacen las normas especificadas en los siguientes cuadros. En caso de no estar especificada, se trata de la norma UNE 21-136 (IEC-60255).

1.8.1 Aislamiento

Aislamiento (Rigidez Dieléctrica)	*IEC-60255-5 / 60255-27*
Entre circuitos y masa	
Entradas analógicas, ED's, SD's y FA	**2 kV**, **50/60 Hz**, durante 1min
Puertos comunicaciones	**1 kV**, **50/60 Hz**, durante 1min
Entre circuitos independientes	
Entradas analógicas, ED's, SD's y FA	**2 kV**, **50/60 Hz**, durante 1min
Medida de la resistencia de aislamiento	*IEC-60255-5 / 60255-27*
Modo común	**R ≥ 100 MΩ** o **5μA**
Modo diferencial	**R ≥ 100 kΩ** o **5mA**
Impulso de tensión	*IEC-60255-5 (UNED21-136-83/5) / 60255-27*
Modo común	
Entradas analógicas, ED's, SD's y FA	**5 kV**; **1,2/50 μs**; **0,5 J**
Puertos comunicaciones	**1 kV**; **1,2/50 μs**; **0,5 J**
Modo diferencial	
Salidas Digitales	**1 kV**; **1,2/50 μs**
Fuente de alimentación	**3 kV**; **1,2/50 μs**

Nota: La norma IEC 60255-27 establece ensayos para altitudes de hasta 2.000 m.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.8.2 Compatibilidad electromagnética

Perturbaciones de 100khz y 1 MHz	*61000-4-18 / IEC-60255-22-1*
Modo común	**2,5 kV**
Modo diferencial	**1 kV**
Inmunidad a campos magnéticos amortiguados	*IEC 61000-4-10*
100khz y 40 transitorios/s	**±100 A/m**
1Mhz y 400 transitorios/s	**±100 A/m**
Perturbaciones de transitorios rápidos	*IEC-60255-22-4 Clase IV (IEC 61000-4-4)* **4 kV (5kz)**
Inmunidad a campos radiados	*IEC 61000-4-3 Clase III*
AM 80% 1khz, rango 80Mhz-3GHz	**10 V/m**
Modulada en amplitud (*EN 50140*)	**10 V/m**
Inmunidad a señales conducidas	*IEC 61000-4-6 Clase III (IEC 50141)*
Banda de frecuencia 0,15 a 80Mhz	**10 Vrms**
Descargas electrostáticas	*IEC 60255-22-2 Clase IV (IEC 61000-4-2)*
Por contacto	**±8 kV ±10 %**
Modo en el aire	**±15 kV ±10 %**

Inmunidad a ondas de choque	*IEC-61000-4-5 (UNE 61000-4-5)* **(1,2/50µs - 8/20µs)**
Modo diferencial	**±2 kV**
Modo común	**±4 kV**

Inmunidad a campos electromagnéticos a frecuencia industrial (50/60Hz)	*IEC61000-4-8*

Emisiones electromagnéticas radiadas y conducidas	*EN55022* (Conducidas) *EN55011* (Radiadas)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.8.3 Climático

Temperatura	*IEC 60068-2*
Trabajo en frío condiciones límite	*IEC 60068-2-1* **-40º C**, **96 horas**
Calor seco condiciones límite	*IEC 60068-2-2* **+85º C**, **96 horas**
Calor húmedo	*IEC 60068-2-78* **+40º C, 93% humedad relativa, 96h**,
Variaciones rápidas de temperatura	*IEC 60068-2-14 / IEC 61131-2* Equipo desconectado **-25º C durante 3h** y **+70º C durante 3h** (**5 ciclos**)
Cambios de humedad	*IEC 60068-2-30 / IEC 61131-2*
Temperatura variable según norma	**+55º C** durante **12h** y **+25º C** durante **12h** (**6 ciclos**)
Humedad variable según norma	
Rango de funcionamiento	De **-25º C** a **+70º C**
Rango de almacenaje	De **-40º C** a **+85º C**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.8.4 Alimentación

Inmunidad rizado alimentación DC	*61000-4-17*
Rizado	**15%**
Inmunidad a huecos, interrupción y apagado/encendido gradual	*61000-4-29 / 61000-4-11*
Huecos 100%	**100ms**
Huecos 60%	**200ms**
Huecos 30%	**500ms**
Inversión de polaridad de la fuente de alimentación	*IEC 61131-2*
Continuidad en la toma de tierra	*IEC 61131-2*
Resistencia a sobrecargas	*IEC 60044-1*

1.8.5 Mecánico

Vibraciones (sinusoidal)	*IEC-60255-21-1*
a) Respuesta: (equipo funcionando). Clase II	
b) Endurancia: (equipo apagado). Clase I	
Choques y sacudidas	*IEC-60255-21-2 Clase I*
Sísmico	*IEC-60255-21-3 Clase I*
Niveles de protección externa	*IEC-60529 / IEC 60068-2-75*
Frontal	*IP54* (montaje en celda con junta)
Parte trasera de conexión	*IP20*
	IP10 en terminales analógicos
Lateral	*IP30*
Protección mecánica	*IK07*

Los modelos cumplen la normativa de compatibilidad electromagnética 89/336/CEEIEC: International Electrotechnical Commission / CEI: Comisión Electrotécnica Internacional.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.9 Esquemas y Planos de Conexiones

Esquemas de dimensiones y taladrado

6U x 1/2 rack de 19” (Display ampliado incluido)	>>	4BF0105/0017
6U x 1/2 rack de 19” (*) (Display ampliado incluido)	>>	4BF0105/0019
6U x 1 rack de 19” (Display ampliado incluido)	>>	4BF0105/0020

(*) Sólo para modelos con configuración de posición de interruptor y medio con TI de línea.

Esquemas de conexiones externas

CPU	>>	3RX0206/0001
FA y E/S digitales (dígito tipo tarjeta 2/4)	>>	3RX0206/0002
E/S digitales (dígito tipo tarjeta 7)	>>	3RX0206/0004
E/S digitales (dígito tipo tarjeta 3)	>>	3RX0206/0009
E/S digitales (dígito tipo tarjeta 2)	>>	3RX0206/0003
E/S digitales (dígito tipo tarjeta 6)	>>	3RX0206/0011
20 EDs independientes (dígito tipo tarjeta 5)	>>	3RX0206/0015
Entradas Analógicas (dígito tipo tarjeta B)	>>	3RX0206/0007
Entradas Analógicas (dígito tipo tarjeta H)	>>	3RX0206/0016
Entradas Analógicas (dígito tipo tarjeta J)	>>	3RX0206/0017
E/S digitales	>>	3RX0206/0015
Comunicaciones 87L (dígito tipo tarjeta Z)	>>	3RX0206/0014

- **Canales analógicos DLF-A (modelos sin conectores cortocircuitables)**

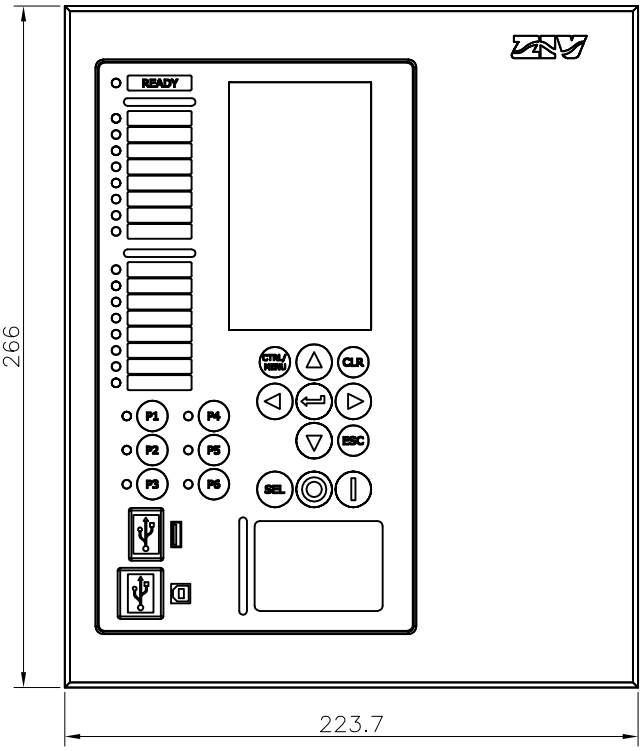
Magnitud	Canales analógicos	Descripción de los canales analógicos	SLOT (1/2 rack)	SLOT (1 rack)	PINS
TENSION FASE AG	VA	ENTRADA TENSIÓN 1	D	J	1-2
TENSION FASE BG	VB	ENTRADA TENSIÓN 2	D	J	3-4
TENSION FASE CG	VC	ENTRADA TENSIÓN 3	D	J	5-6
TENSION SINCRONISMO	VSYNC	ENTRADA TENSIÓN 4	D	J	7-8
TENSION NEUTRO	VG	ENTRADA TENSIÓN 5	D	J	9-10
INTENSIDAD FASE A	IA	ENTRADA INTENSIDAD 1	D	J	11-12
INTENSIDAD FASE B	IB	ENTRADA INTENSIDAD 2	D	J	13-14
INTENSIDAD FASE C	IC	ENTRADA INTENSIDAD 3	D	J	15-16
INTENSIDAD NEUTRO LINEA PARALELA	IPAR	ENTRADA INTENSIDAD 4	D	J	17-18
INTENSIDAD PUESTA A TIERRA	IG	ENTRADA INTENSIDAD 5	D	J	19-20

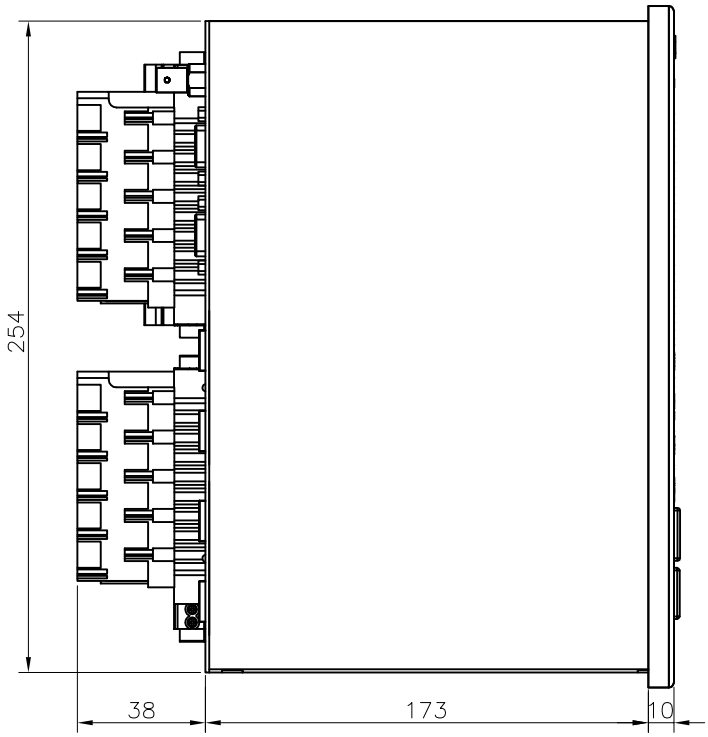
- **Canales analógicos DLF-B (modelos sin conectores cortocircuitables)**

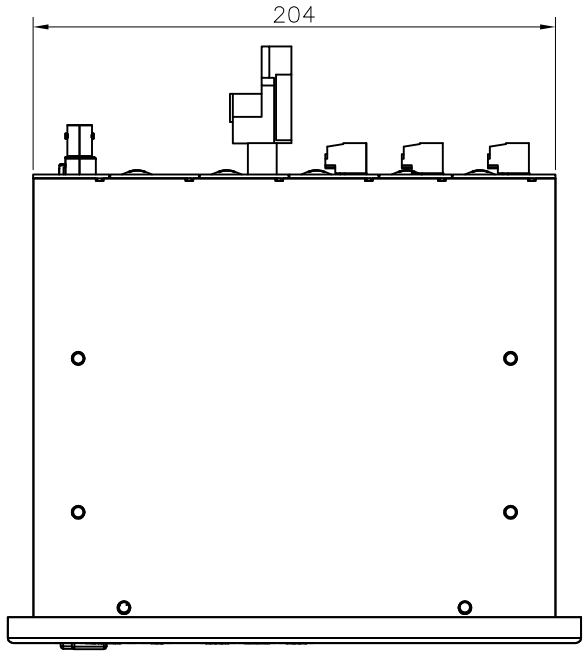
Magnitud	Canales analógicos	Descripción de los canales analógicos	SLOT (1/2 rack)	SLOT (1 rack)	PINS
TENSION FASE AG	VA	ENTRADA TENSIÓN 1	C	I	1-2
TENSION FASE BG	VB	ENTRADA TENSIÓN 2	C	I	3-4
TENSION FASE CG	VC	ENTRADA TENSIÓN 3	C	I	5-6
TENSION SINCRONISMO 1	V1	ENTRADA TENSIÓN 4	C	I	7-8
TENSIÓN NEUTRO	VG	ENTRADA TENSIÓN 5	C	I	9-10
INTENSIDAD FASE A, CB1	IA	ENTRADA INTENSIDAD 1	C	I	11-12
INTENSIDAD FASE B, CB 1	IB	ENTRADA INTENSIDAD 2	C	I	13-14
INTENSIDAD FASE C, CB 1	IC	ENTRADA INTENSIDAD 3	C	I	15-16
INTENSIDAD NEUTRO LINEA PARALELA	IPAR	ENTRADA INTENSIDAD 4	C	I	17-18
INTENSIDAD PUESTA A TIERRA	IG	ENTRADA INTENSIDAD 5	C	I	19-20
TENSION SINCRONISMO 2	V2	ENTRADA TENSIÓN 6	D	J	1-2
TENSION SINCRONISMO 3	V3	ENTRADA TENSIÓN 7	D	J	3-4

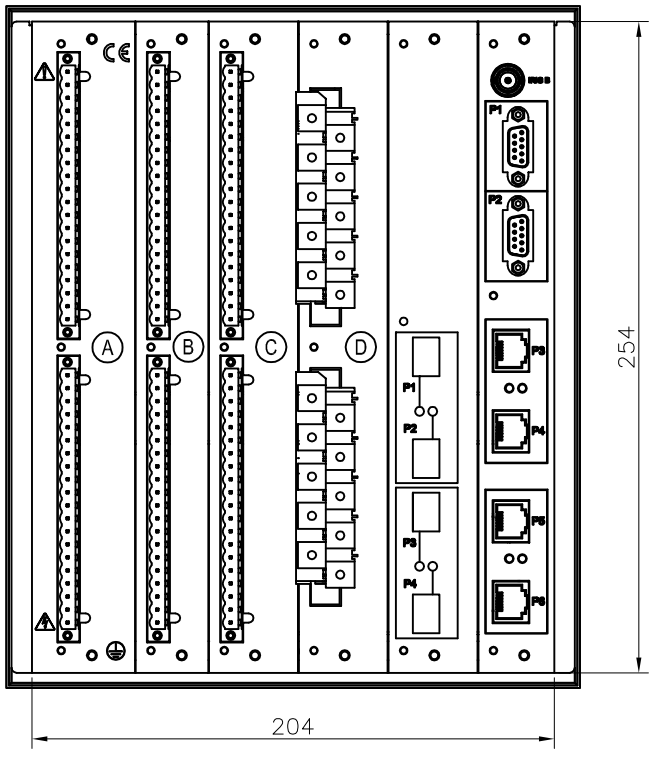
- **Canales analógicos DLF-A (modelos con conectores cortocircuitables)**

Magnitud	Canales analógicos	Descripción de los canales analógicos	SLOT (1/2 rack)	SLOT (1 rack)	PINS
TENSION FASE AG	VA	ENTRADA TENSIÓN 1	C	I	1-2
TENSION FASE BG	VB	ENTRADA TENSIÓN 2	C	I	3-4
TENSION FASE CG	VC	ENTRADA TENSIÓN 3	C	I	5-6
TENSION SINCRONISMO	VSYNC	ENTRADA TENSIÓN 4	C	I	7-8
TENSION NEUTRO	VG	ENTRADA TENSIÓN 5	C	I	9-10
INTENSIDAD FASE A	IA	ENTRADA INTENSIDAD 1	C	I	11-12
INTENSIDAD FASE B	IB	ENTRADA INTENSIDAD 2	C	I	13-14
INTENSIDAD FASE C	IC	ENTRADA INTENSIDAD 3	C	I	15-16
INTENSIDAD NEUTRO LINEA PARALELA	IPAR	ENTRADA INTENSIDAD 4	C	I	17-18
INTENSIDAD PUESTA A TIERRA	IG	ENTRADA INTENSIDAD 5	C	I	19-20









"ATENCION" *"WARNING"*

El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.

The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD500006434	1	
2		3		4
5		6		7
8		9		10
11		12		13
14		15		16

TITULO: DIMENSIONES
TITLE: DIMENSIONS

PROYECTO / *PROJECT:* CAJA DLF 1/2 RACK / *DLF BOX 1/2 RACK*

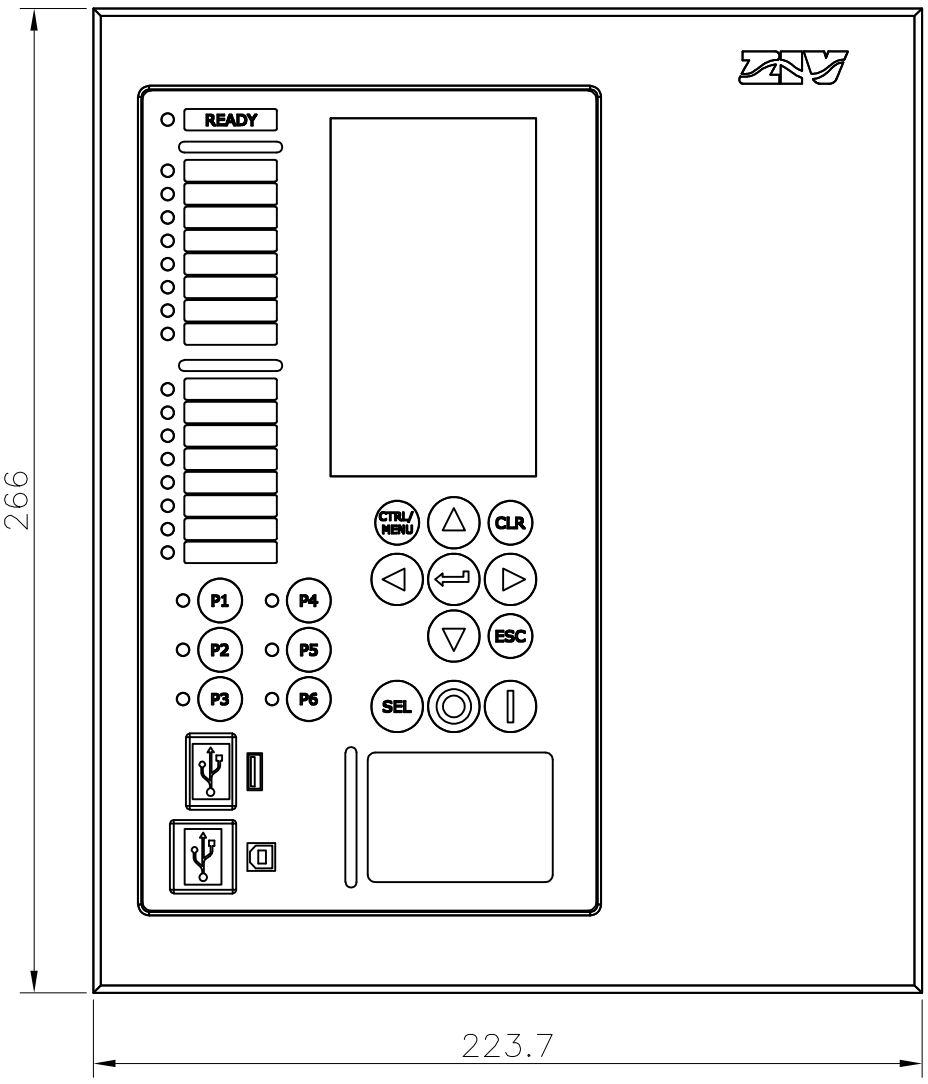
Rev.0

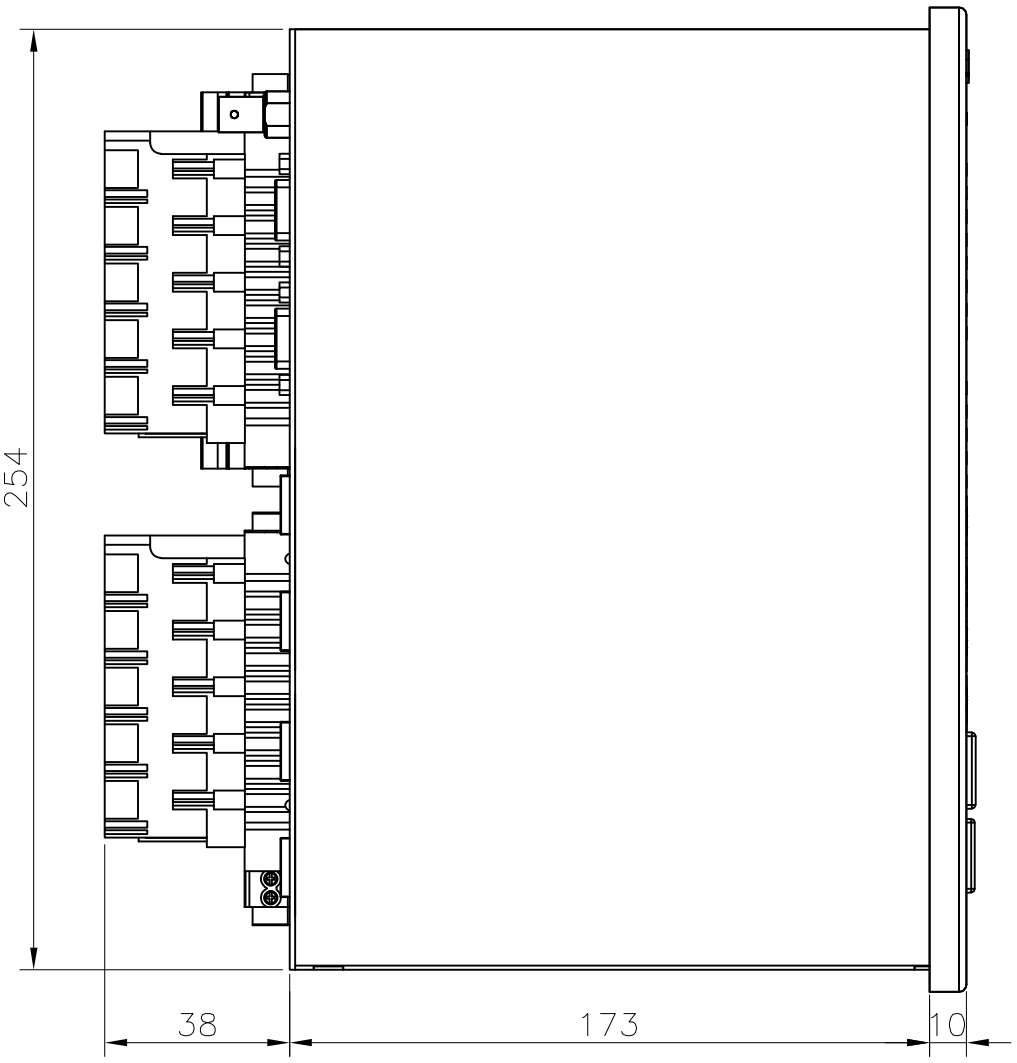
NUM: 4BF01050017

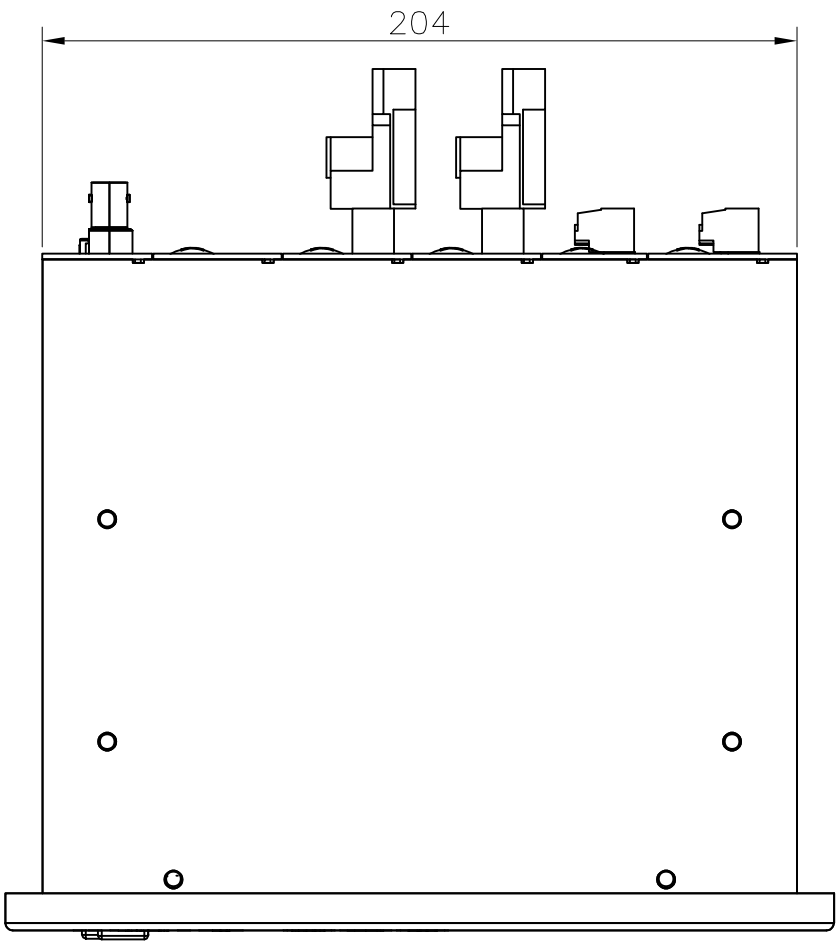
	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	12/11/21	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	12/11/21	P.A.

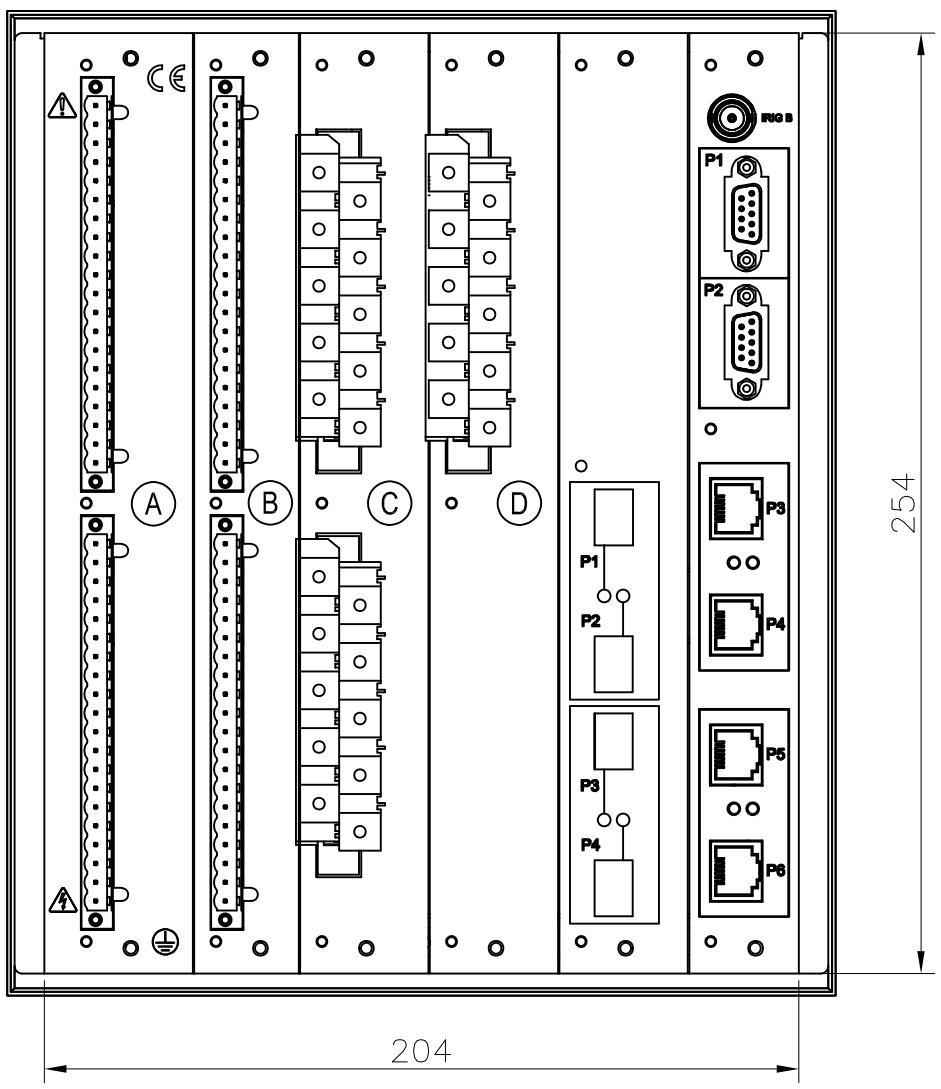
Hoja / *Sheet:* 1

Continua en Hoja: *Continued on sheet:* –









"ATENCION" *"WARNING"*

El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.

The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD500007352	1	
2		3		4
5		6		7
8		9		10
11		12		13
14		15		16

TITULO: DIMENSIONES
TITLE: DIMENSIONS

PROYECTO / *PROJECT:* DLF–SKA (DLFB)

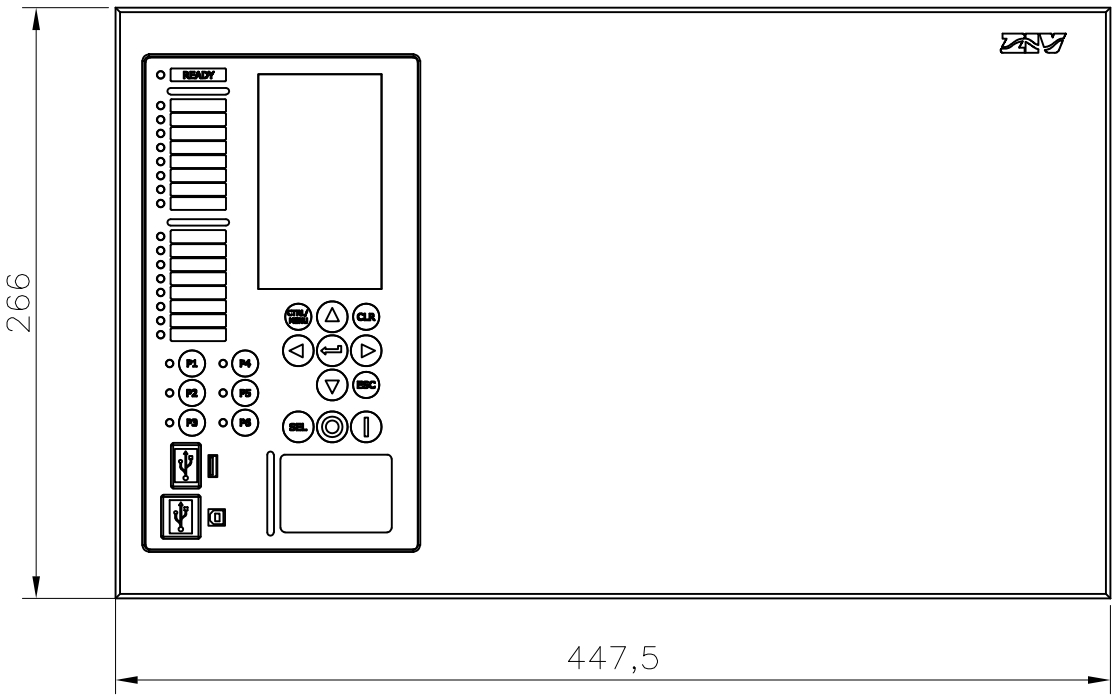
Rev.0

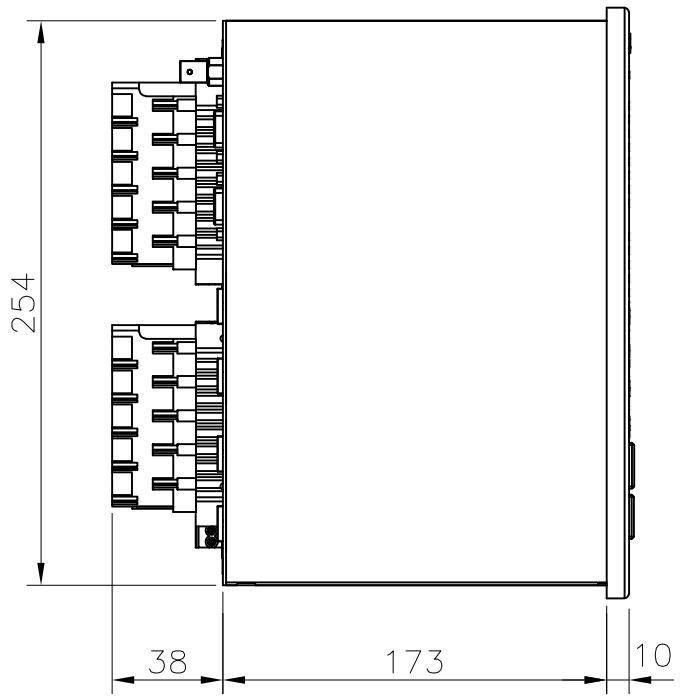
NUM: 4BF01050019

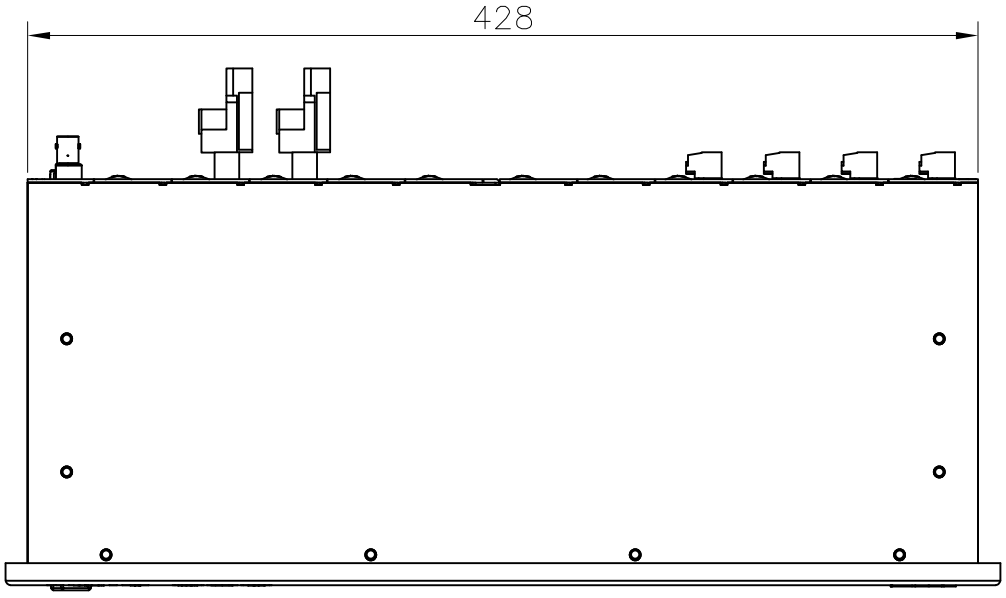
	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	20/06/23	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	20/06/23	P.A.

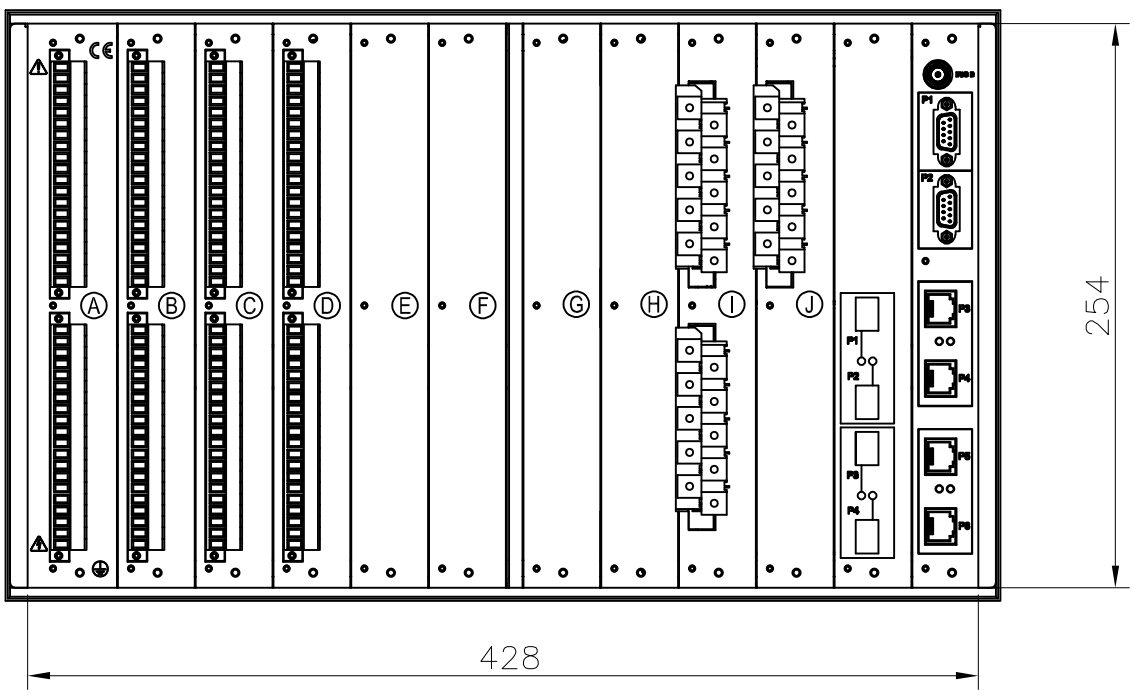
Hoja / *Sheet:* 1

Continua en Hoja: *Continued on sheet:* –









"ATENCION" *"WARNING"*

El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.

The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.		0	CD50[illegible]7352	1	
2		3		4	
5		6		7	
8		9		10	
11		12		13	
14		15		16	

TITULO: DIMENSIONES
TITLE: DIMENSIONS

PROYECTO / *PROJECT:* DLF-KSA (DLFB)

Rev.0

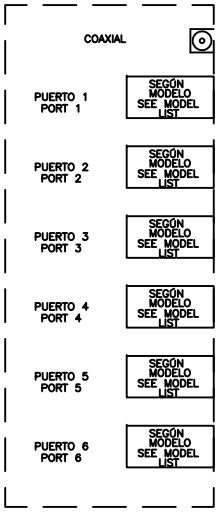
NUM: 4BF0105/0020

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	20/06/23	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	20/06/23	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1

Continua en Hoja: *Continued on sheet:* –

COMMUNICATION MODULE
MÓDULO COMUNICACIONES



SERIAL PORT
PUERTO SERIE
RS-232 FULL MODEM

PIN	SEÑAL
1	DCD
2	RX
3	TX
4	DTR
5	GND
6	DSR
7	RTS
8	CTS
9	RI

SERIAL PORT
PUERTO SERIE
RS-232 / RS-485

PIN	SEÑAL
1	LIBRE / *FREE*
2	RX
3	TX
4	RS485+
5	GND
6	RS485-
7	LIBRE / *FREE*
8	LIBRE / *FREE*
9	LIBRE / *FREE*

SERIAL PORT RJ45
PUERTO SERIE RJ45

PIN	SEÑAL
1	TX+
2	TX-
3	RX+
4	N/C
5	N/C
6	RX-
7	N/C
8	N/C

RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
				CPU
MODEL I#F#-###	#	#	#	XYZW

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
						CPU
MODEL I#F#-###	#	#	#	#	#	XYZW

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
												CPU
MODEL I#F#-###	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	XYZW

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología .
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnología and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnología .

REV.	0	CD500004568	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10
11		12		13		14		15		16

Z I V Aplicaciones y Tecnología

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS CPU
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS CPU

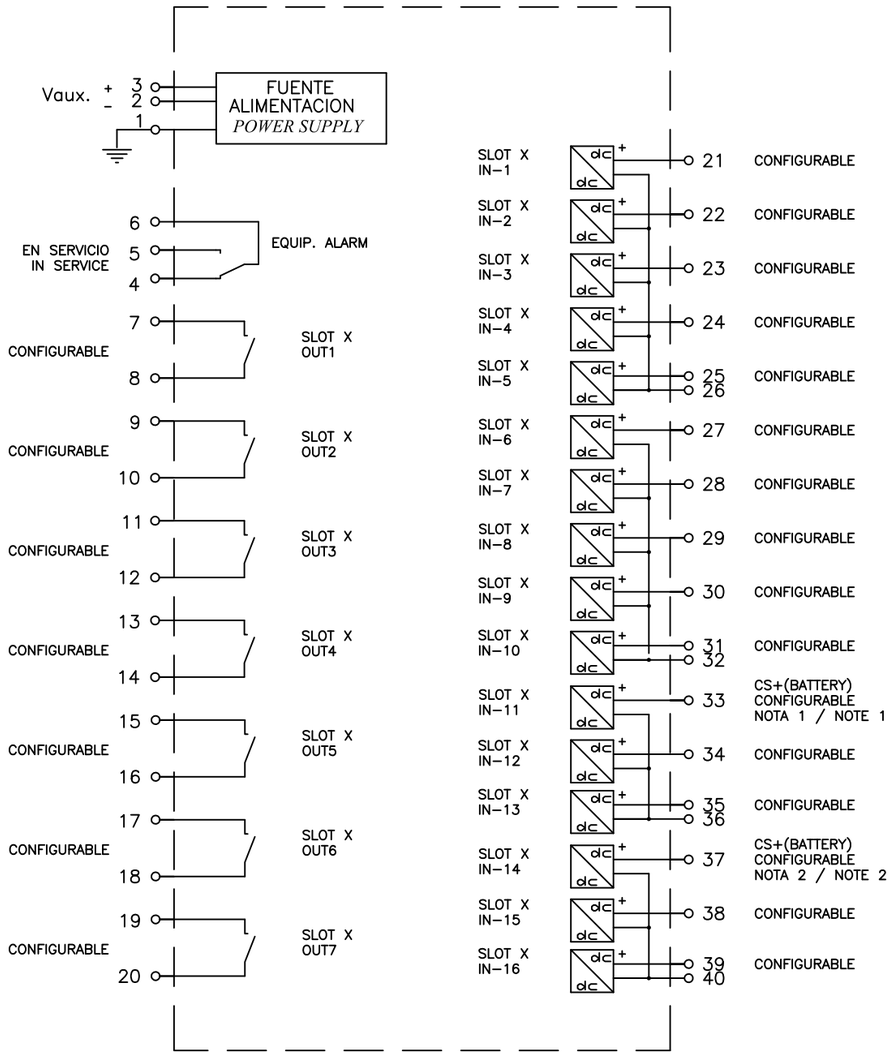
PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-###############XYZW

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0001

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	17/03/17	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	17/03/17	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
	X			
MODEL I#F#-###	2	#	#	####
	4	#	#	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
	X					CPU
MODEL I#F#-###	2	#	#	#	#	####
	4	#	#	#	#	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
	X											CPU
MODEL I#F#-###	2	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	####
	4	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	####

NOTA 1: LA BORNA 33 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN12, IN13 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.
NOTA 2: LA BORNA 37 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN15, IN16 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.

NOTE 1: TERMINAL 33 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN12, IN13 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.
NOTE 2: TERMINAL 37 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN15 OR IN16 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD500004568	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10
11		12		13		14		15		16

Z I V Aplicaciones y Tecnologia

TITULO: CONEXIONES FUENTE ALIMENTACION Y E/S DIGITALES
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS POWER SUPPLY &DIGITAL I/O

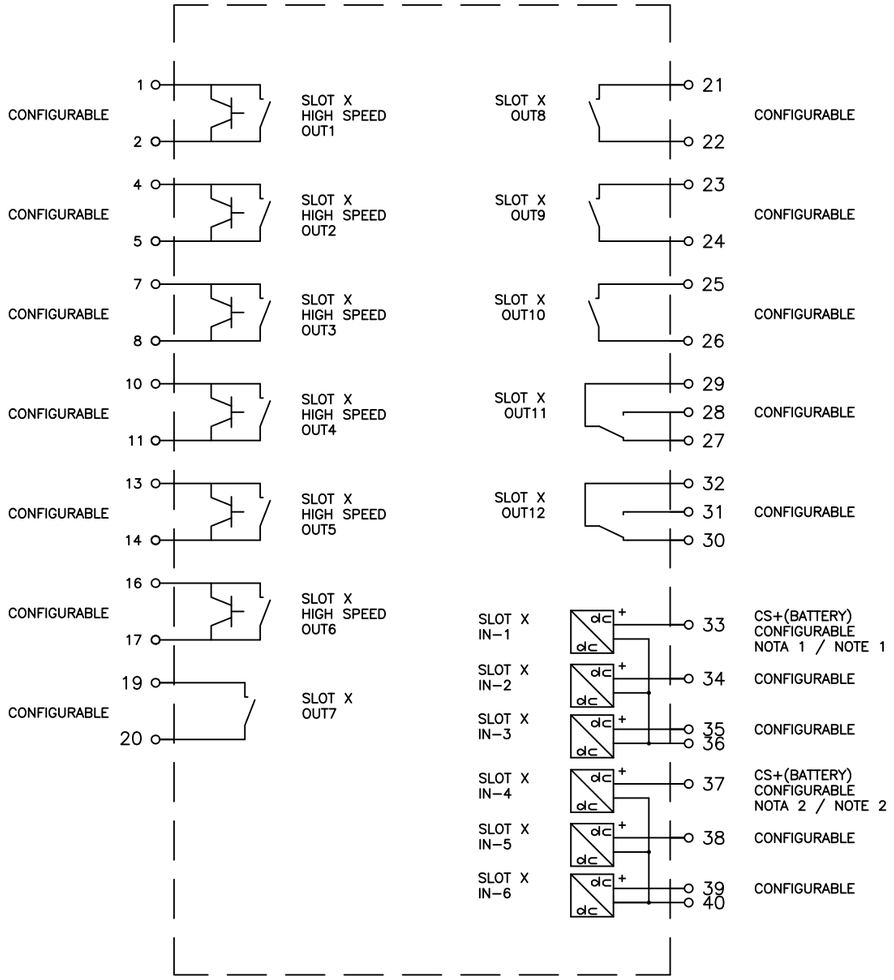
PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-###2############## / IRF#-###4##############

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0002

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	17/03/17	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	17/03/17	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
		X	X	
MODEL I#F#–###	#	7	7	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
		X	X	X	X	
MODEL I#F#–###	#	7	7	7	7	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MODEL I#F#–###	#	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	####

NOTA 1: LA BORNA 33 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN2, IN3 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.

NOTA 2: LA BORNA 37 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN5, IN6 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.

NOTE 1: TERMINAL 33 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN2, IN3 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.

NOTE 2: TERMINAL 37 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN5 OR IN6 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD500004568	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15		16	

Z I V Aplicaciones y Tecnología

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS DIGITAL INPUT/OUTPUTS

PROYECTO / *PROJECT:* IRF#–####7777777777####

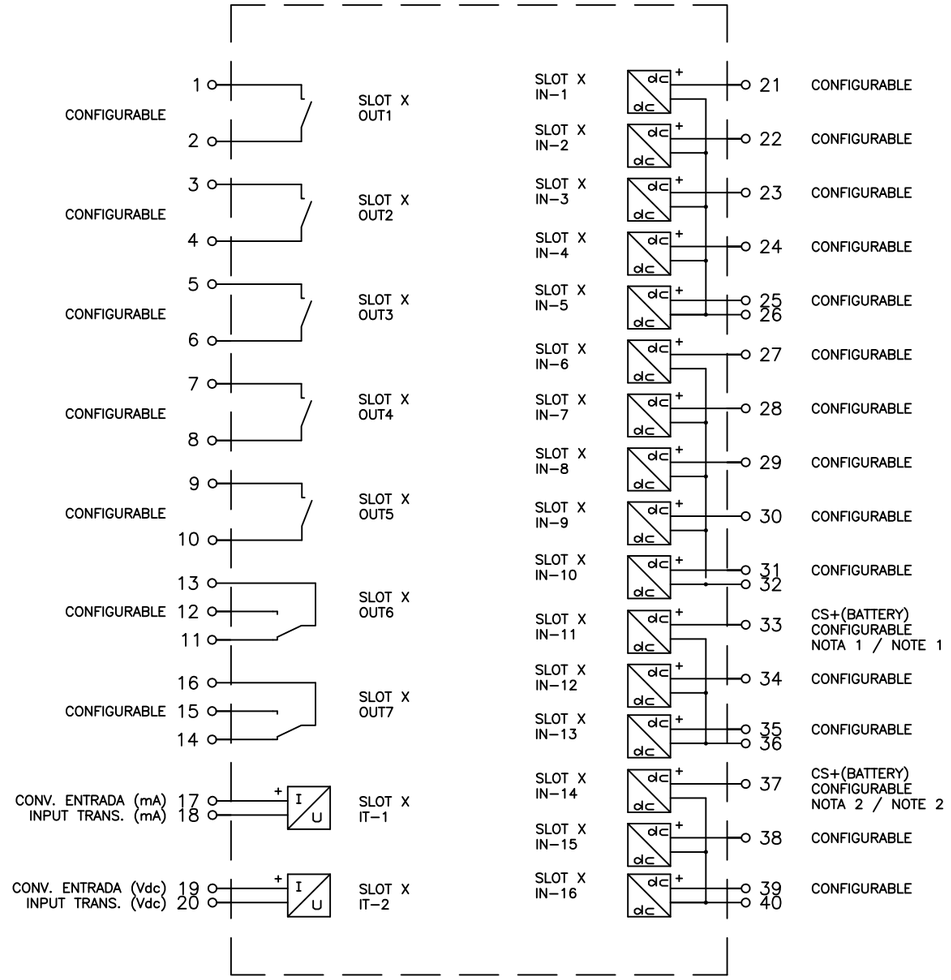
Rev.0

NUM.: 3RX0206/0004

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	17/03/17	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	17/03/17	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1

Continua en Hoja: – *Continued on sheet:*



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
		X	X	
MODEL I#F#-###	#	3	3	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
		X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	3	3	3	3	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	####

NOTA 1: LA BORNA 33 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN12, IN13 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.
NOTA 2: LA BORNA 37 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN15, IN16 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.

NOTE 1: TERMINAL 33 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN12, IN13 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.
NOTE 2: TERMINAL 37 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN15 OR IN16 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD500004568	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15		16	

Z I V Aplicaciones y Tecnología

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS DIGITAL INPUT/OUTPUTS

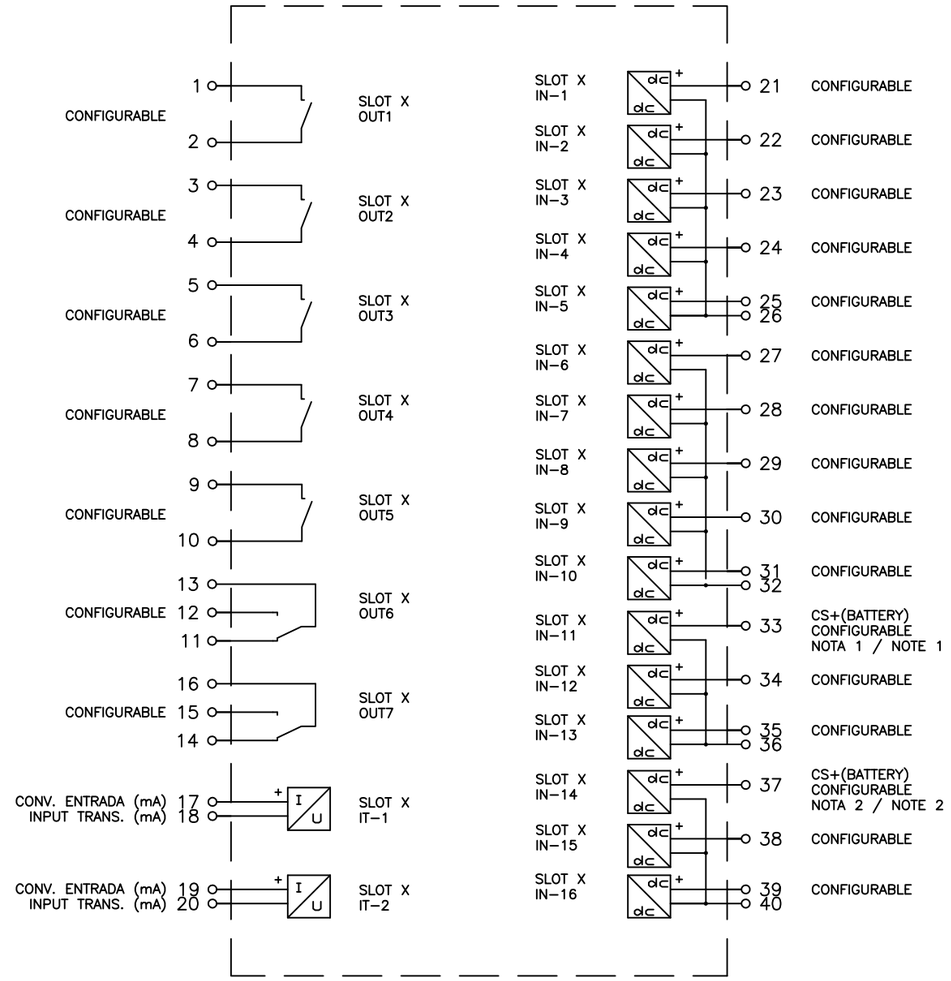
PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-####3333333333####

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0009

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	12/07/18	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	12/07/18	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: – *Continued on sheet:*



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
		X	X	
MODEL I#F#-###	#	2	2	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
		X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	2	2	2	2	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	####

NOTA 1: LA BORNA 33 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN12, IN13 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.
NOTA 2: LA BORNA 37 DEBERÁ CONECTARSE A POSITIVO SIEMPRE QUE SE USE ALGUNA DE LAS ENTRADAS IN15, IN16 PARA LA FUNCIÓN DE VIGILANCIA DE BOBINAS DE INTERRUPTOR.

NOTE 1: TERMINAL 33 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN12, IN13 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.
NOTE 2: TERMINAL 37 SHOULD BE CONNECTED TO POSITIVE WHEN ANY OF THE INPUTS IN15 OR IN16 ARE BEING USED FOR THE BREAKER COIL SUPERVISION FUNCTION.

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD500004568	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15		16	

Z I V Aplicaciones y Tecnología

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS DIGITAL INPUT/OUTPUTS

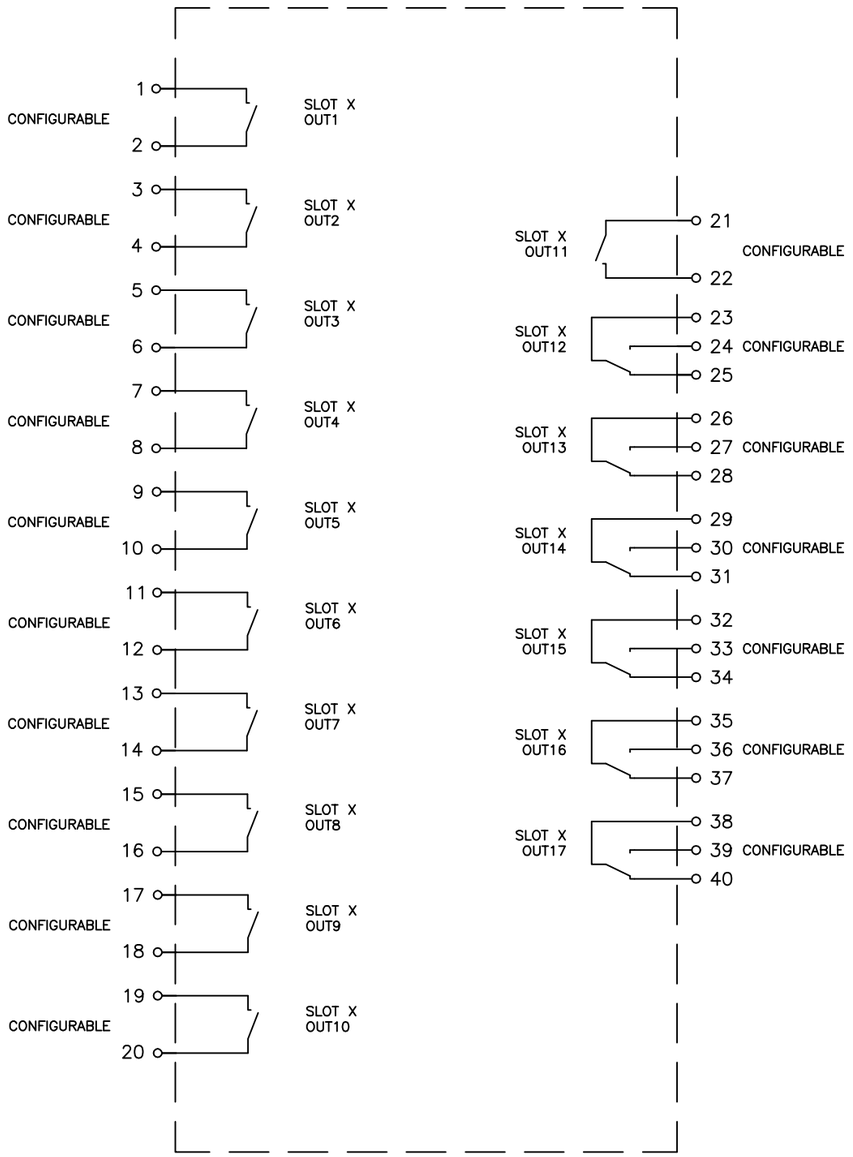
PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-####2222222222####

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0003

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	17/03/17	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	17/03/17	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: – *Continued on sheet:*



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
		X	X	
MODEL I#F#-###	#	6	6	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
		X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	6	6	6	6	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	####

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15		16	

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS SALIDAS DIGITALES
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS DIGITAL OUTPUTS

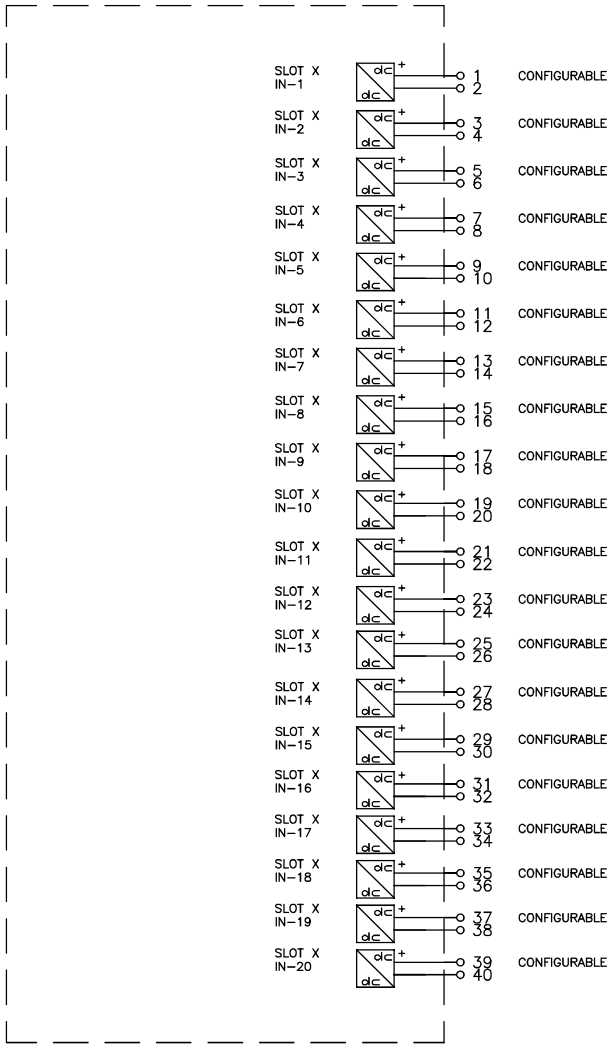
PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-####6666666666####

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0011

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	27/05/19	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	27/05/19	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: *Continued on sheet:* –



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
		X	X	
MODEL I#F#-###	#	5	5	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
		X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	5	5	5	5	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	####

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnología and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnología.

REV.	0	CD–	1	2	3	4
5		6	7	8	9	10
11		12	13	14	15	16

Z I V Aplicaciones y Tecnología

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS DIGITAL INPUT/OUTPUTS

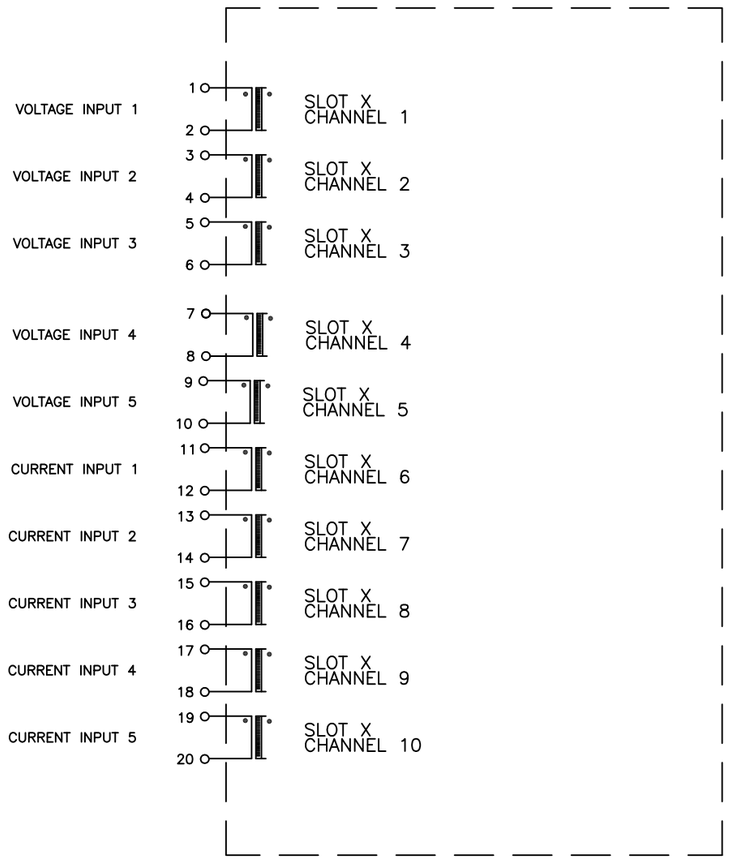
PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-####5555555555####

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0015

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	06/09/21	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	06/09/21	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
			X	
MODEL \#F#-###	#	#	B	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
			X	X	X	
MODEL \#F#-###	#	#	B	B	B	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
								X	X	X	X	
MODEL \#F#-###	#	#	#	#	#	#	#	B	B	B	B	####

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD500004568	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15		16	

Z I V Aplicaciones y Tecnologia

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS ANALOGICAS
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS ANALOGUE INPUTS

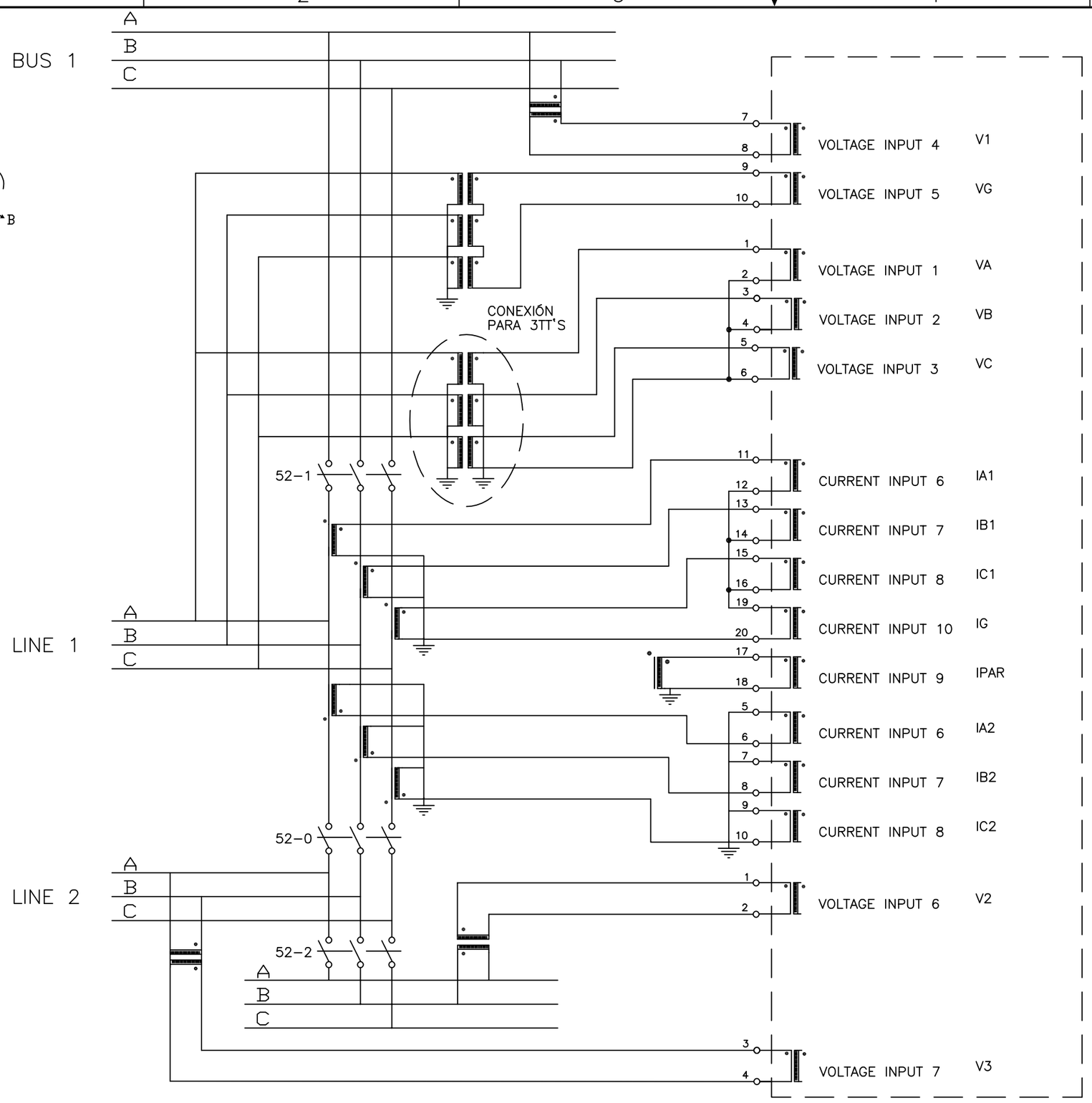
PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-#####BBB##BBBB####

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0007

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	12/07/18	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	12/07/18	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:



"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnología and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnología.

REV.	0	CD-	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10
11		12		13		14		15		16

Z I V Aplicaciones y Tecnologia

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS ANALOGICAS
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS ANALOGUE INPUTS

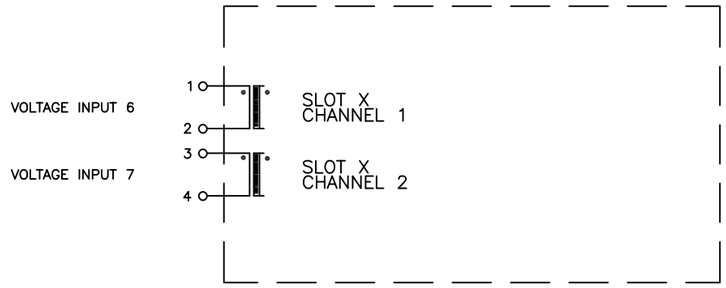
PROYECTO / *PROJECT:* ZLFC

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0016

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	01/02/23	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	01/02/23	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:



RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
			X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	#	H	H	H	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
								X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	#	#	#	#	#	#	H	H	H	H	####

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnología and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnología.

REV.	0	CD500007352	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15		16	

Z I V Aplicaciones y Tecnologia

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS ANALOGICAS
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS ANALOGUE INPUTS

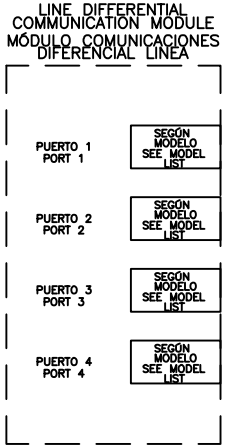
PROYECTO / *PROJECT:* DLF-KSA (DLFB)

Rev.0

NUM.: 3RX0206/0017

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	20/06/23	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	20/06/23	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
				CPU
MODEL I#F#-###	#	#	#	XYZW

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
						CPU
MODEL I#F#-###	#	#	#	#	Z	XYZW

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
												CPU
MODEL I#F#-###	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	Z	XYZW

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD	1	2	3	4
5	6		7	8	9	10
11	12		13	14	15	16

Z I V Aplicaciones y Tecnologia

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS CPU
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS CPU

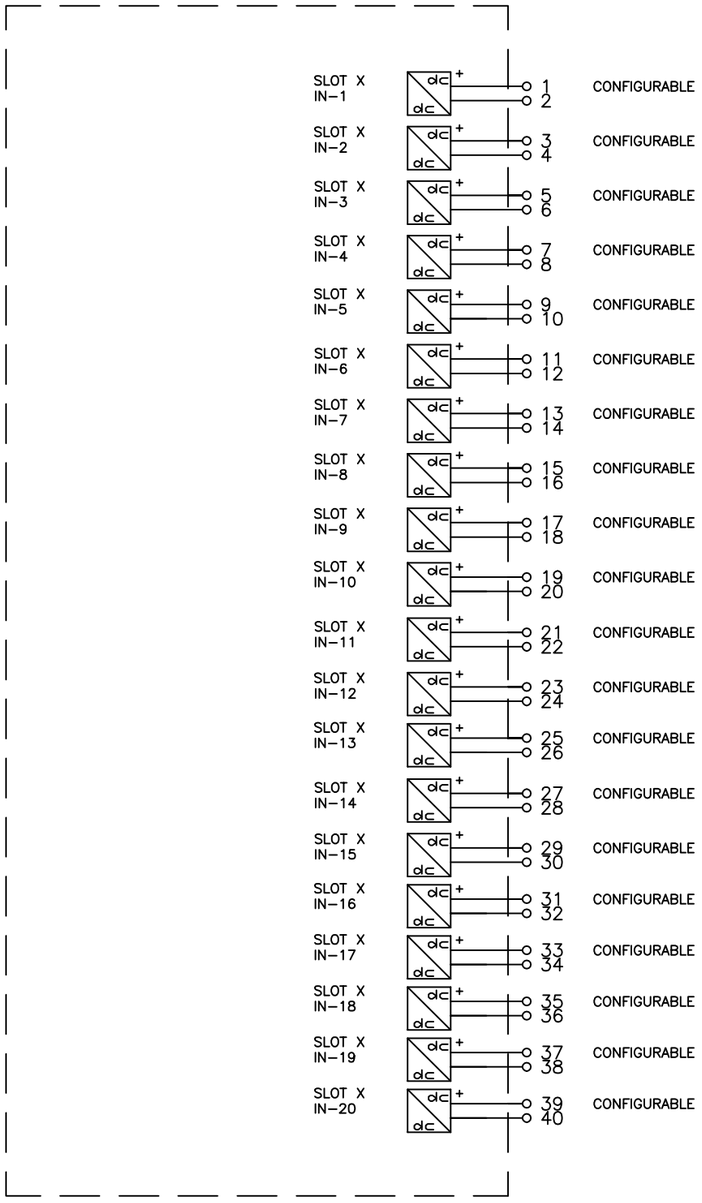
PROYECTO / *PROJECT:* DLF#-#######Z######Z####

Rev.0

NUM.: —

	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	01/07/19	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	01/07/19	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:



RACK	1/3			
SLOT	A	B	C	
		X	X	
MODEL I#F#-###	#	5	5	####

RACK	1/2					
SLOT	A	B	C	D	E	
		X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	5	5	5	5	####

RACK	1											
SLOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
MODEL I#F#-###	#	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	####

"ATENCION" *"WARNING"*
El contenido del presente documento es propiedad de ZIV Aplicaciones y Tecnología, y no puede ser reproducido ni copiado sin la expresa autorización escrita de ZIV Aplicaciones y Tecnología.
The contents of this document belong to ZIV Aplicaciones y Tecnologia and may not be reproduced or copied without express written authorization from ZIV Aplicaciones y Tecnologia.

REV.	0	CD-	1		2		3		4	
5		6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15		16	

Z I V Aplicaciones y Tecnologia

TITULO: CONEXIONES EXTERNAS ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES
TITLE: EXTERNAL CONNECTIONS DIGITAL INPUT/OUTPUTS

PROYECTO / *PROJECT:* IRF#-####5555555555####

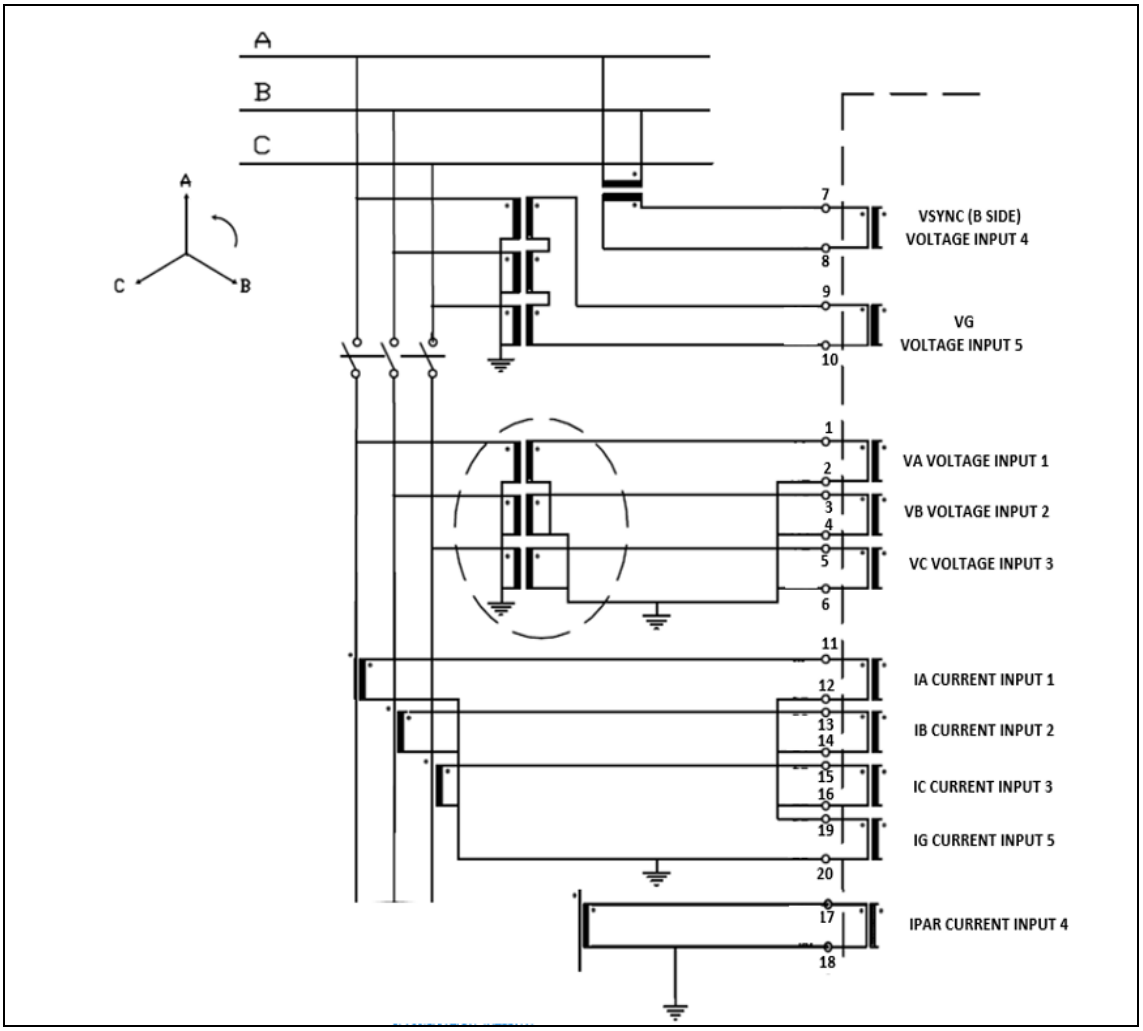
Rev.0

NUM.: 3RX0206/0015

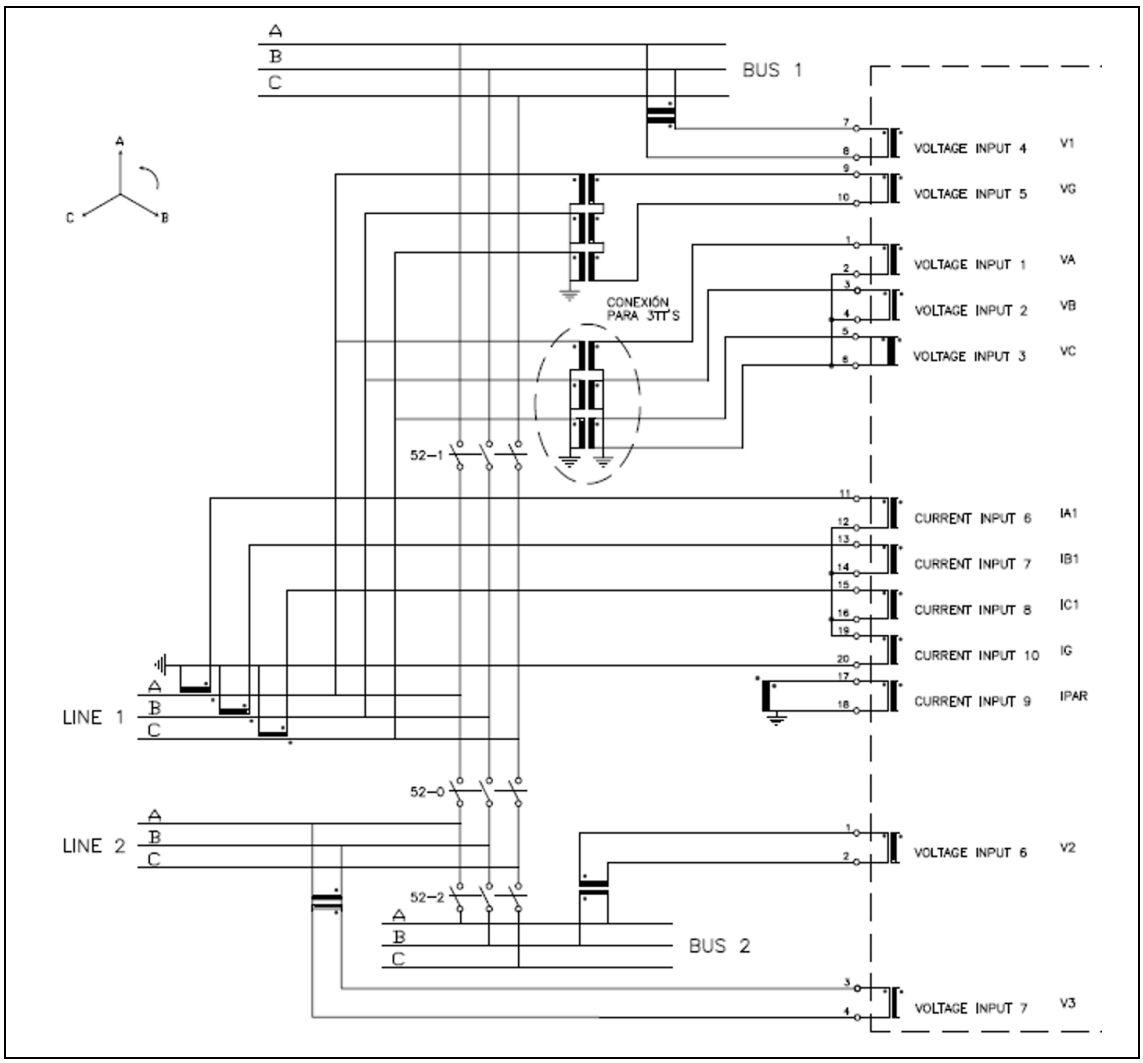
	Fecha / *Date*	Nombre / *Name*
Dibujado / *Drawn*	06/09/21	J.M.S.
Aprobado / *Approved*	06/09/21	P.A.

Hoja / *Sheet:* 1
Continua en Hoja: –
Continued on sheet:

Ejemplo: Conexiones Externas Entradas Analógicas (DLF-A)



Ejemplo: Conexiones Externas Entradas Analógicas (DLF-B)



1.10 Códigos de Alarma

1.10.1 Introducción 1.10-2
1.10.2 Activación de señal y suceso de generación de alarma 1.10-2
1.10.3 Actualización de magnitud de estado de alarmas 1.10-2
1.10.4 Indicación en pantalla de reposo del HMI 1.10-4
1.10.5 Indicación LED y estados de funcionamiento del equipo 1.10-4
1.10.6 Contador general del módulo de alarmas 1.10-4

1.10.1 Introducción

Los equipos notifican la ocurrencia de alarmas mediante las siguientes vías:

- Activación de señal y suceso de generación de alarma.
- Actualización de magnitud de estado de alarmas.
- Indicación en pantalla de reposo del HMI.

1.10.2 Activación de señal y suceso de generación de alarma

El equipo dispone de 2 señales digitales para la indicación de alarmas de nivel crítico y no-crítico:

- Error No Crítico del Sistema: **ERR_NONCRIT**
- Error Crítico del Sistema: **ERR_CRIT**

La activación de cualquiera de estas señales produce la generación de su suceso asociado. Estas señales pueden ser utilizadas como entradas a las lógicas de usuario para su proceso. Igualmente es posible la conexión de estas señales a cualquiera de los protocolos de comunicaciones para su notificación remota.

1.10.3 Actualización de magnitud de estado de alarmas

El equipo dispone de una magnitud cuyo valor viene determinado por la combinación de alarmas activas en el equipo. Dicha magnitud puede ser utilizada como entrada a la lógica de usuario para su proceso. Igualmente es posible la conexión de esta magnitud (o el resultado del procesado de la misma mediante la lógica de usuario) a cualquiera de los protocolos de comunicaciones para su transmisión.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la siguiente tabla se muestran las posibles causas de alarma codificadas en la magnitud de alarma, junto con su nivel de severidad.

Tabla 1.10-1: Magnitud de estado de alarmas y nivel de severidad

Alarma	Valor	Severidad	Significado
Error en lectura de ajustes	0x00000001	CRÍTICO	Existencia de ajustes sin concordancia, por ejemplo al cambiar el FW o pérdida del valor de algún ajuste.
Alarma puerto local	0x00000002	NO CRÍTICO	Error al operar sobre el puerto USB delantero.
Alarma protección fuera de servicio	0x00000004	CRÍTICO	Error en protección. Protección no operativa.
Error en ADC	0x00000008	CRÍTICO	Error en el ADC o en el microcontrolador auxiliar que recibe y controla las muestras.
Alarma E/S digitales	0x00000010	CRÍTICO	Problema en el módulo de E/S digitales.
Error en Flash	0x00000020	CRÍTICO	Problema en la memoria Flash.
Alarma falta tensión VCC en circuitos	0x00000040	CRÍTICO	Fallo alimentación interna.
Error IEC 61850	0x00000080	NO CRÍTICO	Problema con los ficheros de datos, CID que acompaña al SW, modelo de relé desconocido, incapacidad de elegir un modelo de datos o error en *parseo* sobre un CID ya validado previamente
Error de configuración	0x00000100	NO CRÍTICO	El error se produce si no se consigue configurar el sistema con la configuración solicitada
Error programa	0x00000200	CRÍTICO	Problemas inesperados en el SW que impiden su funcionamiento
Alarma puerto remoto 1	0x00000400	NO CRÍTICO	Error HW del puerto remoto serie.
Error hardware	0x00000800	CRÍTICO	Configuración de HW incorrecta. El HW detectado por el equipo no corresponde a los modelos internos previstos por el SW.
Alarma UCONTROLER	0x00001000	CRÍTICO	Error en la comunicación con el microcontrolador auxiliar que controla las diferentes tarjetas.
Alarma RTC	0x00002000	NO CRÍTICO	Pérdida de hora o por no detección del reloj.
Alarma convertidor de entrada	0x00004000	CRÍTICO	Error en la comunicación con el convertidor de entrada.
Alarma tarjeta de coms. 87L	0x00004000	NO CRÍTICO	Error en la comunicación con la tarjeta de comunicaciones 87L.

En el caso de darse más de una alarma a la vez, se ve la suma de los códigos de esas alarmas en formato hexadecimal.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.10.4 Indicación en pantalla de reposo del HMI

La activación de la señal de **Error crítico del sistema** produce la visualización en la pantalla de reposo del HMI del valor actual de la magnitud de estado de alarmas del equipo en forma hexadecimal.

1.10.5 Indicación LED y estados de funcionamiento del equipo

El LED que se encuentra en la parte superior del equipo junto con la etiqueta “READY” no es configurable y muestra, dependiendo del color y del parpadeo, los diferentes estados en los que se puede encontrar el equipo:

- **Verde fijo**. Equipo en servicio y operativa normal. Como las alarmas no críticas no impiden el normal funcionamiento del equipo, el equipo no cambiará la indicación.
- **Rojo fijo**. Equipo en alarma crítica:
  - La lógica de control sigue ejecutándose.
  - Protocolo PROCOME solo permite mensajes de control.
  - IEC 61850 desactiva las suscripciones y los envíos de mensajes GOOSE.
  - El equipo sigue midiendo, pero deja de registrar históricos.
  - La protección no se encuentra operativa.
  - Contacto del equipo indicando fuera de servicio.
- **Rojo parpadeando**. Ajuste de protección fuera de servicio.
  - Protección deja de estar operativa.
  - La lógica de control deja de funcionar, manteniéndose los valores que tenga en ese momento, es decir, las señales de la lógica no pasan a valer 0 cuando se pone fuera de servicio, se congelan los valores hasta que se recalculen cuando el equipo se ponga de nuevo en servicio.
  - El equipo sigue midiendo.
  - El equipo sigue comunicando, las medidas se actualizan por comunicaciones y solo las señales digitales no relacionadas con la lógica o la protección se actualizarán.
  - Contacto del equipo indicando fuera de servicio.
- **Verde parpadeando**: equipo arrancando (*booting up*).
- **Naranja parpadeando**: equipo grabando en memoria flash.
- **Naranja fijo**: equipo en modo test (funcionalidad a futuro).

1.10.6 Contador general del módulo de alarmas

El equipo dispone de tres contadores que aparecen en el HMI que informan del número de arranques, re-arranques y Traps:

- **Número de arranques** (NARRANQS). Informa de las veces que el equipo ha sido reiniciado en frío (un corte en la tensión de alimentación del equipo).
- **Número de re-arranques** (NREARRAQS). Informa de las veces que el equipo ha sido reiniciado en caliente (de forma manual mediante un cambio de configuración, un cambio de algún ajuste nominal o reset del equipo).
- **Número de Traps** (NTRAPS). Número de excepciones que se producen en el equipo que conllevan un reinicio.

Aviso: póngase en contacto con el fabricante en caso de aparecer alguno de estos códigos de alarma.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.11 Diagnóstico de Averías

1.11.1 Introducción 1.11-2
1.11.2 Software con autodiagnóstico 1.11-2
1.11.3 Errores en el encendido 1.11-2
1.11.4 Contacto de en servicio / alarma 1.11-3
1.11.5 Mensajes de error durante el encendido 1.11-3
1.11.6 Mensajes de error durante el funcionamiento 1.11-5
1.11.7 Error en comunicaciones 1.11-5
1.11.8 Error en comunicaciones 87L 1.11-7
1.11.9 Error en entradas digitales 1.11-8
1.11.10 Error en salidas digitales 1.11-8
1.11.11 Error en convertidores 1.11-9
1.11.12 Error en medidas 1.11-9
1.11.13 Errores fatales 1.11-9

1.11.1 Introducción

La finalidad de este Capítulo no es otra que permitir identificar condiciones de error en el equipo para que el usuario pueda llevar a cabo la acción correctica adecuada en cada caso.

1.11.2 Software con autodiagnóstico

El equipo cuenta con una función de autodiagnóstico y monitorización para chequear de forma autónoma y continua el estado del hardware y el software. En caso de existir algún problema, el equipo mostrará una alarma en el HMI tal y como se indica en el Capítulo 1.10, de Códigos de Alarma.

Las alarmas generadas por el módulo de autodiagnóstico están divididas en dos niveles, alarmas críticas y alarmas no críticas (ver Tabla de Magnitud de estado de alarmas y nivel de severidad en el Capítulo 1.10, de Códigos de Alarma). Cuando se produce una alarma no crítica, el mensaje de error correspondiente se muestra en pantalla y el equipo sigue funcionando ya que el nivel de error detectado no impide la operativa básica de protección, mientras que cuando se produce una alarma crítica además de mostrar el mensaje de error en pantalla el contacto de alarma del relé cambia de posición ya que la protección se queda fuera de servicio.

1.11.3 Errores en el encendido

Si el equipo no responde tras su energización, verificar los siguientes puntos con el fin de determinar si el error es de cableado externo, módulo de alimentación del equipo o display.

Tabla 1.11-1: Errores en el encendido

Test	Chequeos	Acciones
1	Medir la tensión auxiliar en bornas del relé verificando el nivel de tensión y polaridad según lo indicado en la placa de características del relé. Verificar terminal positivo y negativo en plano de conexiones del equipo.	Si la tensión auxiliar es correcta, proseguir con la segunda prueba. Si la tensión auxiliar no es la esperada, comprobar el cableado, los fusibles y/o magnetotérmicos del circuito de alimentación auxiliar.
2	Comprobar el contacto de alarma del relé. Verificar terminales en plano de conexiones del equipo.	Si el equipo se encuentra en servicio (contacto), el LED de en servicio encendido en color verde y el display se encuentra con el backlight encendido pero no se visualiza nada, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV. Si el equipo no se encuentra en servicio, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.11.4 Contacto de en servicio / alarma

Tabla 1.11-2: Contacto de en servicio / alarma		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Acceder a través del HMI o mediante el programa de comunicaciones al ajuste denominado “Equipo en Servicio” dentro de ajustes generales. Si está habilitado ir a la siguiente comprobación.	Si el ajuste está deshabilitado, habilitarlo y comprobar que el contacto de alarma cambia de estado pasando de Alarma a En Servicio. Si no pasa a estado de en servicio ir a la siguiente comprobación.
2	Comprobar si hay mensaje de error en el HMI y verificar que se trata de un error crítico según la tabla mostrada en el Capítulo 1.10, Códigos de Alarma.	Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV

1.11.5 Mensajes de error durante el encendido

Si el equipo, tras finalizar el proceso de arranque, no presenta la pantalla de reposo (Modelo, fecha y hora) llevar a cabo las siguientes comprobaciones.

- **Equipo IEC61850**

Tabla 1.11-3:Mensajes de error durante el encendido - Equipo IEC61850		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje: ----------.CID	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque el equipo no cuenta con un fichero CID. Proceder a cargar un CID del modelo del equipo con formato XML correcto y dirección IP igual a la del equipo en cuestión.
2	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3010.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque se ha producido un error en la carga del perfil IEC61850. Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV
3	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3011.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque hay un problema en la carga del fichero CID. Verificar en los *logs* (servidor web o FTP) el motivo del error y tras corregir el CID proceder a cargar el fichero de nuevo.
4	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3020.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque hay una discrepancia entre la versión del FW de protección y la versión del FW IEC61850. Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
5	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3030.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque hay un error en la lógica externa del CID (InRefs, LOGGAPC). Verificar en los *logs* (servidor web o FTP) el motivo del error y tras corregir el CID proceder a cargar el fichero de nuevo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.11-3: Mensajes de error durante el encendido - Equipo IEC61850		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
6	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3060.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque hay un error en la configuración de GOOSEs de entrada. Verificar en los *logs* (servidor web o FTP) el motivo del error y tras corregir la configuración en el CID proceder a cargar el fichero de nuevo.
7	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3070.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque hay un error en el fichero interno de gestión Ethernet. Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
8	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3080.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque hay un problema en los interfaces. Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
9	El arranque de IEC61850 se detiene mostrando el mensaje de error 3200.	La protección se encuentra operativa, pero las comunicaciones no pueden arrancar porque hay un problema con las interrupciones de la DPRAM. Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
10	Si hay un mensaje de error genérico no relativo a IEC61850 en el HMI, verificar de qué tipo de error se trata según la tabla mostrada en el Capítulo 1.10, de Códigos de Alarma.	Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

- **Equipo no IEC61850**

Tabla 1.11-4: Mensajes de error durante el encendido - Equipo IEC61850		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Si hay mensaje de error en el HMI, verificar de qué tipo de error se trata según la tabla mostrada en el Capítulo 1.10, de Códigos de Alarma.	Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.11.6 Mensajes de error durante el funcionamiento

Tabla 1.11-5: Mensajes de error durante el funcionamiento		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Si hay mensaje de error en el HMI, verificar de qué tipo de error se trata según la tabla mostrada en el Capítulo 1.10, de Códigos de Alarma.	Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV. Tenga en cuenta que, con los errores catalogados como no críticos, el control y la protección siguen operativos.
2	Si hay mensaje de error 40000 en el HMI.	Pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV. Las funciones de protección diferenciales han dejado de funcionar debido a un error en la tarjeta de comunicaciones 87L. Las funciones de protección que usen exclusivamente medidas locales (distancia, sobreintensidad, etcétera) seguirán funcionando normalmente.

1.11.7 Error en comunicaciones

Tabla 1.11-6: Error en comunicaciones		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Si se produce un error de comunicación a través del puerto frontal al comunicar con el *ZIV e-NET tool*®, apareciendo el siguiente mensaje: No comunica. No se obtiene el identificador.	Verificar: - Que se está usando un cable serie cruzado (5-5, 2-3). - Que se está usando un cable USB y están los drivers instalados. - Que los parámetros de comunicaciones del equipo y del programa concuerdan. Hacer doble click en la pantalla del *ZIV e-NET tool*® y proceder a escanear el puerto del PC utilizado para conectarse con el relé para obtener de forma automática los parámetros de comunicación a utilizar. Para verificar el puerto COM asociado al puerto USB y que se debe utilizar como parámetro para la comunicación, desplazar el ratón sobre *Ayuda/Acerca de…* con las teclas Mayús+Ctrl+Alt pulsadas y aparecerá en la esquina superior derecha el puerto correspondiente. Si con dichos parámetros sigue apareciendo el mensaje, póngase en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
2	Si se produce un error de comunicación a través del puerto frontal al comunicar con el *ZIV e-NET tool*®, apareciendo el siguiente mensaje: No se encuentra el perfil asociado al identificador: XXXX	Cerrar el *ZIV e-NET tool*®, actualizar la base de datos del *ZIV e-NET tool*® y volver a entrar en el programa para proceder a comunicar con el equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 1.11-6: Error en comunicaciones		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
3	Si se produce un error de comunicación a través de los puertos traseros serie del equipo al comunicar con *ZIV e-NET tool*®.	Verificar: - Que se está usando un cable cruzado. - Que los parámetros de comunicaciones del equipo y del programa concuerdan. - Que el puerto trasero está ajustado como PROCOME. Hacer doble click en la pantalla del *ZIV e-NET tool*®y proceder a escanear el puerto del PC utilizado para conectarse con el relé para obtener de forma automática los parámetros de comunicación a utilizar. Si con dichos parámetros sigue apareciendo el mensaje, póngase en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
4	Si se produce un error de comunicación a través de los puertos Ethernet remotos y puertos LAN del equipo al comunicar con *ZIV e-NET tool*®.	Verificar: - Que la dirección IP del relé concuerda con la indicada en *ZIV e-NET tool*®. - Que el puerto TCP indicado en el *ZIV e-NET tool*® es el 32001. - Que el parámetro de red seleccionado es el transparente. - Que la IP del PC pertenece a la familia de IPs de la configurada en el relé y que las máscaras de red son correctas. Si tras las verificaciones sigue apareciendo el error, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
5	Fallos al comunicar en Modbus y DNP3 por los puertos serie remotos.	Verificar: - Que se está usando un cable cruzado. - Que los parámetros de comunicaciones del equipo y del programa concuerdan. - Que el puerto trasero del relé está ajustado con el protocolo adecuado. - Que la configuración de control tiene configurados los puntos pedidos por el maestro. Si no se consigue comunicar, verificar el funcionamiento del puerto comunicando en PROCOME mediante *ZIV e-NET tool*®. Si funciona chequear los puntos anteriores de nuevo. Si no funciona, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.
6	Fallos al comunicar en Modbus RTU y DNP3 por el puerto LAN.	Verificar: - Que la dirección IP del relé concuerda con la configurada en el maestro. - Que el puerto TCP/IP concuerda. - Que el puerto trasero está ajustado con el protocolo adecuado. - Que la configuración de control tiene configurados los puntos pedidos por el maestro. - Que la IP del PC/maestro pertenece a la familia de IPs de la configurada en el relé y que las máscaras de red son correctas. Si no se consigue comunicar, verificar el funcionamiento del puerto comunicando en PROCOME mediante *ZIV e-NET tool*® o en IEC61850. Si funciona chequear los puntos anteriores de nuevo. Si no funciona, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.11.8 Error en comunicaciones 87L

Tabla 1.11-7:Error en comunicaciones 87L		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Si se produce un error de comunicación 87L y las unidades diferenciales permanecen bloqueadas por comunicaciones.	Verificar en la parte trasera del equipo el estado de los leds correspondientes a la tarjeta diferencial (Slot E en equipos de ½ rack): - Si el LED esta apagado comprobar que el módulo SFP (en caso de que sean usados) este correctamente insertado, que sea el SFP homologado y de que el canal de comunicaciones correspondiente a dicho puerto este habilitado en los ajustes (ver Capitulo 1.5). - Si el LED esta en rojo comprobar que la fibra este bien y conectada al módulo SFP (el conector LC debe estar totalmente insertado en el módulo SFP y no poder ser retirado sin apretar la pestaña de seguridad) o al conector ST. Comprobar que la correspondencia RX y TX sea la correcta y que la fibra no esté partida en algún punto. Si no es así, es posible que el enlace este roto en alguna parte de la red. Puede utilizar el modo loop para descartar problemas en el propio equipo respecto a la red de comunicaciones. Otra posibilidad es que el equipo remoto al que este conectado el equipo con problemas no este comunicándose por algún motivo (puerto no configurado en algún canal de comunicaciones habilitado, equipo remoto sin alimentación, etc.). - Si el LED está en amarillo permanente, posiblemente exista un problema en los ajustes de dirección configurados. - Si el LED esta en verde parpadeante, indica que el enlace esta activo en dicho puerto. Comprobar el resto de los puertos que se comuniquen con otros equipos DLF. En configuraciones con redundancia, que el LED de un puerto no esté en verde parpadeante no tiene por qué bloquear las unidades diferenciales por comunicaciones. Si no se desea desmontar el equipo se puede verificar el estado de la comunicación mediante el HMI o mediante ZIVercomPlus. Para conocer el significado de cada señal ver el Capitulo 1.5. Si no funciona, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.11.9 Error en entradas digitales

Tabla 1.11-8: Error en entradas digitales		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Verificar que la ED se encuentra energizada (positivo y negativo según Esquema de Conexiones) verificando el nivel de tensión y polaridad según lo indicado en la placa de características del relé.	Si la tensión de alimentación de la ED es correcta (positivo y negativo), proseguir con la segunda prueba. Si la tensión auxiliar no es la esperada, comprobar el cableado, los fusibles y/o magnetotérmicos del circuito.
2	Si se trata de una entrada configurable como supervisión de bobinas, verificar que el ajuste correspondiente de supervisión se encuentra en NO.	Acceder por HMI o mediante *ZIV e-NET tool*® a los ajustes de la supervisión de bobinas y deshabilitarlos. Si estaban deshabilitados, pasar al tercer punto.
3	Verificar las tensiones de activación/desactivación según la tabla del apartado Entradas Digitales del Capítulo 1.3, de Características Técnicas.	Si la tensión se encuentra dentro de los márgenes de activación y la ED no se activa, verificar que el FW del relé concuerda con la placa de características. Si es así ponerse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV. Si el FW no concuerda, póngase en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV para proceder a actualizar el FW.

1.11.10 Error en salidas digitales

Tabla 1.11-9: Error en salidas digitales		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Si los contactos de salida no operan.	Comprobar las señales que activan las salidas utilizas en los ajustes de protección para tal fin. Si son correctas, llevar a cabo las acciones necesarias para que la protección o la lógica de control actúen y se cierre el contacto. Verificar que la salida se cierra en el HMI y en los eventos del relé. Si tras este chequeo alguna salida no funciona, pónganse en contacto con el Departamento de Calidad de ZIV. Si el chequeo es positivo comprobar la activación del contacto mediante un multímetro siguiendo el plano de conexionado del equipo. Si la salida no cambia de posición, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.11.11 Error en convertidores

Tabla 1.11-10: Error en convertidores		
Test	**Chequeos**	**Acciones**
1	Verificar que la entrada de convertidor tiene una señal adecuada según el tipo de convertidor del equipo (ver tabla de Selección del Modelo).	Si la señal de entrada no es la esperada, comprobar el cableado, equipos intermedios, etc. Si la señal de entrada es correcta, pónganse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

1.11.12 Error en medidas

- Comparar las medidas mostradas por el relé con las magnitudes presentes en los terminales del relé.
- Comprobar que las relaciones de transformación de los TIs y TTs son correctas.
- Comprobar que se estén utilizando las bornas adecuadas.
- Comprobar el desfase angular para confirmar que las entradas se encuentran bien cableadas.

Si todas las comprobaciones son correctas (cableado externo adecuado, polaridad y medidas en bornas del relé correctas), ponerse en contacto con ZIV porque podría tratarse de un problema del HW del equipo.

1.11.13 Errores fatales

El equipo puede reiniciarse para salir de anomalías transitorias cuya causa puede ser tanto interna como externa y que no implican una avería en el equipo en sí. Ante evidencias de mal funcionamiento del equipo y/o reinicio espontáneo, acceder mediante el HMI del equipo a la pantalla de información del *firmware* del equipo (ENT / Información / Información de relé / Software) y ver si aparece una indicación de *Trap* con la fecha en la que tuvo lugar el fallo. En caso de aparecer, recoger la información disponible en el equipo (sucesos, *logs*, informes de falta, oscilos, etc), conectarse por FTP al equipo con usuario *coredump* y contraseña *coredump*, descargar toda la información presente en la capeta accedida y ponerse en contacto con su suministrador y con el Departamento de Calidad de ZIV.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 2.

Unidades de Protección Diferencial

2.1 Unidad Diferencial de Línea

2.1.1 Identificación 2.1-4
2.1.2 Bloque general de la unidad 2.1-4
2.1.3 Comunicaciones para la función diferencial de línea 2.1-5
2.1.3.a Configuración de comunicaciones 2.1-5
2.1.3.b Configuración de canales 2.1-6
2.1.3.c Configuración de puertos 2.1-7
2.1.3.d Muestreo para la función diferencial 2.1-8
2.1.3.e Protocolo de comunicaciones 2.1-8
2.1.3.f Sincronización de la medida entre equipos 2.1-9
2.1.3.g Proceso de sincronización de muestras 2.1-11
2.1.3.h Operación con asimetrías en el canal 2.1-12
2.1.3.i Errores, medidas y tasas de calidad de la comunicación 2.1-13
2.1.3.j Alarmas de comunicaciones 2.1-15
2.1.3.k Estado del puerto 2.1-16
2.1.3.l Bloqueo de las unidades diferenciales por comunicaciones 2.1-16
2.1.3.m Estadísticas y alarmas de interfaces SFP 2.1-17
2.1.3.n Modo bucle 2.1-17
2.1.3.o Pantalla de reposo 2.1-18
2.1.3.p Ejemplos de configuración comunicaciones 2.1-18
2.1.3.q Ajustes de las comunicaciones 2.1-25
2.1.3.r Entradas digitales 2.1-27
2.1.3.s Salidas digitales y sucesos 2.1-27
2.1.4 Principio de operación de una unidad diferencial genérica 2.1-33
2.1.5 Ajustes comunes de unidades diferenciales de línea 2.1-34
2.1.5.a Rangos de ajuste 2.1-34
2.1.6 Compensaciones para las unidades diferenciales 2.1-35
2.1.6.a Compensación de la intensidad capacitiva 2.1-35
2.1.6.b Compensación de transformadores en la zona de protección 2.1-36
2.1.6.c Intensidades compensadas 2.1-43
2.1.6.d Sin transformador en la zona de protección 2.1-43
2.1.6.e Con transformador en la zona de protección 2.1-44
2.1.7 Unidades diferenciales de fase 2.1-46
2.1.7.a Intensidad diferencial 2.1-46
2.1.7.b Intensidad de frenado 2.1-46
2.1.7.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-47

2.1.7.d Intensidad de referencia 2.1-47
2.1.7.e Característica de la unidad diferencial de fases con frenado porcentual 2.1-48
2.1.7.f Fenómenos de energización y de sobrexcitación de un transformador 2.1-49
2.1.7.g Frenado por armónicos 2.1-51
2.1.7.h Bloqueo por armónicos 2.1-53
2.1.7.i Comparación entre frenado y bloqueo por armónicos 2.1-53
2.1.7.j Bloqueo cruzado 2.1-53
2.1.7.k Inhibición del frenado y bloqueo por armónicos 2.1-55
2.1.7.l Salida de la unidad diferencial con frenado 2.1-56
2.1.7.m Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-57
2.1.7.n Unidad diferencial sin frenado 2.1-57
2.1.7.o Rangos de ajuste 2.1-58
2.1.7.p Entradas digitales 2.1-59
2.1.7.q Salidas auxiliares y sucesos 2.1-60
2.1.8 Unidad diferencial de neutro 2.1-62
2.1.8.a Intensidad diferencial de neutro 2.1-62
2.1.8.b Intensidad de frenado 2.1-63
2.1.8.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-63
2.1.8.d Intensidad de referencia 2.1-64
2.1.8.e Característica de la unidad diferencial de neutro con frenado porcentual 2.1-64
2.1.8.f Bloqueo por armónicos 2.1-65
2.1.8.g Bloqueo cruzado e Inhibición del bloqueo por armónicos 2.1-66
2.1.8.h Salida de la unidad diferencial de neutro con frenado 2.1-66
2.1.8.i Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-66
2.1.8.j Sensibilidad de polo abierto 2.1-67
2.1.8.k Operación en condiciones de falta con un polo abierto 2.1-67
2.1.8.l Rangos de ajuste 2.1-67
2.1.8.m Entradas digitales 2.1-68
2.1.8.n Salidas auxiliares y sucesos 2.1-69
2.1.9 Unidad diferencial de secuencia directa 2.1-70
2.1.9.a Intensidad diferencial de secuencia directa 2.1-70
2.1.9.b Intensidad de frenado 2.1-70
2.1.9.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-71
2.1.9.d Intensidad de referencia 2.1-71
2.1.9.e Característica de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado porcentual 2.1-72
2.1.9.f Bloqueo por armónicos 2.1-73
2.1.9.g Salida de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado 2.1-73
2.1.9.h Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-74
2.1.9.i Sensibilidad de polo abierto 2.1-74
2.1.9.j Operación en condiciones de falta con un polo abierto 2.1-74
2.1.9.k Rangos de ajuste 2.1-75

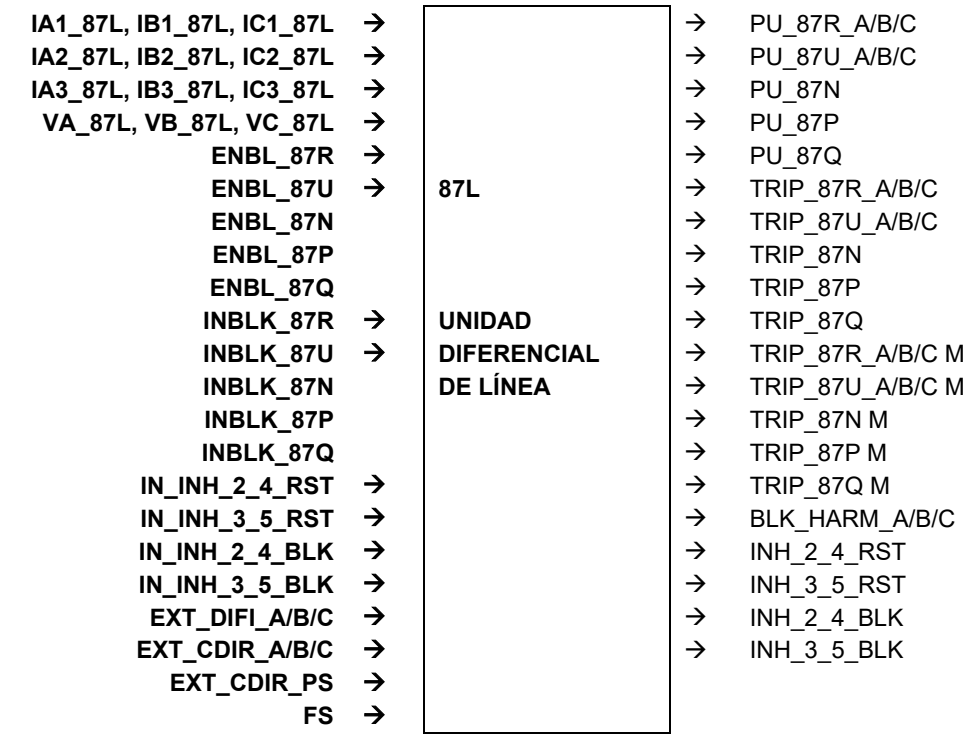
2.1.9.l Entradas digitales 2.1-75
2.1.9.m Salidas auxiliares y sucesos 2.1-76
2.1.10 Unidad diferencial de secuencia inversa 2.1-77
2.1.10.a Intensidad diferencial de secuencia inversa 2.1-77
2.1.10.b Intensidad de frenado 2.1-77
2.1.10.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial 2.1-78
2.1.10.d Devanado de referencia 2.1-78
2.1.10.e Característica de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado porcentual 2.1-79
2.1.10.f Bloqueo por armónicos 2.1-80
2.1.10.g Salida de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado 2.1-80
2.1.10.h Sensibilidad cierre sobre falta 2.1-81
2.1.10.i Sensibilidad de polo abierto 2.1-81
2.1.10.j Operación en condiciones de falta con un polo abierto 2.1-81
2.1.10.k Rangos de ajuste 2.1-82
2.1.10.l Entradas digitales 2.1-82
2.1.10.m Salidas auxiliares y sucesos 2.1-83
2.1.11 Recomendación de ajustes 2.1-84
2.1.11.a Habilitación de la compensación de intensidad capacitiva 2.1-84
2.1.11.b Tipo de intensidad de frenado 2.1-84
2.1.11.c Diferencial de fases 2.1-84
2.1.11.d Diferencial de neutro 2.1-88
2.1.11.e Diferencial de secuencia directa 2.1-89
2.1.11.f Diferencial de secuencia inversa 2.1-89
2.1.12 Ejemplos 2.1-90
2.1.12.a Ejemplo de cálculo de ajustes para líneas 2.1-90
2.1.12.b Ejemplos de cálculo de ajustes para transformadores en zona de protección 2.1-95

2.1.1 Identificación

La unidad diferencial de línea integra las funciones de protección diferencial de fases, neutro y secuencia directa e inversa.

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad diferencial de fases con frenado	PDIF		**87R**
Unidad diferencial de fases sin frenado	NRPDIF		**87U**
Unidad diferencial de neutro con frenado	GNDPDIF		**87N**
Unidad diferencial de secuencia positiva con frenado	PSPDIF		**87P**
Unidad diferencial de secuencia negativa con frenado	NSPDIF		**87Q**

2.1.2 Bloque general de la unidad



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3 Comunicaciones para la función diferencial de línea

El relé diferencial de línea cuenta con una tarjeta de comunicaciones de hasta 4 puertos que permiten comunicar con los equipos remotos situados en los extremos de la línea y realizar la función diferencial de línea.

Por cada equipo remoto, se puede configurar el uso de un puerto o dos (con redundancia). En caso de que uno de los enlaces de comunicación falle y no haya redundancia, el equipo que deja de recibir información y bloqueará las unidades diferenciales de línea. En caso de que haya redundancia, el equipo conmutará automáticamente al puerto redundante y seguirá operando las unidades diferenciales de línea habilitadas, siempre y cuando dicho enlace redundante este activo y sin error.

2.1.3.a Configuración de comunicaciones

Cada equipo DLF tendrá que ser configurado con una dirección local absoluta y única (de 0 a 255) mediante el ajuste ***Dirección Equipo Local E1*** y con las direcciones de los equipos remotos*:* ***Dirección Equipo Remoto E2*** y ***Dirección Equipo Remoto E3*** según el número de equipos DLF conectados entre sí y que integrarán la protección de la línea.

Los equipos DLF envían señales de disparo directo transferido (DTT) a todos los equipos remotos conectados, cuando alguna de las unidades diferenciales dispara y este activado el ajuste ***Permiso de envío DTT***.

Los disparos por las unidades diferénciales de línea y los disparos directos transferidos (DTT) serán supervisados por la activación del detector de falta que los emite en el caso de que el ajuste ***Supervisión Det. Falta*** en la lógica de disparo este activo. En condiciones de alimentación débil se utilizarán unidades de subtensión para supervisar el disparo (el disparo se supervisará por una OR del detector de falta y de las unidades de subtensión). Las unidades de subtensión se bloquearán si se detecta un fallo fusible o el polo de la correspondiente fase está abierto.

Con el fin de proporcionar mayor seguridad, el disparo directo transferido (DTT) seguirá un esquema de ventana M/N donde deben recibirse M tramas con el flag DTT activado sobre N tramas totales, por defecto configurado como 1/1. Para ello, deberá elegirse el filtro deseado mediante el ajuste ***Filtro de activación disparo DTT***. Los filtros podrán configurarse en el apartado de Entradas Digitales Virtuales dentro de Entradas Salidas y LEDs.

Dentro de la configuración del esquema de comunicaciones se deben distinguir dos conceptos: canales y puertos. Por un lado, los canales se utilizan para definir con que equipo se va a comunicar el equipo local, a través de que puerto o puertos y la información en cuanto a intensidades a enviar y recibir. Se podrá comunicar con tantos equipos remotos como número de canales tenga el equipo (según modelo). Por otro lado, los puertos establecen que tipo de comunicación se va a realizar y las particularidades técnicas de cada puerto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3.b Configuración de canales

Una vez habilitado el canal mediante el ajuste ***Habilitación***, los puertos configurados quedan activos para comunicar. El ajuste ***Extremo Remoto*** indica con que equipo remoto quiere establecerse la comunicación. Los ajustes ***Puerto Principal*** y ***Puerto Redundante*** se utilizan para establecer que puertos físicos se van a utilizar en el canal. Por defecto, siempre va a haber al menos un puerto establecido como principal. En el caso de existir puerto redundante, la comunicación se establecerá por defecto en el puerto principal y solo se conmutará al puerto redundante en caso de haber un error en la comunicación del puerto principal.

Nota: no se permitirá en ningún caso que un mismo puerto sea utilizado en diferentes canales.

La configuración de canales permitirá seleccionar si el equipo local se va a comunicar con 1 o 2 extremos remotos. Si se habilita el Canal 1, y este se configura para comunicar con el Extremo Remoto E2 y recibir la intensidad I2, se entenderá que solo habrá dos equipos **DLF** protegiendo una línea de dos extremos. Si se habilitan dos canales, configurados como Canal 1 con Extremo Remoto E2 y Canal 2 con Extremo Remoto E3 y la recepción de I2 e I3, respectivamente, se entenderá que habrá tres equipos **DLF** protegiendo una línea de 3 extremos. En esta última situación, inhabilitando el Canal 2 se podrá volver a la situación en que dos equipos **DLF** protegen una línea de dos extremos.

- **Grupos de intensidad enviados**

Se contará con un solo grupo de intensidades locales (denominada como I1). Las intensidades enviadas serán las intensidades medidas localmente por la tarjeta analógica (IA, IB e IC). Por defecto se establece en I1. Estas intensidades que se utilizan en las unidades diferenciales de línea serán representadas a nivel de fase en ***ZivercomPlus***® como IA1_87L, IB1_87L e IC1_87L y en forma abreviada tanto en el HMI y en la Oscilografía como IA1_L, IB1_L e IC1_L.

Tanto las relaciones de transformación de los TIs locales como de los equipos remotos serán ajustadas en cada relé que integrará la protección diferencial de línea. Estos ajustes se podrán encontrar en ajustes Generales (***Rel T.I Fase 1, Rel T.I Fase 2*** *y* ***Rel T.I Fase 3***):

Las compensaciones se realizan respecto a la intensidad local I1. La relación de TI de los extremos remotos configurados en el relé local debe ser la misma que la configurada como ***Rel T.I. Fase 1*** en dicho relé remoto.

- **Grupos de intensidad recibidos**

Se contará con dos grupos de intensidad remotos a configurar (denominados como I2 e I3) que se podrán configurar en ***Intensidad A*** o ***Intensidad B***. Esta última solo se usará en caso de que se puedan enviar dos intensidades por el mismo canal (según el modelo). Estas intensidades I2 e I3 que se utilizan en las unidades diferenciales de línea serán representadas a nivel de fase en ***ZivercomPlus***® como IA2_87L, IB2_87L, IC2_87L, IA3_87L, IB3_87L e IC3_87L y en forma abreviada tanto en el HMI y en la Oscilografía como IA2_L, IB2_L, IC2_L, IA3_L, IB3_L e IC3_L.

Nota: en caso de recibir un solo grupo de intensidad, este debe ser configurado como *Intensidad A*. Se debe configurar siempre una intensidad a recibir como *Intensidad A*.

Nota: cuando un grupo de intensidad es configurado en algún canal, este ya no puede ser utilizado en otro canal.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3.c Configuración de puertos

El equipo cuenta con 2 o 4 puertos (según modelo) dedicados a la comunicación para la realización de la función diferencial. Existen tres tipos de comunicaciones seleccionables mediante el ajuste ***"Tipo de conexión"***:

- Multiplexor C37.94. Destinado para comunicar con multiplexores SDH mediante el protocolo C37.94. Velocidad ajustable desde 1x64 kbits hasta 12x64 kbits.
- Multiplexor 2 Mbits. Destinado para comunicar con multiplexores SDH mediante G.703 (E1). Es necesario convertidor óptico-eléctrico externo compatible. Se utiliza una velocidad de transmisión fija de 2 Mbits.
- Punto a punto. Para conexiones directas de fibra óptica entre equipos. Se utiliza una velocidad de transmisión fija de 2 Mbits.

Si el ajuste ***Tipo de conexión*** es configurado como ***Multiplexor C37.94,*** entonces se podrá establecer la velocidad de transmisión de datos mediante el ajuste ***Velocidad C37.94***.

El ajuste ***Tipo de Reloj de Transmisión de Datos*** debe estar configurado en el modo ***Reloj recuperado*** en todos los equipos que protegen la línea en caso de que el equipo se conecte con un multiplexor SDH o con un convertidor externo óptico-eléctrico. Por otra parte, en caso de utilizar conexiones punto a punto, se debe configurar este ajuste alternamente. Es decir, el puerto del equipo local debe estar configurado como ***Reloj generado*** mientras que el puerto del equipo remoto al que está conectado debe estar configurado como ***Reloj recuperado*** o viceversa. La conexión de puertos de dos equipos diferentes en punto a punto con configuraciones tipo ***Reloj generado-Reloj generado*** o ***Reloj recuperado-Reloj recuperado*** puede ocasionar problemas esporádicos o permanentes de comunicaciones.

El ajuste ***Modo bucle*** o ***Modo loop*** permite al usuario comprobar la operación del equipo sin necesidad de conectarlo a otro equipo. Mientras esté activado este modo, el campo de dirección del equipo remoto configurado será igual al del equipo local sin necesidad de cambiar ajustes de dirección. En la pantalla de reposo aparecerá el mensaje de que el puerto está en modo bucle. No hay necesidad de usar una fibra externa pero, en caso de usar SFP, se debe insertar el SFP.

Además, también son posibles los bucles manuales externos (TX a RX del mismo puerto) pero, el ajuste ***Modo bucle*** debe ser desactivado y la dirección de los equipos locales y remotos debe ser la misma. En este caso, no se mostrará ningún mensaje en la pantalla por defecto.

Se debe tener cuidado de no buclar externamente un SFP monomodo que tenga gran alcance, ya que podría saturar la recepción del propio SFP llevando a leer valores incorrectos y, en casos más graves, la avería del propio SFP. Si se quiere, de todas formas, buclar dichos SFPs, se tendrán que utilizar atenuadores con los valores adecuados. Una atenuación de 10dB resultará suficiente para evitar la saturación del receptor.

En caso de ser necesario, se puede invertir las muestras para que la intensidad diferencial medida sea cero si se configura como ***Sí, con muestras invertidas***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En modelos donde se utilicen módulos SFP-LC, es posible monitorizar el estado del SFP mediante el estándar Digital Diagnostic Monitoring (DDM). Para ello, el módulo SFP utilizado debe ser compatible con este estándar. El estándar DDM permite conocer valores medidos internamente del SFP de la temperatura, tensión, corriente, potencia óptica emitida y potencia óptica recibida. De esta manera, el usuario podrá conocer el estado del SFP ante posibles incidencias y determinar el origen de estas. Una aplicación práctica es conocer la potencia óptica en la recepción para determinar si el nivel de atenuación de la línea es demasiado elevado para la correcta recepción de la comunicación. La activación del ajuste ***Monitorización SFP mediante DDM*** permite tanto la visualización de dichos parámetros como el envío de alarmas, generadas internamente en el SFP, al sistema. Estas alarmas no tendrán efecto alguno sobre la ejecución de la función diferencial de línea.

2.1.3.d Muestreo para la función diferencial

Las muestras enviadas al extremo remoto se obtendrán a partir de las muestras nativas a 4800 Hz (previamente sincronizadas con el PPS y calibradas angularmente). Para velocidad de transmisión de 2 Mb/s se usará directamente las muestras nativas del equipo, es decir, a la frecuencia de muestreo de 4800 Hz. Para velocidades entre 384 kbit/s y 768 kbit/s se realizará un diezmado a 1600 Hz. Para velocidades inferiores a 384 kbit/s se efectuará un diezmado a 800 Hz. Antes del diezmado se aplica un filtro anti-aliasing para evitar la aparición del efecto aliasing. En el receptor se realiza el proceso inverso para obtener las muestras a 4800 Hz y así poder realizar la función diferencial de línea.

2.1.3.e Protocolo de comunicaciones

La comunicación entre los equipos **DLF** se basa en el protocolo de comunicaciones HDLC. En caso de que se escoja una comunicación mediante el estándar C37.94, entonces la trama HDLC se encapsula en la trama C37.94.

La comunicación mediante protocolo HDLC es protegida mediante los siguientes mecanismos de detección de errores:

- Comprobación de longitud trama.
- Comprobación del campo de dirección de la trama respecto a la dirección local del relé.
- CRC de 16 bits.
- Secuencias redundantes con valor conocido y distribuidas en puntos concretos de la trama para detectar variaciones no deseadas del contenido de la trama.

La estructura de la trama variará según la velocidad de transmisión seleccionada por el usuario. La siguiente tabla muestra las principales características de la trama según velocidad de transmisión.

Tabla 2.1-1: Características de las diferentes velocidades de transmisión

Velocidad transmisión (kbits)	64	128 a 384	448 a 768	2.048
Frecuencia muestreo en envío (Hz)	800	800	1600	4800
Tensión de secuencia directa	NO	SI	NO	NO
Tensiones de fases	NO	NO	SI	SI
Disp. Directo Transferido por fase	SI	SI	SI	SI
Det. Saturación por fase	SI	SI	SI	SI
N.º Señales digitales configurables	16	16	16	16

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3.f Sincronización de la medida entre equipos

El desfase de tiempo existente entre el reloj de muestreo del equipo local y el reloj de muestreo de los equipos remotos, denominado como ΔT o fase del reloj, se puede obtener mediante dos métodos: sincronización mediante el método ping-pong o sincronización mediante comunicaciones y sincronización mediante reloj externo. Para activar esta última, es necesario activarla mediante el ajuste ***Sincronización Externa***. Esta sincronización solo funcionará si el equipo local y los remotos correspondientes están siendo sincronizados adecuadamente por IRIG-B o por PTP. Independientemente, de que este activada la sincronización externa, el equipo continuará usando realizando la sincronización mediante comunicaciones como backup ante pérdida eventual del reloj externo.

- **Sincronización mediante comunicaciones**

La sincronización mediante comunicaciones o del método del ping-pong se basa en un intercambio de etiquetas de tiempo que permiten deducir tanto la fase entre los relojes de los equipos como el tiempo de canal ida y vuelta o *round-trip tchannel* (tchannel_rt). El tiempo de canal ida y vuelta (o 2*tchannel cuando hay simetria) será utilizado como referencia en los ajustes. La sincronización se efectuará una vez cada 50 ms, independientemente de la velocidad de transmisión ajustada.

Con la información obtenida durante este proceso, el equipo local procede al cálculo de ΔT y del tiempo de canal ida y vuelta con las ecuaciones (1) y (2), y suponiendo que el tiempo de canal de ida (tchannel 1) es igual al tiempo de canal de vuelta (tchannel 2), es decir, que existe simetría en el enlace:

$$tchannel1 = tchannel2 = tchannel$$
$$2 * tchannel = tchannel_rt$$

$$\begin{aligned} tl1 + tchannel &= \Delta T + tr1 \\ tl2 &= \Delta T + tr2 + tchannel \end{aligned} \qquad (1)$$

Con las ecuaciones anteriores:

$$tchannel_rt = (tl2 - tl1) - (tr2 - tr1)$$
$$\Delta T = \frac{tl1 + tl2}{2} - \frac{tr1 + tr2}{2} \qquad (2)$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

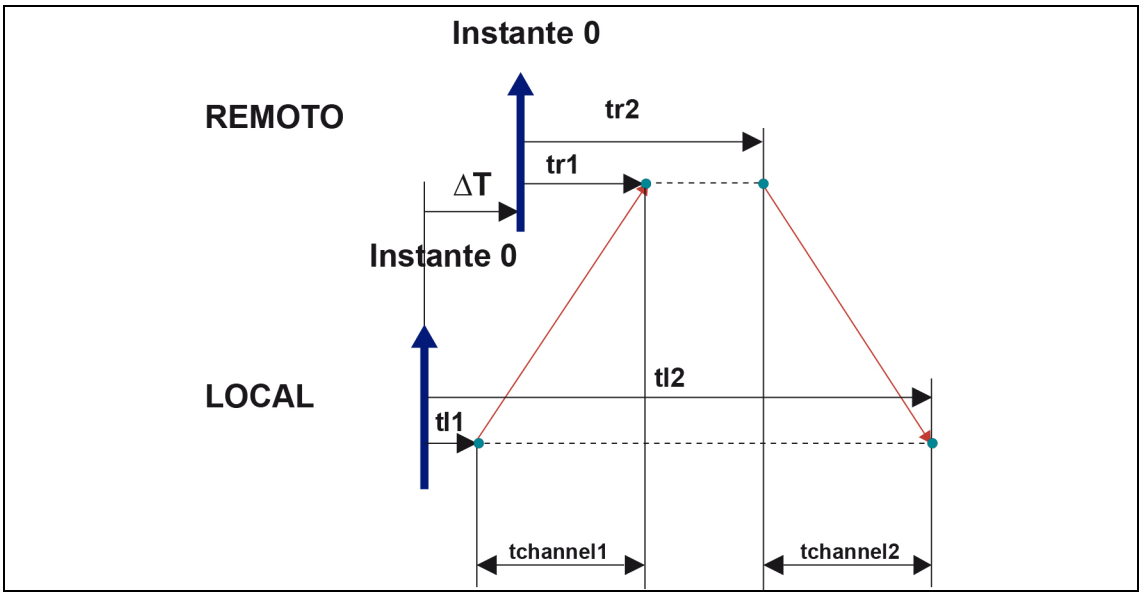


Figura 2.1.1 Sincronización mediante método Ping-Pong.

- **Sincronización mediante reloj externo**

Si el ajuste de ***Sincronización externa*** esta activado, la fase entre los relojes de muestreo de los equipos diferenciales se calculará respecto al tiempo marcado por el reloj externo, siempre que esté disponible en ambos equipos. Por tanto, un equipo local conocerá la fase del reloj de muestreo de los equipos remotos respecto al reloj externo y el suyo propio sobre el reloj externo. Durante la sincronización externa se calculará la asimetría del canal (tchannel1 y tchannel2) de comunicaciones que podrá ser consultado.

Previamente, se debe configurar la fuente de sincronización externa en los equipos **DLF** necesarios mediante el apartado **Sincronización** (ver 1.5.8). Sera posible sincronizar las unidades diferenciales de línea cuando se use una fuente precisa de sincronismo, específicamente, IRIG-B o PTP.

Si se pierde la señal de sincronización externa (tanto localmente como remotamente), se aplicará automáticamente el valor ΔT calculado a partir de la sincronización por comunicaciones. Si la señal de sincronización externa no vuelve en un periodo de 3 segundos. Se activará una señal ***Alarma Sincronización Externa Pérdida en Puerto N***, siempre y cuando el ajuste ***Sincronización externa*** esté activado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3.g Proceso de sincronización de muestras

Tras el establecimiento de las comunicaciones entre los equipos y antes de alinear y generar muestras para la realización de la función diferencial de línea, se iniciará un proceso de sincronización de muestras. Este proceso incluye una serie de cálculos del tiempo de canal, mediante el método descrito anteriormente, para determinar si el tiempo de canal de ida y vuelta es constante en todos los puertos configurados. Durante este proceso, la señal ***Unidad Diferencial de Línea en Proceso de Sincronización*** estará activa. Para que se consideré que el tiempo de canal es constante en un determinado puerto se deben cumplir las siguientes condiciones:

1. Que todos los valores calculados de tiempo de canal durante el ajuste ***Temporización para canal cte.*** (ajuste en configuración de comunicaciones) sean inferiores al ajuste ***Máximo tiempo de canal*** (ajuste en configuración de puertos). El tiempo de canal considerado en el ajuste es el de ida y vuelta (round trip).
   En caso de que el tiempo máximo de canal sea superior al ajustado, entonces se activará la señal ***Tiempo de Canal Excesivo en Puerto N***.
2. Que todos los valores calculados de tiempo de canal durante el ajuste ***Temporización para canal cte.*** tengan una diferencia respecto a la media de tiempos de canal (calculado a partir de los tiempos de canal acumulados durante la ***Temporización para canal cte.***) inferior al ajuste ***Máxima variación del tiempo del canal***. Es último ajuste se fijará teniendo en cuenta el máximo "jitter" que pueda existir en el enlace.

Si ambas operaciones son satisfactorias, se activará la señal ***Tiempo de canal constante en puerto N***, siendo N = {1,2,3 y 4} el puerto, y la señal ***Tiempo de canal constante en canal M***, siendo M = {1 y 2} el canal en el que este configurado dicho puerto. En ese momento, se acumulan valores ΔT hasta alcanzar el valor ajustado en ***Valores cálculo T. Canal***, siempre y cuando se mantenga la señal de ***Tiempo de canal constante en puerto N***. Una vez que se han acumulado dicha cantidad de valores ΔT, se calcula la recta de regresión que caracterizará el ΔT y la variación de ΔT (pendiente). Dicha recta de regresión se actualizará cada vez que un nuevo cálculo de ΔT es realizado. Se utilizará la ΔT correspondiente de cada muestra para alinear las muestras remotas con las muestras locales. Finalmente, se activará la señal ***Unidad Diferencial de Línea Sincronizado***. En configuraciones con redundancia de puertos, la recta de regresión se calculará simultáneamente en ambos puertos.

Cuando la señal ***Tiempo de canal constante en puerto N*** se desactiva en un determinado puerto (lo que quiere decir que el tiempo de canal ha dejado de cumplir alguna de las dos condiciones anteriores y no hay fallo en ningún canal de comunicación), no se calculara la recta de regresión correspondiente (ni las subsiguientes) hasta que la señal ***Tiempo de canal constante en puerto N*** correspondiente se vuelva a activar. Esto es debido a que la variación del tiempo del canal es indicativa de una conmutación de caminos, lo que generará asimetrías transitorias que invalidarán transitoriamente el cálculo de nuevas rectas de regresión. En dicho momento, se usará la última recta de regresión valida memorizada. El máximo tiempo en el que se utilizará dicha recta de regresión memorizada será el definido por la suma del valor del ajuste ***Tiempo máximo de conmutación de canal*** (ajuste en Configuración de comunicaciones) y el ajuste ***Valores cálculo Recta Regresión.*** multiplicado por 50ms. Una vez que transcurra dicho tiempo y si el tiempo de canal no es constante, se desactivará la señal **Unidad Diferencial de Línea Sincronizado** (en caso de no haber redundancia de puertos) y se bloquearán las funciones diferenciales. Cuando el tiempo de canal vuelva a ser constante, se iniciará el cálculo de una nueva recta de regresión y, una vez terminado el cálculo, las unidades diferenciales se desbloquearán y se activará la señal de **Unidad Diferencial de Línea Sincronizado**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Mientras que algún canal no tenga la señal **Tiempo de canal constante en canal M** activada y no haya un error de comunicaciones en dicho puerto, la señal **Unidad Diferencial de Línea en Proceso de Sincronización** estará activa y la señal de **Unidad Diferencial de Línea Sincronizada** estará desactivada. Ambas señales estarán desactivadas cuando la señal **Unidades Diferenciales Bloqueadas por Comunicaciones** este activa.

Cabe destacar que solo se utiliza la recta de regresión memorizada cuando el tiempo del canal haya permanecido constante durante más de 10 s, en caso contrario, cuando se desactive la señal **Tiempo de canal constante en canal N**, también se desactivará la señal **Unidad Diferencial de Línea Sincronizado**.

En el caso de que una vez transcurrido el ***Tiempo máximo de conmutación de canal***, estuviera activa la señal **Tiempo de canal constante en puerto N**, se volverá a acumular valores ΔT hasta alcanzar el valor ajustado en ***Valores cálculo T. Canal*** y se volverá a usar la recta de regresión recientemente calculada. En este momento se desechará la recta de regresión anterior y se activará una temporización de 10 s durante los cuales el tiempo de canal debe ser constante para volver a utilizar la recta de regresión actual ante cambios en el tiempo de canal.

2.1.3.h Operación con asimetrías en el canal

El equipo incluye dos métodos para poder operar con redes de comunicaciones con asimetrías permanentes.

El primer método consiste en realizar una corrección manual mediante el ajuste llamado ***Corrección asimetría canal***, dentro de la configuración de puertos, que permite compensar la diferencia entre los tiempos de canal de ida y de vuelta cuando no hay simetría en el canal. Esta diferencia se podría medir durante la puesta en servicio y se podrá utilizar si no existe ninguna variación en la misma durante la operación de la red de comunicaciones. El valor de ΔT se corregirá según la siguiente formula (3):

$$\Delta T = \frac{tl1 + tl2}{2} - \frac{tr1 + tr2}{2} + \frac{tchannel1 - tchannel2}{2} \qquad (3)$$

Esta corrección manual solo tiene efecto cuando se opera los relés diferenciales de línea usando la sincronización mediante comunicaciones explicada en el anterior apartado. Es decir, el ajuste ***Sincronización externa*** debe estar desactivado.

El segundo método consiste en realizar una corrección automática de la asimetría mediante el uso de la sincronización mediante reloj externo, es decir, cuando se activa el ajuste ***Sincronización externa***. Además, los equipos sincronizados externamente deben de recibir una señal de reloj correcta para que este método de compensación funcione adecuadamente. Usando la sincronización externa, los equipos **DLF** son capaces de calcular el valor de *Tchannel 1* y *Tchannel 2* y, por tanto, la asimetría de canal a corregir según la formula (3).

Si se pierde la señal de sincronización externa (o local o remota) se entrará en un periodo transitorio. Durante los primeros 0,5 segundos, el valor ΔT calculado a partir de la sincronización externa queda congelado. A su vez, se congela el valor de asimetría calculado antes de la pérdida de la sincronización externa.

Si la señal de sincronización externa no vuelve en 0,5 segundos se aplicará automáticamente el valor ΔT calculado a partir de la sincronización por comunicaciones, siempre y cuando haya una recta de regresión valida, compensado con la medida de asimetría congelada**.**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si no hay una recta de regresión valida entonces se activará la señal **Bloqueo Unidades Diferenciales por Comunicaciones**. El alineamiento de muestras se podrá realizar mediante la sincronización por comunicaciones cuando haya una recta de regresión valida.

Si la señal de sincronización externa no vuelve en un periodo de 3 segundos, se activará una señal **Alarma Sincronización Externa Pérdida en Puerto N**.

En caso de detectarse un cambio de tiempo de canal (en cualquier momento desde que se perdió la sincronización externa) derivado de una conmutación de caminos, se activará la señal **Bloqueo Unidades Diferenciales por Comunicaciones**, que quedará activa hasta que ocurra uno de los siguientes eventos:

- Se recupere la señal de **Sync. Externa** tanto local como remota y se pueda calcular de nuevo un valor de ΔT y la asimetría. Se reseteará la señal **Alarma Sincronización Externa Pérdida en Puerto N** (siendo N de 1,..,4) y se dejará de aplicar la asimetría congelada.
- Se inhabilite la sincronización externa y haya una recta de regresión válida para aplicar. Se reseteará la señal **Alarma Sincronización Externa Pérdida en Puerto N** y se dejará de aplicar la asimetría congelada, aplicándose la definida por el ajuste ***Corrección de Asimetría Puerto N***.

En el estado bloqueado, se seguirán alineando muestras aplicando el ΔT por comunicaciones y la última asimetría fiable, es decir, la congelada.

La razón de bloquear una unidad diferencial es evitar compensar asimetrías que pueden haber cambiado debido a una reconfiguración de la red de comunicaciones.

2.1.3.i Errores, medidas y tasas de calidad de la comunicación

El relé diferencial de línea **DLF** monitoriza constantemente el estado y la calidad de la comunicación en cada puerto de comunicaciones referentes a la operación del diferencial de línea.

- **Errores en la comunicación**

Se pueden distinguir las siguientes señales (siendo N, el número de puerto):

Pérdida de Señal en Puerto N General (LOS). También conocido como Loss of Signal, se activa cuando se detecta una pérdida de señal general. Esta sucede en cuando se activa cualquiera de las siguientes señales.

- **Pérdida de Señal en Puerto N Interfaz.** Es generada físicamente por el receptor cuando la señal recibida está por debajo del mínimo umbral detectable.
- **Pérdida de Señal en Puerto N PLL.** Es generada cuando el controlador de comunicaciones SW no detecta variaciones de señal en el puerto.
- **Pérdida de Señal en Puerto N C37.94.** Se genera según la norma C37.94.

Señal Indicación de Alarma en Puerto N (AIS). Se genera cuando se detecta una condición de AIS o todo 1's según la norma C37.94. Indica que algún enlace superior del SDH se ha caído.

Yellow bit en Puerto N. Se genera cuando se recibe una indicación de yellow bit del multiplexor SDH o del convertidor al que está conectado el equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Medidas de calidad**

Bit Error Ratio (BER) es el tanto por ciento de bits erróneos detectados entre el número de bits analizados durante un determinado periodo de tiempo ajustable. La medida de BER es representativa siempre y cuando la comunicación haya sido estable durante un periodo de tiempo significativo. La medida de BER puede ser reiniciado activando la señal ***Orden de Reposición Estadísticos Puerto N***.

Error Free Seconds (EFS) indica que en el último segundo de la comunicación no ha habido ningún bit erróneo. Esta medida se realizará sobre aquellos bits de la trama que se han recibido y que tengan un valor conocido o esperado (la identificación del enlace y la secuencia redundante) y de la comprobación del CRC.

Errored Seconds (ES) indica que en el último segundo de la comunicación ha habido al menos un bit erróneo, o bien se ha detectado una pérdida de señal de entrada (LOS), o bien se recibe una indicación AIS (Alarm Indication Signal) o bien el CRC es incorrecto.

Severely Errored Seconds (SES) indica que en el último segundo que la BER es igual o peor que 1E-3, o bien se detecta una pérdida de señal de entrada, o bien se recibe una indicación AIS o todo 1's.

- **Tasas de calidad**

El equipo calcula una serie de tasas para monitorizar la calidad de la comunicación a largo plazo, siempre y cuando no exista condición de LOS o AIS. El periodo de registro y cálculo de las tasas se puede configurar mediante el ajuste ***Tiempo de registro de tasas***. Las tasas calculadas son las siguientes:

Tasa de segundos erróneos (ESR). Es el porcentaje de ES con respecto al número de segundos total que ha durado la comunicación, siempre y cuando esta duración no supere el tiempo establecido en el ***Tiempo de registro de tasas***. Esta medida solo se realiza cuando hay disponibilidad de enlace. Se da por sentado que al principio la medida oscilará y que a medida que transcurra el tiempo la medida convergerá hacia un valor estable. Si se supera un determinado umbral, definido por el ajuste ***Limite Tasa Segundos Erróneos*** se entregará la señal ***Alarma tasa ESR superada en Puerto N***. Por defecto este umbral será del 4%. La tasa ESR puede ser reiniciado activando la señal ***Orden de Reposición Estadísticos Puerto N***. Esta alarma será meramente informativa y no tiene efecto alguno en la funcionalidad de la protección.

Tasa de segundos severamente erróneos (SESR). Es el porcentaje de SES con respecto al número de segundos total que ha durado la comunicación, siempre y cuando esta duración no supere el tiempo establecido en el ***Tiempo de registro de tasas***. Esta medida solo se realiza cuando hay disponibilidad de enlace. Se da por sentado que al principio la medida oscilará y que a medida que transcurra el tiempo la medida convergerá hacia un valor estable. Si se supera un determinado umbral se entregará la señal **Alarma tasa SESR superada en Puerto N**. Por defecto este umbral será del 0.2%. La tasa SESR puede ser reiniciado activando la señal **Orden de Reposición Estadísticos Puerto N**. Esta alarma será meramente informativa y no tiene efecto alguno en la funcionalidad de la protección.

Tasa de disponibilidad (ATR). Es el porcentaje de tiempo que el enlace está disponible con respecto al número de segundos total que ha durado la comunicación, siempre y cuando esta duración no supere el tiempo establecido en el ***Tiempo de registro de tasas***. Se da por sentado que al principio la medida oscilará y que a medida que transcurra el tiempo la medida convergerá hacia un valor estable. Si el tiempo disponible desciende de un determinado umbral se entregará la señal ***Alarma tasa ATR superada en Puerto N***. Por defecto, este umbral será del 99,9%.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La tasa **ATR** puede ser reiniciada activando la señal ***Orden de Reposición Estadísticos Puerto N***. Esta alarma será meramente informativa y no tiene efecto alguno en la funcionalidad de la protección.

2.1.3.j Alarmas de comunicaciones

El equipo dispone de varios mecanismos para detectar problemas de configuración, problemas de calidad del enlace y pérdidas de enlace. La ocurrencia de cualquiera de estas alarmas bloquea las unidades diferenciales de línea.

- **Alarma dirección incorrecta**

Esta alarma se genera cada vez que se detecta una trama recibida cuyo campo de dirección no coincide con el valor esperado. En este caso se activará la señal ***Alarma dirección incorrecta Puerto N***. Esta alarma se repondrá cuando se reciban varias tramas, definido por el ajuste ***Reposición alarma destino incorrecto***, con el valor correcto.

- **Alarma excesivas muestras pérdidas**

La señal **Alarma Excesivas Muestras Perdidas en Puerto N** se activa cuando se detecta la pérdida de varias muestras por encima de un umbral. Este umbral depende de la frecuencia de muestreo empleada en el envío de muestras. Así, se soporta la pérdida de 4 muestras a las frecuencias de muestreo de 800 y 1600 Hz y de 8 muestras a la frecuencia de muestreo de 4800Hz. Si el número de muestras pérdidas durante medio ciclo (10ms) supera también el valor anterior (aunque no se trate de muestras consecutivas) también se activará la alarma de **Alarma Excesivas Muestras Perdidas en Puerto N**. En caso de que la pérdida de muestras no supere el umbral, las muestras pérdidas son interpoladas.

Esta alarma solo se activa cuando se detecta un salto de tiempo en las muestras recibidas. En caso de interrupciones graves de la comunicación (detectado mediante otros mecanismos) esta alarma no se activa ya que necesita la recepción de muestras para comprobar que ha habido un salto de tiempo.

- **Alarma pérdida de comunicaciones**

Esta alarma es indicada a través de la señal **Alarma Perdida de comunicaciones Puerto N**. Si un puerto N dentro de un canal M declara esta situación y no hay puerto redundante o si ambos puertos declaran dicha situación, entonces se activa la señal **Alarma Perdida de comunicaciones Canal M**. Se activa cuando sucede la alarma excesivas tramas erróneas o se declara una indisponibilidad del enlace que son descritas a continuación:

Alarma excesivas tramas erróneas. El equipo dispone de un contador por puerto de las tramas erróneas recibidas. Este contador se incrementa cada vez que recibe una trama errónea y se decrementa cuando recibe una trama correcta. Se considera trama errónea cuando se detecta:

- Dirección errónea.
- Longitud de la trama errónea.
- CRC erróneo.
- Alguna secuencia redundante errónea.
- La no recepción de tramas durante un tiempo superior al ajuste ***Máximo tiempo de canal*** dividido entre dos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La señal **Alarma Contador Excesivas Tramas Erróneas** se activa cuando iguale o supere un umbral configurable mediante el ajuste ***Limite contador de tramas erróneas*** y se desactiva cuando el valor iguale o sea inferior del ajuste ***Reposición del contador de tramas erróneas***.

Nota: una alarma de dirección incorrecta acabará provocando una alarma de excesivas tramas erróneas.

Alarma indisponibilidad del enlace. Se define como un período de indisponibilidad que comienza cuando se detectan un número, determinado por el ajuste ***Limite Seg. Sev. Erróneos para Indisp. Enlace***, de segundos consecutivos clasificados como SES y termina cuando se detectan un número, determinado por el ajuste Limite ***Seg. No Sev. Erróneos para Disp. Enlace***, segundos consecutivos que no sean SES. Cuando se declara una indisponibilidad de enlace mediante la activación de la señal ***Alarma indisponibilidad de enlace Puerto N,*** se bloquearán las unidades diferenciales de línea excepto si existe redundancia de puertos y el puerto redundante no está afectado. Esta alarma está especialmente indicada para situaciones en que la comunicación es ruidosa y, por tanto, poco fiable.

Nota: el valor de la alarma pérdida de comunicaciones se actualiza con un periodo menor que las alarmas excesivas tramas erróneas e indisponibilidad de enlace a la hora de visualizarlas en la oscilografía.

- **Watchdog de sincronización de puertos a distancia**

Esta señal se activa cuando no hay respuesta, debido a un problema de comunicación unidireccional, a la solicitud de sincronización enviada por el IED local al remoto durante más de 400 ms. Esto evita que un problema de comunicación unidireccional produzca un error acumulado en ΔT y, por lo tanto, un desfase de intensidad local y remota por falta de procesos de sincronización.

2.1.3.k Estado del puerto

El estado del puerto indica si se está comunicando y recibiendo muestras y señales adecuadamente. Cuando la señal ***Puerto N activo*** está activado, entonces el puerto está recibiendo muestras y comunicando correctamente. Si esta señal esta desactivada, indica que hay algún problema en la comunicación que puede ser originado por las alarmas anteriormente mencionadas. Cuando el puerto no está activo, y en ausencia de puerto redundante valido, las unidades diferenciales de línea se bloquean.

2.1.3.l Bloqueo de las unidades diferenciales por comunicaciones

Las unidades diferenciales de línea se bloquean cuando se produce alguno de los siguientes casos:

- Cuando no hay ningún canal habilitado.
- Cuando se ha detectado una alarma por excesivas tramas pérdidas, excesivas tramas erróneas o indisponibilidad de enlace.
- Cuando hay algún canal habilitado y, tanto el puerto principal como el redundante (si estuviera configurado), no están activos por cualquier razón (errores de comunicación, errores HW, etc.).

Ante cualquiera de estas situaciones, la señal **Unidades Diferenciales Bloqueadas por Comunicaciones** y la señal **Unidades Basadas en Prefalta Bloqueadas por Comunicaciones** se activan y solo se repondrán cuando desaparezcan las condiciones enumeradas anteriormente. El efecto y la reposición de cada señal es diferente según se describe a continuación:

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Unidades Diferenciales Bloqueadas por Comunicaciones. Mientras esta alarma este activa se bloquearán todas las unidades diferenciales. Esta señal de bloqueo se repone cuando desaparecen las condiciones anteriormente mencionadas durante al menos 1 ciclo (20ms).

Unidades Diferenciales Bloqueadas en Prefalta por Comunicaciones. Mientras esta alarma este activa, todas las unidades basadas en variación de intensidad o en intensidad de prefalta serán inhabilitadas: detector de falta basado en intensidades diferencial y de frenado (el inicio de falta lo marcará, en ese caso, el detector de falta basado en intensidades de secuencia, que utiliza solo muestras locales) y la unidad de comparación de secuencia directa (la lógica "2 de 3" se convertirá en una lógica "1 de 2" y la lógica "3 de 3" se convertirá en una lógica "2 de 2"). Esta señal de bloqueo se repone cuando desaparecen las condiciones anteriormente mencionadas durante al menos 3 ciclos.

2.1.3.m Estadísticas y alarmas de interfaces SFP

El equipo DLF puede obtener datos de estadísticas de los SFP, conectados a la tarjeta de comunicaciones diferencial, si estos utilizan el estándar DDM (SFF-8472 Digital Diagnostic Monitoring Interface). Esta información facilita la puesta en marcha de los equipos, el mantenimiento y la detección de problemas en la comunicación. Los datos disponibles son los siguientes:

- Temperatura (ºC).
- Tensión aplicada (V).
- Corriente circulante (mA).
- Potencia emitida (dBm).
- Potencia recibida (dBm).

Para la monitorización de estos valores, debe activarse el ajuste ***Monitorización SFP mediante DDM*** correspondiente al puerto al que está conectado el SFP. El rango y precisión de las medidas dependerán del SFP utilizado y se podrán obtener de la hoja de datos del modelo correspondiente.

Adicionalmente, los módulos SFP que cumplen el estándar DDM proporcionan una serie de alarmas referentes a las medidas anteriormente mencionadas. Así, se consideran dos niveles de alarmas: nivel de aviso y nivel de alarma. Estos niveles para cada una de las medidas son establecidas y grabadas internamente en el SFP. La monitorización de estas alarmas no se produce cuando no se habilita el ajuste: ***Monitorización SFP mediante DDM.*** Independientemente del valor ajustado, estas alarmas no producen efecto alguno en las unidades diferenciales de línea y son meramente informativas.

2.1.3.n Modo bucle

El ajuste modo bucle permite que el usuario pueda probar la comunicación del equipo sobre sí mismo haciendo un bucle sobre el mismo puerto y sin la necesidad de cambiar las direcciones de los equipos. Para ello, es necesario conectar el TX con el RX del mismo puerto. Este modo bucle se puede activar por puerto mediante el ajuste ***Modo bucle*** en la configuración de puertos. En caso de activarse el modo bucle en cualquiera de los puertos, entonces la señal ***Puerto 1 Modo bucle*** estará activado.

Si se configura como "SI", las muestras enviadas son las recibidas de tal forma que la intensidad diferencial medida es dos veces la intensidad inyectada. Si, por el contrario, se ajusta a ***Sí con muestras invertidas***, entonces la intensidad diferencial medida será cero.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3.o Pantalla de reposo

La pantalla de reposo del equipo muestra el estado de los puertos disponibles (según modelo). Los estados serán mostrados según la siguiente prioridad de visualización, es decir, solo se mostrará el estado de mayor prioridad activo, aunque haya varios estados activos.

1.LOS.
2.AIS.
3.Wrong Add.
4.Link Lost.
5.Yell Bit.
6.Sync Wdg.
7.Exc. ChT.
8.Loop Mode.
9.Active.
10.Standby.
11.Disabled.

2.1.3.p Ejemplos de configuración comunicaciones

A continuación, se presentan diversos ejemplos de configuración de la comunicación.

- **Punto a punto con dos extremos y sin redundancia**

Nótese que en un esquema punto a punto, los puertos a comunicar entre si deben siempre tener configurado en un equipo como reloj generado y en el otro, reloj recuperado.

Equipo 1:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		105
Dirección equipo Remoto E2		11
Dirección equipo Remoto E3		0
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj generado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Equipo 2:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		11
Dirección equipo Remoto E2		105
Dirección equipo Remoto E3		0
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado

- **Punto a punto con dos extremos y con redundancia**

Equipo 1:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		27
Dirección equipo Remoto E2		32
Dirección equipo Remoto E3		0
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		Puerto 2
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj generado
Puerto 2		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj generado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Equipo 2:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		32
Dirección equipo Remoto E2		27
Dirección equipo Remoto E3		0
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		Puerto 2
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado
Puerto 2		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Punto a punto con tres extremos y sin redundancia**

Equipo 1:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		13
Dirección equipo Remoto E2		14
Dirección equipo Remoto E3		15
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Canal 2		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E3
Puerto principal		Puerto 2
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I3
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj generado
Puerto 2		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj generado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Equipo 2:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		14
Dirección equipo Remoto E2		13
Dirección equipo Remoto E3		15
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Canal 2		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E3
Puerto principal		Puerto 2
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I3
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado
Puerto 2		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj generado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Equipo 3:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		15
Dirección equipo Remoto E2		13
Dirección equipo Remoto E3		14
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Canal 2		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E3
Puerto principal		Puerto 2
Puerto redundante		No
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I3
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado
Puerto 2		
Tipo de Conexión		Punto a punto
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Conexión a multiplexor con C37.94 con dos extremos y con redundancia**

Nótese que cuando se conecta mediante multiplexores o convertidores óptico-eléctricos debe ajustarse en todos los puertos el ***Tipo de Reloj Transmisión Datos*** como **Reloj Recuperado**.

Equipo 1:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		44
Dirección equipo Remoto E2		46
Dirección equipo Remoto E3		0
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		Puerto 2
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Multiplexor C37.94
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado
Puerto 2		
Tipo de Conexión		Multiplexor C37.94
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado

Equipo 2:

Comunicaciones		
Dirección equipo Local E1		46
Dirección equipo Remoto E2		44
Dirección equipo Remoto E3		0
Canal 1		
Habilitación		SI
Equipo remoto		Equipo Remoto E2
Puerto principal		Puerto 1
Puerto redundante		Puerto 2
Grupo de Intensidades Enviados		
Transmisión	Intensidad A	I1
Grupo de Intensidades Recibidos		
Recepción	Intensidad A	I2
	Intensidad B	Ninguna
Puerto 1		
Tipo de Conexión		Multiplexor C37.94
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado
Puerto 2		
Tipo de Conexión		Multiplexor C37.94
Tipo de Reloj Transmisión Datos		Reloj recuperado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3.q Ajustes de las comunicaciones

Ajustes Generales Comunicaciones					
Ajuste	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Dirección Equipo Local E1	Dir. Local E1	DIFPDCF.AddNod1	0 - 255	1	0
Dirección Equipo Remoto E2	Dir. Remoto E2	DIFPDCF.AddNod2	0 - 255	1	0
Dirección Equipo Remoto E3	Dir. Remoto E3	DIFPDCF.AddNod3	0 - 255	1	0
Sincronización Externa	Sincr. Externa	DIFPDCF.SynEx	SÍ / NO		NO
Temporización para canal Cte.	T. para Canal Cte.	DIFPDCF.ChEvTmms	0,1-1s	0,05s	0,2s
Valores cálculo Recta Regresión	Vals. Calc deltaT	DIFPDCF.NumSmp	10 - 20 valores	1	10
Tiempo máximo de conmutación de canal	Max T Conmut. Can	DIFPDCF.MaxSwTmms	0,02 - 2	0,02	1 s
Reposición alarma destino incorrecto	Rep. Alr Dir. Err.	DIFPDCF.RsAlmErr	0 - 255	1	10
Limite contador de tramas erróneas	Lim. Tramas Err.	DIFPDCF.FerLim	0 - 255	1	50
Reposición del contador de tramas erróneas	Rep. Tramas Err.	DIFPDCF.FerRs	0 - 255	1	40
Limite Seg. Sev. Erróneos para Indisp. Enlace	Lim SES Indisp Enl	DIFPDCF.SESLnkUnav	1- 10	1	2
Limite Seg. No Sev. Erróneos para Disp. Enlace	Lim. No SES Enlace	DIFPDCF.NoSESLnkAv	0 -10	1	2
Límite tasa de segundos erróneos	Lim. Tasa Sg. Err.	DIFPDCF.ErrSLim	0 - 100%	0,1%	4%
Límite tasa de segundos severamente erróneos	Lim. Sg. Sev. Err.	DIFPDCF.SevErrSLim	0 - 100%	0,01%	0,2%
Límite tasa de disponibilidad	Lim. Tasa Disp.	DIFPDCF.AvLim	0 - 100%	0,01%	99,9%
Tiempo de registro de tasas	T. Registro	DIFPDCF.QRegTmh	12 - 720 horas	1	12 h
Permiso de envío DTT	Permiso Envio DTT	DIFPDCF.AllDTT	SÍ / NO		SÍ
Filtro de activación disparo DTT	Filtro DTT	DIFPDCF.DTTTrgFil	Sin filtrado Filtro tipo 1 Filtro tipo 2 Filtro tipo 3 Filtro tipo 4		Sin filtrado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes Canal Comunicaciones M (M=1,2)					
Ajuste	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Habilitación	Habilitación	CHDIFPDCF.ChEna	SI / NO		NO
Extremo remoto	Extremo remoto	CHDIFPDCF.NodAdd	Extremo Remoto E2 Extremo Remoto E3		Extremo ReM. E2
Puerto	Puerto Principal	CHDIFPDCF.Port	Puerto 1 Puerto 2 Puerto 3 Puerto 4		Puerto 1
Redundancia	Puerto Redundante	CHDIFPDCF.RedPort	NO Puerto 1 Puerto 2 Puerto 3 Puerto 4		NO
Transmisión de grupos de intensidad	Grupos Intens. TX				
Intensidad A	Intensidad A	CHDIFPDCF.AGrTx	Ninguna / I1		I1
Recepción de grupos de intensidad	Grupos Intens. RX				
Intensidad A	Intensidad A	CHDIFPDCF.AddNod3	Ninguna / I2 / I3		Ninguna
Intensidad B	Intensidad B	CHDIFPDCF.AddNod4	Ninguna / I2 / I3		Ninguna

Ajustes Puerto Serie N (N=1,2,3,4)					
Ajuste	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Tipo de conexión	Tipo conexión	PTDIFPDCFx.ConnTyp	Multiplexor C37.94 Multiplexor 2 Mbit Punto a punto		Punto a punto
Velocidad C37.94	Velocidad C37.94	PTDIFPDCFx.Spd	64 kbit/s 128 kbits/s 192 kbits/s 256 kbits/s 320 kbits/s 384 kbits/s 448 kbits/s 512 kbits/s 576 kbits/s 640 kbits/s 704 kbits/s 768 kbits/s		768 kbit/s
Tipo de Reloj Transmisión Datos	Tipo Reloj Tx Dat.	PTDIFPDCFx.ClkTrTyp	Reloj Recuperado Reloj Generado		Reloj Rec.
Tiempo máximo del canal	Max. Tiempo Canal	PTDIFPDCFx.ChMaxTmms	0 - 50 ms	0,1 ms	20 ms
Máxima variación del tiempo del canal	Max. Var. T. Canal	PTDIFPDCFx.ChStabTmms	0,1 - 8 ms	0,05 ms	1 ms
Corrección Asimetría Canal	Asimetría Canal	PTDIFPDCFx.ChAsymTmms	-20 - 20 ms	0,1 ms	0 ms
Modo bucle	Modo bucle	PTDIFPDCFx.LoopMod	NO SÍ SÍ con muestras invertidas		NO
Monitorización SFP mediante DDM	SFP DDM	PTDIFPDCFx.SFPDDMSup	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.3.r Entradas digitales

Tabla 2.1-2: Entradas digitales y Sucesos del sistema de comunicaciones					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_CHDIF 1_RST_TRM_ERR	Órdenes de Reposición	PTDIFPDCF1.StatRst	Orden de Reposición Estadísticos Puerto 1		Resetea los estadísticos del puerto.
IN_CHDIF 2_RST_TRM_ERR		PTDIFPDCF2.StatRst	Orden de Reposición Estadísticos Puerto 2		
IN_CHDIF 3_RST_TRM_ERR		PTDIFPDCF3.StatRst	Orden de Reposición Estadísticos Puerto 3		
IN_CHDIF 4_RST_TRM_ERR		PTDIFPDCF4.StatRst	Orden de Reposición Estadísticos Puerto 4		

2.1.3.s Salidas digitales y sucesos

Tabla 2.1-3: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Puerto N					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
LDC_PORT_N_ENBLD	Otros	PTDIFPDCFx.PortEna	Puerto N habilitado	I	Indica que el puerto N está habilitado.
LDC_PORT_N_LOOPMODE			Puerto N en Modo Loop	I	Indica que el puerto N está en modo Loop.
LDC_PORT_N_TCHANNEL_EXCESS		PTDIFPDCFx.ExcChTm	Tiempo de Canal Excesivo Puerto N	I	El tiempo del canal medido en el puerto N supera el ajuste “Tiempo canal máximo”.
LDC_PORT_N_CONST_TIME		PTDIFPDCFx.ConsChTm	Tiempo de Canal Constante Puerto N	I	El tiempo de canal ha sido constante durante la temporización de canal constante.
LDC_ALRM_PORT_N_SYNC_LOST			Alarma Sincronización Externa Perdida Puerto N	I	Indica que ha habido perdida de sincronización externa en el puerto N.
LDC_PORT_1_87L_ACT		PTDIFPDCFx.PorAct	Puerto N Activo	I	Indica que el puerto N está suministrando muestras a las unidades diferenciales.
LDC_PORT_N_LOS		PTDIFPDCFx.SigLos	Perdida de Señal en Puerto N General	I	Indica que el puerto N hay LOS.
LDC_PORT_N_LOS_SFP_ST			Perdida de Señal en Puerto N interfaz	I	Indica que se ha producido LOS por interfaz.
LDC_PORT_N_LOS_PLL			Perdida de Señal en Puerto N PLL	I	Indica que se ha producido LOS por PLL.
LDC_PORT_N_LOS_C3794			Perdida de Señal en Puerto 1 C37.94	I	Indica que se ha producido LOS protocolo C37.94.
LDC_PORT_N_AIS		PTDIFPDCFx.Alm	Señal de Indicación de Alarma en Puerto N	I	Indica que se ha producido un AIS.
LDC_PORT_N_YELLOW		PTDIFPDCFx.YellowBit	Yellow Bit en Puerto N	I	Indica que se ha detectado Yellow Bit.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2.1-3: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Puerto N					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
LDC_PORT_N_WATCHDOG_SYNCR			Watchdog de Sincronización con Puerto Remoto	I	Indica que la sincronización con el puerto remoto se ha perdido.
LDC_ALRM_PORT_N_SMPS_LOST			Alarma Perdida de Comunicaciones Puerto N	I	Indica que se han perdido las comunicaciones.
LDC_ALRM_PORT_N_ADDR_ERR		PTDIFPDCFx.IncAddAlm	Alarma Dirección Incorrecta Puerto N	I	Indica que la dirección es incorrecta
LDC_ALRM_PORT_N_BAD_FRAMES			Alarma Contador Excesivas Tramas Erróneas Puerto N	I	Indica que se ha habido excesivas tramas erróneas
LDC_ALRM_PORT_N_LINK_LOST		PTDIFPDCFx.LnkLosAlm	Alarma Indisponibilidad de Enlace Puerto N	I	Indica que se ha detectado indisponibilidad por excesivos SES
LDC_ALRM_PORT_N_COMMS_LOST		PTDIFPDCFx.CommLosAlm	Alarma Perdida de Comunicaciones en Puerto N	I	Indica que se ha habido perdida de comunicaciones en el puerto N.
LDC_ALRM_PORT_N_ESR			Alarma Tasa ESR Superada en Puerto N	I	Indica que el puerto N ha superado la tasa de segundos erróneos ajustado.
LDC_ALRM_PORT_N_SESR			Alarma Tasa SESR Superada en Puerto N	I	Indica que el puerto N ha superado la tasa de segundos severamente erróneos ajustado.
LDC_ALRM_PORT_N_ATR			Alarma Tasa ATR Superada en Puerto N	I	Indica que el puerto N ha superado la tasa ATR ajustado

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2.1-3: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Puerto N					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
LDC_ALRM_SFP_N_LTEMP			Alarma SFP por Límite Inferior Temperatura en Puerto N	I	Indica nivel alerta por baja temperatura del SFP
LDC_ALRM_SFP_N_HTEMP			Alarma SFP por Límite Superior Temperatura en Puerto N	I	Indica nivel alerta por alta temperatura del SFP
LDC_ALRM_SFP_N_LVOLT			Alarma SFP por Tensión Baja en Puerto N	I	Indica nivel alerta por tensión excesivamente baja en el SFP
LDC_ALRM_SFP_N_HVOLT			Alarma SFP por Tensión Alta en Puerto N	I	Indica nivel alerta por tensión excesivamente alta en el SFP
LDC_ALRM_SFP_N_LBIASCUR			Alarma SFP Corriente Insuficiente en Puerto N	I	Indica nivel alerta por paso de corriente insuficiente en el SFP
LDC_ALRM_SFP_N_HBIASCUR			Alarma SFP Corriente Excesiva en Puerto N	I	Indica nivel alerta por paso de corriente excesivo por el SFP
LDC_ALRM_SFP_N_LTXPOWER			Alarma SFP Potencia TX Insuficiente en Puerto N	I	Indica nivel alerta potencia TX insuficiente del SFP
LDC_ALRM_SFP_N_HTXPOWER			Alarma SFP Potencia TX Excesiva en Puerto N	I	Indica nivel alerta potencia TX excesiva del SFP
LDC_ALRM_SFP_N_LRXPOWER			Alarma SFP Potencia RX Insuficiente en Puerto N	I	Indica nivel alerta potencia RX insuficiente del SFP
LDC_ALRM_SFP_N_HRXPOWER			Alarma SFP Potencia RX Excesiva en Puerto N	I	Indica nivel alerta potencia RX excesiva del SFP
LDC_ALRM_WARNING_SFP_N			Nivel Alarma Superada en el SFP puerto N	I	Indica que se ha superado el nivel de alarma en alguno de los parámetros del SFP

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2.1-4: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Canal M					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
LDC_CH_M_ENBLD	Otros	CHDIFPDCFx.ChEna	Canal M Habilitado	I	La unidad diferencial está sincronizada y operativa.
LDC_CH_M_CONST_TIME		CHDIFPDCFx.ConsTm	Tiempo de Canal Constante en Canal M	I	El tiempo de canal ha sido constante durante la temporización de canal constante en cualquiera de los puertos configurados en el canal.
LDC_ALRM_CH_1_COMMS_LOST		CHDIFPDCFx.CommLosAlm	Alarma Pérdida de Comunicaciones Canal M	I	Indica que se ha habido perdida de comunicaciones en los puertos del canal.

Tabla 2.1-5: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - General					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
DTT_A_Act	Salidas de Disparo de Protección	DIFPDCF1.DTTRx	DTT desde Algún Equipo Remoto Fase A		DTT recibido fase A.
DTT_B_Act		DIFPDCF1.DTTRx	DTT desde Algún Equipo Remoto Fase B		DTT recibido fase B.
DTT_C_Act		DIFPDCF1.DTTRx	DTT desde Algún Equipo Remoto Fase C		DTT recibido fase C.
M_DTT_A_Act	Disparos Enmascarados		DTT enmascarado desde Algún Equipo Remoto Fase A		DTT recibido enmascarado fase A.
M_DTT_B_Act			DTT enmascarado desde Algún Equipo Remoto Fase B		DTT Recibido enmascarado fase B.
M_DTT_C_Act			DTT enmascarado desde Algún Equipo Remoto Fase C		DTT recibido enmascarado fase C.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2.1-6: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - Local E1					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
SEND_DTT_A	Salidas Digitales Virtuales	DIFPDCF1.DTTTx	DTT a Equipos Remotos Fase A		DTT enviado fase A.
SEND_DTT_B		DIFPDCF1.DTTTx	DTT a Equipos Remotos Fase B		DTT enviado fase B.
SEND_DTT_C		DIFPDCF1.DTTTx	DTT a Equipos Remotos Fase C		DTT enviado fase C.
SEND_DTT_A_M			DTT enmascarado a Equipos Remotos Fase A		DTT enviado enmascarado fase A.
SEND_DTT_B_M			DTT enmascarado a Equipos Remotos Fase B		DTT enviado enmascarado fase B.
SEND_DTT_C_M			DTT enmascarado a Equipos Remotos Fase C		DTT enviado enmascarado fase C.

Tabla 2.1-7: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - Local E2					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
E2_DTT_A_Act	Salidas de Disparo de Protección	DIFPDCF1.DTTE2Rx	DTT desde Equipo Remoto E2 Fase A		DTT recibido desde extremo remoto E2 fase A.
E2_DTT_B_Act		DIFPDCF1.DTTE2Rx	DTT desde Equipo Remoto E2 Fase B		DTT recibido desde extremo remoto E2 fase C.
E2_DTT_C_Act		DIFPDCF1.DTTE2Rx	DTT desde Equipo Remoto E2 Fase C		DTT recibido desde extremo remoto E2 fase C.

Tabla 2.1-8: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - Local E3					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
E3_DTT_A_Act	Salidas de Disparo de Protección	DIFPDCF1.DTTE3Rx	DTT desde Equipo Remoto E3 Fase A		DTT recibido desde extremo remoto E3 fase A.
E3_DTT_B_Act		DIFPDCF1.DTTE3Rx	DTT desde Equipo Remoto E3 Fase B		DTT recibido desde extremo remoto E3 fase C.
E3_DTT_C_Act		DIFPDCF1.DTTE3Rx	DTT desde Equipo Remoto E3 Fase C		DTT recibido desde extremo remoto E3 fase C.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2.1-9: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones General					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
LDC_BLK_COMMS_UNID_DIF	Otros	DIFPDCF1.PDIFBlk	Unidades Diferenciales Bloqueadas por Comunicaciones		Unidades diferenciales bloqueadas por algún error de comunicaciones.
LDC_BLK_COMMS_UNID_PREF		DIFPDCF1.PreFltBlk	Unidades Diferenciales en prefalta Bloqueadas por Comunicaciones		Unidades diferenciales con prefalta bloqueadas por algún error de comunicaciones.
LDC_87L_SYNCING_PROCESS			Equipo en Proceso de Sincronización Diferencial		La unidad diferencial está en proceso de sincronización.
LDC_87L_SYNCED		DIFPDCF1.SynOn	Unidad Diferencial Sincronizada		La unidad diferencial esta sincronizada y operativa.
LDC_I2_GRUPO_PRESENCE			Presencia de Grupo de intensidades I2		La unidad diferencial de línea recibe el grupo de intensidades I2.
LDC_I3_GRUPO_PRESENCE			Presencia de Grupo de intensidades I3		La unidad diferencial de línea recibe el grupo de intensidades I3.
LDC_CCC_ALLOWED		DIFPDCF1.CapCompOn	Compensación de Intensidad Capacitiva Activa		Hay condiciones para aplicar la compensación capacitiva.
LDC_CAP_COMP_I1		DIFPDCF1.CapComCh1	Compensación de Intensidad Capacitiva Activa en Grupo I1		Compensación de intensidad capacitiva activa en I1.
LDC_CAP_COMP_I2		DIFPDCF1.CapComCh2	Compensación de Intensidad Capacitiva Activa en Grupo I2		Compensación de intensidad capacitiva activa en I2.
LDC_CAP_COMP_I3		DIFPDCF1.CapComCh3	Compensación de Intensidad Capacitiva Activa en Grupo I3		Compensación de intensidad capacitiva activa en I3.
LDC_LOOPMODE_ENBLD		DIFPDCF1.LoopModOn	Modo Bucle Unidad Diferencial		Algún puerto con bucle activado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.4 Principio de operación de una unidad diferencial genérica

La Figura 2.1.2 representa un elemento protegido de dos terminales.

La unidad diferencial calcula la intensidad diferencial como la suma de las intensidades que fluyen a través del elemento protegido: IDIF=I-1+I-2. Debido a la polaridad que presentan los TIs, ante una condición pasante, ya sea de falta externa o de carga, la intensidad diferencial será muy pequeña. Mientras que ante una falta interna dicha intensidad será elevada. La unidad diferencial, por lo tanto, operará cuando la intensidad diferencial esté por encima de un nivel de arranque.

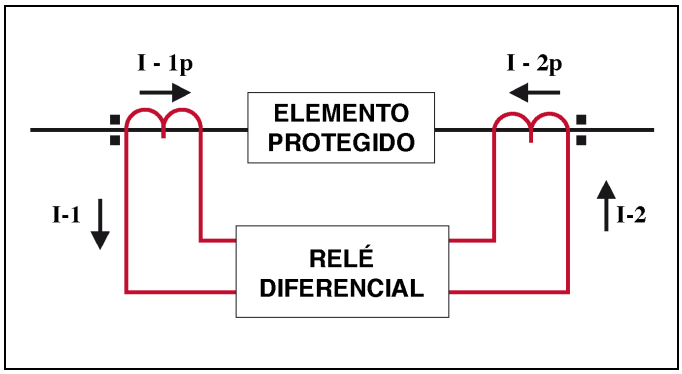


Figura 2.1.2 Configuraciones de transformador en las que se pueden aplicar los equipos DLF.

Los errores externos, tales como los derivados de los TIs, del propio relé, etcétera, generarán, ante una falta externa, un incremento de la intensidad diferencial, tanto mayor cuanto más elevada sea la intensidad que circula por los TIs. Con el fin de compensar dicho efecto, la unidad diferencial utilizará una característica con frenado porcentual, de forma que la intensidad diferencial necesaria para operar se verá incrementada con la magnitud conocida como “intensidad de frenado”, la cual representa la intensidad que fluye a través de los TIs que delimitan el elemento protegido. Existen diferentes fórmulas para el cálculo de la intensidad de frenado. Los equipos **DLF** emplean las siguientes:

$I_{RES1} = \frac{\lvert I-1\rvert + \lvert I-2\rvert - \lvert I_{DIF}\rvert}{2}$	$I_{RES2} = \frac{\lvert I-1\rvert + \lvert I-2\rvert}{2}$

La característica con frenado porcentual se representa en la Figura 2.1.3.

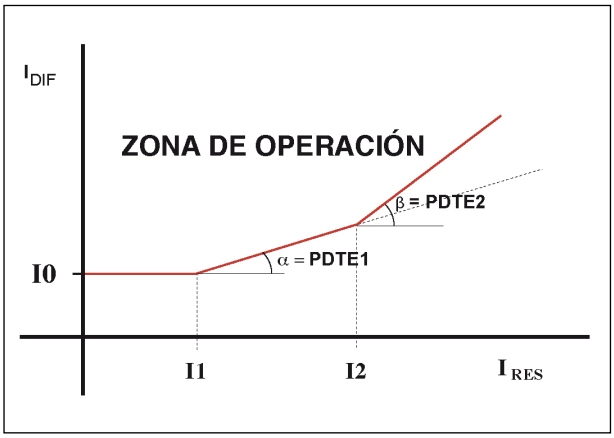


Figura 2.1.3 Característica con frenado porcentual.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.5 Ajustes comunes de unidades diferenciales de línea

Los equipos **DLF** incorporan cuatro unidades diferenciales, las cuales se utilizarán en función del requerimiento del sistema a proteger, siendo las unidades diferenciales citadas las siguientes:

- Unidad diferencial de Fases.
- Unidad diferencial de Neutro.
- Unidad diferencial de Secuencia Directa.
- Unidad diferencial de Secuencia Inversa.

2.1.5.a Rangos de ajuste

Generales					
Ajuste	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Tipo devanado 1	Tipo devanado 1	YPTR1.WdgTyp1	Estrella Triángulo Zigzag		Estrella
Filtro homopolar 1	Filtro homopolar 1	YPTR1.ZerAExc1	SÍ / NO		SÍ
Tipo devanado 2	Tipo devanado 2	YPTR1.WdgTyp2	Estrella Triángulo Zigzag		Estrella
Grupo horario dev2	Grp horario dev2	YPTR1.ConC1	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11		0
Filtro homopolar 2	Filtro homopolar 2	YPTR1.ZerAExc2	SÍ / NO		SÍ
Tipo devanado 3	Tipo devanado 3	YPTR1.WdgTyp3	Estrella Triángulo Zigzag		Estrella
Grupo horario dev3	Grp horario dev3	YPTR1.ConC2	0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11		0
Filtro homopolar 3	Filtro homopolar 3	YPTR1.ZerAExc3	SÍ / NO		SÍ
Intensidad de referencia	Int referencia	YPTR1.RefWdg	1-3	1	1
Tipo Toma	Tipo Toma	YPTR1.TapTyp	Automático Manual		Automático
Potencia	Potencia	YPTR1.PwrRtg	0,2-10000 MVA	0,1 MVA	100 MVA
Tensión 1	Tensión 1	YPTR1.WdgVol1	0,4-1200 kV	0,1 kV	400 kV
Tensión 2	Tensión 2	YPTR1.WdgVol2	0,4-1200 kV	0,1 kV	400 kV
Tensión 3	Tensión 3	YPTR1.WdgVol3	0,4-1200 kV	0,1 kV	400 kV
Toma 1	Toma 1	YPTR1.Tap1	(0,02 - 30) In		1 * In
Toma 2	Toma 2	YPTR1.Tap2	(0,02 - 30) In		1 * In
Toma 3	Toma 3	YPTR1.Tap3	(0,02 - 30) In		1 * In
Tipo int. frenado	Tipo int. frenado	PDIF1.RstTyp	(I1+I2-Id)/2 (I1+I2)/2		(I1+I2-Id)/2
Transformador en Zona Protección	Trafo en zona		SÍ / NO		NO
Compensación Int. Capacitiva	Comp. Int. Capac.		SÍ / NO		NO
Medida I Diferencial	Medida diferenc	YPTR1.DifAInd (ENG)	Veces toma x Toma ref		Veces toma

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.6 Compensaciones para las unidades diferenciales

Es necesario realizar una serie de compensaciones para que las unidades diferenciales puedan comparar las intensidades provenientes de los distintos equipos.

2.1.6.a Compensación de la intensidad capacitiva

Solo se realizará la compensación de intensidad capacitiva en la unidad diferencial si el ajuste tipo de compensación de intensidad capacitiva está en “Local”. Si dicho ajuste está en “Local”, se compensará la intensidad capacitiva utilizando las siguientes ecuaciones, siendo el valor N igual a 1.

Para realizar esta compensación, es necesario medir las tensiones de fase y disponer del dato de las capacidades de secuencia directa (C1) y cero de la línea (C0). La intensidad capacitiva instantánea se calcula de la siguiente forma:

$$iphcap = \frac{C1}{N} \cdot \left(\frac{dvph}{dt} - \frac{dv0}{dt} \right) + \frac{C0}{N} \cdot \frac{dv0}{dt}$$

Donde:

- C1 representa la capacidad de secuencia directa total de la línea (cuando se introduzca la capacidad de los diferentes segmentos de la línea, de cara al localizador, se sumarán todas las capacidades para obtener la capacidad total).
- C0 representa la capacidad de secuencia cero total de la línea (cuando se introduzca la capacidad de los diferentes segmentos de la línea, de cara al localizador, se sumarán todas las capacidades para obtener la capacidad total).
- N representa el número de extremos de la línea que efectúan la compensación de intensidad capacitiva.
- Vph representa la tensión de la fase.
- V0 representa la tensión homopolar que se calcula como la suma instantánea de las muestras de las tres fases dividido entre tres:

$$V0_i = \left(Va_i + Vb_i + Vc_i \right) / 3$$

En un sistema discreto, la expresión de la intensidad capacitiva de fases será:

$$iphcap_t = \frac{C1}{N} \cdot \left(\frac{vph_t - vph_{t-1}}{t_{samples}} - \frac{v0_i - v0_{t-1}}{t_{samples}} \right) + \frac{C0}{N} \cdot \left(\frac{v0_t - v0_{t-1}}{t_{samples}} \right)$$

Donde t y t-1 representan instantes de muestreo consecutivos y tmuestras representa el tiempo entre muestras (0,0002083333 s). Esta compensación se realizará previo al dowsampling (compensación en envío) y/o posterior al upsampling (compensación en la recepción).

La intensidad de fases instantánea que se envía al extremo remoto se calcula como:

$$iph_comp = iph - iphcap$$

Donde:

- *iph_comp* es la intensidad compensada.
- *iph* es la intensidad de fase medida.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La compensación de intensidad capacitiva en el dispositivo local se deshabilitará con las siguientes condiciones:

- El ajuste de ***Habilitación de compensación de intensidad capacitiva*** está en NO.
- La entrada de habilitación de compensación de intensidad capacitiva está en NO.
- Algún polo del interruptor del equipo local que efectúa la compensación está abierto (en posiciones de interruptor y medio la señal de algún polo abierto debe activarse en los dos interruptores asociados a la posición).
- Se ha activado la señal de bloqueo por fallo fusible asociada a la tensión que se emplea para la compensación.

2.1.6.b Compensación de transformadores en la zona de protección

Si existe un transformador en la zona de protección el ajuste ***Transformador en zona de protección*** **(**ajustes generales unidad diferencial**)** debe estar en SI. En ese caso cada una de las 3 entradas a la unidad diferencial será considerada un "devanado" del transformador. Se incluirán las siguientes compensaciones:

- Compensación de toma.
- Compensación de grupo de conexión.
- Compensación de intensidad homopolar (filtro homopolar).

- **Compensación de toma**

Todos los equipos **DLF** deben tener la misma información de compensación de toma, pero referidas a su primario.

Suponiendo que solo se encuentran dos devanados conectados (devanado 1 y devanado 2; devanado 1 y devanado 3; devanado 2 y devanado 3), la intensidad nominal, en valores secundarios, de ambos devanados, puede ser diferente, dado que las relaciones de transformación de los TIs no tienen por qué compensar exactamente la relación del transformador de potencia. Dicha diferencia se traducirá en una intensidad diferencial. Para eliminarla, la unidad diferencial efectúa la suma de las intensidades en "por unidad", dividiendo cada intensidad por la intensidad base o toma correspondiente. La toma correspondiente a la entrada de intensidad n (n=1…3) se calculará de la siguiente forma:

$$tn = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot Vn \cdot r_{CTn}}$$

Donde **S** es la potencia del transformador, **Vn** la tensión asociada a la entrada n de intensidad y **RCTn** la relación de transformación de la entrada n de intensidad.

Los siguientes ajustes se tendrán en cuenta en el cálculo de la toma:

- ***Potencia máxima del transformador***.
- ***Tensión fase-fase entrada de intensidad n***, n=1…3.
- ***Relación de transformación entrada de intensidad n*** (n=1…3). Este ajuste se introducirá en el módulo de configuración de entradas analógicas y unidades.

El ajuste ***Valores de toma*** presentará las opciones **Automático / Manual**. El valor **Automático** produce un cálculo de las tomas con la fórmula (1). El valor **Manual** requiere que el valor de toma se introduzca manualmente en el ajuste ***Toma n*** (n=1…3)

Nota: en la fórmula (1) debe utilizarse la misma potencia para el cálculo de la toma de todos los devanados. Dicha potencia será siempre la máxima potencia de la máquina.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Compensación del grupo de conexión**

El grupo de conexión de la máquina a proteger introduce un conjunto de transformaciones (desfases angulares y multiplicadores de amplitud) que impiden comparar directamente las intensidades, fase a fase, asociadas a los distintos devanados. La simple suma de estas intensidades genera una elevada intensidad diferencial en condiciones pasantes, sin falta interna. Por esta razón, es necesaria la inclusión en el equipo de un elemento de compensación, cuya función de transferencia se ajusta en función del grupo de conexión y que compense las desviaciones introducidas. Todos los equipos **DLF** deben tener la misma información de compensación de grupo de conexión, pero referida al primario local.

Este elemento hace innecesaria la utilización de grupos de transformadores intermedios para realizar la compensación.

La Figura 2.1.4 muestra las intensidades en ambos devanados de un transformador Yd11. Como se puede observar las intensidades de línea del segundo devanado, a la salida del triángulo, están retrasadas 30º con respecto a las intensidades de línea del primer devanado. Si se suman ambas intensidades, una vez aplicada la inversión de polaridad en las intensidades del segundo devanado que generarían los TIs, la intensidad diferencial no sería nula.

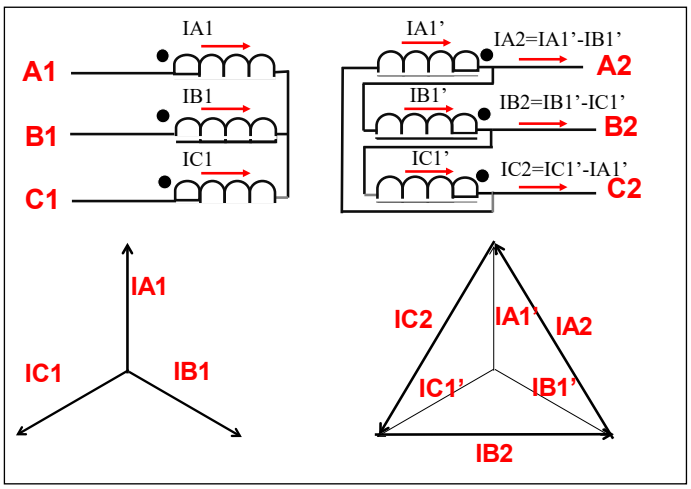


Figura 2.1.4 Transformación Yd11.

Para corregir las intensidades de fase del segundo devanado es necesario multiplicarlas por una matriz de transformación.

Aplicando la igualdad de fuerzas magnetomotrices en cada fase se puede deducir la siguiente relación entre intensidades de segundo y primer devanado:

$$IA2 = (IA1 - IB1) \cdot \frac{N1}{N2}$$

$$IB2 = (IB1 - IC1) \cdot \frac{N1}{N2}$$

$$IC2 = (IC1 - IA1) \cdot \frac{N1}{N2}$$

Donde N1 y N2 son el número de espiras de primario y secundario, respectivamente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Expresado en forma matricial se tiene:

$$\begin{pmatrix} IA2 \\ IB2 \\ IC2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA1 \\ IB1 \\ IC1 \end{pmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot RT$$

Donde:

$$RT = \frac{V1_{PH-PH}}{V2_{PH-PH}} = \frac{\sqrt{3} \cdot N1}{N2}$$

A partir de la expresión anterior se puede obtener la siguiente ecuación:

$$\begin{pmatrix} IA1 \\ IB1 \\ IC1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA2 \\ IB2 \\ IC2 \end{pmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{RT}$$

Para corregir las intensidades del segundo devanado es necesario multiplicar $\begin{pmatrix} IA2 \\ IB2 \\ IC2 \end{pmatrix}$ por la matriz $M21 = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}$

Cada grupo de conexión lleva asociado una matriz inversa de transformación. Los equipos **DLF** tienen almacenados en memoria las matrices de transformación inversa para todos los posibles grupos de conexión que puedan existir entre dos devanados de una máquina.

En los equipos **DLF** la intensidad de entrada 1, I1, es considerada la intensidad de referencia a la hora de compensar el efecto del grupo de conexión, por lo que sobre dicha intensidad no se efectúa ningún tipo de corrección. El resto de las intensidades de entrada, I2 a I3, se multiplican por una matriz que realiza la transformación inversa a la existente entre la intensidad de referencia (I1) y la intensidad correspondiente.

Todas las intensidades de entrada tienen un ajuste de ***Tipo de conexión*** (Tipo de conexión 1, Tipo de conexión 2 y Tipo de conexión 3). Asimismo, las intensidades 2 a 3 incluyen un ajuste de Índice horario con respecto a la intensidad 1 (Índice horario 2 e Índice horario 3). Mediante estos ajustes el equipo determina las matrices de transformación inversa M21 y M31 a aplicar sobre las intensidades I2 e I3, respectivamente.

- **Filtro homopolar**

Las intensidades de secuencia directa e inversa se transforman correctamente de un devanado a otro, independientemente del grupo de conexión que exista entre ellos. La transformación de las intensidades de secuencia cero, sin embargo, sí depende del grupo horario, existiendo configuraciones que permiten el flujo de intensidad de secuencia cero en uno de los devanados sin permitirlo en otros. Dichas configuraciones son estrella / triángulo, estrella / zig-zag o triángulo / zig-zag.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La diferencia de flujo de intensidad homopolar entre devanados dará lugar a una intensidad diferencial de secuencia cero que se traducirá en una intensidad diferencial de fases. Para eliminar dicha intensidad diferencial es necesario eliminar la intensidad homopolar del devanado / s en el / los que sí se permita su circulación.

La Figura 2.1.5 muestra una falta a tierra en el lado de la estrella de un transformador Dyn. La intensidad de secuencia cero fluirá en los TIs de línea del devanado conectado en estrella, pero no fluirá en los TIs de línea del devanado conectado en triángulo. La intensidad a la salida de un devanado en triángulo, igual a la resta de dos de las intensidades de fase internas, será nula si dichas intensidades internas son iguales (intensidades de secuencia cero). Por lo tanto, en el devanado en triángulo existirá intensidad de secuencia cero dentro del mismo (que mantendrá el balance de f.m.m) pero no fuera de él. Para evitar la generación de intensidad diferencial es necesario eliminar la intensidad de secuencia cero del devanado en estrella.

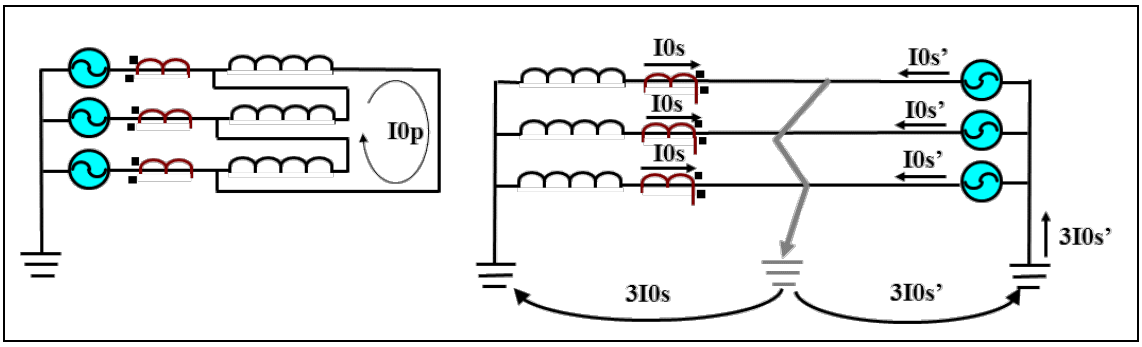


Figura 2.1.5 Transformador Dyn con falta a tierra en el lado de la estrella.

Los equipos **DLF** incluyen un ajuste llamado ***Filtro Homopolar*** para cada una de las intensidades de entrada (o devanados) a la función diferencial. Si dicho ajuste se pone en SI, a las intensidades de fase del devanado correspondiente se le restará la intensidad homopolar que circula por el mismo.

Nota: para la protección exclusiva de línea no se recomienda la activación del filtro homopolar ya que impide la ejecución correcta de la diferencial de neutro. Si se habilita algún filtro homopolar, entonces se bloqueará la unidad diferencial de neutro.

La Figura 2.1.6 muestra un transformador Dyn que incluye un transformador en zig-zag de puesta a tierra en el lado del triángulo, dentro de la zona de protección delimitada por los TIs de línea. Si se produce una falta a tierra en el lado del triángulo, como consecuencia del transformador de puesta a tierra, circulará intensidad homopolar por los TIs de línea. Sin embargo, en los TIs del devanado en estrella no circulará intensidad homopolar. Es por ello necesario aplicar el filtro homopolar no solamente en el devanado en estrella (dado que faltas a tierra en dicho devanado generarán intensidad homopolar en el mismo sin que exista intensidad homopolar en los TIs de línea del devanado en triángulo) sino que también será necesario aplicarlo en el devanado en triángulo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

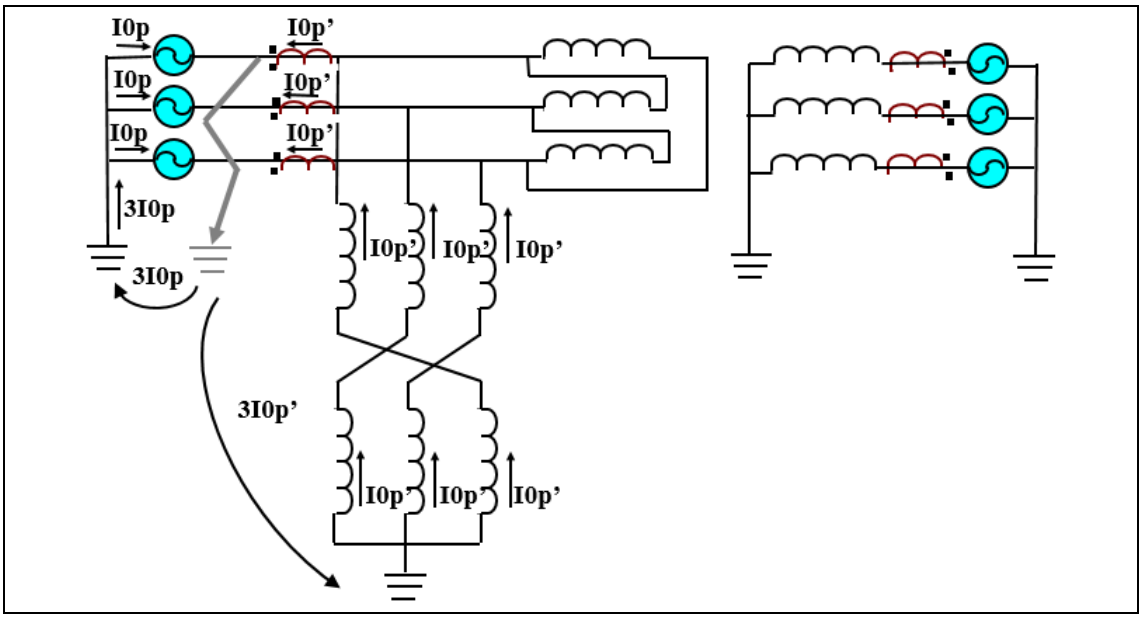


Figura 2.1.6 Transformador Dyn con transformador de puesta a tierra y falta en el lado del triángulo.

Cuando el grupo de conexión es estrella-zig-zag o triángulo-zig-zag será necesario habilitar el filtro homopolar en el lado del zig-zag, dado que tanto en el lado de la estrella como en el lado del triángulo no podrá circular intensidad de secuencia cero. La Figura 2.1.7 muestra un transformador Yz11.

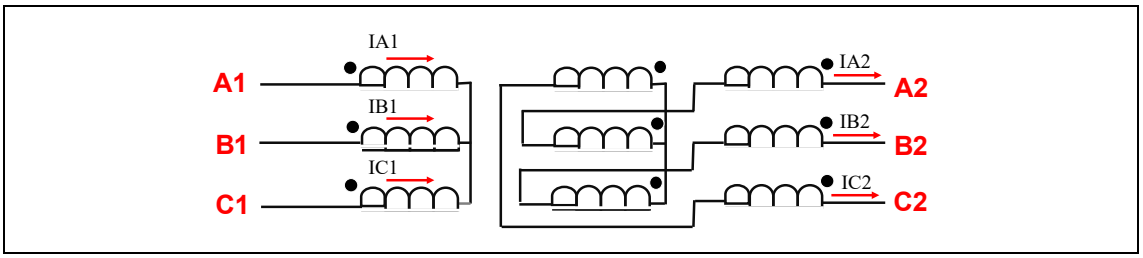


Figura 2.1.7 Transformador Yz11.

Teniendo en cuenta la igualdad de fuerzas magnetomotrices en cada fase se cumplirá:

$$N1 \cdot IA1 = \frac{N2}{2} \cdot IA2 - \frac{N2}{2} \cdot IC2$$

$$N1 \cdot IB1 = \frac{N2}{2} \cdot IB2 - \frac{N2}{2} \cdot IA2$$

$$N1 \cdot IC1 = \frac{N2}{2} \cdot IC2 - \frac{N2}{2} \cdot IB2$$

$$RT = \frac{V1_{PH-PH}}{V2_{PH-PH}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{N1}{N2}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En forma matricial se cumplirá la siguiente ecuación:

$$\begin{pmatrix} IA1 \\ IB1 \\ IC1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA2 \\ IB2 \\ IC2 \end{pmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{RT}$$

Como se puede observar, la matriz de transformación desde el devanado en zig-zag hasta el devanado en estrella (M21) es similar a la existente entre un devanado en estrella y un devanado en triángulo. Se puede deducir que en el devanado en estrella no puede circular intensidad de secuencia cero, de ahí que sea necesaria la aplicación del filtro homopolar en dicho devanado.

La Figura 2.1.8 muestra un transformador con grupo de conexión Dz0.

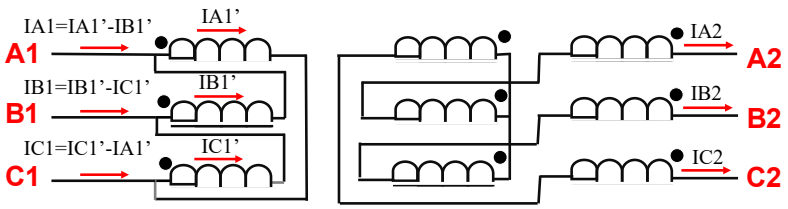


Figura 2.1.8 Transformador Dz0.

Aplicando la igualdad de fuerzas magnetomotrices por fase se cumplirá:

$$N1 \cdot IA1 = N2 \cdot IA2 - \frac{N2}{2} \cdot IB2 - \frac{N2}{2} \cdot IC2$$

$$N1 \cdot IB1 = -\frac{N2}{2} \cdot IA2 + N2 \cdot IB2 - \frac{N2}{2} \cdot IC2$$

$$N1 \cdot IC1 = -\frac{N2}{2} \cdot IA2 - \frac{N2}{2} \cdot IB2 + N2 \cdot IC2$$

La relación entre las intensidades de los devanados 1 y 2 en forma matricial será:

$$\begin{pmatrix} IA1 \\ IB1 \\ IC1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA2 \\ IB2 \\ IC2 \end{pmatrix} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{RT},$$

donde

$$RT = \frac{V1_{PH-PH}}{V2_{PH-PH}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{N1}{N2}$$

Como se puede observar tampoco podrá fluir intensidad homopolar en los TIs de línea del devanado en triángulo, dado que IA1+IB1+IC1=0. Por ello es necesario aplicar el filtro homopolar en el devanado en zig-zag.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En un transformador YY de tres columnas, cuando se produce una falta externa a tierra se generará un flujo de secuencia cero que no presenta un camino de retorno de baja reluctancia, como en el caso de transformadores de 4 / 5 columnas, transformadores acorazados o transformadores con bancos monofásicos. En ese caso el flujo debe retornar por el aire, el tanque del transformador u otros elementos de alta reluctancia, lo que genera una reactancia de magnetización de secuencia cero relativamente pequeña. Dicha reactancia, que se encuentra en derivación en el circuito equivalente de secuencia cero del transformador, dará lugar a una intensidad diferencial de secuencia cero que podría hacer disparar la unidad diferencial. Para eliminar dicha intensidad diferencial es necesario habilitar el filtro homopolar en los dos devanados en estrella.

Cabe destacar que cuando el devanado sobre el que es necesario aplicar el filtro homopolar no es el devanado 1, la propia matriz de corrección del grupo de conexión ya hace de filtro homopolar. Por ejemplo, en un transformador Dy11, la matriz de transformación que se aplica sobre las intensidades del devanado en estrella es una matriz de transformación estrella→triángulo que ya elimina la intensidad de secuencia cero. En ese caso no sería necesario habilitar el filtro homopolar en el devanado en estrella. En cualquier caso, su habilitación no tiene ninguna consecuencia negativa. Todas las matrices de transformación yd, zy, zd actúan como filtro homopolar.

Si el filtro homopolar tiene que aplicarse sobre el devanado 1 (por ejemplo, si el transformador presenta un grupo de conexión Yd11), dado que las intensidades de dicho devanado no se corrigen con ninguna matriz de transformación, es totalmente necesario habilitar dicho filtro en ese devanado. En el caso de transformadores YY de tres columnas se debe, como se ha comentado antes, habilitar el filtro de secuencia cero en ambos devanados.

La intensidad de secuencia cero se calcula a partir de las intensidades de fase medidas en el canal de entrada o devanado correspondiente. Esta opción supone una reducción de la intensidad diferencial ante faltas internas a tierra. Para reducir la pérdida de sensibilidad que supone dicha reducción de la intensidad diferencial, los equipos **DLF** restan la intensidad homopolar también en las intensidades empleadas para calcular la intensidad de frenado. La aplicación del filtro homopolar a partir de las intensidades de fase puede producir, por otra parte, una actuación de las unidades diferenciales asociadas a las fases sanas cuando la falta es monofásica. Con el fin de determinar correctamente el tipo de falta, los equipos **DLF** incluyen un Selector de fases independiente de las unidades diferenciales de fase. Cuando el filtro homopolar se aplica a partir de las intensidades de fase, la unidad de comparación direccional de fases puede utilizar una lógica de bloqueo cruzado del tipo **2 de 3**, lo que supone una mayor seguridad ante faltas externas con saturación muy severa de algún TI.

Cabe destacar que en un autotransformador la intensidad de la puesta a tierra del neutro contiene la intensidad de neutro de los dos devanados, primario y secundario. Teniendo en cuenta que la intensidad homopolar que se resta en cada devanado debe ir dividida por su toma (intensidad nominal secundaria de ese devanado) es necesario saber exactamente qué parte de la intensidad de tierra se corresponde con cada devanado. Dado que se desconoce dicho reparto de intensidades, no será posible aplicar el filtro homopolar con la intensidad de tierra en un autotransformador.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.6.c Intensidades compensadas

Las unidades diferenciales calculan las intensidades compensadas aplicando el filtro homopolar, la corrección del grupo de conexión y/o la compensación de la toma según si en la zona de protección existe un transformador o no. Estos cálculos se efectúan para cada una de las intensidades de fase muestra a muestra.

2.1.6.d Sin transformador en la zona de protección

Cuando no exista transformador en la zona de protección, la unidad diferencial seguirá operando con intensidades en por unidad, dividiendo cada intensidad por su toma. En ese caso, la potencia ajustada será la potencia nominal de la línea y las tensiones fase-fase asociadas a cada entrada de intensidad a la unidad diferencial se ajustarán todas con el mismo valor. La toma se calculará de forma automática o manual, dependiendo del ajuste **Valores de Toma.**

Diferencial de fases

$$Ia1_{COMP} = \frac{ia1_87L}{t1} \qquad Ia2_{COMP} = \frac{ia2_87L}{t1} \qquad Ia3_{COMP} = \frac{ia3_87L}{t3}$$

$$Ib1_{COMP} = \frac{ib1_87L}{t1} \qquad Ib2_{COMP} = \frac{ib2_87L}{t1} \qquad Ib3_{COMP} = \frac{ib3_87L}{t3}$$

$$Ic1_{COMP} = \frac{ic1_87L}{t1} \qquad Ic2_{COMP} = \frac{ic2_87L}{t1} \qquad Ic3_{COMP} = \frac{ic3_87L}{t3}$$

Diferencial de neutro

$$In1_{COMP} = Ia1_{COMP} + Ib1_{COMP} + Ic1_{COMP}$$
$$In2_{COMP} = Ia2_{COMP} + Ib2_{COMP} + Ic2_{COMP}$$
$$In3_{COMP} = Ia3_{COMP} + Ib3_{COMP} + Ic3_{COMP}$$

Diferencial de secuencia directa

$$Isd1_{COMP} = \frac{Ia1_{COMP} + Ib1_{COMP} \cdot a + Ic1_{COMP} \cdot a^2}{3}$$

$$Isd2_{COMP} = \frac{Ia2_{COMP} + Ib2_{COMP} \cdot a + Ic2_{COMP} \cdot a^2}{3}$$

$$Isd3_{COMP} = \frac{Ia3_{COMP} + Ib3_{COMP} \cdot a + Ic3_{COMP} \cdot a^2}{3}$$

Diferencial de secuencia inversa

$$Isi1_{COMP} = \frac{Ia1_{COMP} + Ib1_{COMP} \cdot a^2 + Ic1_{COMP} \cdot a}{3}$$

$$Isi2_{COMP} = \frac{Ia2_{COMP} + Ib2_{COMP} \cdot a^2 + Ic2_{COMP} \cdot a}{3}$$

$$Isi3_{COMP} = \frac{Ia3_{COMP} + Ib3_{COMP} \cdot a^2 + Ic3_{COMP} \cdot a}{3}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.6.e Con transformador en la zona de protección

La aplicación del filtro homopolar (Excepto unidad diferencial de neutro), la corrección del grupo de conexión y la compensación de la toma se efectúan vectorialmente para cada una de las intensidades de fase, neutro, secuencia directa e inversa muestra a muestra:

Filtro homopolar

$$i01 = \frac{Ia1_87L + Ib1_87L + Ic1_87L}{3}$$
$$i02 = \frac{Ia2_87L + Ib2_87L + Ic2_87L}{3}$$
$$i03 = \frac{Ia3_87L + Ib3_87L + Ic3_87L}{3}$$

Diferencial de fases

$$Ia1_{COMP} = \frac{(ia1_87L - i01)}{t1}$$
$$Ib1_{COMP} = \frac{(ib1_87L - i01)}{t1}$$
$$Ic1_{COMP} = \frac{(ic1_87L - i01)}{t1}$$

$$Ia2_{COMP} = \frac{(ia2_87L - i02) * M21_{11} + (ib2_87L - i02) * M21_{12} + (ic2_87L - i02) * M21_{13}}{t2}$$
$$Ib2_{COMP} = \frac{(ia2_87L - i02) * M21_{21} + (ib2_87L - i02) * M21_{22} + (ic2_87L - i02) * M21_{23}}{t2}$$
$$Ic2_{COMP} = \frac{(ia2_87L - i02) * M21_{31} + (ib2_87L - i02) * M21_{32} + (ic2_87L - i02) * M21_{33}}{t2}$$

$$Ia3_{COMP} = \frac{(ia3_87L - i03) * M31_{11} + (ib3_87L - i03) * M31_{12} + (ic3_87L - i03) * M31_{13}}{t3}$$
$$Ib3_{COMP} = \frac{(ia3_87L - i03) * M31_{21} + (ib3_87L - i03) * M31_{22} + (ic3_87L - i03) * M31_{23}}{t3}$$
$$Ic3_{COMP} = \frac{(ia3_87L - i03) * M31_{31} + (ib3_87L - i03) * M31_{32} + (ic3_87L - i03) * M31_{33}}{t3}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Diferencial de neutro

$$In1_{COMP} = Ia1_{COMP} + Ib1_{COMP} + Ic1_{COMP}$$
$$In2_{COMP} = Ia2_{COMP} + Ib2_{COMP} + Ic2_{COMP}$$
$$In3_{COMP} = Ia3_{COMP} + Ib3_{COMP} + Ic3_{COMP}$$

Las intensidades compensadas de fases, utilizadas en el cálculo de la intensidad compensada de Neutro, no deberán estar influenciadas por el filtro homopolar, este filtro siempre deberá estar deshabilitado para poder utilizar la unidad diferencial de neutro ya que si aplica esta compensación generaría una falsa diferencial de neutro

Diferencial de secuencia directa

$$Isd1_{COMP} = \frac{Ia1_{COMP} + Ib1_{COMP} \cdot a + Ic1_{COMP} \cdot a^2}{3}$$
$$Isd2_{COMP} = \frac{Ia2_{COMP} + Ib2_{COMP} \cdot a + Ic2_{COMP} \cdot a^2}{3}$$
$$Isd3_{COMP} = \frac{Ia3_{COMP} + Ib3_{COMP} \cdot a + Ic3_{COMP} \cdot a^2}{3}$$

Diferencial de secuencia inversa

$$Isi1_{COMP} = \frac{Ia1_{COMP} + Ib1_{COMP} \cdot a^2 + Ic1_{COMP} \cdot a}{3}$$
$$Isi2_{COMP} = \frac{Ia2_{COMP} + Ib2_{COMP} \cdot a^2 + Ic2_{COMP} \cdot a}{3}$$
$$Isi3_{COMP} = \frac{Ia3_{COMP} + Ib3_{COMP} \cdot a^2 + Ic3_{COMP} \cdot a}{3}$$

Donde:

MX1nm (X=1, 2,…, 3; n=1,…,3; m=1,…,3) representa el elemento de la fila n y columna m de la matriz de transformación del devanado X al devanado 1

i0X (X=1, 2,…, 3) representa la intensidad de secuencia cero asociada al devanado X.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7 Unidades diferenciales de fase

Los equipos **DLF** incorporan dos unidades diferenciales de fases, una con característica con frenado porcentual y con frenado y / o bloqueo por armónicos y otra sin ningún tipo de frenado / bloqueo. Ambas unidades diferenciales presentan hasta tres intensidades trifásicas de entrada, lo que permite líneas de hasta tres extremos.

2.1.7.a Intensidad diferencial

La intensidad diferencial se calcula como la suma algebraica de los valores instantáneos de todas las intensidades compensadas de una misma fase:

$$iadif = ia1_{COMP} + ia2_{COMP} + ia3_{COMP}$$
$$ibdif = ib1_{COMP} + ib2_{COMP} + ib3_{COMP}$$
$$icdif = ic1_{COMP} + ic2_{COMP} + ic3_{COMP}$$

Una vez obtenidas las ondas de intensidad diferencial se calcula su componente fundamental, obteniendo IADIF, IBDIF, ICDIF. Asimismo, se calcularán las componentes de 2º, 3º, 4º y 5º armónico que serán utilizadas por las unidades de frenado / bloqueo por armónicos.

2.1.7.b Intensidad de frenado

La intensidad de frenado representa la intensidad total que fluye a través de todos los TIs que delimitan la zona de protección. La característica de frenado porcentual permite incrementar la intensidad diferencial necesaria para operar cuanto mayor es la intensidad de frenado. De esa forma se compensan los errores porcentuales producidos por los TIs, el propio relé, el cambiador de tomas, etc.

Para obtener la intensidad de frenado los equipos **DLF** calculan previamente la intensidad "true RMS" de todas las intensidades compensadas, obteniendo IA1COMP_RMS, IB1COMP_RMS, IC1COMP_RMS, …, IA3COMP_RMS, IB3COMP_RMS, IC3COMP_RMS.

El ajuste ***Tipo de intensidad de frenado*** permite seleccionar la fórmula empleada para calcular la intensidad de frenado:

- **Intensidad de frenado = (I1+I2-Id)/2**

$$IAFRE = \frac{IA1COMP_RMS + IA2COMP_RMS + IA3COMP_RMS - IADIF}{2}$$
$$IBFRE = \frac{IB1COMP_RMS + IB2COMP_RMS + IB3COMP_RMS - IBDIF}{2}$$
$$ICFRE = \frac{IC1COMP_RMS + IC2COMP_RMS + IC3COMP_RMS - ICDIF}{2}$$

- **Intensidad de frenado = (I1+I2)/2**

$$IAFRE = \frac{IA1COMP_RMS + IA2COMP_RMS + IA3COMP_RMS}{2}$$
$$IBFRE = \frac{IB1COMP_RMS + IB2COMP_RMS + IB3COMP_RMS}{2}$$
$$ICFRE = \frac{IC1COMP_RMS + IC2COMP_RMS + IC3COMP_RMS}{2}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La primera fórmula de intensidad de frenado presenta una mayor obediencia, dado que el valor de intensidad de frenado es menor durante faltas internas en las que existirá una intensidad diferencial elevada. Por el contrario, presenta una menor seguridad durante faltas externas con saturación de TIs, puesto que la intensidad diferencial generada por esta condición reduce la intensidad de frenado. En cualquier caso, para garantizar la seguridad durante faltas externas con saturación de TIs se utiliza el Detector de Falta Externa por lo que se recomienda el uso de la primera fórmula de intensidad de frenado.

2.1.7.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial

Dentro del menú de ajustes Generales, los equipos **DLF** incluyen un ajuste llamado ***Medida I Diferencial*** que presenta dos valores:

- **Veces toma**: en ese caso tanto las intensidades diferenciales y de frenado se visualizan en “por unidad”
- **Por toma de referencia**: en ese caso el valor calculado de las intensidades diferencial y de frenado en por unidad se multiplica por la toma de referencia. En ese caso ambas intensidades se representan en Amperios.

Cabe destacar que la unidad diferencial siempre se ajusta y opera con valores por unidad. El ajuste ***Medida I Diferencial*** solamente afecta a la visualización de las intensidades diferencial y de frenado.

2.1.7.d Intensidad de referencia

Los equipos **DLF** disponen de un ajuste, denominado ***Intensidad de referencia*** (dentro del grupo de ajustes de protección de la unidad diferencial de línea) , que permite seleccionar visualizar las intensidades diferenciales y las de frenado, en el display del HMI, en la pantalla de estado de ***ZIV eNET tool***®, y al recogerlas por comunicaciones, multiplicadas por la toma ajustada (si se selecciona en el ajuste ***Medida Intensidad diferencial*** la opción **Por toma de referencia**, dentro del grupo de ajustes ***Generales***).

Este ajuste sólo tiene efectos sobre la visualización y en ningún caso sobre los cálculos internos de la unidad diferencial.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7.e Característica de la unidad diferencial de fases con frenado porcentual

La unidad diferencial incluye una característica con frenado porcentual como la representada en la Figura 2.1.9. En abscisas se encuentra la intensidad de frenado, de paso o de restricción (Irest) y en ordenadas la intensidad diferencial (Idiff). La característica incluye dos pendientes de frenado.

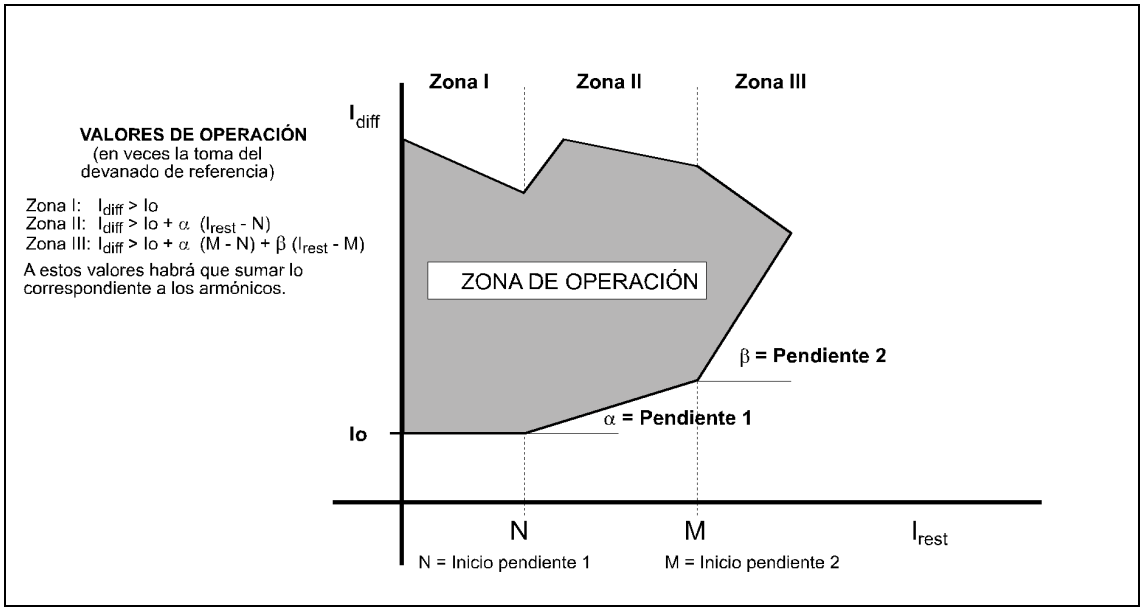


Figura 2.1.9 Característica de operación de la unidad diferencial de fases con frenado porcentual.

Para mayores intensidades de frenado los desequilibrios son mayores y se necesita una mayor cantidad de intensidad diferencial para obtener la operación de la unidad. La pendiente 1 se suele utilizar para compensar los siguientes errores:

- Errores de medida de los transformadores de intensidad en la zona lineal de su característica de magnetización (sin llegar al codo de saturación)
- Errores debidos a la variación de la tensión de salida como consecuencia de la operación de un cambiador de tomas en caso de haber un transformador en la zona de protección. En el punto 2.1.5.a se vio que el cálculo de las tomas dependía de la tensión asignada correspondiente. Si esta tensión varía, el ajuste de toma no se corresponderá con la toma real existente en ese momento, lo que provocará una intensidad diferencial. La tensión que se utiliza para el cálculo de la toma corresponde normalmente con el valor de tensión en la toma central, en caso de haber transformador en la zona de protección.
- Errores de medida del propio relé.

La pendiente 2 proporciona seguridad ante saturación de transformadores de intensidad debido a faltas severas externas.

Los coeficientes de multiplicación α y β, definidos entre los valores **N** y **M** y de **M** en adelante, de la corriente de paso, son ajustables y se denominan ***Coeficientes de frenado porcentual*** (**Pendiente 1** y **Pendiente 2**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El parámetro **Io** constituye la **Sensibilidad diferencial** de la unidad, ya que determina el valor mínimo de intensidad diferencial necesario para obtener la operación de la unidad. Se ajusta para compensar los errores absolutos de intensidad diferencial, tales como la intensidad de magnetización del transformador en condiciones normales.

Los valores de sensibilidad y de inicio de primera y segunda pendiente se ajustan siempre en por unidad (o en veces la toma de referencia).

2.1.7.f Fenómenos de energización y de sobrexcitación de un transformador

Los fenómenos de energización y de sobrexcitación de un transformador de potencia producen una saturación del mismo que da lugar a intensidades de magnetización muy elevadas. La Figura 2.1.10 muestra el circuito equivalente de un transformador de potencia. En él Xp' y Rp' representan la reactancia y resistencia del devanado primario referidas ambas al devanado secundario; Xs y Rs representan la reactancia y resistencia del devanado secundario; Xm representa la reactancia de magnetización. Como se puede observar la intensidad de magnetización (im) es pura intensidad diferencial.

Para evitar la operación de la unidad diferencial durante ambos fenómenos se utilizan las unidades de frenado y de bloqueo por armónicos descritas más adelante.

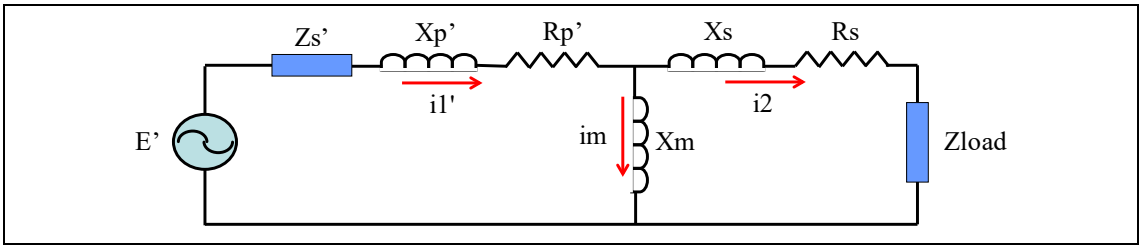


Figura 2.1.10 Circuito equivalente de un transformador de potencia.

- **Intensidad de energización**

Durante la energización de un transformador se produce una saturación del mismo por la generación de componentes de continua transitorias en los flujos, que pueden originar incrementos de los flujos totales. Estas componentes se producen para compensar las variaciones bruscas del flujo estacionario, como consecuencia de variaciones en la tensión de alimentación a la máquina. La presencia de flujos remanentes puede agravar el nivel de saturación del transformador, por incrementar la diferencia entre el flujo inicial y el flujo estacionario. Las intensidades de energización se pueden producir en las siguientes condiciones:

- **Energización del transformador**: cuando un transformador se encuentra desenergizado éste presentará un flujo residual. En el momento en el que se aplica tensión se producirá un flujo estacionario que no tiene por qué coincidir con el flujo residual. La diferencia entre ambos genera un flujo de continua que puede saturar el transformador. El flujo de continua se amortigua como consecuencia de la caída de tensión que genera la intensidad de energización en la resistencia de fuente del sistema. La saturación del transformador de potencia suele durar varios ciclos.
- **Despeje de una falta externa**: el cambio de tensión en el despeje de una falta externa da lugar a un fenómeno similar al de la energización del transformador.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Energización de un transformador en paralelo**: cuando se energiza un transformador conectado en paralelo a un transformador ya energizado se produce una intensidad de energización en el primero. La caída de tensión que genera dicha intensidad en la resistencia del sistema (resistencia de fuente más resistencia del transformador) no solamente amortigua la componente de continua del flujo del transformador que se energiza, sino que introduce una componente de continua en el flujo del transformador ya energizado, llegando a saturar este último. Este fenómeno da lugar a intensidades de magnetización con constantes de amortiguamiento muy elevadas.

La Figura 2.1.11 muestra un ejemplo de intensidad de energización:

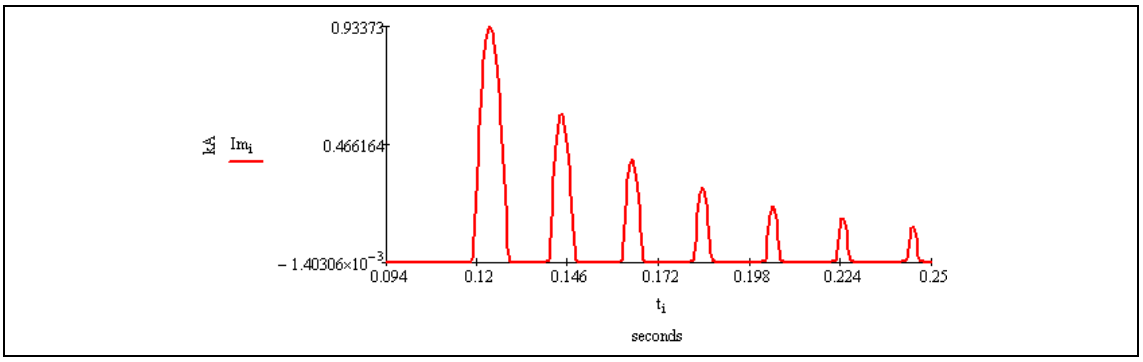


Figura 2.1.11 Ejemplo de intensidad de energización

Las intensidades de energización presentan un elevado contenido en armónicos pares, principalmente segundo y cuarto.

- **Intensidad de sobreexcitación**

La sobreexcitación de un transformador se produce cuando la relación Tensión / Frecuencia es elevada, es decir en condiciones de sobretensión y / o subfrecuencia. En tales condiciones se produce una saturación del transformador de potencia por la existencia de un flujo estacionario simétrico.

La Figura 2.1.12 muestra un ejemplo de intensidad de sobreexcitación:

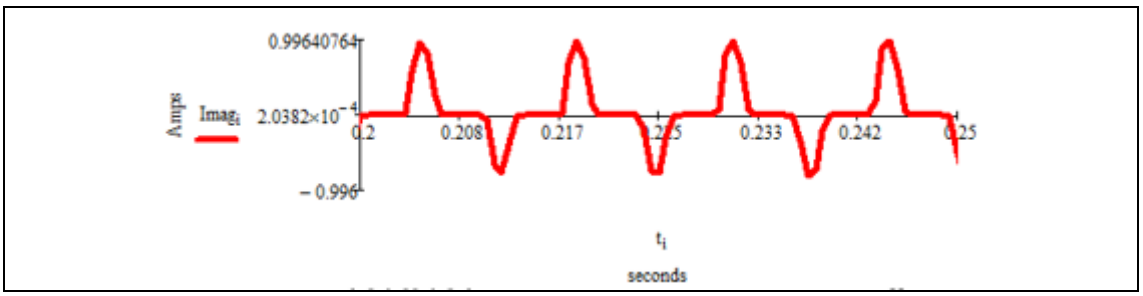


Figura 2.1.12 Ejemplo de intensidad de sobreexcitación.

Las intensidades de sobreexcitación presentan un elevado contenido en armónicos impares, principalmente tercero y quinto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7.g Frenado por armónicos

Con el fin de evitar el disparo de la unidad diferencial durante fenómenos de energización y sobreexcitación, el frenado por armónicos desensibiliza la unidad diferencial cuanto mayor sea el contenido armónico de la intensidad diferencial. Para ello utiliza la característica mostrada en la Figura 2.1.13.

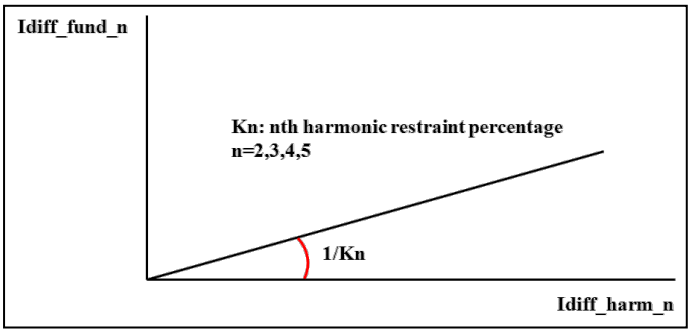


Figura 2.1.13 Característica del frenado por armónicos.

Existirá una característica para cada componente armónica de la intensidad diferencial: 2º, 3º, 4º y 5º. A partir del valor de la componente armónica (Idiff_harm_n; n=2..5 - eje de abscisas) se obtiene, con el ajuste de pendiente correspondiente (***Porcentaje de frenado por armónico n***: αn=1/Kn, n=2…5), un valor de intensidad diferencial fundamental (Idiff_fund_n; n=2…5 - eje de ordenadas) que se añadirá al valor de intensidad diferencial obtenido de la característica con frenado porcentual. El efecto que produce el frenado por armónicos es una subida de la característica diferencial.

Cabe destacar que la pendiente de la característica de frenado por armónicos es la inversa del ajuste: αn=1/Kn. De esa forma si el porcentaje de frenado por armónicos seleccionado es un 20%, la pendiente de la característica será un 500%. Cuanto menor sea el porcentaje de frenado por armónicos mayor será la pendiente de frenado. Esta implementación permite relacionar el porcentaje de frenado con el contenido armónico de la onda de intensidad diferencial.

Las cuatro intensidades fundamentales calculadas (Idiff_harm_n, n = 2 ,…, 5) se suman para obtener una intensidad diferencial fundamental total (Idiff_fund_total). Esta última intensidad será la que se añadirá a la intensidad diferencial obtenida de la característica con frenado porcentual (ver Figura 2.1.14).

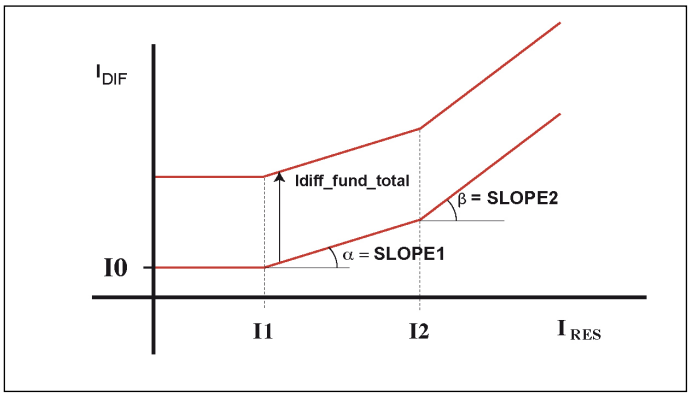


Figura 2.1.14 Subida de la característica diferencial con frenado porcentual como consecuencia del frenado por armónicos.

$$I_{diff_fund} > \underset{\substack{diff\\through\\current\\restraint}}{I_{diff}} + \underset{\substack{diff\\harmonic\\restraint}}{I_{diff}} = I_{rest} \cdot f(\alpha,\beta) + \sum_{n=2}^{5} \frac{I_{diff_harm_n}}{Kn} \qquad (2)$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Con objeto de incrementar la seguridad que ofrece el frenado por armónicos en casos de energización donde en alguna de las fases no se alcance un nivel suficiente de porcentaje armónico que frene el disparo de la unidad diferencial, el equipo dispone de un algoritmo de **Frenado por armónicos ampliado** que aplica un coeficiente de seguridad sobre las fases que no alcanzan el nivel armónico para frenar el disparo. Este algoritmo solo se aplica si el porcentaje armónico de alguna de las fases frena el disparo.

El algoritmo de **Frenado por armónicos ampliado**, en detalle, opera de la siguiente manera:

(2.1) En primer lugar, evalúa el contenido armónico en cada fase y comprueba si la intensidad diferencial supera la sensibilidad:

- Si [IdifA_harm_2 + IdifA_harm_3 + IdifA_harm_4 + IdifA_harm_5] / Min (K2, K3, K4, K5) > IdifA_fund y, al mismo tiempo, IdifA_fund > Ajuste de ***Sensibilidad Diferencial***.
- Si [IdifB_harm_2 + IdifB_harm_3 + IdifB_harm_4 + IdifB_harm_5] / Min (K2, K3, K4, K5) > IdifB_fund y, al mismo tiempo, IdifB_fund > Ajuste de ***Sensibilidad Diferencial***.
- Si [IdifC_harm_2 + IdifC_harm_3 + IdifC_harm_4 + IdifC_harm_5] / Min (K2, K3, K4, K5) > IdifC_fund y, al mismo tiempo, IdifC_fund > Ajuste de ***Sensibilidad Diferencial***.

Si las condiciones (2.1) se cumplen en las 3 fases, opera el **Frenado por Armónicos** en las 3 fases, es decir, para que se produzca el disparo en una fase se debe cumplir la ecuación (2):

$$I_{diff_fund} > \underset{\substack{through\\ current\\ restraint}}{I_{diff}} + \underset{harmonic\ restraint}{I_{diff}} = I_{rest} \cdot f(\alpha,\beta) + \sum_{n=2}^{5} \frac{I_{diff_harm_n}}{Kn}$$

Lo mismo aplicaría para el resto de las fases.

Si las condiciones (2.1) no se cumplen en ninguna de las fases, opera el **Frenado por Armónicos** en las 3 fases. Igual que el punto anterior.

Pero si las condiciones (2.1) se cumplen en alguna de las fases, dichas fases operarán con el **Frenado por Armónicos** (según la ecuación 2), pero el resto de las fases lo harán con el **Frenado por Armónicos Ampliado** según la siguiente ecuación:

Se producirá disparo diferencial en la Fase X:

- Si IdifX_fund > Irest * f(α, β) + 3 * [IdifX_harm_2 + IdifX_harm_3 + IdifX_harm_4 + IdifX_harm_5] / Max (K2, K3, K4, K5).

Si bien este algoritmo aumenta la seguridad durante la energización del transformador, hay que tener en cuenta que, en situación de cierre sobre falta interna con saturación, el porcentaje armónico de la fase en falta no debe superar el porcentaje armónico ajustado dividido por el coeficiente de seguridad que aplica el **Frenado por armónicos ampliado**. Si se superase, se bloquearía el disparo, por lo que el usuario debería habilitar la lógica de **Bloqueo cruzado de armónicos** en lugar del **Frenado por armónicos**).

Existen cuatro ajustes que permiten activar o desactivar el frenado por 2º, 3º, 4º y 5º armónico. Evidentemente, los algoritmos únicamente trabajan con los armónicos que se encuentren habilitados.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7.h Bloqueo por armónicos

La unidad de bloqueo por armónicos calcula la relación entre la intensidad diferencial del armónico n (n=2 y 5) y la intensidad diferencial fundamental. Cuando dicha relación se encuentra por encima del valor ajustado se activa el bloqueo por armónico n.

$$\frac{I_{diff_harm_n}}{I_{diff_fund}} > Kn \quad \text{(n=2 y 5)}$$

La condición de operación de la unidad diferencial con bloqueo por armónicos será:

$$\left(I_{diff_fund} > I_{\substack{diff \\ through \\ current \\ restraint}} = I_{rest} \cdot f(\alpha, \beta) \right) \otimes \left(\frac{I_{diff_harm_n}}{I_{diff_fund}} < Kn \right) \quad (3)$$

Existen dos ajustes independientes que permiten habilitar o deshabilitar el bloqueo por 2º y 5º armónicos, así como otros dos ajustes porcentuales de 2º y 5º armónicos que han de superarse para que se produzca el bloqueo.

La activación del bloqueo se produce a 1 vez el ajuste y la reposición a 0,95 veces el ajuste.

2.1.7.i Comparación entre frenado y bloqueo por armónicos

La ecuación (3) se puede expresar como:

$$\left(I_{diff_fund} > I_{rest} \cdot f(\alpha, \beta) \right) \otimes \left(I_{diff_fund} > \frac{I_{diff_harm_n}}{Kn} \right) \quad (4)$$

Si comparamos la ecuación (4) con la ecuación (2), correspondiente esta última al frenado por armónicos, podemos concluir que el frenado por armónicos es más restrictivo. No obstante, el frenado por armónicos no permite aplicar lógicas de bloqueo cruzado como veremos en el siguiente punto. Dichas lógicas solamente están asociadas al bloqueo por armónicos.

2.1.7.j Bloqueo cruzado

La energización de transformadores de potencia relativamente nuevos puede producir, en alguna de las tres fases, intensidades de magnetización con baja componente de segundo armónico, menor que un 10%. Los ajustes de porcentaje de frenado y bloqueo por armónicos normalmente usados se encuentran en torno al 20%. Reducir dichos ajustes a valores por debajo del 10% podría comprometer la obediencia de la unidad diferencial dado que cualquier pequeña distorsión de la intensidad diferencial ante una falta interna podría activar el frenado / bloqueo por armónicos. Para mantener la seguridad se mantiene el porcentaje de frenado / bloqueo en valores normales, del orden del 20%, y se utilizan las lógicas de bloqueo cruzado. Dichas lógicas permiten desensibilizar la unidad diferencial de la fase con baja componente de segundo armónico si en las otras fases la componente armónica es elevada. Lo normal es que en una energización solamente exista una fase con baja componente de segundo armónico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los equipos **DLF** incluyen un ajuste llamado ***Tipo de bloqueo cruzado*** que permite seleccionar la lógica de bloqueo cruzado a aplicar. Existen varias opciones:

- **1 de 3**: Si la intensidad diferencial de alguna fase presenta un contenido armónico por encima del porcentaje ajustado, el bloqueo por armónicos se activa en las otras dos fases, independientemente del contenido armónico de la intensidad diferencial en esas fases. Esta lógica es muy segura, pero podría llegar a bloquear la operación de la unidad diferencial con faltas internas que se produzcan durante la energización del transformador (cierres sobre falta), dado que las fases sanas pueden presentar un alto contenido de segundo armónico.
- **2 de 3**: si la intensidad diferencial de dos fases presenta un contenido armónico por encima del porcentaje ajustado, el bloqueo por armónicos se activa en la otra fase, independientemente del contenido armónico de su intensidad diferencial. Esta lógica proporciona un mejor equilibrio entre seguridad y obediencia con respecto a la lógica **"1 de 3",** dado que nunca operará durante faltas bifásicas que se produzcan en el momento de la energización del transformador. Por otra parte, si el transformador es estrella-triángulo y se energiza por el lado de la estrella, en una falta monofásica a tierra que se produzca durante la energización la intensidad de falta fluirá por las fases sanas debido al acoplamiento que existe con el devanado en triángulo. Lo mismo ocurrirá en transformadores estrella-estrella de tres columnas como consecuencia del efecto del "terciario fantasma". En ese caso, se producirá un incremento importante de intensidad diferencial fundamental en las fases sanas, lo que impedirá el cumplimiento de la lógica "2 de 3", permitiendo el disparo de la unidad diferencial.
- **Suma trifásica**: esta lógica calcula una relación trifásica de intensidad diferencial de segundo armónico con la siguiente fórmula:

$$3phase_harm_ratio = \left(\frac{I_{diff_harm_A} + I_{diff_harm_B} + I_{diff_harm_C}}{I_{diff_fund_A} + I_{diff_fund_B} + I_{diff_fund_C}} \right)$$

  Esta última lógica proporciona una buena seguridad durante la energización porque la fase / s con elevado contenido de segundo armónico en la intensidad diferencial incrementan el valor de la relación trifásica. Por otra parte, la lógica también proporciona una buena obediencia, dado que durante faltas internas la intensidad diferencial fundamental de la fase/s en falta será elevada, lo que reducirá el valor de la relación trifásica.

Los equipos **DLF** incluyen un ajuste llamado ***Tiempo de bloqueo cruzado*** que permite limitar el tiempo durante el cual se aplican las lógicas de bloqueo cruzado. Dado que el bajo contenido de segundo armónico en la intensidad diferencial solo se produce durante los primeros 4 o 5 ciclos de la energización la duración de las lógicas de bloqueo cruzado puede limitarse a ese tiempo. El tiempo empezará a contar desde que se cumplen las condiciones para activar la lógica.

Cabe destacar que el bloqueo por armónicos impide el arranque de la unidad diferencial con frenado antes de que éste se produzca, pero no repone la unidad si ya ha actuado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7.k Inhibición del frenado y bloqueo por armónicos

El frenado o bloqueo por armónicos puede retrasar el disparo de la unidad diferencial ante faltas internas con saturación de algún TI, dada la contaminación armónica que presenta la onda de intensidad diferencial en ese caso. Con el fin de no añadir retrasos innecesarios, existe la posibilidad de no aplicar continuamente el frenado o bloqueo. Para ello es necesario poner los ajustes de ***Frenado*** y ***Bloqueo por armónicos*** en modo **Dinámico**.

- **Frenado bloqueo por 2º / 4º armónico**

El frenado o bloqueo por armónicos pares se empleará en las siguientes condiciones:

- El transformador de la zona de protección está **desenergizado**; dicha situación se detecta cuando no circula intensidad ningún extremo (la intensidad en todos los canales está por debajo del ajuste de ***Intensidad de polo abierto*** correspondiente al extremo en cuestión). Desde que se detecta el comienzo de la energización del transformador (intensidad en algún extremo por encima del umbral) se contará el ***Tiempo de inhibición por armónicos*** para inhabilitar el frenado / bloqueo por 2º y 4º armónicos. Dicho ajuste debe ser superior al máximo tiempo que puede durar la energización del transformador.
- Una vez **energizado** el transformador, se detecta una condición de falta externa, ya sea por la unidad diferencial con valores instantáneos o por las unidades de comparación direccional de fases o secuencia directa. Desde la desactivación de la condición de falta externa, el frenado / bloqueo por armónicos seguirá habilitado durante el ajuste ***Tiempo de inhibición por armónicos***.
- 2,5 ciclos después de la activación del inicio de falta durante el ajuste ***Tiempo de inhibición por armónicos***.

- **Frenado / bloqueo por 5º armónico**

El frenado / bloqueo por quinto armónico se deshabilitará cuando se activen tres unidades de subexcitación, es decir cuando la relación tensión / frecuencia de las tensiones de fase asociadas a la unidad diferencial (ver apartado de configuración de entradas analógicas y unidades) estén por debajo de 1,05 veces la relación nominal (Vnominal / Fnominal). Si no hay configurada ninguna tensión, entonces, el frenado / bloqueo por 5º armónico estará siempre habilitado.

Si el ajuste de ***Frenado*** y ***Bloqueo por armónicos*** se pone en modo **Continuo** el frenado y bloqueo por dichos armónicos, respectivamente, estará siempre habilitado.

La entrada **Cambio a frenado y bloqueo continuo** permite activar el modo continuo de bloqueo y frenado por armónicos, independientemente de los valores que tomen los respectivos ajustes.

El método de inhibición de bloqueo / frenado por 2º armónico basado en intensidades no permite distinguir energizaciones de cierres sobre falta. Durante la energización del transformador el bloqueo / frenado por armónicos siempre estará presente.

Dado que la inhibición del frenado y bloqueo por armónicos que emplea intensidades está basada en la activación del Detector de falta externa, cuando éste se encuentre inhabilitado el frenado y bloqueo por armónicos se aplicará continuamente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Transformador paralelo**

Los equipos **DLF** disponen de un ajuste, denominado ***Transformador paralelo*** (dentro del grupo de ajustes de **Protección** de la unidad Diferencial con frenado), que incrementa la seguridad del frenado / bloqueo por armónicos dinámico (ver punto 2.1.8.g) ante una posible energización de un transformador conectado en paralelo (*sympathetic inrush*).

Al poner a **SÍ** el ajuste de ***Transformador en paralelo*** se impedirá la inhibición del frenado / bloqueo por 2º y 4º armónicos cuando se de alguna de las condiciones siguientes:

- AND de la falta externa por unidad diferencial con valores instantáneos de las tres fases, durante 8 ms, si el filtro homopolar está activado. Si el filtro homopolar está desactivado, se utilizaría una OR de la falta externa por unidad diferencial con valores instantáneos de las tres fases.
- AND de la falta externa por comparación direccional de fases durante 1,5 ciclos si el filtro homopolar está activado. Si el filtro homopolar está desactivado, se utilizaría una OR de la falta externa por comparación direccional de las tres fases.
- Falta externa por comparación direccional de secuencia directa durante 1,5 ciclos.

Además, el frenado / bloqueo por 2º y 4º armónico seguirá habilitado en el caso de que en los 2,5 ciclos después de la activación del inicio de falta (**FS**) no se valide la condición de inhibición de frenado/bloqueo por armónicos durante el tiempo ajustado como ***Tiempo inhibición armónicos***. En cualquier caso, una vez finalizada esta ventana de tiempo (2,5 ciclos desde el inicio de falta), la inhibición se desactivará (activándose el correspondiente bloqueo) y hasta que no finalice el ***Tiempo inhibición armónico*** no podrá activarse la inhibición ni siquiera con un nuevo inicio de falta.

2.1.7.l Salida de la unidad diferencial con frenado

El arranque de la unidad diferencial con frenado se realiza al 100% y la reposición se ha de producir al $0{,}8I_0$ si no existe frenado por armónicos. Si existe frenado por armónicos la reposición se produce al mayor de entre los dos valores siguientes:

- 0,8*Io
- $0{,}5*I_{armónico}/K_{armónico}$

  donde esta última división puede ser $I_{2ºarmonico}/k_2$, $I_{3^{er}armonico}/k_3$, $I_{4ºarmonico}/k_4$ o $I_{5ºarmonico}/k_5$, siendo k el ajuste de la pendiente de frenado por armónicos.

Dispone de temporización ajustable de operación para obtener disparos temporizados si así se requiere. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo que haya sido ajustado como temporización voluntaria. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Tiene la posibilidad de programar una entrada de **Bloqueo de disparo**, lo que impide la actuación de la unidad si esta entrada se activa antes de que se genere el disparo. Si se activa después del disparo, éste se repone. Para poder usar esta lógica de bloqueos se debe programar la entrada definida como **Bloqueo de disparo unidad diferencial con frenado**.

La activación del detector de falta externa puede bloquear la unidad si se pone a **SÍ** el ajuste de ***Permiso de bloqueo por detector de falta externa***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7.m Sensibilidad cierre sobre falta

Cuando se produce un cierre sobre falta y no esté configurado o no exista la posibilidad de realizar la compensación de intensidad capacitiva, es posible que la intensidad diferencial calculada sea significativa debido al carácter exponencial de la intensidad capacitiva. Para evitar que la unidad opere indebidamente, aparte del ajuste ***Sensibilidad Diferencial***, se podrá ajustar una sensibilidad adicional denominada ***Sensibilidad Cierre sobre Falta***. Este valor de sensibilidad solo se aplicará cuando la unidad correspondiente detecte un cierre de interruptor (basado en el detector de polo abierto, en el detector de línea muerta y en las entradas de cierre manual y reenganche) durante el tiempo definido en el ajuste ***Tiempo Cierre sobre Falta***. Una vez transcurrido dicho tiempo, la sensibilidad de referencia para la unidad diferencial de fases volverá a ser la definida por el ajuste ***Sensibilidad Diferencial***.

2.1.7.n Unidad diferencial sin frenado

La unidad diferencial sin frenado se utiliza para despejar faltas internas severas que lleguen a saturar los TIs. Ante este tipo de faltas, debido a la contaminación armónica presente en la intensidad diferencial, podría operar el frenado y bloqueo por armónicos, retrasando o incluso bloqueando el disparo. La unidad diferencial sin frenado no se ve afectada por el bloqueo o frenado por armónicos; asimismo tampoco incluye ningún frenado por intensidad pasante. Consiste simplemente en un comparador de la intensidad diferencial con un nivel ajustable.

El arranque de la unidad diferencial sin frenado se debe ajustar por encima de la máxima intensidad de *inrush*.

El arranque de esta unidad se realiza al 100% y la reposición se ha de producir al 95% del valor de arranque calculado.

Dispone de temporización ajustable de operación para obtener disparos temporizados si así se requiere. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo que haya sido ajustado como temporización voluntaria. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Esta unidad tiene la posibilidad de programar una entrada de **Bloqueo de disparo**, lo que impide la actuación de la unidad si esta entrada se activa antes de que se genere el disparo. Si se activa después del disparo, éste se repone. Para poder usar esta lógica de bloqueos se debe programar la entrada definida como **Bloqueo de disparo unidad diferencial sin frenado**. La activación del detector de falta externa puede bloquear la unidad diferencial sin frenado si se pone a **SÍ** el ajuste de ***Permiso de bloqueo por detector de falta externa***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7.o Rangos de ajuste

Unidad Diferencial con Frenado					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Diferencial	Permiso Diferencia	PDIF1.Mod	SÍ / NO		NO
Sensibilidad dif.	Sensibilidad dif.	PDIF1.LoSet	(0,05-4) xtoma (pu)	0,01	0,3
Sensibilidad CSF	Sensibilidad CSF	PDIF1.COFLoSet	(0,1-4) xtoma (pu)	0,01	0,5
Pendiente 1	Pendiente 1	PDIF1.RstPct1	5 - 100%	0,01%	25%
Inicio Pendiente 1	Inic Pendiente 1	PDIF1.StrRst1	0 - 2 pu	0,01	1
Pendiente 2	Pendiente 2	PDIF1.RstPct2	5 - 200%	0,01%	75%
Inicio Pendiente 2	Inic Pendiente 2	PDIF1.StrRst2	2 - 20 pu	0,01	5
Perm Bloq Det Falta Ext	Bloq Det Falta Ext	PDIF1.ExtFltEna	SÍ / NO		SÍ
Perm Frenado arm 2	Perm Frenado arm2	DIFPHAR1.Rst2Ena	SÍ / NO		NO
Frenado armónico 2	Frenado arm 2	DIFPHAR1.Str2Rst	5 - 100%	1%	20%
Perm Frenado arm 3	Perm Frenado arm3	DIFPHAR1.Rst3Ena	SÍ / NO		NO
Frenado armónico 3	Frenado arm 3	DIFPHAR1.Str3Rst	5 - 80%	1%	35%
Perm Frenado arm 4	Perm Frenado arm4	DIFPHAR1.Rst4Ena	SÍ / NO		NO
Frenado armónico 4	Frenado arm 4	DIFPHAR1.Str4Rst	5 - 80%	1%	20%
Perm Frenado arm 5	Perm Frenado arm5	DIFPHAR1.Rst5Ena	SÍ / NO		NO
Frenado armónico 5	Frenado arm 5	DIFPHAR1.Str5Rst	5 - 80%		35%
Tipo Frenado por armónicos	Frenado armonicos	DIFPHAR1.RstTyp	Continuo Dinámico		Continuo
Tiempo unidad dif	Tmpo diferencial	PDIF1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0
Tipo bloqueo arm	Tipo bloqueo arm	DIFPHAR1.HBlkTyp	1 DE 3 NINGUNA 2 DE 3 SUMA TRIF		2 DE 3
Tiempo Bloqueo Cruzado	Tiempo blq cruzado	DIFPHAR1.BlkOrTmms	0,05 - 300 s	0,01 s	0,1s
Perm bloqueo arm 2	Perm bloq arm 2	DIFPHAR1.BlkEna1	SÍ / NO		SÍ
Arr bloqueo arm 2	Arr bloqueo arm2	DIFPHAR1.BlkValPct1	5 - 100%	1%	20%
Perm bloqueo arm 5	Perm bloq arm 5	DIFPHAR1.BlkEna2	SÍ / NO		SÍ
Arr bloqueo arm 5	Arr bloqueo arm5	DIFPHAR1.BlkValPct2	5 - 100%	1%	35%
Tipo Bloqueo por armónicos	Bloqueo armonicos	DIFPHAR1.BlkTyp	Continuo Dinámico		Continuo
Tiempo Inhibición armónicos	Tiempo inhibicion	DIFPHAR1.InhTmms	5 - 300 s 1 - 300s	0,01 s	80 s
Transformador paralelo	Trafo paralelo	PDIF1.ParTrf	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Unidad Diferencial sin Frenado					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Dif Inst	Permiso Dif Inst	NRPDIF1.Mod	SÍ / NO		NO
Arranque Dif Inst	Arranque Dif Inst	NRPDIF1.StrVal	1 - 20 pu	0,01	8
Tiempo Dif Inst	Tiempo Dif Inst	NRPDIF1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0s
Perm Bloq Det Falta Ext	Bloq Det Falta Ext	NRPDIF1.ExtFltEna	SÍ / NO		SÍ

2.1.7.p Entradas digitales

Tabla 2.1-10: Entradas digitales a los módulos diferenciales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_87R	Órdenes de Habilitación	PDIF1.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Diferencial		La activación de estas entradas pone en servicio la unidad correspondiente. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
ENBL_87U		NRPDIF1.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Diferencial Instantánea		
INBLK_87R	Entradas lógicas a protección	PDIF1.Mod	Entrada Bloqueo Unidad Diferencial		La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
INBLK_87U		NRPDIF1.Mod	Entrada Bloqueo Unidad Diferencial Instantánea		
IN_HAR_CON		DIFPHAR1.ConsMod	Entrada de Paso a Frenado y Bloqueo Continuo		La activación de esta entrada habilita el modo continuo de frenado y bloqueo por armónicos, independientemente del modo seleccionado por ajuste.
IN_INH_2_4_RST		DIFPHAR1.Rst24InhIn	Entrada Inhibición Frenado por 2º y 4º armónicos		La activación de esta entrada inhibe el frenado por 2º y 4º armónicos.
IN_INH_3_5_RST		DIFPHAR1.Rst35InhIn	Entrada Inhibición Frenado por 3º y 5º armónicos		La activación de esta entrada inhibe el frenado por 3º y 5º armónicos.
IN_INH_2_4_BLK		DIFPHAR1.Blk24InhIn	Entrada Inhibición Bloqueo por 2º y 4º armónicos		La activación de esta entrada inhibe el bloqueo por 2º y 4º armónicos.
IN_INH_3_5_BLK		DIFPHAR1.Blk35InInh	Entrada Inhibición Bloqueo por 3º y 5º armónicos		La activación de esta entrada inhibe el bloqueo por 3º y 5º armónicos.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.7.q Salidas auxiliares y sucesos

Tabla 2.1-11: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_87R_A	Salidas de arranque de protección	PDIF1.Str	Arranque Unidad Diferencial Fase A		Arranque de las unidades diferenciales.
PU_87R_B		PDIF1.Str	Arranque Unidad Diferencial Fase B		
PU_87R_C		PDIF1.Str	Arranque Unidad Diferencial Fase C		
PU_87U_A		NRPDIF1.Str	Arranque Unidad Diferencial Instantánea Fase A		
PU_87U_B		NRPDIF1.Str	Arranque Unidad Diferencial Instantánea Fase B		
PU_87U_C		NRPDIF1.Str	Arranque Unidad Diferencial Instantánea Fase C		
OUT_87R_A	Salidas de disparo de protección	PDIF1.Op	Disparo Unidad Diferencial Fase A		Disparo de las unidades diferenciales.
OUT_87R_B		PDIF1.Op	Disparo Unidad Diferencial Fase B		
OUT_87R_C		PDIF1.Op	Disparo Unidad Diferencial Fase C		
OUT_87U_A		NRPDIF1.Op	Disparo Unidad Diferencial Instantánea Fase A		
OUT_87U_B		NRPDIF1.Op	Disparo Unidad Diferencial Instantánea Fase B		
OUT_87U_C		NRPDIF1.Op	Disparo Unidad Diferencial Instantánea Fase C		
OUT_87R_AM	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Unidad Diferencial Fase A		Disparo de las unidades diferenciales afectadas por la máscara de disparo.
OUT_87R_BM			Disparo Enmascarado Unidad Diferencial Fase B		
OUT_87R_CM			Disparo Enmascarado Unidad Diferencial Fase C		
OUT_87U_AM			Disparo Enmascarado Unidad Diferencial Instantánea Fase A		
OUT_87U_BM			Disparo Enmascarado Unidad Diferencial Instantánea Fase B		
OUT_87U_CM			Disparo Enmascarado Unidad Diferencial Instantánea Fase C		
INH_2_4_RST	Salidas genéricas de protección	DIFPHAR1.Rst24InhIn	Inhibición Frenado por 2º y 4º Armónico		Inhibición del frenado / bloqueo por armónicos correspondiente.
INH_3_5_RST		DIFPHAR1.Rst35InhIn	Inhibición Frenado por 3º y 5º Armónico		
INH_2_4_BLK		DIFPHAR1.Blk24InhIn	Inhibición Bloqueo por 2º y 4º Armónico		
INH_3_5_BLK		DIFPHAR1.Blk35InhIn	Inhibición Bloqueo por 3º y 5º Armónico		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2.1-6: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
BLK_HARM_A	Bloqueo armónicos y detector de saturación	DIFPHAR1.Str	Unidad Diferencial Fase A Bloqueada por Armónicos	I	Se activa cuando el contenido de armónicos de la corriente diferencial está por encima del umbral.
BLK_HARM_B		DIFPHAR1.Str	Unidad Diferencial Fase B Bloqueada por Armónicos	I	
BLK_HARM_C		DIFPHAR1.Str	Unidad Diferencial Fase C Bloqueada por Armónicos	I	
87R_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	PDIF.Mod	Unidad Diferencial Habilitada		Indicación de habilitación de la unidad.
87U_ENBLD		NRPDIF.Mod	Unidad Diferencial Instantánea Habilitada		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.8 Unidad diferencial de neutro

Los equipos **DLF** incorporan una unidad diferencial de neutro, con característica con frenado porcentual y con bloqueo por armónicos. Esta unidad diferencial utiliza hasta tres intensidades trifásicas (para calcular las intensidades de neutro correspondientes), lo que permite proteger transformadores de dos y tres devanados.

La unidad diferencial de neutro no se encuentra influenciada por el flujo de carga, ya que esta genera un incremento de la intensidad de frenado, sin modificar la intensidad diferencial (la intensidad diferencial en condiciones de carga es prácticamente nula), desplazando el punto (IDIF, IFRE) hacia la derecha, tal y como se representa en la Figura 2.1.15. Dicho efecto puede provocar una falta de obediencia de la unidad diferencial de fases ante defectos con alimentación débil (faltas muy resistivas, faltas con fuente muy débil, etc.) y con gran flujo de carga.

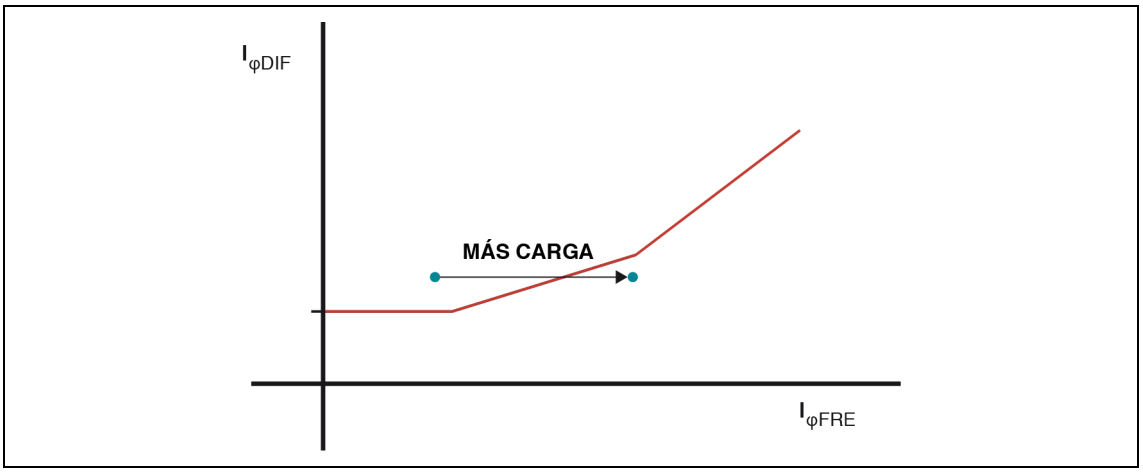


Figura 2.1.15 Efecto de la carga en la unidad diferencial de fases.

La unidad diferencial de neutro, tal y como se ha comentado anteriormente, no se ve afectada por la carga, dado que la intensidad de neutro en condiciones de carga es prácticamente nula. Al estar la intensidad de frenado basada en la intensidad de neutro, el flujo de carga no incrementa su valor. Esto permite aumentar la sensibilidad ante el tipo de faltas antes citadas.

2.1.8.a Intensidad diferencial de neutro

La intensidad diferencial se calcula como la suma algebraica de los valores instantáneos de todas las intensidades compensadas de neutro:

$$InDIF = In1_{COMP} + In2_{COMP} + In3_{COMP}$$

Una vez obtenidas las ondas de intensidad diferencial se calcula su componente fundamental, obteniendo INDIF. Asimismo, se calcularán las componentes de 2º y 5º armónico que serán utilizada por la unidad de bloqueo por armónicos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.8.b Intensidad de frenado

La intensidad de frenado representa la intensidad total que fluye a través de todos los TIs que delimitan la zona de protección. La característica de frenado porcentual permite incrementar la intensidad diferencial necesaria para operar cuanto mayor es la intensidad de frenado. De esa forma se compensan los errores porcentuales producidos por los TIs, el propio relé, el cambiador de tomas (si existe un transformador en la zona de protección), etc.

Para obtener la intensidad de frenado los equipos **DLF** calculan previamente la intensidad fundamental de todas las intensidades compensadas (módulo de la componente fundamental de la DFT), obteniendo In1COMP_MOD, In2COMP_MOD y In3COMP_MOD

El ajuste ***Tipo de intensidad de frenado*** permite seleccionar la fórmula empleada para calcular la intensidad de frenado:

- **Intensidad de frenado = (I1+I2-Id)/2**

$$InFRE = \frac{In1_{COMP_MOD} + In2_{COMP_MOD} + In3_{COMP_MOD} - InDIF_{_MOD}}{2}$$

- **Intensidad de frenado = (I1+I2)/2**

$$InFRE = \frac{In1_{COMP_MOD} + In2_{COMP_MOD} + In3_{COMP_MOD}}{2}$$

La primera fórmula de intensidad de frenado presenta una mayor obediencia, dado que el valor de intensidad de frenado es menor durante faltas internas en las que existirá una intensidad diferencial elevada. Por el contrario, presenta una menor seguridad durante faltas externas con saturación de TIs, puesto que la intensidad diferencial generada por esta condición reduce la intensidad de frenado. En cualquier caso, para garantizar la seguridad durante faltas externas con saturación de TIs se utiliza el Detector de Falta Externa por lo que se recomienda el uso de la primera fórmula de intensidad de frenado.

2.1.8.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial

Dentro del menú de ajustes Generales, los equipos **DLF** incluyen un ajuste llamado ***Medida I Diferencial*** que presenta dos valores:

- **Veces toma**: en ese caso tanto las intensidades diferenciales y de frenado se visualizan en “por unidad”
- **Por toma de referencia**: en ese caso el valor calculado de las intensidades diferencial y de frenado en por unidad se multiplica por la toma de referencia. En ese caso ambas intensidades se representan en Amperios.

Cabe destacar que la unidad diferencial siempre se ajusta y opera con valores por unidad. El ajuste ***Medida I Diferencial*** solamente afecta a la visualización de las intensidades diferencial y de frenado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.8.d Intensidad de referencia

Los equipos **DLF** disponen de un ajuste, denominado ***Intensidad de referencia*** (dentro del grupo de ajustes de protección de la unidad diferencial) , que permite seleccionar un devanado de la máquina y visualizar las intensidades diferenciales y las de frenado, en el display del HMI, en la pantalla de estado de ***ZIV e-NET TOOL***®, y al recogerlas por comunicaciones, multiplicadas por la toma ajustada para dicho devanado (si se selecciona en el ajuste ***Medida Intensidad diferencial*** la opción **Por toma de referencia**, dentro del grupo de ajustes ***Generales***). Este ajuste sólo tiene efectos sobre la visualización y en ningún caso sobre los cálculos internos de la unidad diferencial.

2.1.8.e Característica de la unidad diferencial de neutro con frenado porcentual

La Unidad Diferencial incluye una característica con frenado porcentual como la representada en la Figura 2.1.16. En abscisas se encuentra la intensidad de frenado, de paso o de restricción (INrest) y en ordenadas la intensidad diferencial (INdiff). La característica incluye una pendiente de frenado.

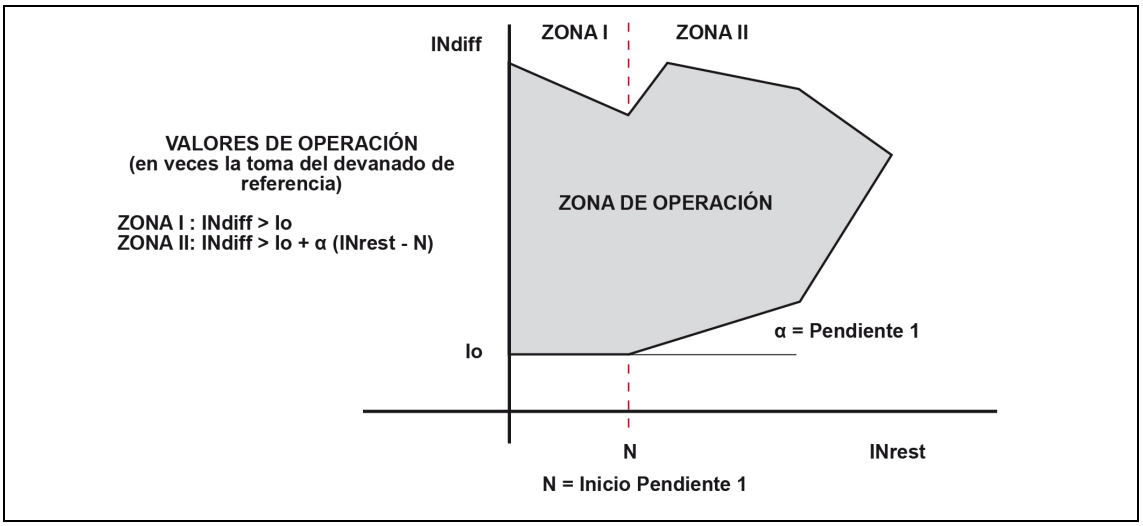


Figura 2.1.16 Característica de operación de la unidad diferencial de neutro con frenado porcentual.

La Unidad Diferencial de Neutro operará únicamente cuando el Selector de Fase indique falta a tierra. Además, hay que tener en cuenta que no podrá operar adecuadamente si está activo cualquier filtro homopolar, ya que en dicho caso se generará una falsa diferencial de neutro. Por tanto, la Unidad Diferencial de Neutro solo podrá ser habilitada cuando:

- El ajuste transformador en zona de protección este en NO.
- El ajuste transformador en zona de protección este en SI y todos los ajustes de filtro homopolar estén en NO (ver nota).

Una vez disparada la unidad, ésta no repondrá hasta que la intensidad diferencial sea menor que 0.8*I0.

Nota: Hay que tener en cuenta que, cuando exista un transformador en la zona de protección, el filtro homopolar que se aplicará en la mayoría de los casos (incluso en configuraciones YY, dada la posibilidad de que el núcleo del transformador incluya tres columnas), impedirá el uso de la unidad diferencial de neutro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para mayores intensidades de frenado los desequilibrios son mayores y se necesita una mayor cantidad de intensidad diferencial para obtener la operación de la unidad. La pendiente 1 se suele utilizar para compensar los siguientes errores:

- Errores de medida de los transformadores de intensidad en la zona lineal de su característica de magnetización (sin llegar al codo de saturación)
- Errores debidos a la variación de la tensión de salida de un devanado como consecuencia de la operación del cambiador de tomas. En el punto 2.1.6.c se vio que el cálculo de las tomas de cada devanado dependía de la tensión correspondiente a dicho devanado. Si esta tensión varía, el ajuste de toma no se corresponderá con la toma real existente en ese momento, lo que provocará una intensidad diferencial. La tensión que se utiliza para el cálculo de la toma de un devanado se corresponde normalmente con el valor de tensión en la toma central.
- Errores de medida del propio relé.

EL coeficiente de multiplicación α, definido entre los valores de **N** en adelante, de la corriente de paso, es ajustable y se denomina ***Coeficientes de frenado porcentual*** (**Pendiente 1**).

El parámetro **Io** constituye la **Sensibilidad diferencial** de la unidad, ya que determina el valor mínimo de intensidad diferencial necesario para obtener la operación de la unidad. Se ajusta para compensar los errores absolutos de intensidad diferencial, tales como la intensidad de magnetización del transformador en condiciones normales.

Los valores de sensibilidad y de inicio de primera se ajustan siempre en por unidad (o en veces la toma de referencia).

2.1.8.f Bloqueo por armónicos

La unidad de bloqueo por armónicos calcula la relación entre la intensidad diferencial del armónico n (n=2 y 5) y la intensidad diferencial fundamental de neutro la correspondiente DFT. Cuando dicha relación se encuentra por encima del valor ajustado se activa el bloqueo por armónico n.

$$\frac{InDIF_ARM_n_{_MOD}}{InDIF_{MOD}} > Kn \text{ (n=2 y 5)}$$

La condición de operación de la unidad diferencial de neutro con bloqueo por armónicos será:

$$\left(IN_{diff_fund} > I_{\substack{diff \\ through \\ current \\ restraint}} = IN_{rest} \cdot f(\alpha) \right) \otimes \left(\frac{IN_{diff_harm_n}}{IN_{diff_fund}} < Kn \right)$$

Existen dos ajustes independientes que permiten habilitar o deshabilitar el bloqueo por 2º y 5º armónicos, así como otros dos ajustes porcentuales de 2º y 5º armónicos que han de superarse para que se produzca el bloqueo.

La activación del bloqueo se produce a 1 vez el ajuste y la reposición a 0,95 veces el ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.8.g Bloqueo cruzado e Inhibición del bloqueo por armónicos

El bloqueo cruzado no aplica, obviamente, a la unidad diferencial de neutro. Tampoco se implementará la inhibición del bloqueo por armónicos para la unidad diferencial de neutro dado que, ante faltas con saturación de TIs, no se requiere la actuación de esta unidad. Cabe destacar que la unidad diferencial de neutro tiene como finalidad el despeje de faltas con alimentación débil (faltas muy resistivas o con fuente débil) y elevado flujo de carga, para las cuales no se producirá la saturación de ningún TI.

2.1.8.h Salida de la unidad diferencial de neutro con frenado

El arranque de la unidad diferencial con frenado se realiza al 100% y la reposición se ha de producir al $0,8I_0$.

- 0,8*Io

Dispone de temporización ajustable de operación para obtener disparos temporizados si así se requiere. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo que haya sido ajustado como temporización voluntaria. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Tiene la posibilidad de programar una entrada de **Bloqueo de disparo**, lo que impide la actuación de la unidad si esta entrada se activa antes de que se genere el disparo. Si se activa después del disparo, éste se repone. Para poder usar esta lógica de bloqueos se debe programar la entrada definida como **Bloqueo de disparo unidad diferencial de neutro con frenado**.

La activación del detector de falta externa puede bloquear la unidad si se pone a **SÍ** el ajuste de ***Permiso de bloqueo por detector de falta externa***.

2.1.8.i Sensibilidad cierre sobre falta

Cuando se produce un cierre sobre falta y no esté configurado o no exista la posibilidad de realizar la compensación de intensidad capacitiva, es posible que la intensidad diferencial calculada sea significativa debido al carácter exponencial de la intensidad capacitiva. Para evitar que la unidad opere indebidamente, aparte del ajuste ***Sensibilidad Diferencial***, se podrá ajustar una sensibilidad adicional denominada ***Sensibilidad Cierre sobre Falta***. Este valor de sensibilidad solo se aplicará cuando la unidad correspondiente detecte un cierre de interruptor (basado en el detector de polo abierto, en el detector de línea muestra y en las entradas de cierre manual y reenganche) durante el tiempo definido en el ajuste ***Tiempo Cierre sobre Falta***. Una vez transcurrido dicho tiempo, la sensibilidad de referencia para la unidad diferencial de fases volverá a ser la definida por el ajuste ***Sensibilidad Diferencial***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.8.j Sensibilidad de polo abierto

Cuando se habilita la compensación de la intensidad capacitiva (ver ajustes generales de la unidad diferencial), la intensidad de neutro se calculará a partir de las intensidades de fase ya compensadas, lo que eliminará la intensidad de neutro capacitiva.

Si no hay compensación de la intensidad capacitiva y se produce la apertura de un polo, la intensidad de neutro capacitiva será significativamente mayor a las condiciones normales. Por tanto, se podrá configurar una sensibilidad para situación de polo abierto (***Sensibilidad de Polo Abierto***), cuando se active la señal (un polo abierto), que deberá ser mayor que el valor de ***Sensibilidad Diferencial***.

Si se habilita la ***Compensación de la intensidad capacitiva***, no se utilizará nunca el valor establecido en el ajuste ***Sensibilidad Polo Abierto***.

2.1.8.k Operación en condiciones de falta con un polo abierto

En condición de polo abierto, la intensidad de neutro será normalmente mayor a la normal (con los tres polos cerrados). Ante faltas en dicha situación (con un polo abierto), la **intensidad de frenado** de la unidad diferencial de neutro operará con las ***intensidades de neutro de falta pura***, es decir, se obtiene la intensidad de frenado de falta pura mediante la resta de la intensidad de frenado de neutro de prefalta, tomada un tiempo antes de la activación del inicio de falta.

$$InFRE_{F_PURA} = InFRE - InFRE_{FP}$$

Cuando se elimine la condición de polo abierto, la unidad diferencial volverá a operar con la intensidad de neutro.

2.1.8.l Rangos de ajuste

Unidad Diferencial de Neutro con Frenado					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Diferencial	Permiso	GNDPDIF1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Sensibilidad dif.	Sensibilidad	GNDPDIF1.LoSet	(0,02-2) xtoma (pu)	0,01	0,1
Sensibilidad CSF	Sensibilidad CSF	GNDPDIF1.COFLoSet	(0,1-2) xtoma (pu)	0,01	0,5
Sensibilidad Polo Abierto	Sens Polo Abierto	GNDPDIF1.OpnLoSet	(0,1-2) xtoma (pu)	0,01	0,3
Pendiente 1	Pendiente 1	GNDPDIF1.RstPct1	5 - 100%	0,01%	10%
Inicio Pendiente 1	Inic Pendiente 1	GNDPDIF1.StrRst1	0 - 5 pu	0,01	1
Perm bloqueo arm 2	Perm bloq arm 2	GNDDIFPHAR1.BlkEna1	SÍ / NO		SÍ
Arr bloqueo arm 2	Arr bloqueo arm2	GNDDIFPHAR1.BlkValPct1	5 - 100%	1%	20%
Perm bloqueo arm 5	Perm bloq arm 5	GNDDIFPHAR1.BlkEna2	SÍ / NO		SÍ
Arr bloqueo arm 5	Arr bloqueo arm5	GNDDIFPHAR1.BlkValPct2	5 - 100%	1%	35%
Tiempo unidad dif.N	Tiempo	GNDPDIF1.OpDITmms	0 - 300 s	0,01 s	0,01
Perm Bloq Det Falta Ext	Bloq Det Falta Ext	GNDPDIF1.ExtFltEna	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.8.m Entradas digitales

Tabla 2.1-12: Entradas digitales a los módulos diferenciales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_87N	Órdenes de Habilitación	PDIF1.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Diferencial de Neutro		La activación de estas entradas pone en servicio la unidad diferencial de Neutro. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
INBLK_87N	Entradas lógicas a protección	PDIF1.Mod	Entrada Bloqueo Unidad Diferencial		La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
IN_I_CAP_ENBLD			Entrada de habilitación de la compensación de intensidad capacitiva		La activación de esta entrada activa la compensación de intensidad capacitiva.
IN_INH_2_BLK_N		GNDDIFPHAR1.Blk2InhIn	Entrada inhibición bloqueo por 2º armónico		La activación de esta entrada inhibe el bloqueo por 2º armónico.
IN_INH_5_BLK_N		GNDDIFPHAR1.Blk5InhIn	Entrada inhibición bloqueo por 5º armónico		La activación de esta entrada inhibe el bloqueo por 5º armónico.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.8.n Salidas auxiliares y sucesos

Tabla 2.1-13: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_87N	Salidas de arranque de protección	GNDPDIF1.Str	Arranque unidad diferencial de neutro		Arranque de la unidad diferencial e inicio de la cuenta de tiempo.
OUT_87N	Salidas de disparo de protección	GNDPDIF1.Op	Disparo unidad diferencial de neutro		Disparo de la unidad diferencial.
OUT_87N_M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad diferencial de neutro		Disparo de la unidad diferencial afectadas por su máscara correspondiente.
BLK_HARM_87N	Bloqueo armónicos y detector de saturación	GNDDIFPHAR1.Str	Bloqueo por armónicos diferencial de neutro		Se activa cuando la unidad diferencial con frenado se bloquea por exceso de armónicos.
87N_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	GNDPDIF1.Mod	Unidad diferencial de neutro habilitada		Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.9 Unidad diferencial de secuencia directa

Los equipos **DLF** incorporan una unidad diferencial de secuencia directa, con característica con frenado porcentual y con bloqueo por armónicos. Esta unidad diferencial utiliza hasta tres intensidades trifásicas (para calcular las intensidades de secuencia directa correspondientes), lo que permite proteger transformadores de dos y tres devanados.

La unidad diferencial de secuencia directa utiliza intensidades de falta pura. Esta unidad permite incrementar la sensibilidad, incluso en faltas trifásicas resistivas, y disminuir el tiempo de disparo ante faltas trifásicas. La unidad diferencial de secuencia directa operará solo cuando se detecte un inicio de falta.

2.1.9.a Intensidad diferencial de secuencia directa

La intensidad diferencial de secuencia directa se calculará como la suma vectorial de las intensidades compensadas de secuencia directa:

$$IsdDIF = Isd1_{COMP} + Isd2_{COMP} + Isd3_{COMP}$$

Una vez obtenidas las ondas de intensidad diferencial se calcula su componente fundamental, obteniendo ISDDIF.

2.1.9.b Intensidad de frenado

La intensidad de frenado representa la intensidad total que fluye a través de todos los TIs que delimitan la zona de protección. La característica de frenado porcentual permite incrementar la intensidad diferencial necesaria para operar cuanto mayor es la intensidad de frenado. De esa forma se compensan los errores porcentuales producidos por los TIs, el propio relé, el cambiador de tomas (si existe un transformador en la zona de protección), etc.

Para obtener la intensidad de frenado los equipos **DLF** calculan previamente la intensidad fundamental de todas las intensidades compensadas (módulo de la componente fundamental de la DFT), obteniendo In1COMP_MOD, In2COMP_MOD y In3COMP_MOD

El ajuste ***Tipo de intensidad de frenado*** permite seleccionar la fórmula empleada para calcular la intensidad de frenado:

- **Intensidad de frenado = (I1+I2-Id)/2**

$$IsdFRE = \frac{Isd1_{COMP_MOD} + Isd2_{COMP_MOD} + Isd3_{COMP_MOD} - InDIF_{_MOD}}{2}$$

- **Intensidad de frenado = (I1+I2)/2**

$$IsdFRE = \frac{Isd1_{COMP_MOD} + Isd2_{COMP_MOD} + Isd3_{COMP_MOD}}{2}$$

La **intensidad de frenado** con la que operará la unidad diferencial de secuencia directa será con las ***intensidades de secuencia directa de falta pura***, es decir, se obtiene la intensidad de frenado de falta pura mediante la resta de la intensidad de frenado de secuencia directa de prefalta, tomada un tiempo antes de la activación del inicio de falta.

$$IsdFRE_{F_PURA} = IsdFRE - IsdFRE_{FP}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La primera fórmula de intensidad de frenado presenta una mayor obediencia, dado que el valor de intensidad de frenado es menor durante faltas internas en las que existirá una intensidad diferencial elevada. Por el contrario, presenta una menor seguridad durante faltas externas con saturación de TIs, puesto que la intensidad diferencial generada por esta condición reduce la intensidad de frenado. En cualquier caso, para garantizar la seguridad durante faltas externas con saturación de TIs se utiliza el Detector de Falta Externa por lo que se recomienda el uso de la primera fórmula de intensidad de frenado.

2.1.9.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial

Dentro del menú de ajustes Generales, los equipos **DLF** incluyen un ajuste llamado ***Medida I Diferencial*** que presenta dos valores:

- **Veces toma**: en ese caso, tanto las intensidades diferenciales como las de frenado se visualizan en “por unidad”
- **Por toma de referencia**: en ese caso el valor calculado de las intensidades diferencial y de frenado en por unidad se multiplica por la toma de referencia. En ese caso ambas intensidades se representan en Amperios.

Cabe destacar que la unidad diferencial siempre se ajusta y opera con valores por unidad. El ajuste ***Medida I Diferencial*** solamente afecta a la visualización de las intensidades diferencial y de frenado.

2.1.9.d Intensidad de referencia

Los equipos **DLF** disponen de un ajuste, denominado ***Intensidad de referencia*** (dentro del grupo de ajustes de protección de la unidad diferencial) , que permite seleccionar un devanado de la máquina y visualizar las intensidades diferenciales y las de frenado, en el display del HMI, en la pantalla de estado de ***ZIV e-NET tool***®, y al recogerlas por comunicaciones, multiplicadas por la toma ajustada para dicho devanado (si se selecciona en el ajuste ***Medida Intensidad diferencial*** la opción **Por toma de referencia**, dentro del grupo de ajustes ***Generales***).

Este ajuste sólo tiene efectos sobre la visualización y en ningún caso sobre los cálculos internos de la unidad diferencial.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.9.e Característica de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado porcentual

La unidad diferencial incluye una característica con frenado porcentual como la representada en la Figura 2.1.17. En abscisas se encuentra la intensidad de frenado, de paso o de restricción (I1rest) y en ordenadas la intensidad diferencial (I1diff). La característica incluye una pendiente de frenado.

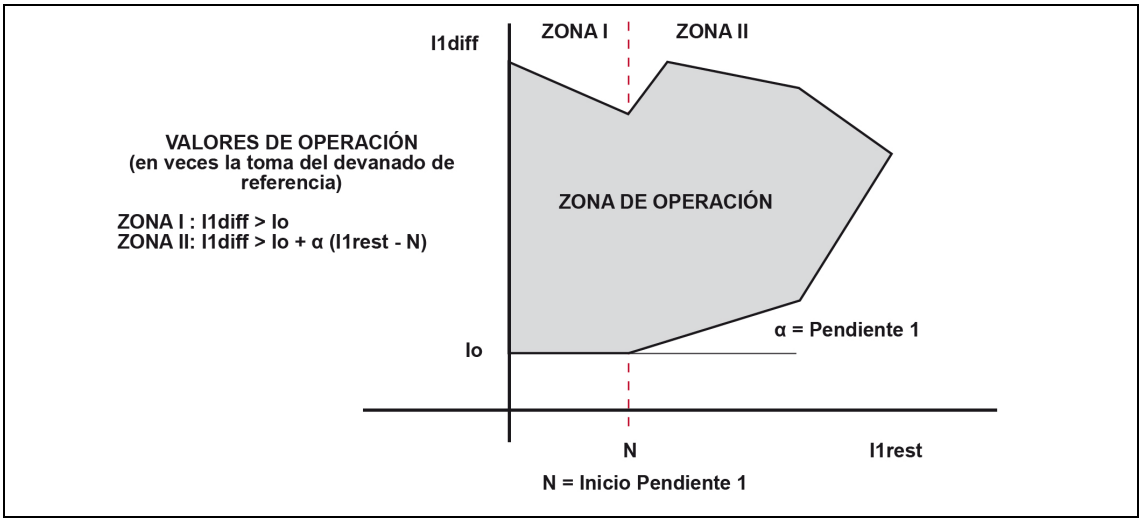


Figura 2.1.17 Característica de operación de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado porcentual.

La unidad diferencial de secuencia directa operará solo cuando se detecte un inicio de falta, en caso contrario no actuará. Esto es debido a que la unidad diferencial de secuencia directa operará con las ***intensidades de secuencia directa de falta pura***, es decir, una vez restada la intensidad de secuencia directa de prefalta, tomada un tiempo antes de la activación del detector de falta.

Una vez disparada la unidad, ésta no repondrá hasta que la intensidad diferencial sea menor que 0,8*I0.

Para mayores intensidades de frenado los desequilibrios son mayores y se necesita una mayor cantidad de intensidad diferencial para obtener la operación de la unidad. La pendiente 1 se suele utilizar para compensar los siguientes errores:

- Errores de medida de los transformadores de intensidad en la zona lineal de su característica de magnetización (sin llegar al codo de saturación)
- Errores debidos a la variación de la tensión de salida como consecuencia de la operación del cambiador de tomas, en caso de haber transformador en la zona de protección. En el cálculo de las tomas se vio que dependía de la tensión correspondiente. Si esta tensión varía, el ajuste de toma no se corresponderá con la toma real existente en ese momento, lo que provocará una intensidad diferencial. La tensión que se utiliza para el cálculo de la toma de un devanado se corresponde normalmente con el valor de tensión en la toma central en el caso de haber transformadores en la zona de protección.
- Errores de medida del propio relé.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El coeficiente de multiplicación α, definido entre los valores de **N** en adelante, de la corriente de paso, es ajustable y se denomina ***Coeficientes de frenado porcentual*** (**Pendiente 1**).

El parámetro **Io** constituye la **Sensibilidad diferencial** de la unidad, ya que determina el valor mínimo de intensidad diferencial necesario para obtener la operación de la unidad. Se ajusta para compensar los errores absolutos de intensidad diferencial, tales como la intensidad de magnetización del transformador en condiciones normales.

Los valores de sensibilidad y de inicio de primera se ajustan siempre en por unidad (o en veces la toma de referencia).

2.1.9.f Bloqueo por armónicos

Para evitar disparos de la unidad diferencial de secuencia directa en condiciones de inrush y sobreexcitación se utilizarán las salidas de la unidad de bloqueo por armónicos asociada a la unidad diferencial de fases. El bloqueo se producirá si:

- Habiendo ajustado el tipo de bloqueo por armónicos de la unidad diferencial de fases en un valor **diferente** a "***Ninguno***", se activan las salidas de bloqueo por armónicos de las tres fases. Siempre que se cumple la lógica de bloqueo cruzado se activará el bloqueo por armónicos en las tres fases.

- Habiendo ajustado el tipo de bloqueo por armónico en "***Ninguno***", el bloqueo se producirá si se activa la salida de bloqueo por armónicos de alguna de las fases.

2.1.9.g Salida de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado

El arranque de la unidad diferencial con frenado se realiza al 100% y la reposición se ha de producir al $0{,}8I_0$

- 0,8*Io

Dispone de temporización ajustable de operación para obtener disparos temporizados si así se requiere. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo que haya sido ajustado como temporización voluntaria. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Tiene la posibilidad de programar una entrada de **Bloqueo de disparo**, lo que impide la actuación de la unidad si esta entrada se activa antes de que se genere el disparo. Si se activa después del disparo, éste se repone. Para poder usar esta lógica de bloqueos se debe programar la entrada definida como **Bloqueo de disparo unidad diferencial de secuencia directa con frenado**.

La activación del detector de falta externa puede bloquear la unidad si se pone a **SÍ** el ajuste de ***Permiso de bloqueo por detector de falta externa***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.9.h Sensibilidad cierre sobre falta

Cuando se produce un cierre sobre falta y no esté configurado o no exista la posibilidad de realizar la compensación de intensidad capacitiva, es posible que la intensidad diferencial calculada sea significativa debido al carácter exponencial de la intensidad capacitiva. Para evitar que la unidad opere indebidamente, aparte del ajuste ***Sensibilidad Diferencial***, se podrá ajustar una sensibilidad adicional denominada ***Sensibilidad Cierre sobre Falta***. Este valor de sensibilidad solo se aplicará cuando la unidad correspondiente detecte un cierre de interruptor (basado en el detector de polo abierto, en el detector de línea muestra y en las entradas de cierre manual y reenganche) durante el tiempo definido en el ajuste ***Tiempo Cierre sobre Falta***. Una vez transcurrido dicho tiempo, la sensibilidad de referencia para la unidad diferencial de fases volverá a ser la definida por el ajuste ***Sensibilidad Diferencial***.

2.1.9.i Sensibilidad de polo abierto

Cuando se habilita la compensación de la intensidad capacitiva (ver ajustes generales de la unidad diferencial), la intensidad de secuencia directa se calculará a partir de las intensidades de fase ya compensadas, lo que eliminará la intensidad de secuencia directa capacitiva.

Si no hay compensación de la intensidad capacitiva y se produce la apertura de un polo, la intensidad de secuencia directa capacitiva será mayor o menor en función de la intensidad circulante en las fases cerradas. Para poder compensar posibles incrementos de falsa intensidad diferencial de secuencia directa, se podrá configurar una sensibilidad para situación de polo abierto (***Sensibilidad de Polo Abierto***), cuando se active la señal ***Un Polo Abierto***, que deberá ser mayor que el valor de ***Sensibilidad Diferencial*** en el caso de que no exista compensación de intensidad capacitiva.

Si se habilita la compensación de la intensidad capacitiva, se recomienda establecer el valor de ajuste ***Sensibilidad Polo Abierto*** al mismo valor ajustado en el ajuste ***Sensibilidad Diferencial.***

2.1.9.j Operación en condiciones de falta con un polo abierto

En condición de polo abierto, la intensidad de secuencia directa será menor a la normal (con los tres polos cerrados). A la hora del cálculo de la intensidad de frenado, este efecto no tendrá impacto ya que esta unidad opera con intensidades de secuencia directa de falta pura.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.9.k Rangos de ajuste

Unidad Diferencial de Secuencia Directa con Frenado					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Diferencial	Permiso	PSPDIF1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Sensibilidad dif.	Sensibilidad	PSPDIF1.LoSet	(0,02-2) xtoma (pu)	0,01	0,1
Sensibilidad CSF	Sensibilidad CSF	PSPDIF1.COFLoSet	(0,1-2) xtoma (pu)	0,01	0,5
Sensibilidad Polo Abierto	Sens Polo Abierto	PSPDIF1.OpnLoSet	(0,1-2) xtoma (pu)	0,01	0,3
Pendiente 1	Pendiente 1	PSPDIF1.RstPct1	5 - 100%	0,01%	10%
Inicio Pendiente 1	Inic Pendiente 1	PSPDIF1.StrRst1	0 - 5 pu	0,01	1
Tiempo unidad dif.SD	Tiempo	PSPDIF1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0,01
Perm bloqueo	Perm Bloq Arm	PSPDIFPHAR1.BlkEna	SÍ / NO		SÍ
Perm Bloq Det Falta Ext	Bloq Det Falta Ext	PSPDIF1.ExtFltEna	SÍ / NO		SI

2.1.9.l Entradas digitales

Tabla 2.1-14: Entradas digitales a los módulos diferenciales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_87P	Órdenes de Habilitación	PSPDIF1.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Diferencial de secuencia directa		La activación de estas entradas pone en servicio la unidad diferencial de secuencia directa. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.
INBLK_87P	Entradas lógicas a protección	PSPDIF1.Mod	Entrada Bloqueo Unidad Diferencial de secuencia directa		La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
IN_I_CAP_ENBLD			Entrada de habilitación de la compensación de intensidad capacitiva		La activación de esta entrada activa la compensación de intensidad capacitiva.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.9.m Salidas auxiliares y sucesos

Tabla 2.1-15: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_87P	Salidas de arranque de protección	PSPDIF1.Mod	Arranque unidad diferencial de secuencia directa.		Arranque de la unidad diferencial e inicio de la cuenta de tiempo.
OUT_87P	Salidas de disparo de protección	PSPDIF1.Op	Disparo unidad diferencial de secuencia directa.		Disparo de la unidad diferencial.
OUT_87P_M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad diferencial de secuencia directa.		Disparo de la unidad diferencial afectadas por su máscara correspondiente.
BLK_HARM_87	Bloqueo armónicos y detector de saturación	PSPDIFPHAR1.Str	Bloqueo por armónicos diferencial de secuencia directa.		Se activa cuando la unidad diferencial con frenado se bloquea por exceso de armónicos.
87P_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	PSPDIF1.Mod	Unidad diferencial de secuencia directa habilitada.		Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.10 Unidad diferencial de secuencia inversa

Los equipos **DLF** incorporan una unidad diferencial de secuencia inversa, con característica con frenado porcentual y con bloqueo por armónicos. Esta unidad diferencial utiliza hasta tres intensidades trifásicas (para calcular las intensidades de secuencia inversa correspondientes), lo que permite proteger transformadores de dos y tres devanados.

La unidad diferencial de secuencia negativa o inversa permite compensar el efecto de la carga en todo tipo de faltas desequilibradas, incluso en faltas bifásicas puras, que no involucren tierra, ante las cuales la unidad diferencial de neutro no puede operar. Por tanto, la unidad diferencial de secuencia inversa operará únicamente cuando el selector de fases no indique condición de falta trifásica.

2.1.10.a Intensidad diferencial de secuencia inversa

La intensidad diferencial de secuencia inversa se calculará como la suma vectorial de las intensidades compensadas de secuencia inversa:

$$IsiDIF = Isi1_{COMP} + Isi2_{COMP} + Isi3_{COMP}$$

Una vez obtenidas las ondas de intensidad diferencial se calcula su componente fundamental, obteniendo ISIDIF.

2.1.10.b Intensidad de frenado

La intensidad de frenado representa la intensidad total que fluye a través de todos los TIs que delimitan la zona de protección. La característica de frenado porcentual permite incrementar la intensidad diferencial necesaria para operar cuanto mayor es la intensidad de frenado. De esa forma se compensan los errores porcentuales producidos por los TIs, el propio relé, el cambiador de tomas (si existe un transformador en la zona de protección), etc.

Para obtener la intensidad de frenado los equipos **DLF** calculan previamente la intensidad fundamental de todas las intensidades compensadas (módulo de la componente fundamental de la DFT), obteniendo Isi1COMP_MOD, Isi2COMP_MOD y Isi3COMP_MOD

El ajuste ***Tipo de intensidad de frenado*** permite seleccionar la fórmula empleada para calcular la intensidad de frenado:

- **Intensidad de frenado = (I1+I2-Id)/2**

$$IsiFRE = \frac{Isi1_{COMP_MOD} + Isi2_{COMP_MOD} + Isi3_{COMP_MOD} - InDIF_{_MOD}}{2}$$

- **Intensidad de frenado = (I1+I2)/2**

$$IsiFRE = \frac{Isi1_{COMP_MOD} + Isi2_{COMP_MOD} + Isi3_{COMP_MOD}}{2}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La primera fórmula de intensidad de frenado presenta una mayor obediencia, dado que el valor de intensidad de frenado es menor durante faltas internas en las que existirá una intensidad diferencial elevada. Por el contrario, presenta una menor seguridad durante faltas externas con saturación de TIs, puesto que la intensidad diferencial generada por esta condición reduce la intensidad de frenado. En cualquier caso, para garantizar la seguridad durante faltas externas con saturación de TIs se utiliza el Detector de Falta Externa por lo que se recomienda el uso de la primera fórmula de intensidad de frenado.

2.1.10.c Visualización de intensidades calculadas por la unidad diferencial

Dentro del menú de ajustes Generales, los equipos **DLF** incluyen un ajuste llamado ***Medida I Diferencial*** que presenta dos valores:

- **Veces toma**: en ese caso, tanto las intensidades diferenciales como las de frenado se visualizan en “por unidad”
- **Por toma de referencia**: en ese caso el valor calculado de las intensidades diferencial y de frenado en por unidad se multiplica por la toma de referencia. En ese caso ambas intensidades se representan en Amperios.

Cabe destacar que la unidad diferencial siempre se ajusta y opera con valores por unidad. El ajuste ***Medida I Diferencial*** solamente afecta a la visualización de las intensidades diferencial y de frenado.

2.1.10.d Devanado de referencia

Los equipos **DLF** disponen de un ajuste, denominado ***Intensidad de referencia*** (dentro del grupo de ajustes de protección de la unidad diferencial) , que permite seleccionar un devanado de la máquina y visualizar las intensidades diferenciales y las de frenado, en el display del HMI, en la pantalla de estado de ***ZIV e-NET tool***®, y al recogerlas por comunicaciones, multiplicadas por la toma ajustada para dicho devanado (si se selecciona en el ajuste ***Medida Intensidad diferencial*** la opción **Por toma de referencia**, dentro del grupo de ajustes ***Generales***).

Este ajuste sólo tiene efectos sobre la visualización y en ningún caso sobre los cálculos internos de la unidad diferencial.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.10.e Característica de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado porcentual

La unidad diferencial incluye una característica con frenado porcentual como la representada en la Figura 2.1.18. En abscisas se encuentra la intensidad de frenado, de paso o de restricción (I2rest) y en ordenadas la intensidad diferencial (I2diff). La característica incluye una pendiente de frenado.

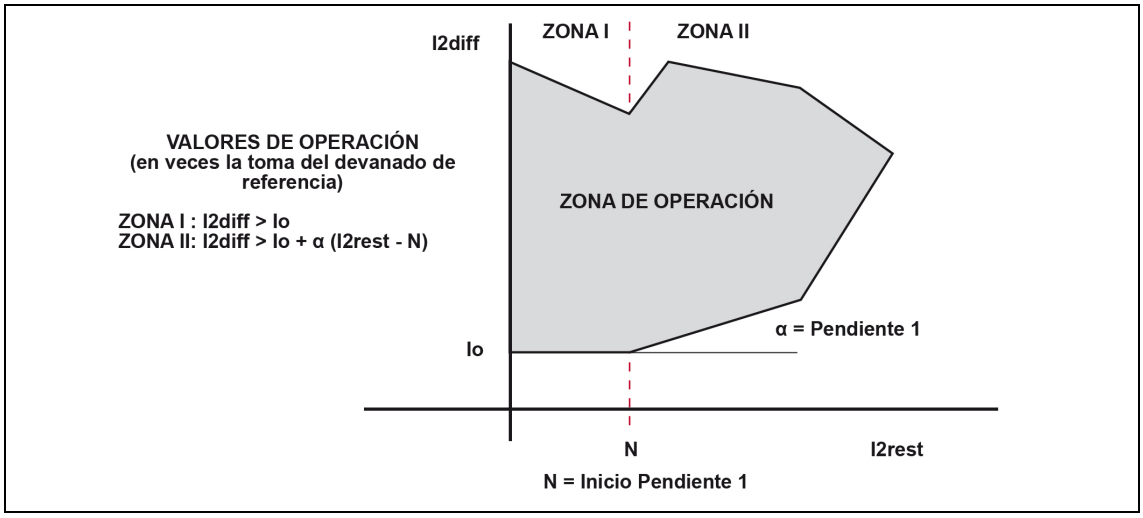


Figura 2.1.18 Característica de operación de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado porcentual.

La unidad diferencial de secuencia inversa operará únicamente cuando el selector de fases no indique condición de falta trifásica. La señal empleada será la ausencia de “Falta trifásica” procedente del selector de fases, pero con un tiempo de reposición de 10 ms. Esto es debido a que esta unidad permite compensar el efecto de la carga en todo tipo de faltas desequilibradas, incluso en faltas bifásicas puras, que no involucren tierra, ante las cuales la unidad diferencial de neutro no puede operar

Una vez disparada la unidad, ésta no repondrá hasta que la intensidad diferencial sea menor que 0.8*I0.

Para mayores intensidades de frenado los desequilibrios son mayores y se necesita una mayor cantidad de intensidad diferencial para obtener la operación de la unidad. La pendiente 1 se suele utilizar para compensar los siguientes errores:

- Errores de medida de los transformadores de intensidad en la zona lineal de su característica de magnetización (sin llegar al codo de saturación)
- Errores debidos a la variación de la tensión de salida de un devanado como consecuencia de la operación del cambiador de tomas, en caso de haber un transformador en la zona de protección. En el punto 2.1.6.c se vio que el cálculo de las tomas de cada devanado dependía de la tensión correspondiente a dicho devanado. Si esta tensión varía, el ajuste de toma no se corresponderá con la toma real existente en ese momento, lo que provocará una intensidad diferencial. La tensión que se utiliza para el cálculo de la toma de un devanado se corresponde normalmente con el valor de tensión en la toma central, en caso de haber transformador en la zona de protección.
- Errores de medida del propio relé.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

EL coeficiente de multiplicación α, definido entre los valores de **N** en adelante, de la corriente de paso, es ajustable y se denomina ***Coeficientes de frenado porcentual*** (**Pendiente 1**).

El parámetro **Io** constituye la **Sensibilidad diferencial** de la unidad, ya que determina el valor mínimo de intensidad diferencial necesario para obtener la operación de la unidad. Se ajusta para compensar los errores absolutos de intensidad diferencial, tales como la intensidad de magnetización del transformador en condiciones normales.

Los valores de sensibilidad y de inicio de primera se ajustan siempre en por unidad (o en veces la toma de referencia).

2.1.10.f Bloqueo por armónicos

Para evitar disparos de la unidad diferencial de secuencia inversa en condiciones de inrush y sobreexcitación se utilizarán las salidas de la unidad de bloqueo por armónicos asociada a la unidad diferencial de fases. El bloqueo se producirá si:

- Habiendo ajustado el tipo de bloqueo por armónicos de la unidad diferencial de fases en un valor **diferente** a "***Ninguno***", se activan las salidas de bloqueo por armónicos de las tres fases. Siempre que se cumple la lógica de bloqueo cruzado se activará el bloqueo por armónicos en las tres fases.

- Habiendo ajustado el tipo de bloqueo por armónico en "***Ninguno***", el bloqueo se producirá si se activa la salida de bloqueo por armónicos de alguna de las fases.

2.1.10.g Salida de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado

El arranque de la unidad diferencial con frenado se realiza al 100% y la reposición se ha de producir al $0{,}8I_0$

- 0,8*Io

Dispone de temporización ajustable de operación para obtener disparos temporizados si así se requiere. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo que haya sido ajustado como temporización voluntaria. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Tiene la posibilidad de programar una entrada de **Bloqueo de disparo**, lo que impide la actuación de la unidad si esta entrada se activa antes de que se genere el disparo. Si se activa después del disparo, éste se repone. Para poder usar esta lógica de bloqueos se debe programar la entrada definida como **Bloqueo de disparo unidad diferencial de secuencia directa con frenado**.

La activación del detector de falta externa puede bloquear la unidad si se pone a **SÍ** el ajuste de ***Permiso de bloqueo por detector de falta externa***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.10.h Sensibilidad cierre sobre falta

Cuando se produce un cierre sobre falta y no esté configurado o no exista la posibilidad de realizar la compensación de intensidad capacitiva, es posible que la intensidad diferencial calculada sea significativa debido al carácter exponencial de la intensidad capacitiva. Para evitar que la unidad opere indebidamente, aparte del ajuste ***Sensibilidad Diferencial***, se podrá ajustar una sensibilidad adicional denominada ***Sensibilidad Cierre sobre Falta***. Este valor de sensibilidad solo se aplicará cuando la unidad correspondiente detecte un cierre de interruptor (basado en el detector de polo abierto, en el detector de línea muestra y en las entradas de cierre manual y reenganche) durante el tiempo definido en el ajuste ***Tiempo Cierre sobre Falta***. Una vez transcurrido dicho tiempo, la sensibilidad de referencia para la unidad diferencial de fases volverá a ser la definida por el ajuste ***Sensibilidad Diferencial***.

2.1.10.i Sensibilidad de polo abierto

Cuando se habilita la compensación de la intensidad capacitiva (ver ajustes generales de la unidad diferencial), la intensidad de secuencia inversa se calculará a partir de las intensidades de fase ya compensadas, lo que eliminará la intensidad de secuencia inversa capacitiva.

Si no hay compensación de la intensidad capacitiva y se produce la apertura de un polo, la intensidad de secuencia inversa capacitiva será significativamente mayor a las condiciones normales. Por tanto, se podrá configurar una sensibilidad para situación de polo abierto (***Sensibilidad de Polo Abierto***), cuando se active la señal Un Polo Abierto, que deberá ser mayor que el valor de ***Sensibilidad Diferencial***.

Si se habilita la compensación de la intensidad capacitiva, no se utilizará nunca el valor establecido en el ajuste ***Sensibilidad Polo Abierto***.

2.1.10.j Operación en condiciones de falta con un polo abierto

En condición de polo abierto, la intensidad de neutro será normalmente mayor a la normal (la existente en situación de carga con los tres polos cerrados). Ante faltas en dicha situación (con un polo abierto), la **intensidad de frenado** de la unidad diferencial de secuencia inversa operará con las ***intensidades de secuencia inversa de falta pura***, es decir, se obtiene la intensidad de frenado de falta pura mediante la resta de la intensidad de frenado de secuencia inversa de prefalta, tomada un tiempo antes de la activación del inicio de falta.

$$IsiFRE_{F_PURA} = IsiFRE - IsiFRE_{FP}$$

Cuando se elimine la condición de polo abierto, la unidad diferencial de secuencia inversa operará con las intensidades de secuencia inversa de falta ya que la intensidad de secuencia inversa de prefalta es prácticamente despreciable.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.10.k Rangos de ajuste

Unidad Diferencial de Secuencia Inversa con Frenado					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Diferencial	Permiso	NSPDIF1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Sensibilidad dif.	Sensibilidad	NSPDIF1.LoSet	(0,02-2) xtoma (pu)	0,01	0,1
Sensibilidad CSF	Sensibilidad CSF	NSPDIF1.COFLoSet	(0,1-2) xtoma (pu)	0,01	0,5
Sensibilidad Polo Abierto	Sens Polo Abierto	NSPDIF1.OpnLoSet	(0,1-2) xtoma (pu)	0,01	0,3
Pendiente 1	Pendiente 1	NSPDIF1.RstPct1	5 - 100%	0,01%	10%
Inicio Pendiente 1	Inic Pendiente 1	NSPDIF1.StrRst1	0 - 5 pu	0,01	1
Tiempo unidad dif.SD	Tiempo	NSPDIF1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0,01 s
Perm bloqueo	Perm Bloq Arm	NSPDIFPHAR.BlkEna	SÍ / NO		NO
Perm Bloq Det Falta Ext	Bloq Det Falta Ext	NSPDIF1.ExtFltEna	SÍ / NO		NO

2.1.10.l Entradas digitales

Tabla 2.1-16: Entradas digitales a los módulos diferenciales					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_87Q	Órdenes de Habilitación	NSPDIF1.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Diferencial de secuencia inversa		La activación de estas entradas pone en servicio la unidad diferencial de secuencia inversa. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.
INBLK_87Q	Entradas lógicas a protección	NSPDIF1.Mod	Entrada Bloqueo Unidad Diferencial de secuencia inversa		La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
IN_I_CAP_ENBLD			Entrada de habilitación de la compensación de intensidad capacitiva		La activación de esta entrada activa la compensación de intensidad capacitiva.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.10.m Salidas auxiliares y sucesos

Tabla 2.1-17: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_87Q	Salidas de arranque de protección	NSPDIF1.Mod	Arranque unidad diferencial de secuencia inversa.		Arranque de la unidad diferencial e inicio de la cuenta de tiempo.
OUT_87Q	Salidas de disparo de protección	NSPDIF1.Op	Disparo unidad diferencial de secuencia inversa.		Disparo de la unidad diferencial.
OUT_87Q_M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad diferencial de secuencia inversa.		Disparo de la unidad diferencial afectadas por su máscara correspondiente.
BLK_HARM_87	Bloqueo armónicos y detector de saturación	NSPDIFPHAR1.Str	Bloqueo por armónicos diferencial de secuencia inversa.		Se activa cuando la unidad diferencial con frenado se bloquea por exceso de armónicos.
87Q_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	NSPDIF1.Mod	Unidad diferencial de secuencia inversa habilitada.		Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.11 Recomendación de ajustes

2.1.11.a Habilitación de la compensación de intensidad capacitiva

Normalmente, la compensación de intensidad capacitiva no es necesaria en líneas aéreas de longitud menor a 80 kilómetros (50 millas) y de niveles de tensión menores de 115 kV. A medida que la tensión aumenta, se hace recomendable activar la compensación de intensidad capacitiva. Por otro lado, en cables subterráneas, incluso aquellos que sean muy cortos, pueden tener una intensidad capacitiva muy importante debido a la proximidad entre el elemento con potencial (cable) y la tierra. Por tanto, en cables subterráneos se recomienda activar siempre la compensación de intensidad capacitiva.

No se aconseja activar la compensación de intensidad capacitiva cuando no es necesaria por la aplicación debido a que un ajuste incorrecto de los valores de susceptancia de la línea puede provocar la aparición de una falta intensidad diferencial que produzca mal-operaciones de los equipos.

2.1.11.b Tipo de intensidad de frenado

Los equipos **DLF** incorporan dos fórmulas para el cálculo de la intensidad de frenado, seleccionables por ajuste: **Ifre1** = (I1+I2-Id)/2 e **Ifre2** = (I1+I2)/2. Mientras la intensidad diferencial en una falta externa a la línea protegida sea pequeña, la primera intensidad de frenado será similar a la segunda. Sin embargo, en una falta interna a la línea, la primera magnitud de frenado será bastante inferior que la segunda (si la influencia de la carga es despreciable, al estar las intensidades locales y remotas en fase, la primera intensidad de frenado será nula). De esa forma, el compromiso entre seguridad y obediencia que mantiene la primera fórmula de frenado es mejor que el correspondiente a la segunda. No obstante, hay que tener en cuenta que, cuando se generan intensidades diferenciales importantes en faltas externas como consecuencia, por ejemplo, de la saturación algún TI, la primera intensidad de frenado será menor que la segunda, lo que implica una reducción en la seguridad. En cualquier caso, si se habilita el Detector de Falta Externa (ver punto 2.2), el cual proporciona una gran estabilidad de la unidad diferencial ante faltas externas con saturación de algún TI, se recomienda el uso de la primera fórmula de intensidad de frenado, dado que ésta incrementa la obediencia durante faltas internas a la línea.

2.1.11.c Diferencial de fases

- **Sensibilidad**

El ajuste de ***Sensibilidad*** define la mínima intensidad diferencial requerida por la unidad diferencial para operar. Su valor depende de la intensidad capacitiva que se deriva por las capacidades de la línea (en caso de no ser compensada). Tal y como se ha comentado en el punto 2.1.7, durante la energización de una línea, se genera una intensidad capacitiva transitoria superior a la del régimen permanente. Lo mismo ocurre cuando se despeja una falta externa, como consecuencia del crecimiento de la tensión, aunque en este último caso la magnitud de la intensidad capacitiva transitoria será bastante menor que en una energización.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los equipos **DLF** incorporan un ajuste llamado ***Sensibilidad por cierre sobre falta***, tal y como se ha comentado en el punto 2.1.7. Dicha sensibilidad se aplicará, durante el ajuste ***Tiempo de cierre sobre falta***, desde que se produce la energización de la línea (cierre del interruptor). Está pensada para evitar disparos durante los transitorios que aparecen en la energización. Si no se habilita la compensación de intensidad capacitiva, un valor de 3 veces la intensidad capacitiva en régimen permanente es suficiente. Si se habilita esta última funcionalidad, la sensibilidad de cierre sobre falta se puede reducir a 1,5 veces la intensidad capacitiva en régimen permanente. El ***Tiempo de cierre sobre falta*** deberá ser mayor que la duración del transitorio de energización. Un valor de 300 ms suele ser suficiente.

Más abajo se describe el procedimiento de cálculo de la intensidad capacitiva en régimen permanente.

La ***Sensibilidad*** normal deberá ajustarse para evitar disparos en condiciones de mínima carga (mínima intensidad de frenado y máxima intensidad capacitiva al ser la tensión igual a la nominal) Si no se ha habilitado la compensación de intensidad capacitiva, un valor de 2 veces la intensidad capacitiva en régimen permanente es adecuado para evitar operaciones incorrectas ante transitorios que se produzcan como consecuencia del despeje de una falta externa. Si se habilita la compensación de intensidad capacitiva, la sensibilidad se puede ajustar igual a la intensidad capacitiva en régimen permanente.

En casos en que exista un transformador dentro de la zona de protección, se debe tener en cuenta la intensidad diferencial generada por la intensidad de magnetización en operación normal (sin *inrush* o sobrexcitación). Si se selecciona la primera fórmula de intensidad de frenado, cuando la intensidad de carga del transformador sea nula y solo exista intensidad de magnetización, la intensidad de frenado será también nula (dado que Idif=I1). Si se selecciona la segunda fórmula de intensidad de frenado, en condiciones de carga nula, la intensidad de frenado será igual a la intensidad diferencial dividida por 2.

En cualquier caso, ambas sensibilidades deben ser siempre mayores que un 0,15 por unidad. Los valores típicos de sensibilidad van de 0,2 a 0,3 por unidad.

La intensidad capacitiva en régimen permanente se calcula como:

$$I_C(A) = \frac{V_{nom}(V)}{\sqrt{3}} \cdot y(S/km) \cdot L(km)$$

donde:

Ic	es la intensidad capacitiva en amperios
Vnom	es la tensión nominal de la línea en voltios
B	es la susceptancia de secuencia directa en siemens por unidad de longitud
L	es la longitud de la línea

Ejemplo: supongamos un cable de 110 kV con una susceptancia B=95 uS/Km y una longitud de 10 km. La intensidad capacitiva será:

$$I_C(A) = \frac{110 \cdot 10^3 (V)}{\sqrt{3}} \cdot 95 \cdot 10^{-6} (S/km) \cdot 10(km) = 60{,}33\ A\ primarios$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Primera pendiente de frenado**

La ***Primera pendiente de frenado*** tiene la finalidad de compensar los errores porcentuales, dependientes de la intensidad circulante. Dichos errores serán introducidos por la operación del cambiador de tomas (en caso de que exista un transformador en la zona de protección), los TIs (en condiciones de no saturación de estos), por asimetrías en el canal de comunicaciones (tiempo de canal de ida distinto al tiempo de canal de vuelta) y por el propio equipo. Cabe destacar que la intensidad capacitiva ya se ha tenido en cuenta a la hora de ajustar la sensibilidad, para lo cual se calcula la máxima intensidad capacitiva en régimen permanente. Ésta se dará en condiciones de mínima carga con la tensión nominal. En una falta externa, al reducirse el valor de tensión, la intensidad capacitiva será menor.

Cuando exista un transformador en la zona de protección y se quiera emplear la primera fórmula de intensidad de frenado y la sensibilidad se ha ajustado para compensar la intensidad de magnetización del transformador, el ***Inicio de la primera pendiente*** se deberá ajustar en 0. Si se emplea la segunda fórmula de frenado, el inicio de la segunda pendiente se deberá ajustar en el valor de la Sensibilidad dividido por 2.

A continuación, se describe como calcular el desfase generado debido a una asimetría permanente en el canal de comunicaciones. En grados dicho error será:

$$\varphi = (t_{ida} - t_{vuelta}) \cdot 180 \cdot f_{nom}$$

Donde:

t_{ida}-t_{vuelta} es la diferencia entre los tiempos de ida y de vuelta en segundos
f_{nom} es la frecuencia nominal en Hercios.

Dicho desfase, φ, genera una intensidad diferencial:

$$I_{dif} = 2 \cdot sen\left(\frac{\varphi}{2}\right) \cdot I$$

Donde:

I es la intensidad que circula por ambos extremos de la línea.

Ejemplo

Supongamos un sistema de comunicaciones con una diferencial entre tiempo de canal de ida y tiempo de canal de vuelta de 1ms. Entonces:

$$\varphi = 0{,}001 \cdot 180 \cdot 50 = 9^{o}$$

Suponiendo:

$$I_{dif} = 2 \cdot sen\left(\frac{9}{2}\right) \cdot I = 0{,}16 \cdot I$$

$$I_{fre} = 1$$

$$I_{dif} = 0{,}16 \cdot I_{fre}$$

El error que introduce la asimetría es, por tanto, de un 16%.

El error introducido por los **TIs** depende de su clase de precisión. Para un TI 5P se puede considerar un error máximo del 5%. Suponiendo que los errores de los TIs de ambos extremos de la línea tienen signos opuestos, el error total a considerar será del 10%. El error introducido por el **relé** será menor que el 5%.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Considerando un margen de seguridad, en este ejemplo la primera pendiente de frenado se puede ajustar en un 35%.

Si la sensibilidad se ha ajustado para compensar únicamente la intensidad capacitiva de la línea, el ***Inicio de la primera pendiente*** debe ajustarse en el valor mínimo: 0 A.

- **Segunda pendiente de frenado**

El ***Inicio de la segunda pendiente*** de frenado debe calcularse teniendo en cuenta la mínima intensidad, en situación de falta externa, que puede dar lugar a la saturación de alguno de los TIs. La pendiente de frenado se ajustará para compensar la intensidad diferencial generada en dicha situación. Un valor del 75% suele ser adecuado, teniendo en cuenta que el Detector de falta externa proporciona una gran seguridad ante faltas externas con saturación de algún TI.

- **Frenado o bloqueo por armónicos**

El frenado o bloqueo por armónicos se utiliza principalmente cuando hay un transformador en la zona de protección. El porcentaje tanto de frenado como de bloqueo por 2º armónico normalmente ajustado es del 20%. El porcentaje tanto de frenado como de bloqueo por 5º armónico recomendable es de un 35%. Aunque el frenado por armónicos es más restrictivo que el bloqueo por armónicos fase a fase, éste no incluye lógicas de bloqueo cruzado. Por ello se recomienda el uso de bloqueo por armónicos frente a frenado por armónicos.

Con respecto a las lógicas de bloqueo cruzado se recomienda el uso de la lógica **2 de 3** si el transformador tiene algún devanado en triángulo y la energización de este se realiza a través de la estrella. En caso contrario se recomienda el uso de la lógica **Suma trifásica**.

El frenado por 3er armónico no es aplicable cuando el transformador presenta alguna conexión en triángulo, dado que ésta actúa como filtro de dicho armónico.

- **Valor de arranque de la unidad diferencial sin frenado**

Dado que la Unidad diferencial sin frenado no presenta ni frenado ni bloqueo por armónicos, su valor de arranque deberá ser mayor que la máxima intensidad diferencial generada en una situación de saturación del transformador de potencia. La situación más desfavorable suele ser la energización del mismo. La máxima intensidad de magnetización durante dicha situación se dará cuando el flujo sea máximo. Teniendo en cuenta una máxima componente de continua del flujo ($2*\Phi_{nominal}$: cierre en el paso por cero de la tensión) y un máximo flujo remanente ($0,8*\Phi_{nominal}$), el flujo de operación máximo puede llegar a ser igual a $2,8*\Phi_{nominal}$. Si se conoce la curva de magnetización de la máquina se podrá obtener la intensidad de magnetización correspondiente a dicho valor de flujo. El arranque de la Unidad diferencial instantánea deberá ser superior a dicha intensidad. Se suele emplear un valor de 8 pu.

- **Filtro homopolar**

El filtro homopolar deberá habilitarse en caso de la existencia de un transformador en la zona de protección en todos los devanados en estrella puestos a tierra, siempre que exista un devanado en triángulo. Si en el lado de un devanado en triángulo existe una puesta a tierra artificial dentro de la zona de protección será necesario habilitar el filtro homopolar también en el lado del triángulo. Cuando el grupo de conexión es estrella-zig-zag o triángulo-zig-zag será necesario habilitar el filtro homopolar en el lado del zig-zag.

En general, para transformadores estrella-estrella no es necesario habilitar el filtro homopolar, excepto en el caso de que se trate de un transformador trifásico de tres columnas. En ese caso, como consecuencia de la reducida reactancia de magnetización de secuencia cero (debido a la alta reluctancia que presenta el flujo homopolar), se puede generar una intensidad diferencial de secuencia cero considerable. Por ello se debe habilitar el filtro homopolar en ambos devanados.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.11.d Diferencial de neutro

- **Sensibilidad**

Se calcula en base a la intensidad capacitiva de neutro en condiciones de mínima carga. En tal situación se podrá generar una pequeña tensión de neutro si la línea no está transpuesta. Dicha intensidad capacitiva se calculará como: $IN_C(A) = 3 \cdot V0\,(V) \cdot y\,0\,(S/km) \cdot L(km)$, donde:

- **INc** representa la intensidad capacitiva de neutro en amperios.
- **V0** representa la tensión de secuencia cero en condiciones de mínima carga en voltios.
- **y0** es la admitancia de secuencia cero en siemens por unidad de longitud.
- **L** es la longitud de la línea.

La intensidad capacitiva de neutro aumentará con el valor de la intensidad de neutro, dado que la tensión de neutro será proporcional a dicha intensidad. Al ser el error que introducen las capacidades de neutro proporcional a la intensidad circulante éste se compensará mediante la primera pendiente de frenado (ver siguiente punto).

Durante la energización de la línea se producirá una intensidad de neutro capacitiva superior a la correspondiente al régimen permanente. La sensibilidad de cierre sobre falta se ajustará igual a la sensibilidad de cierre sobre falta de la unidad diferencial de fases.

La sensibilidad normal se ajustará como 2 veces el valor antes calculado o como un 15% de la intensidad nominal.

- **Primera pendiente de frenado**

La primera pendiente de frenado tiene la finalidad de compensar los errores porcentuales, dependientes de la intensidad circulante. Dichos errores son generados por la intensidad capacitiva, por los TIs (en condiciones de no saturación de los mismos), por asimetrías en el canal de comunicaciones (desigualdad entre tiempos de ida y vuelta) y por el propio equipo.

El error porcentual generado por la intensidad capacitiva se calculará de la siguiente forma: $IN_C(A) = 3 \cdot V0 \cdot y\,0 \cdot L$, teniendo en cuenta que:

- Para una falta hacia delante: $V0 = -\,I0 \cdot (Z0SL)$ donde Z0SL es la impedancia de secuencia cero de fuente local.
- Para una falta hacia atrás: $V0 = I0 \cdot (Z0SR + ZL0)$ donde Z0SR es la impedancia de secuencia cero de fuente remota y ZL0 es la impedancia de secuencia cero de la línea.

Se puede considerar: $V0 = I0 \cdot K$ donde $K = max\,(Z0SR + ZL0, ZS0)$

Si se realiza la aproximación:

$$IN_{dif} = 3 \cdot K \cdot y0 \cdot L \cdot I0$$

$$IN_{fre} = 3 \cdot I0$$

El porcentaje de error introducido por la intensidad capacitiva será $K \cdot y0 \cdot L$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ejemplo

Supongamos un sistema que presenta los siguientes valores de impedancias:

Z0SL = 5 ohmios
Z0SR = 8 ohmios
Z0L = 12 ohmios
y0 = 70 us/km
L = 10 km

K = 12 ohmios

K*y0*L = 0,014

El error porcentual introducido por la intensidad capacitiva será de 1.4%.

El cálculo del error porcentual introducido por los TIs, por la asimetría en el canal de comunicaciones y por el relé se efectuará tal y como se describió para la unidad diferencial de fases. Dichos errores se sumarán al introducido por las capacidades de la línea.

El inicio de la primera pendiente se ajustará al valor mínimo (0 A).

2.1.11.e Diferencial de secuencia directa

Los criterios de ajuste de la unidad diferencial de secuencia directa serán los mismos que los descritos para la unidad diferencial de fases. Si se habilita la compensación de la intensidad capacitiva, se recomienda establecer el valor de ajuste ***Sensibilidad Polo Abierto*** al mismo valor ajustado en el ajuste ***Sensibilidad Diferencial.***

2.1.11.f Diferencial de secuencia inversa

Los criterios de ajuste de la unidad diferencial de secuencia inversa serán los mismos que los descritos para la unidad diferencial de neutro sin más que sustituyendo la red de secuencia cero por la red de secuencia inversa. El factor 3, utilizado para pasar de intensidad de secuencia cero a intensidad de neutro, no se utilizará.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.12 Ejemplos

2.1.12.a Ejemplo de cálculo de ajustes para líneas

Considerar una línea aérea con las siguientes características:

Longitud	235,7 km
Tensión nominal	400 kV
CT ratio	1000/1 A
VT ratio	400000/110 V
Potencia nominal	500MVA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{500\ MVA}{\sqrt{3} \cdot 400\ kV} = 721{,}6\ A\ pri \rightarrow 0{,}7216\ A\ sec$$

Parámetros de línea por kilómetro	
Resistencia de secuencia positiva (R1)	0,02897 Ω
Reactancia de secuencia positiva (X1)	0,3072 Ω
Resistencia se secuencia homopolar (R0)	0,2597 Ω
Reactancia de secuencia homopolar (X0)	1,0223 Ω
Susceptancia de secuencia positiva (B1)	3,63 µS
Susceptancia de secuencia homopolar (B0)	2,347 µS

Otros parámetros	
Mínima intensidad de falta externa que sature transformadores de medida	5000 A
Tensión homopolar en condiciones de mínima carga	0,02% Vn

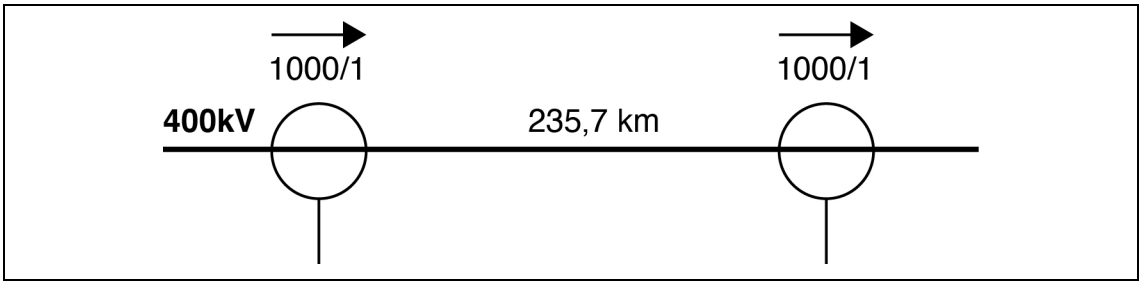


Figura 2.1.19 Ejemplo de calculo de ajustes para una línea aérea

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustes generales	
Ratio CT fase 1	1000/1 = 1000
Ratio CT fase 2	1000/1 = 1000
Ratio CT fase 3	1000/1 = 1000
Ratio tierra	1000/1 = 1000
Ratio VT fases	400kV/110 = 3636
Referencia de ángulos	VA
	Valor mínimo de tensión: 0,5 V
	Valor mínimo de intensidad: 0,02 A
Inversión de polaridad	NO

Impedancias del sistema	
Secciones de línea	Sección E1E2: SÍ Sección E1M1: NO Sección M1E2: NO Sección M1M2: NO Sección M1E3: NO Sección M2E2: NO
Impedancias por sección	Dejar por defecto al solo existir la sección E1E2. Se completa en la sección impedancias de línea.
Impedancias de línea Para la impedancia sec. Directa: 0.02897 + 0.3072 j ohm/km -> 0.4222 ∟84.612° Para la impedancia sec. homopolar: 0.2597 + 1.0223 j ohm/km -> 0.3127 ∟75.74° Z2/Z1 = (110·1000) / (400000·1) = 0.275 Y2/Y1 = 1/(Z2/Z1) = 3,636	
Módulo de la impedancia de secuencia directa	0,4222 ohm/L
Angulo de la impedancia de secuencia directa	84,612°
Módulo de la impedancia de secuencia homopolar	0,3127 ohm/L
Angulo de la impedancia de secuencia homopolar	75,74°
Módulo de la susceptancia de secuencia directa	3,63 uS/L
Módulo de la susceptancia de secuencia homopolar	2,347 uS/L
Longitud de línea	235,7

Localizador de faltas	
Unidades longitud	Kilómetros
Unidades localizador	% de longitud
Zona de indicación	Faltas internas

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protección de línea	
General	
Tipo de tomas	Automático
Potencia	500 MVA
Tensión 1	400 kV
Tensión 2	400 kV
Tipo de intensidad de frenado	I1+I2-Id/2
Transformador en la zona de protección	NO
Compensación de intensidad capacitiva	SÍ (línea larga de alta tensión)
Medida I diferencial	Veces toma
Comunicaciones	
Dirección equipo local E1	11
Dirección equipo remoto E2	12
Sincronización externa	NO
Canales	
Canal 1	
Habilitación	SÍ
Equipo remoto	E2
Puerto Principal	Puerto 1
Puerto Redundante	Puerto 2
Grupo de intensidades enviados	I1
Grupo de intensidades recibidos	Intensidad A: I2 Intensidad B: Ninguna
Canal 2	
Habilitación	NO
Puertos	
Puerto 1	
Tipo de conexión	Punto a punto
Tipo de reloj para transmisión de datos	Generado (el extremo contrario deberá ser configurado como Recuperado).
Puerto 2	
Tipo de conexión	Punto a punto
Tipo de reloj para transmisión de datos	Generado (el extremo contrario deberá ser configurado como Recuperado).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Diferencial de fases	
Diferencial	
Habilitación	SÍ
Sensibilidad: Mayor al 15% In y por encima de la intensidad capacitiva en reg. permanente de la línea. 15% In: 0,15·721,6 = 108,2 A (primario) -> 0,1082 A (secundario). I capacitiva: B1·L·U = 0,00000363 · 235,7 · (400000/√3) = 197,6 A (primario) -> 0,1976 A (secundario). max (0,1082; 0,1976) = 0,1976 En pu redondeando: 0.2 pu o xtoma (igual al valor máximo de intensidad capacitiva cuando está habilitada su compensación)	
Sensibilidad COF: 1,5 veces en caso de habilitarse la compensación capacitiva, 3 veces en caso contrario. Si el valor de la intensidad capacitiva en muy bajo respecto al 15% de In entonces, se podrá configurar igual que la Sensibilidad. En pu: 1,5 · 0,2 = 0,3 pu	
Pendiente 1	considerando errores Tis + error del equipo + coef. seguridad: 35 %
Inicio de pendiente 1	0
Pendiente 2	75%
Inicio de pendiente 2	Mínima intensidad falta externa para saturación TI: 5000/721.68 ≈ 7 pu o xtoma.
Permiso bloqueo por detección de falta externa	SÍ
Bloqueo y frenado por armónicos	NO
Tiempo unidad diferencial	0 s.
Diferencial instantánea	
Habilitación	NO

Diferencial de neutro	
Sensibilidad: Mayor al 15% In y superior a 2 veces I capacitiva en reg. neutro de la línea. 3·400kV·0,0002·2,347µS ·235,7 = 0,132 pu Max (0,15; 2·0,132) = 0,265 pu o xtoma	
Sensibilidad COF: 1,5 veces en caso de habilitarse la compensación capacitiva, 3 veces en caso contrario. 1,5·0,265 = 0,4 pu o xtoma	
Sensibilidad Polo Abierto: No se usa por tener compensación de intensidad capacitiva habilitada.	
Pendiente 1: El error porcentual introducido por la intensidad capacitiva es despreciable debido a la longitud de la línea. Se ajusta entonces igual al criterio para la diferencial de fases. 35%.	
Inicio Pendiente 1	0
Permiso Bloqueo Detector Falta Externa	SÍ

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Diferencial de secuencia directa	
Sensibilidad	Misma diferencial de fases: 0,.2 pu o xtoma
Sensibilidad COF	Misma diferencial de fases: 0,3 pu
Sensibilidad Polo Abierto	Misma que la sensibilidad al estar activada la compensación de intensidad capacitiva: 0.2 pu
Pendiente 1	35%
Inicio Pendiente 1	0
Permiso Bloqueo Detector Falta Externa	SÍ

Diferencial de secuencia inversa	
Sensibilidad	Misma diferencial de neutro. 0,15 pu o xtoma
Sensibilidad COF	Misma diferencial de neutro. 0,225 pu o xtoma
Sensibilidad Polo Abierto	No se usa por tener habilitada la compensación de intensidad capacitiva
Pendiente 1	35%
Inicio Pendiente 1	0
Permiso Bloqueo Detector Falta Externa	SÍ

Detector de falta externa	
Permiso	SÍ
Nivel Mínimo de Intensidad	1,2. Por encima de máxima carga.
Angulo de Comparación Direccional de Fases	110º
Angulo de Comparación Direccional de Secuencia Directa	110º
Inicio Lógica de Bloqueo Pendiente 1	2 de 3

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.1.12.b Ejemplos de cálculo de ajustes para transformadores en zona de protección

Estos ejemplos se enfocan en ajustar la protección para proteger un transformador dentro de la zona de protección. No se consideran los parámetros de línea para simplificar los ejemplos.

- **Ejemplo 1**

Se considera un transformador de potencia de dos devanados de 60 MVA y relación de transformación 130 kV / 46 kV ± 1150 V (5 tomas), grupo de conexión YY0.

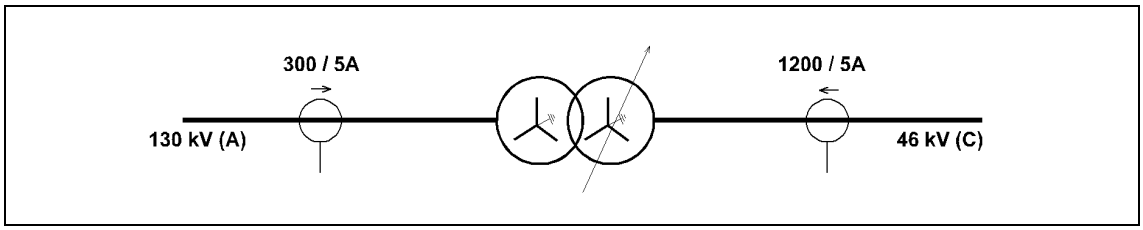


Figura 2.1.20 Ejemplo 1 de cálculo de ajuste del grupo de conexión.

Cálculo de tomas

Para poder determinar la toma del relé, se calculan las intensidades primarias correspondientes a la potencia máxima de la máquina, para cada devanado, por medio de la fórmula:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{PotenciaMáxima(kVA)}}{\text{Tensión(kV)} \cdot \sqrt{3}}$$

Calculamos las intensidades en cada devanado y toma:

Lado de AT (130 kV) (A): $IA = \frac{60.000\ \text{kVA}}{130\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 266{,}8\ \text{A}$

Lado de MT: Para este caso tomaremos los valores mínimo, medio y máximo de las tomas:

Posición de toma extrema mínima: 43,7 kV (B): $IB = \frac{60.000\ \text{kVA}}{43{,}7\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 793{,}6\ \text{A}$

Posición de toma media: 46 kV (C): $IC = \frac{60.000\ \text{kVA}}{46\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 754\ \text{A}$

Posición toma extrema máxima: 48,3 kV (D): $ID = \frac{60.000\ \text{kVA}}{4{,}3\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 718\ \text{A}$

La relación de los transformadores de intensidad es:

Lado de AT (130 kV): 300 / 5 A ; RT.I. = 60
Lado de MT (46 kV): 1200 / 5 A ; RT.I. = 240

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Las intensidades vistas por el relé, para las distintas tomas, serán las siguientes:

$$Is\,(A) = \frac{266,8}{60} = 4,45\ A \qquad Is\,(C) = \frac{750}{240} = 3,14\ A$$

$$Is\,(B) = \frac{793,6}{240} = 3,30\ A \qquad Is\,(D) = \frac{718}{240} = 2,99\ A$$

Ajuste de la toma del relé

Lado de 130 kV (A): 4,45 A
Lado de 46 kV (C): 3,14 A En las posiciones de toma de 43,7 kV y 48,3 kV: 3,14 A

Intensidad diferencial

La diferencia entre el ajuste y el valor de la intensidad diferencial es el siguiente:

Lado de AT 130 kV (A): Intensidad diferencial = 4,45 - 4,45 = 0

Lado de MT:

Posición de toma mínima: 43,7 kV (B): Intensidad diferencial = 3,30 - 3,14 = 0,16 A
Posición de toma media: 46 kV (C): Intensidad diferencial = 3,14 - 3,14 = 0 A
Posición de toma máxima: 48,3 kV (D): Intensidad diferencial = 3,14 - 2,99 = 0,15 A

Intensidad de frenado

Se define como la menor de las intensidades (si se ajusta el ***Tipo de intensidad de frenado***: 1 - Ifr: (I1+I2-Id)/2, dentro del grupo de ajustes de protección de la unidad diferencial), cuando éstas circulan en el mismo sentido:

Toma mínima: 43,7 kV (B): 3,30 A
Toma media: 46 kV (C): 3,14 A
Toma máxima: 48,3 kV (D): 2,99 A

Error de ajuste

Se define como el cociente entre la intensidad diferencial y la intensidad de frenado:

Toma mínima: 43,7 kV (B): $\frac{0,16}{3,30} = 0,048\ ;\ 4,8\,\%$

Toma media: 46 kV (C): $\frac{0}{3,14} = 0$

Toma máxima: 48,3 kV (D): $\frac{0,15}{2,99} = 0,05\ ;\ 5\,\%$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cálculo de la pendiente 1

Para determinar la pendiente se tendrá en cuenta: el error de los transformadores de intensidad, el error de las diferentes tomas (debido a la regulación) y la intensidad en vacío.

Error de los T.I: 10% (suponiendo errores del 5% en cada devanado y de signo contrario)
Intensidad de vacío: 2%
Error de ajuste: 5%
Error del equipo: 5%

Total: 22%

Ajuste recomendado: **25%**

Cálculo de la pendiente 2

La segunda pendiente deberá ajustarse en base a la máxima intensidad diferencial generada, en una falta externa, como consecuencia de la saturación de alguno de los TIs y a la intensidad de frenado correspondiente. Se recomienda un valor de ajuste del 75%.

El punto de inicio de dicha pendiente lo determinará la mínima intensidad de frenado para la cual alguno de los TIs puede llegar a saturarse.

Sensibilidad

La sensibilidad diferencial se recomienda ajustarla al 30% del valor de la toma del devanado que se tome como referencia. En nuestro caso será el 30% del devanado primario:

Este ajuste se debe introducir en veces la toma de referencia, directamente el valor de dicho ajuste es por lo tanto **0,3**. Este valor equivale a un valor en amperios de 0,3 x 4,45 A = 1,34 A.

Unidad instantánea

Se recomienda un ajuste de **8 veces el valor de la toma** (del devanado de referencia).

Frenado / bloqueo de 2º y 5º armónico

Se recomienda un ajuste para el 2º armónico en 20% y para el 5º armónico en 35%.

Filtro homopolar

En base a las recomendaciones del Apartado 2.1.11, solo sería necesario habilitar el filtro homopolar si el transformador fuera de tres columnas.

En cualquier caso, si estuvieran activos los filtros homopolares en ambos devanados, el funcionamiento del equipo seguiría siendo el correcto, no disparando ante una falta externa.

Grupo de conexión

El equipo **DLF** realiza internamente la compensación de los ángulos. Para ello se introducirá el grupo de conexión de cada devanado, el índice horario y el filtro homopolar:

Devanado # 1		**Devanado # 2**	
Conexión en estrella	**Y**	Conexión en estrella	**Y**
Filtro homopolar	**NO**	Índice horario	**0**
Tipo filtro homopolar*	**0: Canales de fase**	Filtro homopolar	**NO**
		Tipo filtro homopolar*	**0: Canales de fase**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Ejemplo 2**

Transformador de potencia de dos devanados de 40 MVA y relación de transformación 132 kV / 20 kV; grupo de conexión YD11 y con la tensión de las tomas extremas del lado de alta de ±13,2kV:

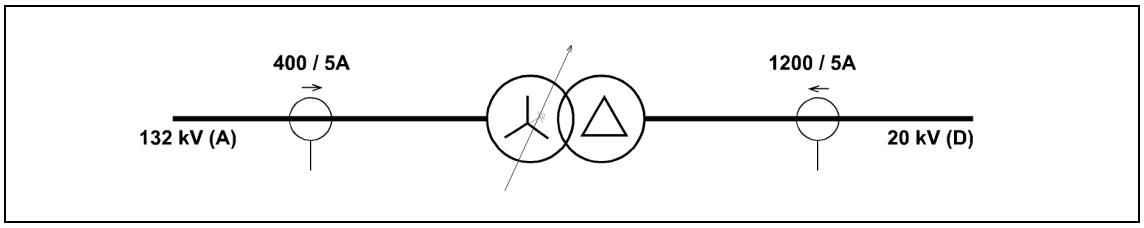


Figura 2.1.21 Ejemplo 2 de cálculo de ajuste del grupo de conexión.

Cálculo de tomas

Para poder determinar la toma del relé se calculan las intensidades primarias correspondientes a la potencia máxima de la máquina, para cada devanado, por medio de la fórmula:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Potencia Máxima(kVA)}}{\text{Tensión(kV)} \cdot \sqrt{3}}$$

Para este caso tomaremos los valores mínimo, medio y máximo de las tomas:

Lado de AT (132 kV) (A):

Posición de toma media: 132 kV (A): $IA = \frac{40.000\ \text{kVA}}{132\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 175{,}16\ \text{A}$

Posición de toma máxima: 145,2 kV (B): $IB = \frac{40.000\ \text{kVA}}{145{,}2\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 159{,}23\ \text{A}$

Posición de toma mínima: 118,8 kV (C): $IC = \frac{40.000\ \text{kVA}}{118{,}8\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 194{,}24\ \text{A}$

Lado de MT. Calculamos el valor de la toma: $ID = \frac{40.000\ \text{kVA}}{20\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 1154{,}70\ \text{A}$

La relación de los transformadores de intensidad es:

Lado de AT (132 kV): 400 / 5 A ; RT.I = 80
Lado de MT (20 kV): 1200 / 5 A ; RT.I = 240

Las intensidades vistas por el relé, para las distintas tomas, serán las siguientes:

$\text{Is}(A) = \frac{175{,}16}{80} = 2{,}1895\ \text{A}$
(Valor en la toma media)

$\text{Is}(B) = \frac{159{,}23}{80} = 1{,}9903\ \text{A}$
(Valor en la toma máxima)

$\text{Is}(C) = \frac{194{,}24}{80} = 2{,}428\ \text{A}$
(Valor en la toma mínima)

$\text{Is}(D) = \frac{1154{,}70}{240} = 4{,}81\ \text{A}$
(Lado MT)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajuste de la toma del relé

Lado de 132 kV (A): 2,19 A; en las posiciones de toma de 118,8 kV y 145,2 kV :2,19 A
Lado de 20 kV (D): 4,81 A

Intensidad diferencial

La diferencia entre el ajuste y el valor de la intensidad diferencial es la siguiente:

Lado de AT 130 kV (A): Intensidad diferencial = 4,45 - 4,45 = 0

Posición de toma mínima: 118,8 kV (C) Intensidad diferencial = 2,428 - 2,19 = 0,238 A
Posición de toma media: 132 kV (A) Intensidad diferencial = 2,19 - 2,1895 = 0,0005 A
Posición de toma máxima: 145,2 kV (B) Intensidad diferencial = 2,19 - 1,9903 = 0,197 A

Lado de MT: Intensidad diferencial = 4,81 - 4,81 = 0 A

Intensidad de frenado

Se define como la menor de las intensidades cuando éstas circulan en el mismo sentido (si se ajusta el ***Tipo de intensidad de frenado***: 1 - Ifr: (I1+I2-Id)/2, dentro del grupo de ajustes de protección de la unidad diferencial):

Toma mínima: 118,8 kV (C):2,42 A
Toma media: 132 kV (A):2,19 A
Toma máxima: 145,2 kV (B): 1,99A

Error de ajuste

Definimos como el cociente entre la intensidad diferencial y la intensidad de frenado:

Toma mínima: 118,8 kV (C): $\frac{0,238}{2,42} = 0,098 \; ; 9,8\,\%$

Toma media: 132 kV (A): $\frac{0}{2,19} = 0$

Toma máxima: 145,2 kV (B): $\frac{0,197}{1,99} = 0,099 \; ; 9,9\,\%$

Cálculo de la pendiente 1

Para determinar la pendiente se tendrá en cuenta: el error de los transformadores de intensidad, el error de las diferentes tomas (debido a la regulación) y la intensidad en vacío.

Error de los T.I: 10%
Intensidad de vacío: 2%
Error de ajuste: 9,9%
Error del equipo: 5%

Total: 26,9%

Ajuste recomendado: **30%**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cálculo de la pendiente 2

La segunda pendiente deberá ajustarse en base a la máxima intensidad diferencial generada, en una falta externa, como consecuencia de la saturación de alguno de los TIs y a la intensidad de frenado correspondiente. Se recomienda un valor de ajuste del 75%.

El punto de inicio de dicha pendiente lo determinará la mínima intensidad de frenado para la cual alguno de los TIs puede llegar a saturarse.

Sensibilidad

La sensibilidad diferencial se recomienda ajustarla al 30% del valor de la toma del devanado que se tome como referencia. En nuestro caso será el 30% del devanado primario:

Este ajuste se debe introducir en veces la toma de referencia, directamente el valor de dicho ajuste es por lo tanto **0,3**. Este valor equivale a un valor en amperios de: 0,3 x 2,19 A = 0,657 A.

Unidad instantánea

Se recomienda un ajuste de **8 veces el valor de la toma** (del devanado de referencia).

Frenado / bloqueo de 2º y 5º armónico

Se recomienda un ajuste para el 2º armónico en 20% y para el 5º armónico en 35%.

Filtro homopolar

Dado que el devanado de AT es del tipo Estrella con neutro y que el devanado secundario es un Triángulo, ante una falta externa a tierra, en las intensidades de las fases del devanado en Estrella aparecería intensidad de secuencia homopolar, mientras que en las intensidades medidas en el lado del Triángulo no. Por esta razón, es necesario activar el Filtro Homopolar en el lado de la Estrella; de este modo se evitan disparos indebidos producidos por una “falsa” intensidad diferencial que se mediría en caso de no activar el filtro.

En cualquier caso, si estuvieran activos los filtros homopolares en ambos devanados, el funcionamiento del equipo seguiría siendo el correcto, no disparando ante una falta externa.

Grupo de conexión

El equipo **DLF** realiza internamente la compensación de los ángulos. Para ello, se introducirá el grupo de conexión de cada devanado, el índice horario y el filtro homopolar:

Devanado # 1		**Devanado # 2**	
Conexión en estrella	**Y**	Conexión en triángulo	**D**
Filtro homopolar	**SÍ**	Índice horario	**11**
Tipo filtro homopolar*	**0: Canales de fase**	Filtro homopolar	**NO**
		Tipo filtro homopolar*	**0: Canales de fase**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Ejemplo 3**

Se considera un transformador de potencia de tres devanados con la siguiente relación de transformación 220 kV / 132 / 45 kV ± 1150 V (9 tomas), con las siguientes potencias asociadas a cada devanado 50 MVA / 50 MVA / 25 MVA, grupo de conexión YYY0.

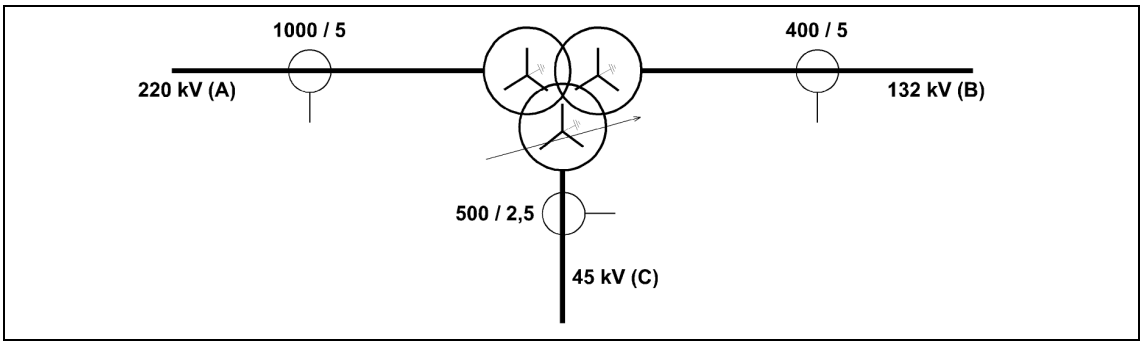


Figura 2.1.22 Ejemplo 3 de cálculo de ajuste del grupo de conexión.

Cálculo de tomas

Las tomas del relé son intensidades base secundarias que permiten que la Unidad diferencial opere con intensidades por unidad, "comparables" entre sí. Aunque en este transformador el tercer devanado tiene una potencia menor que la correspondiente al resto de devanados, el cálculo de la toma correspondiente a dicho devanado deberá efectuarse con la potencia base considerada para calcular las tomas de los otros devanados. Como norma general, para el cálculo de las tomas se tomará, para cualquier devanado, la máxima potencia de la máquina.

Para poder determinar la toma del relé, se calculan las intensidades primarias correspondientes a la potencia máxima de la máquina, para cada devanado, por medio de la fórmula:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Potencia Máxima(kVA)}}{\text{Tensión(kV)} \cdot \sqrt{3}}$$

Calculamos las intensidades en cada devanado y toma:

Lado de 220 kV (A): $IA = \frac{50.000\ \text{kVA}}{220\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 131{,}2\ \text{A}$

Lado de 132 kV (B): $IB = \frac{50.000\ \text{kVA}}{132\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 218{,}7\ \text{A}$

Lado de 45 kV (C): Para este caso tomaremos los valores mínimo, medio y máximo de las tomas:

Posición de toma extrema mínima: 40,4 kV (D): $ID = \frac{50.000\ \text{kVA}}{40{,}4\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 714{,}5\ \text{A}$

Posición de toma media: 45 kV (C): $IC = \frac{50.000\ \text{kVA}}{45\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 641{,}5\ \text{A}$

Posición toma extrema máxima: 49,6 kV (E): $IE = \frac{50.000\ \text{kVA}}{49{,}6\ \text{kV} \cdot \sqrt{3}} = 582\ \text{A}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La relación de los transformadores de intensidad es:

Lado de 220 kV: 1000 / 5 A ; RT.I. = 200
Lado de 132 kV: 400 / 5 A ; RT.I. = 80
Lado de 45 kV: 500 / 2.5 A ; RT.I. = 200

Las intensidades vistas por el relé, para las distintas tomas, serán las siguientes:

$$Is\ (A) = \frac{131,2}{200} = 0,66\ A \qquad Is\ (C) = \frac{641,5}{200} = 3,20\ A$$

$$Is\ (B) = \frac{218,7}{80} = 2,73\ A \qquad Is\ (D) = \frac{714,5}{200} = 3,57\ A$$

$$Is\ (E) = \frac{582}{200} = 2,91\ A$$

Ajuste de la toma del relé

Lado de 220 kV (A):	0,66 A
Lado de 132 kV (B):	2,73 A
Lado de 46 kV (C):	3,20 A (se considera la posición de toma media)

Intensidad diferencial

La diferencia entre el ajuste y el valor de la intensidad diferencial es el siguiente:

Lado de 220 kV (A): Intensidad diferencial = 0,66 - 0,66 = 0
Lado de 132 kV (B): Intensidad diferencial = 2,73 - 2,73 = 0

Lado de 45 kV:

Posición de toma mínima:	40,4 kV (D): Intensidad dif. = 3,57 - 3,20 = 0,37 A
Posición de toma media:	45 kV (C): Intensidad dif. = 3,20 - 3,20 = 0 A
Posición de toma máxima:	49,6 kV (E): Intensidad dif. = 3,20 - 2,91 = 0,29 A

Intensidad de frenado

Se define como la menor de las intensidades (si se ajusta el ***Tipo de intensidad de frenado***: 1 - Ifr: (I1+I2-Id)/2, dentro del grupo de ajustes de protección de la unidad diferencial), cuando éstas circulan en el mismo sentido:

Toma mínima:	40,4 kV (D):3,57 A
Toma media:	45 kV (C):3,20 A
Toma máxima:	49,6 kV (D):2,91 A

Error de ajuste

Definimos como el cociente entre la intensidad diferencial y la intensidad de paso:

Toma mínima: 40,4 kV (B): $\frac{0,37}{3,57} = 0,103$; 10,3 %

Toma media: 45 kV (C): $\frac{0}{3,20} = 0$

Toma máxima: 49,6 kV (D): $\frac{0,29}{2,91} = 0,099$; 9,9 %

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cálculo de la pendiente 1

Para determinar la pendiente se tendrá en cuenta: el error de los transformadores de intensidad, el error de las diferentes tomas (debido a la regulación) y la intensidad en vacío.

Error de los T.I:	10%
Intensidad de vacío:	2%
Error de ajuste:	10,3%
Error del equipo:	5%
Total:	27,3%

Ajuste recomendado: **30%**

Cálculo de la pendiente 2

La segunda pendiente deberá ajustarse en base a la máxima intensidad diferencial generada, en una falta externa, como consecuencia de la saturación de alguno de los TIs y a la intensidad de frenado correspondiente. Se recomienda un valor de ajuste del 75%.

El punto de inicio de dicha pendiente lo determinará la mínima intensidad de frenado para la cual alguno de los TIs puede llegar a saturarse.

Sensibilidad

La sensibilidad diferencial se recomienda ajustarla al 30% del valor de la toma del devanado que se tome como referencia. En nuestro caso será el 30% del devanado primario:

Este ajuste se debe introducir en veces la toma de referencia, directamente el valor de dicho ajuste es por lo tanto **0,3**. Este valor equivale a un valor en amperios de: 0,3 x 0,66 A = 0,198 A.

Unidad instantánea

Se recomienda un ajuste de **8 veces el valor de la toma** (del devanado de referencia).

Frenado / bloqueo de 2º y 5º armónico

Se recomienda un ajuste para el 2º armónico en 20% y para el 5º armónico en 35%.

Filtro homopolar

No es necesario activar el Filtro homopolar ya que, ante una falta a tierra fuera de la máquina, por estar todos los devanados conectados en Estrella puesta a tierra, circulará intensidad de secuencia homopolar por los tres. Por esta razón, la Unidad diferencial no medirá una “falsa” intensidad diferencial que le hubiera hecho disparar ante una falta externa.

En cualquier caso, si estuvieran activos los filtros homopolares en ambos devanados, el funcionamiento del equipo seguiría siendo el correcto, no disparando ante una falta externa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Grupo de conexión

El equipo **DLF** realiza internamente la compensación de los ángulos. Para ello, y a través del HMI, se introducirá el grupo de conexión de cada devanado, el índice horario y el filtro homopolar:

Devanado # 1	
Conexión en estrella	**Y**
Filtro homopolar	**NO**
Tipo filtro homopolar*	**0: Canales de fase**

Devanado # 2	
Conexión en estrella	**Y**
Índice horario	**0**
Filtro homopolar	**NO**
Tipo filtro homopolar*	**0: Canales de fase**

Devanado # 3	
Conexión en estrella	**Y**
Índice horario	**0**
Filtro homopolar	**NO**
Tipo filtro homopolar*	**0: Canales de fase**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

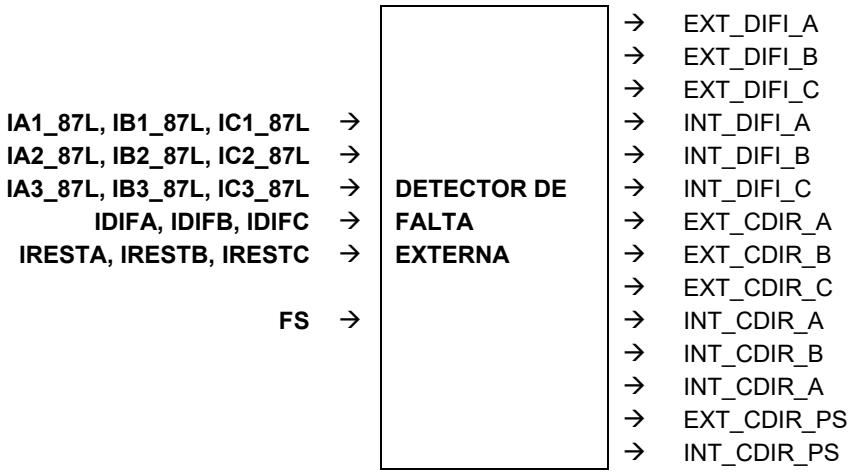
2.2 Detector de Falta Externa

2.2.1 Identificación 2.2-2
2.2.2 Bloque general de la unidad 2.2-2
2.2.3 Principios de operación 2.2-2
2.2.4 Unidad diferencial con valores instantáneos 2.2-3
2.2.5 Unidad de comparación direccional de fases 2.2-5
2.2.6 Unidad de comparación direccional de secuencia directa 2.2-6
2.2.7 Lógica de bloqueo de la unidad diferencial 2.2-9
2.2.8 Rangos de ajuste 2.2-9
2.2.9 Entradas analógicas a la unidad 2.2-10
2.2.10 Entradas digitales 2.2-10
2.2.11 Salidas digitales y sucesos 2.2-11

2.2.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Falta Externa	EFDPDIF		

2.2.2 Bloque general de la unidad



2.2.3 Principios de operación

La saturación muy severa de un transformador de intensidad puede generar, ante una falta externa, valores de intensidad diferencial y de frenado que provoquen el disparo de la unidad diferencial, a pesar de incorporar ésta una característica porcentual de doble pendiente. Con el fin de aumentar la seguridad de esta, la unidad de detección de falta externa permite bloquear las unidades diferenciales. Dicha unidad está formada por tres subunidades:

- Unidad diferencial con valores instantáneos.
- Unidad de comparación direccional de fases.
- Unidad de comparación direccional de secuencia directa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.2.4 Unidad diferencial con valores instantáneos

Esta unidad compara las intensidades instantáneas diferencial y de frenado. Cuando la falta es externa, si ningún TI está saturado, la intensidad diferencial instantánea será prácticamente nula. Como consecuencia de los errores de los TIs, la operación del cambiador de tomas, la intensidad de magnetización, los errores del relé, etc., el lugar geométrico del punto (*idif*, *ifre*), donde *idif* e *ifre* representan las intensidades instantáneas diferencial y de frenado respectivamente, no será el eje de abscisas, sino una recta de pendiente igual al porcentaje de error introducido por los factores antes citados: *idif<k*ifre*, donde **k** es un parámetro interno (no ajustable) que representa dicho porcentaje de error.

Cuando se produce una falta que hace saturar a un TI, existirá un tiempo, desde el momento de ocurrencia de esta, hasta que el TI satura. Durante ese tiempo, si la falta es externa, se cumplirá la relación *idif<k*ifre*. La activación de dicha condición durante un número de muestras consecutivas activará la señal de **Falta externa por unidad diferencial con valores instantáneos**. Si la falta es interna, la condición *idif<k*ifre* no se cumplirá ni siquiera en el tramo de la onda sin saturar, por lo que nunca se activará la señal anterior. La unidad diferencial con valores instantáneos operará fase a fase.

La unidad diferencial con valores instantáneos solamente comprobará la condición *idif<k*ifre* cuando se active la señal de **Inicio de falta**. Por otra parte, solamente considerará aquellos valores de intensidad de frenado que superen el ajuste de sensibilidad y que sean crecientes.

Si la falta es polifásica y los periodos sin saturación de los TIs asociados a las tres fases no coinciden exactamente, se generará una falsa intensidad homopolar incluso durante dichos periodos. La aplicación del filtro homopolar genera, en esos periodos, una importante intensidad diferencial, por lo que la condición *idif<k*Ifre* deja de cumplirse. La unidad diferencial con valores instantáneos deberá operar con la información disponible desde la incidencia de la falta hasta la primera saturación de un TI. Una vez activada la señal de falta externa, ésta se mantendrá sellada durante todo el tiempo de duración de la falta. En situaciones de faltas evolutivas externas-internas, las unidades de comparación direccional descritas a continuación serán las encargadas de detectar que la falta es interna.

La Figura 2.2.1 muestra un ejemplo de una falta externa en un transformador de dos devanados en la que se produce una saturación muy severa del TI asociado al segundo devanado. Solamente se muestra la fase A. Como se puede observar, antes de que se produzca la saturación de dicho TI la intensidad diferencial es nula por lo que la relación idif/ires es menor que la constante interna k.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

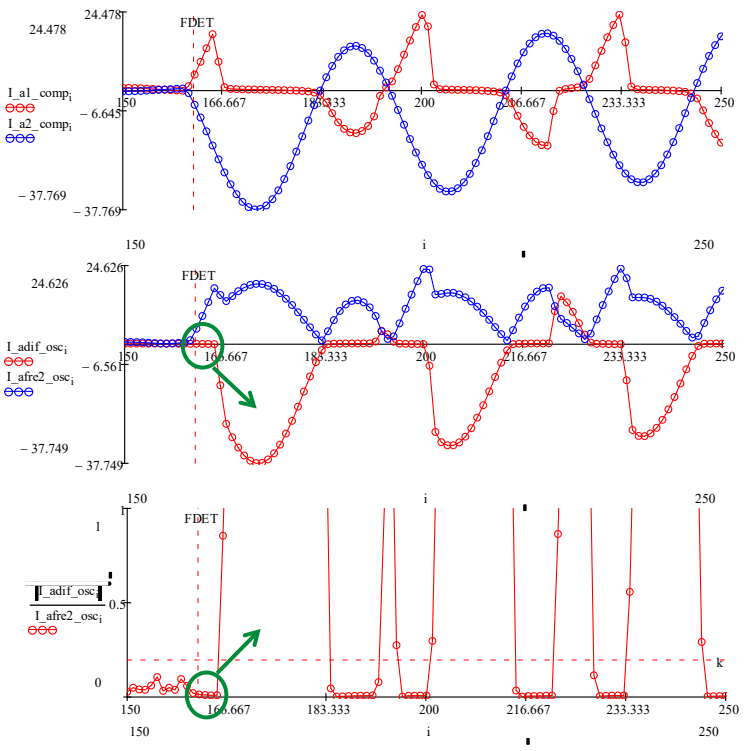


Figura 2.2.1 Ejemplo de falta externa con saturación del TI asociado a la intensidad de entrada 1: intensidades de fase A; intensidad diferencial y de frenado de la fase A; relación entre intensidad diferencial y de frenado de fase A.

Cuando se habilita el filtro homopolar, en una falta monofásica externa con saturación de algún TI, las fases sanas pueden llegar a disparar. La detección de falta externa en dichas fases puede retrasarse si, en el momento de activación del inicio de falta, la intensidad de frenado no supera el umbral mínimo de 0,3 pu. Para evitar dicho retraso se aplica una lógica 2 de 3 (si se activa la señal de falta externa en dos de las fases se activará también la de la tercera). Dicha lógica no se activará durante faltas internas dado que el filtro homopolar genera una intensidad diferencial en las dos fases sanas.

Ante una falta monofásica interna, durante el periodo de saturación de un TI, dado que las muestras de intensidad pueden tomar valores casi nulos, la intensidad homopolar instantánea será muy pequeña. En ese caso, la intensidad diferencial generada en las fases sanas es casi nula, lo que podría activar la lógica 2 de 3. Para evitar dicha situación, la condición de falta externa solamente se activará si 3 muestras consecutivas de al menos una de las intensidades consideradas superan el umbral mínimo dado por el ajuste ***Intensidad Mínima***. Es decir, si se cumple la siguiente condición: La derivada de la intensidad está por encima de Imin*raíz(2)*2*pi/80 durante 3 muestras consecutivas. A la condición anterior (ya tenida en cuenta para la comparación direccional de fases) se le aplicará un tiempo de reposición de 2 muestras (para la comparación direccional de fases el tiempo de reposición es de 1.25 ciclos).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.2.5 Unidad de comparación direccional de fases

Esta unidad compara el ángulo de cada intensidad de fase con el ángulo de la suma del resto de las intensidades de la misma fase. Es decir, compara el ángulo de IX-n (X=A, B, C; n=1, 2, 3) con el ángulo de $\sum_{i=1}^{4} IX\text{-}i$ con i≠n.

Cuando la falta es externa las dos intensidades comparadas estarán en contrafase, mientras que si la falta es interna ambas intensidades tenderán a estar en fase. La unidad de comparación direccional de fases presentará el siguiente algoritmo:

Falta externa fase X: alguna intensidad IX-n cumple: $ANG_DC_PH < \arg(IX\text{-}n) - \arg(\sum_{i=1\ (i\neq n)}^{6} IX\text{-}i) < 360^{o}\text{-}ANG_DC_PH$
Falta interna fase X: alguna intensidad IX-n cumple: $360^{o} - ANG_DC_PH < \arg(IX\text{-}n) - \arg(\sum_{i=1\ (i\neq n)}^{3} IX\text{-}i) < ANG_DC_PH$

Donde ANG_DC_PH representa el ajuste ***Ángulo Comparación Direccional Fases***.

La Figura 2.2.2 muestra la relación angular entre las tres intensidades asociadas a un transformador de potencia para una falta externa. Esas tres intensidades pueden representar las intensidades de cada devanado de un transformador de tres devanados o las intensidades de un transformador de dos devanados en el que uno de ellos está conectado a una posición de interruptor y medio. Como se puede observar I1 forma 180º con respecto a I2+I3.

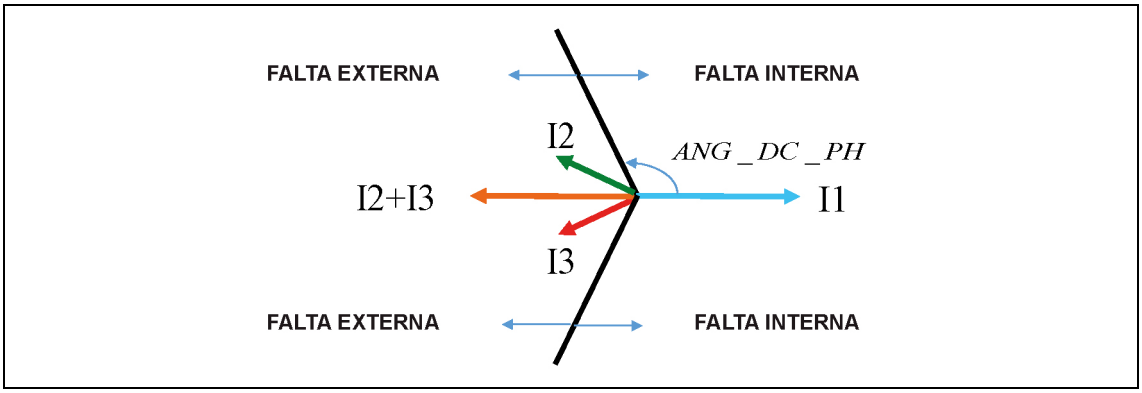


Figura 2.2.2 Relación angular de las tres intensidades de entrada a la unidad diferencial (transformador de tres devanados o transformador de dos devanados con interruptor y medio en uno de ellos) para una falta externa.

El algoritmo anterior podría activar la señal de falta externa ante faltas internas con *outfeed* (faltas con mucha carga y alimentación débil en el extremo receptor de carga). Con el fin de evitar la situación anterior, existe un umbral mínimo para que una intensidad sea considerada en el criterio direccional. Dicho umbral viene fijado por el ajuste ***Nivel Mínimo de intensidad***, que deberá tomar valores por encima de la máxima carga que puede circular por el transformador.

Si no se activa el detector de saturación en ninguno de los extremos, el ángulo utilizado para la unidad de comparación direccional será el ajuste ***Ángulo Comparación Direccional de Fases*** incrementado en 20º.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La unidad de comparación direccional de fases sólo operará cuando se activa la señal de **Inicio de falta**.

Para faltas externas con saturación muy severa de algún TI, como consecuencia de la habilitación de los filtros homopolares, puede ocurrir que la unidad de comparación direccional asociada a alguna de las fases sanas active la señal de falta interna. Con el fin de evitar dicha condición, cuando se habilita algún filtro homopolar, la unidad de comparación direccional opera con una lógica **2 de 3**: si dos fases activan la señal de falta externa, la tercera fase la activará también, aunque la comparación de ángulos le indique lo contrario. Cabe destacar que, en una falta monofásica interna, el filtro homopolar dará lugar a la activación de la señal de falta interna en alguna de las fases sanas, lo que impedirá que se cumpla la lógica **2 de 3** antes comentada.

La unidad de comparación direccional de fases operará, obviamente, con intensidades compensadas, en base a los ajustes de ***Toma***, ***Grupo de conexión*** y ***Filtro homopolar***.

2.2.6 Unidad de comparación direccional de secuencia directa

La unidad de comparación direccional de secuencia directa podrá emplear las siguientes intensidades en función de las circunstancias del sistema:

- En condiciones normales, la intensidad de secuencia directa de falta pura, una vez restada la intensidad de prefalta.
- En condiciones anómalas, es decir, cuando la intensidad de prefalta de secuencia directa este por debajo del umbral marcado por el ajuste ***Intensidad de Polo abierto***, entonces se utilizará la intensidad de secuencia inversa de falta cuando no exista condición de polo abierto. En caso contrario, usará intensidades de secuencia inversa de falta pura.
- En condiciones de homopolar dominante, se utilizará la intensidad de neutro de falta cuando no exista condición de polo abierto. En caso contrario, usará intensidades de neutro de falta pura.

- **Comparación direccional con intensidades de secuencia directa**

La unidad de comparación direccional de secuencia directa compara los ángulos de las intensidades de secuencia directa de falta pura medidas por todos los canales trifásicos de entrada a la unidad diferencial (I1-1, I1-2, I1-3). Para obtener la componente de falta pura de dicha intensidad, el equipo elimina la intensidad de prefalta, almacenada dos ciclos antes de la activación de la señal **Inicio de la Falta** (ver Detectores de Falta). El uso de intensidades de falta pura elimina la influencia de la carga, lo que permite generar decisiones direccionales correctas ante faltas internas con *outfeed*.

La obtención de la componente de secuencia directa de falta pura requiere el almacenamiento de la intensidad de pre-falta, magnitud no disponible en situaciones de cierre sobre falta. El detector de falta externa supervisará el módulo de todas las intensidades de pre-falta guardadas. Si el módulo de la intensidad de pre-falta de cada una de las tres entradas a la unidad diferencial se encuentra por debajo del ajuste ***Intensidad de polo abierto*** correspondiente (tanto local como las remotas) la comparación direccional pasará a efectuarse con intensidades de secuencia inversa. Este último algoritmo presenta la limitación de no poder actuar ante faltas trifásicas.

Nota: las intensidades de los polos remotos se pueden configurar en la unidad de polo abierto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

De todas las intensidades consideradas por la unidad de comparación direccional de secuencia directa (secuencia directa de falta pura o secuencia inversa, dependiendo de las condiciones) se descartarán aquellas cuyo módulo no supere un umbral mínimo.

La unidad de comparación direccional de secuencia directa activará la señal de **Falta externa** cuando alguna de las intensidades consideradas por el algoritmo se encuentre en contrafase con respecto al resto. Para ello, deberá formar un ángulo mayor que el ajuste ***Ángulo Comparación Direccional Secuencia Directa*** y menor que **360º - Ángulo Comparación Direccional Secuencia Directa** con respecto al resto. Si todas las intensidades consideradas en el criterio direccional tienden a estar en fase (desfases entre ellas mayores que **360º - *Ángulo Comparación Direccional Secuencia Directa*** y menores que ***Ángulo Comparación Direccional Secuencia Directa***), la unidad activará la condición de falta interna.

Si no se activa el detector de saturación en ninguno de los extremos, el ángulo utilizado para la unidad de comparación direccional será el ajuste ***Ángulo Comparación Direccional Secuencia Directa*** incrementado en 20º.

La unidad de comparación direccional de secuencia directa operará, obviamente, con intensidades compensadas, en base a los ajustes de ***Toma***, ***Grupo de conexión*** y ***Filtro homopolar***.

En condiciones de cierre sobre falta la unidad de comparación direccional de secuencia directa no actuara al ser invalidas las intensidades de secuencia directa de pre-falta. En ese caso se utilizará la unidad de comparación direccional de secuencia inversa. La condición de cierre sobre falta se detectará cuando estando la intensidad de todas las entradas a la unidad diferencial por debajo del umbral definido por el ajuste de ***Mínima Intensidad*** del detector de polo abierto (intensidades locales como remotas), alguna de las intensidades citadas supera el correspondiente umbral.

- **Comparación direccional con intensidades de secuencia inversa**

En caso de no ser posible utilizar las intensidades de secuencia directa (cierre sobre falta, módulo intensidad inferior a ajuste Intensidad de Polo Abierto), entonces la unidad comparará los ángulos de las intensidades local y remotas de secuencia inversa. Dado que la intensidad de secuencia inversa es de falta pura, su uso elimina la influencia de la carga, lo que permite generar decisiones direccionales correctas ante faltas internas con outfeed.

Esta comparación direccional mediante intensidades de secuencia inversa solo operará si no existe condición de falta trifásica (incluido un tiempo de reposición de 10 ms) y las tres intensidades de fase no superen 2*Inom. Siempre que el Módulo de las intensidades de pre-falta de cada una de las tres entradas a la unidad diferencial se encuentra por debajo del ajuste ***Intensidad de polo abierto*** correspondiente, las intensidades de secuencia directa de falta pura se reemplazarán con las intensidades de secuencia inversa.

En condiciones de polo abierto (ciclo de reenganche monofásico) los equipos DLF eliminan la intensidad de secuencia inversa de prefalta con el fin de seguir anulando el efecto de la carga. Para ello, almacenan la intensidad de secuencia inversa 2 ciclos antes de la activación de la señal de **Inicio de Falta**.

- **Comparación direccional con intensidades de neutro**

La comparación direccional de neutro está destinada a proteger líneas que tengan una intensidad de secuencia cero dominante. Por ello, esta comparación solo operará si el selector de fases indica falta a tierra y I0LÍNEA/I1LÍNEA>1,25 y I0LÍNEA/I2LÍNEA>1,25. Entonces, las intensidades de secuencia directa de falta pura se reemplazarán con las intensidades de neutro. Esta condición requiere que el ajuste ***Transformador en Zona de protección*** esté en NO.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En condiciones de polo abierto (ciclo de reenganche monofásico) los equipos **DLF** eliminan la intensidad de neutro de prefalta con el fin de seguir anulando el efecto de la carga. Para ello, almacenan la intensidad de neutro 2 ciclos antes de la activación de la señal de **Inicio de Falta**.

- **Lógica de bloqueo de la unidad diferencial de fases**

El ajuste ***Lógica de Bloqueo*** indica la lógica de generación de la señal de bloqueo de las unidades diferenciales con y sin frenado. Si el ajuste vale "**2 de 3**" es necesario que al menos dos de las tres unidades antes descritas activen su condición de falta externa para generar la señal de bloqueo que entra en las unidades diferenciales. Si el ajuste vale "**3 de 3**" es necesario que las tres unidades activen su condición de falta externa para la citada señal de bloqueo.

Una vez generada la señal de bloqueo de salida del detector de falta externa, ésta solo bloqueará las unidades diferenciales de fases (con y sin frenado), si están a SI los correspondientes ajustes de ***Permiso de Bloqueo por Detector de Falta Externa***.

Nota: la mayoría de las pruebas automáticas que efectúan los equipos de inyección para probar el funcionamiento de una característica diferencial con frenado aplican intensidades en dos devanados desfasadas entre sí 180º. Dicha prueba activaría continuamente las señales de falta externa generadas por las unidades de comparación direccional por lo que, si se pone a SI el ajuste de bloqueo de la unidad diferencial por detector de falta externa, ésta nunca podría disparar. Las faltas inyectadas por los equipos de prueba se corresponden con faltas internas (dado que generan intensidad diferencial) con efecto de outfeed. La unidad de comparación direccional de fases no detectaría la condición de falta externa si se elige un umbral de intensidad adecuado. Sin embargo, la unidad de comparación direccional de secuencia directa activaría continuamente la señal de falta externa. Esto no ocurriría si la prueba inyectara un valor de prefalta coherente con la intensidad de falta (aquél que genere intensidades de falta pura en ambos devanados prácticamente en fase). Si no se inyecta prefalta o se inyecta un valor de prefalta irreal, para una falta interna, con respecto al valor de falta, se debe inhabilitar el permiso de bloqueo por detector de falta externa para la unidad diferencial.

- **Lógica de bloqueo unidad diferencial de neutro, secuencia directa e inversa (NPQ)**

La lógica de bloqueo de las unidades diferenciales de neutro, secuencia directa e inversa dependerá del ajuste ***Filtro Homopolar***. Cuando dicho filtro está en "NO", será necesario un 3 de 3 de las diferentes unidades (valores instantáneos, direccional de fases y de sec. positiva) para activar el bloqueo por falta externa con los siguientes requisitos de activación de cada unidad:

- Comparación direccional de fases: OR de falta externa en A, B, C.
- Comparación direccional de secuencia directa: falta externa.
- Unidad diferencial con valores instantáneos: OR de falta externa en A, B, C.

Cuando el filtro homopolar este en "SI":

- Comparación direccional de fases: 2 de 3 de falta externa en A, B, C.
- Comparación direccional de secuencia directa: falta externa.
- Unidad diferencial con valores instantáneos: 2 de 3 de falta externa en A, B, C.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Siempre y cuando siempre que no se active ninguna falta interna por comparación direccional de fases, se generará la señal de bloqueo para las unidades diferenciales de neutro, secuencia directa e inversa. Una vez generada la señal de bloqueo de salida del detector de falta externa para unidades diferenciales NPQ, ésta solo bloqueará las unidades diferenciales de neutro, secuencia directa e inversa si están a SI los correspondientes ajustes de cada unidad de ***Permiso de Bloqueo por Detector de Falta Externa***.

2.2.7 Lógica de bloqueo de la unidad diferencial

El ajuste ***Lógica de Bloqueo*** indica la lógica de generación de la señal de bloqueo de las unidades diferenciales con y sin frenado. Si el ajuste vale **2 de 3** es necesario que al menos dos de las tres unidades antes descritas activen su condición de falta externa para generar la señal de bloqueo que entra en las unidades diferenciales. Si el ajuste vale **3 de 3** es necesario que las tres unidades activen su condición de falta externa para la citada señal de bloqueo.

Una vez generada la señal de bloqueo de salida del detector de falta externa ésta solo bloqueará las unidades diferenciales si están a SÍ los correspondientes ajustes de ***Permiso de bloqueo por detector de falta externa***.

Nota: la mayoría de las pruebas automáticas que efectúan los equipos de inyección para probar el funcionamiento de una característica diferencial con frenado aplican intensidades en dos devanados desfasadas entre sí 180º. Dicha prueba activaría continuamente las señales de falta externa generadas por las unidades de comparación direccional por lo que, si se pone a SI el ajuste de bloqueo de la unidad diferencial por detector de falta externa, ésta nunca podría disparar. Las faltas inyectadas por los equipos de prueba se corresponden con faltas internas (dado que generan intensidad diferencial) con efecto de outfeed. La unidad de comparación direccional de fases no detectaría la condición de falta externa si se elige un umbral de intensidad adecuado. Sin embargo, la unidad de comparación direccional de secuencia directa activaría continuamente la señal de falta externa. Esto no ocurriría si la prueba inyectara un valor de pre-falta coherente con la intensidad de falta (aquél que genere intensidades de falta pura en ambos devanados prácticamente en fase). Si no se inyecta pre-falta o se inyecta un valor de pre-falta irreal, para una falta interna, con respecto al valor de falta, se debe inhabilitar el permiso de bloqueo por detector de falta externa para la unidad diferencial.

2.2.8 Rangos de ajuste

Detector de Falta Externa					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso	Habilitacion	PEFD1.LNInSvc	SÍ / NO		SÍ
Nivel Mínimo de Intensidad	Nivel min intens	PEFD1.BlkValA	0,1 - 20 pu	0,01	1,2
Ángulo comparación direccional de fases	Angulo CD Fases	PEFD1.PhDirAng	1 - 180º	1º	110º
Ángulo comparación direccional de secuencia directa	Angulo CD Sdir	PEFD1.PSeqDirAng	1 - 180º	1º	110º
Lógica de bloqueo	Logica bloqueo	PEFD1.BlkLogic	2 DE 3 3 DE 3		3 DE 3

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.2.9 Entradas analógicas a la unidad

La asignación de los canales físicos del equipo a las entradas analógicas de la unidad es configurable.

Tabla 2.2-1: Entradas analógicas al módulo del Detector de Falta Externa		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA1_87L	Intensidad de fase A Entrada 1	MMXU1.AWdg1.phsA
IB1_87L	Intensidad de fase B Entrada 1	MMXU1.AWdg1.phsB
IC1_87L	Intensidad de fase C Entrada 1	MMXU1.AWdg1.phsC
IA2_87L	Intensidad de fase A Entrada 2	MMXU1.AWdg2.phsA
IB2_87L	Intensidad de fase B Entrada 2	MMXU1.AWdg2.phsB
IC2_87L	Intensidad de fase C Entrada 2	MMXU1.AWdg2.phsC
IA3_87L	Intensidad de fase A Entrada 3	MMXU1.AWdg3.phsA
IB3_87L	Intensidad de fase B Entrada 3	MMXU1.AWdg3.phsB
IC3_87L	Intensidad de fase C Entrada 3	MMXU1.AWdg3.phsC

2.2.10 Entradas digitales

Tabla 2.2-2: Entradas digitales al módulo del Detector de Falta Externa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_EXTFLT	Órdenes de habilitación	PEFD1.Mod	Entrada Habilitación Detector de Falta Externa		La activación de esta entrada pone en servicio el detector de falta externa. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.2.11 Salidas digitales y sucesos

Tabla 2.2-3: Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Falta Externa

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
EXT_DIFI_A	Salidas genéricas de protección	PEFD1.OpInstVal	Falta Externa por Unidad Diferencial con Valores Instantáneos de Fase A.	I	Condición de falta externa en la fase A / B / C detectada por la unidad diferencial con valores instantáneos.
EXT_DIFI_B		PEFD1.OpInstVal	Falta Externa por Unidad Diferencial con Valores Instantáneos de Fase B.	I	
EXT_DIFI_C		PEFD1.OpInstVal	Falta Externa por Unidad Diferencial con Valores Instantáneos de Fase C.	I	
EXT_CDIR_PS		PEFD1.OpPSeqDir	Falta Externa por Unidad de Comparación Direccional de Secuencia Directa.	I	Condición de falta externa detectada por la unidad de comparación direccional de secuencia directa.
INT_CDIR_PS		PEFD1.IntPSeqDir	Falta Interna por Unidad de Comparación Direccional de Secuencia Directa.	I	Condición de falta interna detectada por la unidad de comparación direccional de secuencia directa.
EXT_CDIR_A		PEFD1.OpPhDir	Falta Externa por Unidad Comparación Direccional Fase A.	I	Condición de falta externa en la fase A / B / C detectada por la unidad de comparación direccional de fases.
EXT_CDIR_B		PEFD1.OpPhDir	Falta Externa por Unidad Comparación Direccional Fase B.	I	
EXT_CDIR_C		PEFD1.OpPhDir	Falta Externa por Unidad Comparación Direccional Fase C.	I	
INT_CDIR_A		PEFD1.IntPhDir	Falta Interna por Unidad Comparación Direccional Fase A.	I	Condición de falta interna en la fase A / B / C detectada por la unidad de comparación direccional de fases.
INT_CDIR_B		PEFD1.IntPhDir	Falta Interna por Unidad Comparación Direccional Fase B.	I	
INT_CDIR_C		PEFD1.IntPhDir	Falta Interna por Unidad Comparación Direccional Fase C.	I	
BLK_Ext_A		PEFD1.PhsOp	Falta Externa - Bloqueo en Unidad Diferencial Fase A		Bloqueo por falta externa Diferencial Fase (A / B / C).
BLK_Ext_B		PEFD1.PhsOp	Falta Externa - Bloqueo en Unidad Diferencial Fase B		
BLK_Ext_C		PEFD1.PhsOp	Falta Externa - Bloqueo en Unidad Diferencial Fase C		
BLK_Ext_DIF_NPQ		PEFD1.GndOp	Falta Externa - Bloqueo en Unidades Diferenciales NPQ		Bloqueo por falta externa Diferenciales 87NPQ.
BlkLogic_2outof3		PEFD. BlkNPreFlt	Falta Externa - Bloqueo en lógica 2 de 3 - unidad comparación secuencia directa no usada		Falta Externa en lógica 2 de 3. Unidad de comparación de secuencia directa inhabilitada.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

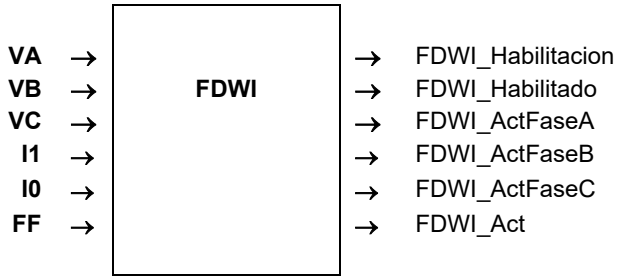
2.3 Detector de Falta en Alimentación Débil

2.3.1 Identificación 2.3-2
2.3.2 Bloque general de la unidad 2.3-2
2.3.3 Detector de Falta en alimentación débil 2.3-2
2.3.4 Rangos de ajuste 2.3-3
2.3.5 Entradas analógicas a la unidad 2.3-3
2.3.6 Entradas digitales 2.3-3
2.3.7 Salidas digitales y sucesos 2.3-4

2.3.1 Identificación

Descripción del detector de falta en alimentación	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Falta en alimentación Débil	WEIRFLO1		

2.3.2 Bloque general de la unidad



LEYENDA
FF =Fallo de fusible

2.3.3 Detector de Falta en alimentación débil

En condiciones de alimentación débil, el Detector de Falta anteriormente descrito puede quedar deshabilitado ya que el nivel de intensidad de secuencia directa y homopolar será menor al nivel mínimo de operación del detector de falta (0,02*In y Nivel_I0 respectivamente). Por tanto, se implementará un módulo nuevo denominado como Detector de Falta en condiciones de Alimentación Débil que se habilitará mediante el ajuste denominado ***Habilitación Detector de Falta en Alimentación Débil***. Además del ajuste, este módulo solo funcionará cuando se cumplan las siguientes condiciones (ambas a la vez):

- La intensidad de secuencia directa sea inferior al nivel 0,02*In.
- La intensidad de secuencia cero sea inferior al ajuste Nivel_I0 (ajuste selector de fases).

Si se dan ambas condiciones, la supervisión se realizará en base a la activación de tres unidades de subtensión (una por fase), cuyo nivel de arranque viene dado por el ajuste ***Nivel de tensión alimentación débil*** (ajustes selector de fases). En caso de que cualquiera de las tres fases presente un nivel de tensión inferior al ajuste, se activará la señal **FDWI_ACT,** siempre y cuando, la fase o fases con subtensión no tengan sus correspondientes polos abiertos o no exista un bloqueo por fallo de fusible. La reposición de dichas unidades de subtensión se realizará cuando el nivel de tensión de la o las fases sea 1,05 veces superior al ajuste ***Nivel de tensión alimentación débil***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Por otra parte, las señales **FDWI_ActFaseA**, **FDWI_ActFaseB** y **FDWI_ActFaseC** serán utilizados como selector de fases, en caso de que se produzca una alimentación débil, para las unidades diferenciales de neutro, secuencia positiva y secuencia negativa.

Esta detección de falta por alimentación débil solo afectará a las unidades diferenciales y en ningún caso afectará a las unidades de distancia.

2.3.4 Rangos de ajuste

Módulo del Detector de Falta en alimentación débil					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso	Habilitacion	WEIRFLO1.LnInSvc	SÍ / NO		NO

2.3.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 2.3-1: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado)		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VA	Tensión de Fase A	
VB	Tensión de Fase B	
VC	Tensión de Fase C	

2.3.6 Entradas digitales

Tabla 2.3-2: Entradas digitales al Módulo del Detector de Falta Externa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_FDWI	Órdenes de Habilitación	WEIRFLO1.Mod	Entrada de habilitación del Detector de falta en alimentación débil	I	La activación de esta entrada pone en servicio el Detector de falta en alimentación débil. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.3.7 Salidas digitales y sucesos

Tabla 2.3-3: Salidas digitales y sucesos del Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado)

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
FDWI_ENBLD	Salidas genéricas de protección	WEIRFLO1.Mod	Detector de falta en alimentación débil habilitado	I	Indica que el Detector de falta en alimentación débil está habilitado
FDWI_ACTFASEA		WEIRFLO1.Op	Activación detector de falta en alimentación débil fase A	I	Indica activación alimentación débil fase A
FDWI_ACTFASEB		WEIRFLO1.Op	Activación detector de falta en alimentación débil fase B	I	Indica activación alimentación débil fase B
FDWI_ACTFASEC		WEIRFLO1.Op	Activación detector de falta en alimentación débil fase C	I	Indica activación alimentación débil fase C
FDWI_ACT		WEIRFLO1.Op	Detector de falta en alimentación débil activado.	I I	Indica la activación del detector de alimentación débil.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

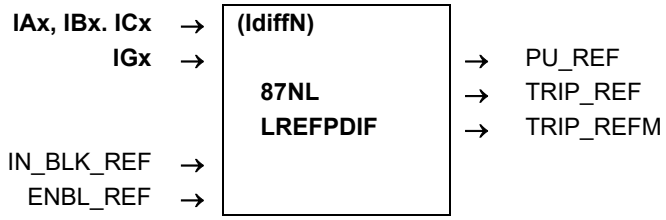
2.4 Unidad de Faltas a Tierra Restringidas

2.4.1 Identificación 2.4-2
2.4.2 Bloque general de la unidad 2.4-2
2.4.3 Principio de operación 2.4-2
2.4.4 Característica con frenado porcentual 2.4-6
2.4.5 Bloqueo por unidad de comparación direccional 2.4-7
2.4.6 Bloqueo por nivel de intensidad de neutro 2.4-8
2.4.7 Funcionamiento de la unidad en autotransformadores 2.4-9
2.4.8 Entradas de bloqueo 2.4-9
2.4.9 Aplicación de la unidad 2.4-10
2.4.10 Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 2.4-11
2.4.11 Rangos de ajuste 2.4-12
2.4.12 Entradas analógicas a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-13
2.4.13 Entradas digitales a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-14
2.4.14 Salidas digitales y sucesos de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-15
2.4.15 Ensayo de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-17

2.4.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Faltas a Tierra Restringidas Devanado 1	LREFPDIF1	dIoLo1>	**87NL**
Unidad de Faltas a Tierra Restringidas Devanado 2	LREFPDIF2	dIoLo2>	**87NL**
Unidad de Faltas a Tierra Restringidas Devanado 3	LREFPDIF3	dIoLo3>	**87NL**

2.4.2 Bloque general de la unidad



X= independiente por devanado (1, 2 o 3).

2.4.3 Principio de operación

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas (87NL) se utiliza para detectar faltas a tierra en transformadores, reactancias y máquinas rotativas (generadores y motores). Dicha detección requiere devanados conectados en estrella con el neutro puesto a tierra o conectados en triángulo si existe una puesta a tierra artificial (ej. transformador en zig-zag).

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas (87NL) es una unidad diferencial de neutro que aporta una mayor sensibilidad que la unidad Diferencial de fases, principalmente cuando el neutro se encuentra conectado a tierra a través de una impedancia.

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas calcula la intensidad diferencial como la suma vectorial de la intensidad de neutro del devanado (IA + IB + IC) y la intensidad de puesta a tierra del mismo devanado (IG) según la siguiente expresión

$$\bar{I}_{diffN} = \frac{\bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C}{t_N} + \bar{I}G = \frac{3\bar{I}_0}{t_N} + \bar{I}G$$

Donde:

$\bar{I}_{diffN}$ es el valor eficaz de la intensidad diferencial de neutro del devanado. Para el devanado 1 asignado al canal de tierra 1 (IG-1) se denomina IGN1, para el devanado 2 asignado al canal de tierra 2 (IG-2) se denomina IGN2 y para el devanado 3 asignado al canal de tierra 3 (IG-3) se denomina IGN3.

$\bar{I}_A$, $\bar{I}_B$, $\bar{I}_C$ son las intensidades de fase del devanado.

$\bar{I}G$ es la intensidad de tierra del devanado medida por un CT.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

t_N Es la división de la relación de transformación del TI de la puesta a tierra del devanado (CTIG), entre la relación de transformación de los TIs de fase del mismo devanado (CTPhase). Mediante este parámetro se normaliza la intensidad de neutro a valores de secundario comparables con los de la corriente de tierra.

$$t_N = \frac{CTIG}{CTPhase}$$

El valor de **CTIG** se corresponde con los siguientes ajustes del relé:
Rel Tierra 1 en el caso del devanado 1.
Rel Tierra 2 en el caso del devanado 2.
Rel Tierra 3 en el caso del devanado 3.

El valor de **CTFase** se corresponde con los siguientes ajustes del relé:
Rel Devanado 1 en el caso del devanado 1;
Rel Devanado 2 en el caso del devanado 2;
Rel Devanado 3 en el caso del devanado 3.

A continuación, se detallan los canales de fase y tierra del equipo asignados a cada uno de los devanados del transformador:

Unidad 87NL Devanado 1	Unidad 87NL Devanado 2	Unidad 87NL Devanado 3
IA1	IA2	IA3
IB1	IB2	IB3
IC1	IC2	IC3
IG1	IG2	IG3

Como ejemplo de aplicación de la unidad, la Figura 2.4.1 muestra el flujo de la corriente de falta, en situación de falta externa y falta interna, en un transformador de dos devanados (estrella-triángulo). Para la falta externa, debido a la polaridad de los TIs de fase y de tierra (ambos mirando hacia el devanado protegido), las intensidades secundarias, de neutro y de tierra, en condiciones ideales, ya escaladas, serán iguales y formarán 180º.

Por ello $\mathrm{IdifN}=\mathrm{IGs}+\frac{(\mathrm{IAs}+\mathrm{IBs}+\mathrm{ICs})}{t_N}=0$.

En la falta interna las citadas intensidades formarán 0º, por lo que $\mathrm{IdifN}=\mathrm{IGs}+\frac{(\mathrm{IAs}+\mathrm{IBs}+\mathrm{ICs})}{t_N}\neq 0$.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

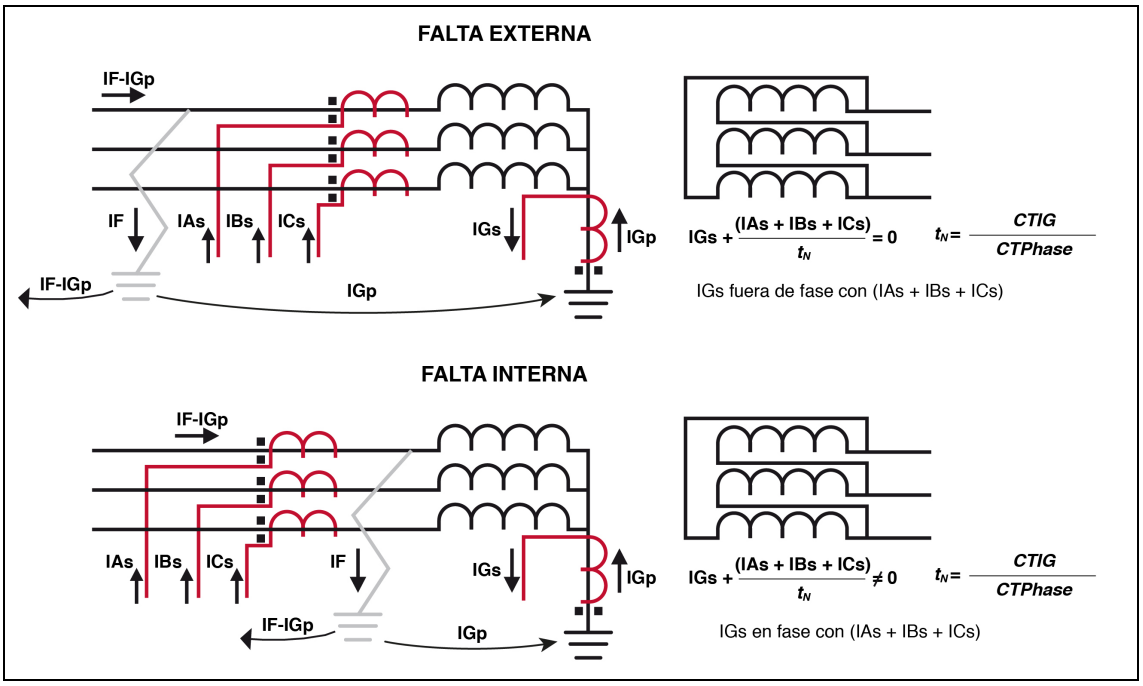


Figura 2.4.1 Faltas externa e interna a un transformador.

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas presenta una mayor sensibilidad que la unidad Diferencial de fase dado que la variación de la intensidad diferencial con la distancia de la falta al punto neutro es lineal, mientras que para la unidad diferencial de fases dicha variación es cuadrática. La Figura 2.4.2 muestra una falta a tierra a una distancia del punto neutro del devanado en estrella, “n”, valor dado en tanto por uno. Para simplificar la explicación se supone abierto el interruptor del devanado en estrella por lo que la intensidad diferencial de neutro será **IGN=IG** y la intensidad diferencial de fase **IPHDIFF=IPH**.

La intensidad diferencial de neutro será igual a:

$$IG=\frac{n\cdot V_r}{Zn}$$, donde Vr representa la tensión nominal del devanado en estrella.

Mientras que la intensidad diferencial de fases será igual a:

$$IPH=\frac{IG\cdot n\cdot N2}{N1}=\frac{n^2\cdot V_r\cdot N2}{Zn\cdot N1}\cdot\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$IG=\frac{n\cdot V_r}{Zn},$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La variación de las citadas intensidades diferenciales en función de la distancia de la falta al punto neutro del transformador, “n”, se representa en la gráfica de la figura 2.4.3. Como se puede observar el valor de la intensidad diferencial de fases es menor que el valor de la intensidad diferencial de neutro. Incluso eliminando el factor √3, derivado de la transformación entre el devanado en estrella y el devanado en triángulo, la intensidad diferencial de fases sería menor que la intensidad diferencial de neutro.

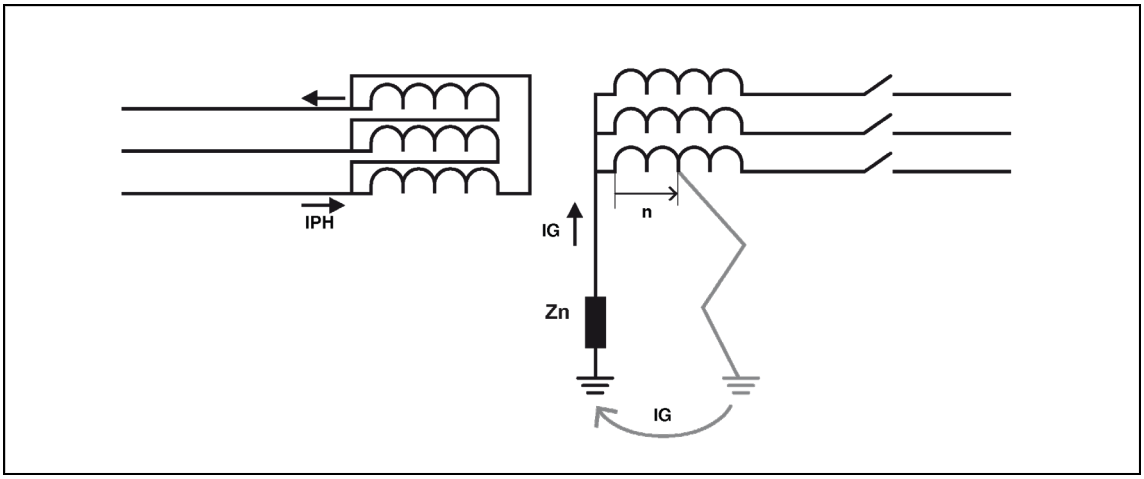


Figura 2.4.2 Falta a tierra en devanado en estrella a una distancia del punto neutro “n”.

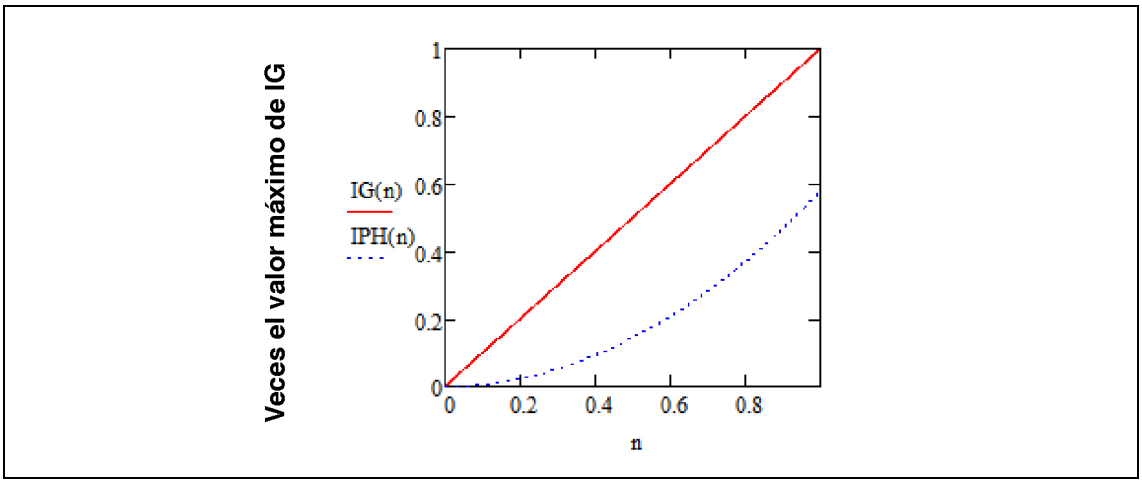


Figura 2.4.3 Variación de la intensidad diferencial de neutro y de fases con la distancia de la falta al punto neutro, “n”.

Cuando el neutro del devanado en estrella del transformador está conectado rígidamente a tierra, el valor de la intensidad de tierra depende principalmente de la reactancia de dispersión del devanado. Dado que para faltas cercanas al neutro dicha reactancia es muy pequeña, la intensidad de tierra en ese caso será elevada. Por ello, en conexiones de neutro rígidas a tierra, la unidad de Faltas a Tierra Restringidas permitirá cubrir faltas prácticamente en el 100% del devanado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.4 Característica con frenado porcentual

Con el fin de tener en cuenta los errores de los TIs, la unidad de Faltas a Tierra Restringidas presenta una característica con frenado porcentual. La intensidad de frenado se calcula independientemente por devanado como:

$$I_{restN} = \frac{\max(I_A, I_B, I_C)}{t_N}$$

$$t_N = \frac{CTIG}{CTPhase}$$

El frenado por intensidad de fase máxima permite estabilizar la unidad de Faltas a Tierra Restringidas en situaciones de falta sin tierra (falta trifásica o bifásica pura) que, como consecuencia de la saturación de TIs, generen una falsa intensidad de neutro, que se traducirá directamente en una falsa intensidad diferencial.

Las unidades de Faltas a Tierra Restringidas disponen de un temporizador ajustable de operación, para obtener disparos temporizados si así se requiere.

El arranque de estas unidades se realiza al 100% del valor correspondiente a partir de la característica de operación y la reposición se ha de producir al 80% de este mismo valor.

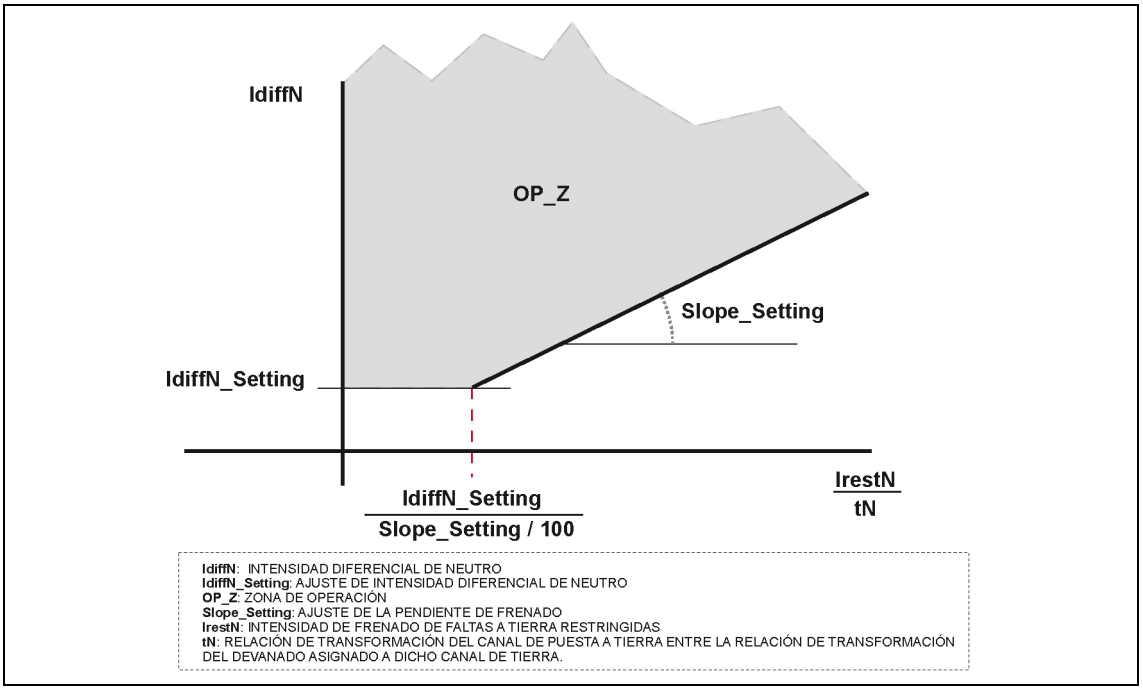


Figura 2.4.4 Característica diferencial con frenado porcentual.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.5 Bloqueo por unidad de comparación direccional

Para incrementar la seguridad durante faltas externas con saturación de algún TI, la unidad de Faltas a Tierra Restringidas incluye una unidad de comparación direccional. Dicha unidad compara el ángulo de la intensidad de tierra (IGx) con el ángulo de la intensidad de neutro (INx) correspondiente al mismo devanado, siempre que exista polarización. Cuando dicho ángulo es mayor que el ajuste ***Ángulo comparación direccional unidad de faltas a tierra restringidas canal n*** (n=1, 2, 3) la unidad de comparación direccional activará la condición de falta externa (señal **Falta Externa Unidad Faltas a Tierra Restringidas Canal n** (n=1, 2, 3)). Si el ángulo, en valor absoluto, es menor que el ajuste, la unidad de comparación direccional activará la condición de falta interna (señal **Falta Interna Unidad Faltas a Tierra Restringidas Canal n** (n=1, 2, 3)). La unidad de Faltas a Tierra Restringidas solo operará cuando la unidad de comparación direccional active la condición de falta interna.

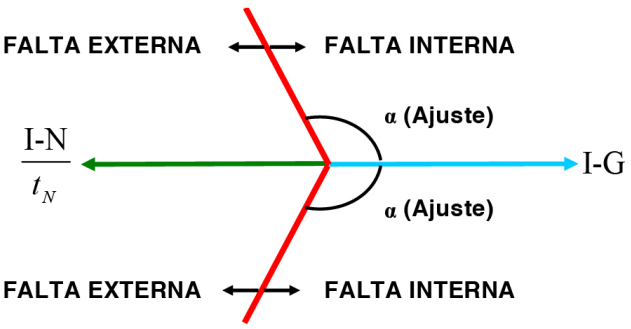


Figura 2.4.5 Unidad de Comparación Direccional.

Para que la unidad de comparación direccional se polarice (pueda comparar con fiabilidad el ángulo de **IN/tN** e **IG**) es necesario que las intensidades tanto de neutro (**IN/tN**) como de tierra (**IG**) superen unos umbrales mínimos:

- IGx debe ser mayor que el ajuste ***Nivel mínimo IG faltas a tierra restringidas canal n*** (n=1, 2, 3)

  Y, además
- INx / tNx debe ser mayor que el 90% del ajuste ***Nivel mínimo IG faltas a tierra restringidas canal n*** (n=1, 2, 3) y al menos una intensidad de fase (IAx, o IBx o ICx) mayor que 14 mA(*).

  (*) Cuando las tres intensidades de fase estén por debajo del umbral de 14 mA, en el cálculo de la intensidad diferencial, la intensidad de neutro (IN/tN) valdrá 0 A.

En caso de falta de polarización de **IG**, la unidad no actuará nunca. Los modelos de equipos con dígito de protección X27+X28 = 26 o superiores incluyen el ajuste ***Habilitación Supervisión Umbral Mínimo IG***, que permite habilitar/inhabilitar la función de supervisión por umbral mínimo de IG. Si el ajuste de ***Habilitación Supervisión Umbral Mínimo IG*** está en NO, se señalizará falta interna aunque IG esté por debajo del nivel mínimo.

En caso de falta de polarización de **IN/tN**, es suficiente con la polarización de **IG** para señalar siempre falta interna. Casos claros de aplicación serían, por ejemplo, faltas internas sin intensidad de neutro, como un cierre sobre falta con el interruptor del otro devanado abierto (figura 2.4.2), o faltas internas con carga nula en el transformador.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La supervisión de un umbral mínimo de IG (ajuste ***Habilitación Supervisión Umbral Mínimo IG*** = **SÍ**), evitará la operación de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas en situaciones de falta externa que no involucre tierra y que generen una falsa intensidad de neutro (que provocará, por lo tanto, una falsa intensidad diferencial), como consecuencia de la saturación de los TIs de fase. En dichas faltas no existirá intensidad de tierra, por lo que IGx será menor que el umbral.

La Unidad de Faltas a Tierra Restringidas tendrá permiso para disparar si la señal **Falta Interna Unidad Faltas a Tierra Restringidas Canal n** (n=1, 2, 3) se activa durante un ciclo. Este tiempo se incluye con el fin de filtrar activaciones transitorias de la condición de falta interna.

El ajuste ***Nivel mínimo IG faltas a tierra restringidas canal n*** (n=1, 2, 3) debe ser mayor que la máxima intensidad de tierra que circule en condiciones de carga, como consecuencia de los desequilibrios del sistema. Se recomienda un valor entre 5% y 10% de la intensidad nominal del transformador.

La unidad de comparación direccional permite distinguir faltas internas y externas con saturación de TIs siempre que exista un tiempo libre de saturación mayor que 3,5 ms a 60 Hz (4 ms a 50 Hz).

2.4.6 Bloqueo por nivel de intensidad de neutro

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas está concebida para detectar faltas internas al devanado que generen una intensidad reducida, para las cuales la intensidad diferencial de fases no presente suficiente sensibilidad. Por ello la unidad de Faltas a Tierra Restringidas se puede bloquear en faltas con intensidad elevada. De esa forma se evita la operación ante faltas externas con saturación de TIs.

Si IN / t_N es mayor que el ajuste ***Nivel bloqueo IN tierras restringidas canal n*** (n=1, 2, 3) la unidad de Faltas a Tierra Restringidas se bloqueará. Este ajuste deberá estar por encima de la máxima intensidad de neutro para una falta interna dividida por t_N.

Cuando la unidad de Faltas a Tierra Restringidas se bloquea por nivel de intensidad de neutro se activa la señal **Falta externa unidad faltas a tierra restringidas canal n.**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.7 Funcionamiento de la unidad en autotransformadores

La aplicación de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas en el caso de un autotransformador exige unos cálculos diferentes. Éstos se aplican al seleccionar en los ajustes **Generales** de la máquina si se trata de un ***Autotransformador***.

Consideremos el diagrama eléctrico de un transformador mostrado en la Figura 2.4.6. Dada la polaridad de los TIs en valores secundarios, si las relaciones de transformación de los TIs fueran iguales tendríamos IN1s+IN2s+IGs=0.

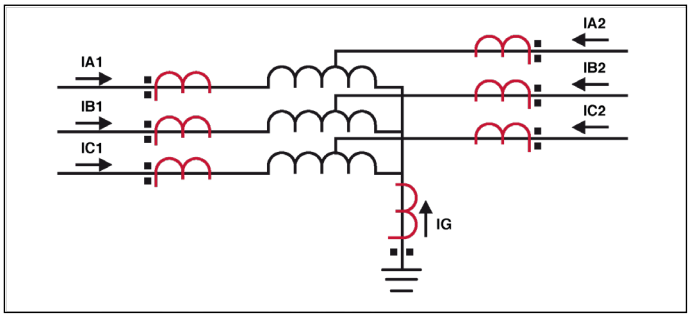


Figura 2.4.6 Diagrama eléctrico de un autotransformador.

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas suma la intensidad de neutro (IN) y la intensidad de tierra (IG). En el caso de los autotransformadores, el valor de IN que se emplea es el siguiente:

$$IN_{\text{AUTOTRANSFORMADOR}} = \frac{IN_1}{t_{N1}} + \frac{IN_2}{t_{N2}}$$

donde IN_1 es la intensidad de neutro del devanado 1 y IN_2 lo es del devanado 2.

$$t_{N1} = \frac{CTIG1}{CTPhase1} \text{ y } t_{N2} = \frac{CTIG2}{CTPhase2}$$

2.4.8 Entradas de bloqueo

Estas unidades tienen la posibilidad de programar entradas de **Bloqueo de disparo**, lo que impide la actuación de dichas unidades si las correspondientes entradas se activan antes de que se genere el disparo. Si se activan después del disparo, éste se repone. Para poder usar esta lógica de bloqueos se deben programar las entradas definidas como **Bloqueo de disparo de faltas a tierra restringidas** para cada una de las cuatro unidades disponibles.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.9 Aplicación de la unidad

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas, al presentar mayor sensibilidad ante faltas internas a tierra que la unidad de fases (la corriente diferencial de neutro es mayor que la corriente diferencial de fases), permite la protección de transformadores y generadore, ante este tipo de faltas, en las que habría que disminuir mucho la sensibilidad de la unidad diferencial de fase para detectarlas.

Por ejemplo, esta unidad tiene una clara aplicación en transformadores con un devanado en triángulo, para detectar faltas internas a tierra que se produzcan en devanados en estrella (Yn) o zig-zag (Zn) conectados a tierra.

En estos casos, la corriente de falta circulará por la puesta a tierra del devanado generando un flujo de corriente homopolar que circulará tanto por el devanado en falta como dentro del devanado conectado en triángulo.

Dicha corriente homopolar es eliminada de la corriente diferencial de fase por el filtro homopolar. Al disminuir la corriente diferencial de fase, disminuye igualmente la sensibilidad de la unidad ante este tipo de faltas, pudiendo en algunos casos impedir su detección y posterior despeje.

Como solución, la unidad de Faltas a Tierra Restringidas proporciona una mayor sensibilidad ante faltas internas a tierra, al mismo tiempo que es inmune al filtro homopolar, ya que éste solo aplica a la unidad diferencial de fases.

Es importante señalar que el filtro homopolar debe estar habilitado en este tipo de transformadores, para eliminar la corriente homopolar, que en faltas externas genera una corriente diferencial que podría ocasionar el disparo erróneo del equipo.

La detección de faltas a tierra también se puede realizar mediante la unidad de sobreintensidad direccional de neutro sensible (solo disponible en protección de feeder). Sin embargo, puede resultar no ser suficientemente obediente, y rápida, en faltas cercanas al neutro de la máquina, por ejemplo.

La unidad de Faltas a Tierra Restringidas se utiliza para poder detectar con gran rapidez las faltas a tierra producidas en el interior del transformador o el generador, incluso en situación de faltas débiles. En cualquier caso, la aplicación de esta protección requiere un estudio detallado tanto de la resistencia de puesta a tierra del devanado como de los transformadores de medida, de forma que se eviten problemas debidos a la saturación. Por ello, para el correcto funcionamiento de la unidad será necesario limitar la intensidad del neutro de la máquina mediante una resistencia a tierra y disponer de transformadores de medida de relación de transformación lo más parecido posible.

Dicha unidad también es aplicable a conexiones en triángulo de grandes transformadores de potencia, de forma que proporcione una mayor rapidez y sensibilidad, actuando como unidad de desequilibrio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.10 Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

Se considera un transformador de potencia con dos devanados de 60 MVA, relación de transformación 130 kV / 46 kV y grupo de conexión ΔY1 La relación de transformación del neutro del 2º devanado es de 300/1A. La resistencia de puesta a tierra es de 15 ohm.

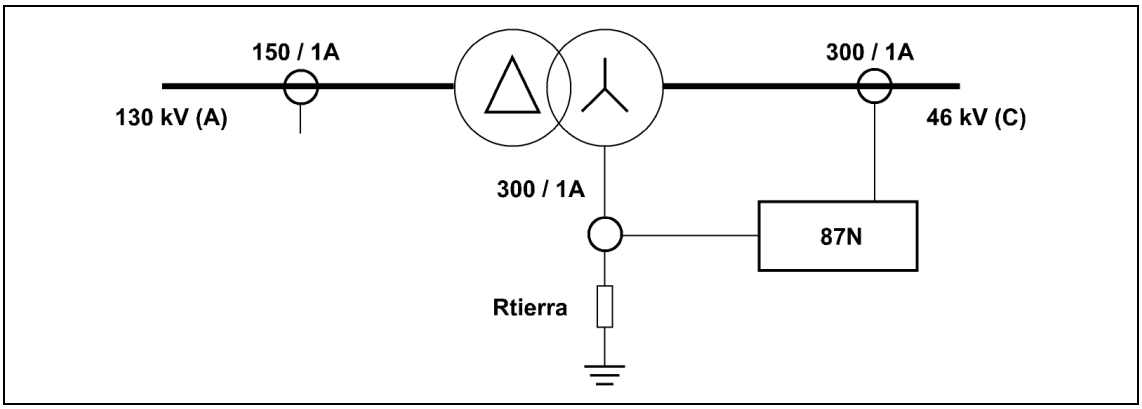


Figura 2.4.7 Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas.

- **Cálculo de la intensidad máxima de puesta a tierra, intensidad de falta e intensidad homopolar**

La corriente de carga que va a circular por el devanado secundario del transformador para la potencia máxima se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Potencia Máxima (kVA)}}{\text{Tensión (kV)} \cdot \sqrt{3}} = \frac{60000kVA}{46kV \cdot \sqrt{3}} = 753{,}06\,\text{A}$$

Por otro lado, la intensidad que circula por la puesta a tierra del transformador está limitada mediante una resistencia en dicho neutro. La magnitud de esta resistencia permite conocer la posición de la falta en el devanado respecto al neutro a partir del valor de intensidad medida.

En este caso tenemos que la intensidad máxima será:

$$\text{Intensidad Máx Tierra} = \frac{\text{Tensión (V)}}{\text{R}tierra(\Omega) \cdot \sqrt{3}} = \frac{46000}{15 \cdot \sqrt{3}} = 1770{,}54A$$

De esta forma, la intensidad de puesta a Tierra en el lado del transformador quedaría limitada a 1770,54A. Teniendo en cuenta la relación de Transformación de 300/1A, en el lado del relé tendríamos una corriente de 5,901A. Con estos datos, para una falta a un 7% del neutro del Transformador, la corriente que mediríamos sería de:

$$Intensidad\ Falta = 7\% \cdot Intensidad\ Máx\ Tierra\ (A) = 0{,}07 \cdot 1770{,}54\ \ A = 123{,}94\ A$$

El aumento de las intensidades de fase es despreciable y por lo tanto se considera la intensidad del neutro calculada como nula:

IN=3Io=0A

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Cálculo de ajustes**

1. El ajuste de **Arranque** de la unidad en valores de secundario será:

$$Intensidad\ Diferencial = \left| 3{\cdot}I0 + IG \right| = \left| 0 + Intensidad\ Falta/CTIG \right| = \left| 0 + 123{,}94 / 300 \right| = 0{,}4131\ A$$

2. El valor de ajuste de la **Pendiente** se determina definiendo la relación mínima que debe existir entre la intensidad diferencial para la falta que se trata de detectar y la intensidad nominal:

$$Pen = \frac{123{,}94\,A}{753{,}06\,A} \cdot 100 = 16{,}46 \rightarrow 16{,}46\%$$

3. **Tiempo de disparo**: se recomienda el ajuste de un tiempo de disparo de medio ciclo, con el fin de filtrar activaciones transitorias.

2.4.11 Rangos de ajuste

Devanado 1 / Faltas a Tierra Restringidas					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso F.T.Rest.	Permiso F.T.Rest.	LREFPDIF[1].LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranq F.T.Rest.	Arranq F.T.Rest.	LREFPDIF[1].StrVal	0,05 - 50 A	0,01 A	0,05 A
Frenado F.T.Rest.	Frenado F.T.Rest.	LREFPDIF[1].RstPct	0 - 100 %	1 %	20 %
Temp Activación	Temp Activacion	LREFPDIF[1].OpDlTmms	0,00 - 300 s	0,01 s	0,01 s
Umbral Mínimo de IG	Umbral min IG	LREFPDIF[1].MinValA	0,02A - 10 A	0,01 A	0,05 A
Habilitación Supervisión Umbral Mínimo IG	Hab Sup Min IG	LREFPDIF[1].MinValAEna	SÍ / NO		NO
Nivel Bloqueo IN Tierras Restringidas	Nivel Bloq IN REF	LREFPDIF[1].BlkValA	10A - 160 A	1 A	30 A
Ángulo Comparación Direccional Tierras Restringidas	Angulo com dir	LREFPDIF[1].DirAng	0º - 180º	1º	120º

Devanado 2 / Faltas a Tierra Restringidas					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso F.T.Rest.	Permiso F.T.Rest.	LREFPDIF[2].LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranq F.T.Rest.	Arranq F.T.Rest.	LREFPDIF[2].StrVal	0,05 - 50 A	0,01 A	0,05 A
Frenado F.T.Rest.	Frenado F.T.Rest.	LREFPDIF[2].RstPct	0 - 100 %	1 %	20 %
Temp Activación	Temp Activacion	LREFPDIF[2].OpDlTmms	0,00 - 300 s	0,01 s	0,01 s
Umbral Mínimo de IG	Umbral min IG	LREFPDIF[2].MinValA	0,02A - 10 A	0,01 A	0,05 A
Habilitación Supervisión Umbral Mínimo IG	Hab Sup Min IG	LREFPDIF[2].MinValAEna	SÍ / NO		NO
Nivel Bloqueo IN Tierras Restringidas	Nivel Bloq IN REF	LREFPDIF[2].BlkValA	10A - 160 A	1 A	30 A
Ángulo Comparación Direccional Tierras Restringidas	Angulo com dir	LREFPDIF[2].DirAng	0º - 180º	1º	120º

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Devanado 3 / Faltas a Tierra Restringidas					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso F.T.Rest.	Permiso F.T.Rest.	LREFPDIF[3].LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranq F.T.Rest.	Arranq F.T.Rest.	LREFPDIF[3].StrVal	0,05 - 50 A	0,01 A	0,05 A
Frenado F.T.Rest.	Frenado F.T.Rest.	LREFPDIF[3].RstPct	0 - 100 %	1 %	20 %
Temp Activación	Temp Activacion	LREFPDIF[3].OpDlTmms	0,00 - 300 s	0,01 s	0,01 s
Umbral Mínimo de IG	Umbral min IG	LREFPDIF[3].MinValA	0,02A - 10 A	0,01 A	0,05 A
Habilitación Supervisión Umbral Mínimo IG	Hab Sup Min IG	LREFPDIF[3].MinValAEna	SÍ / NO		NO
Nivel Bloqueo IN Tierras Restringidas	Nivel Bloq IN REF	LREFPDIF[3].BlkValA	10A - 160 A	1 A	30 A
Ángulo Comparación Direccional Tierras Restringidas	Angulo com dir	LREFPDIF[3].DirAng	0º - 180º	1º	120º

2.4.12 Entradas analógicas a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas

Tabla 2.4-1: Entradas analógicas a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA1	Intensidad de la fase A devanado 1	A1MMXU1.A.phsA
IB1	Intensidad de la fase B devanado 1	A1MMXU1.A.phsB
IC1	Intensidad de la fase C devanado 1	A1MMXU1.A.phsC
IG1	Intensidad de tierra devanado 1	A1MMXU1.A.neut
IGN1	Intensidad diferencial de tierra devanado 1 (I_{diffN})	LREFPDIF[1].DifAClc
IA2	Intensidad de la fase A devanado 2	A2MMXU1.A.phsA
IB2	Intensidad de la fase B devanado 2	A2MMXU1.A.phsB
IC2	Intensidad de la fase C devanado 2	A2MMXU1.A.phsC
IG2	Intensidad de tierra devanado 2	A2MMXU1.A.neut
IGN2	Intensidad diferencial de tierra devanado 2 (I_{diffN})	LREFPDIF[2].DifAClc
IA3	Intensidad de la fase A devanado 3	A3MMXU1.A.phsA
IB3	Intensidad de la fase B devanado 3	A3MMXU1.A.phsB
IC3	Intensidad de la fase C devanado 3	A3MMXU1.A.phsC
IG3	Intensidad de tierra devanado 3	A3MMXU1.A.neut
IGN3	Intensidad diferencial de tierra devanado 3 (I_{diffN})	LREFPDIF[3].DifAClc

$$I_{GN} = I_{diffN} = \frac{\bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C}{t_N} + \bar{I}_G = \frac{3\bar{I}_0}{t_N} + \bar{I}_G$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.13 Entradas digitales a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas

Tabla 2.4-2:Entradas digitales a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INBLK_REF_1		LREFPDIF[1].Mod	Entrada Bloqueo Faltas a Tierra Restringidas 1		La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
INBLK_REF_2		LREFPDIF[2].Mod	Entrada Bloqueo Faltas a Tierra Restringidas 2		
INBLK_REF_3		LREFPDIF[3].Mod	Entrada Bloqueo Faltas a Tierra Restringidas 3		
ENBL_REF_1		LREFPDIF[1].Mod	Entrada de Habilitación Faltas a Tierra Restringidas 1	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un “1”.
ENBL_REF_2		LREFPDIF[2].Mod	Entrada de Habilitación Faltas a Tierra Restringidas 2	I	
ENBL_REF_3		LREFPDIF[3].Mod	Entrada de Habilitación Faltas a Tierra Restringidas 3	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.14 Salidas digitales y sucesos de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas

Tabla 2.4-3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_REF_1	Salidas de Arranque de Protección	LREFPDIF[1].Str	Arranque Faltas a Tierra Restringidas 1	I,F	Arranque de la unidad e inicio de la cuenta de tiempo.
PU_REF_2		LREFPDIF[2].Str	Arranque Faltas a Tierra Restringidas 2	I,F	
PU_REF_3		LREFPDIF[2].Str	Arranque Faltas a Tierra Restringidas 3	I,F	
TRIP_REF_1	Salidas de Disparo de Protección	LREFPDIF[1].Op	Disparo Faltas a Tierra Restringidas 1	I,F	Disparo de la unidad.
TRIP_REF_2		LREFPDIF[2].Op	Disparo Faltas a Tierra Restringidas 2	I,F	
TRIP_REF_3		LREFPDIF[3].Op	Disparo Faltas a Tierra Restringidas 3	I,F	
TRIP_REFM_1	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Faltas a Tierra Restringidas 1		Disparo de la unidad afectada por su máscara de disparo.
TRIP_REFM_2			Disparo Enmascarado Faltas a Tierra Restringidas 2		
EXTFLT_REF_1	Otras	LREFPDIF[1].ExtFlt	Falta Externa en Faltas Tierra Restringidas 1	I	Detección de falta externa e interna de la comparación direccional de tierras restringidas.
INTFLT_REF_1		LREFPDIF[1].IntFlt	Falta Interna en Faltas Tierra Restringidas 1	I	
EXTFLT_REF_2		LREFPDIF[2].ExtFlt	Falta Externa en Faltas Tierra Restringidas 2	I	
INTFLT_REF_2		LREFPDIF[2].IntFlt	Falta Interna en Faltas Tierra Restringidas 2	I	
EXTFLT_REF_3		LREFPDIF[3].ExtFlt	Falta Externa en Faltas Tierra Restringidas 3	I	
INTFLT_REF_3		LREFPDIF[3].IntFlt	Falta Interna en Faltas Tierra Restringidas 3	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2-4.3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
REF_ENBLD_1		LREFPDIF[1].Mod	Faltas a Tierra Restringidas 1 Habilitada		Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
REF_ENBLD_2		LREFPDIF[2].Mod	Faltas a Tierra Restringidas 2 Habilitada		
REF_ENBLD_3		LREFPDIF[3].Mod	Faltas a Tierra Restringidas 3 Habilitada		
INBLK_REF_1		LREFPDIF[1].Mod	Entrada Bloqueo Faltas a Tierra Restringidas 1		Lo mismo que para las Entradas Digitales.
INBLK_REF_2		LREFPDIF[2].Mod	Entrada Bloqueo Faltas a Tierra Restringidas 2		
INBLK_REF_3		LREFPDIF[3].Mod	Entrada Bloqueo Faltas a Tierra Restringidas 3		
ENBL_REF_1		LREFPDIF[1].Mod	Entrada de Habilitación Faltas a Tierra Restringidas 1	I	Lo mismo que para las Entradas Digitales.
ENBL_REF_2		LREFPDIF[2].Mod	Entrada de Habilitación Faltas a Tierra Restringidas 2	I	
ENBL_REF_3		LREFPDIF[3].Mod	Entrada de Habilitación Faltas a Tierra Restringidas 3	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

2.4.15 Ensayo de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas

Este ensayo se realiza con las 3 unidades de Faltas a Tierra Restringidas disponibles en el equipo, según las pruebas que a continuación se describen.

- **Ajustes**

El equipo se ajustará según los valores de la Tabla 2.4-4:

Tabla 2.4-4: Ensayo de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas (ajustes)

Etiqueta Ajuste	Valor
Ajustes\ General Trafos\ Nº de devanados	3
Ajustes\ Generales\Rel TI Fase n (n=1, 2, 3)	300
Ajustes\ Generales\Rel Tierra n (n=1, 2, 3)	300
Ajustes\Protección\Primer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Permiso FT Rest.	SÍ
Ajustes\Protección\Segundo devanado\ Faltas a Tierra Restringidas\ Permiso FT Rest.	SÍ
Ajustes\Protección\Tercer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Permiso FT Rest.	SÍ
Ajustes\Protección\Primer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Arranq FT Rest.	2A
Ajustes\Protección\Segundo devanado\ Faltas a Tierra Restringidas\ Arranq FT Rest.	2 A
Ajustes\Protección\Tercer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Arranq FT Rest.	2 A
Ajustes\Protección\Primer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Frenado FT Rest.	2%
Ajustes\Protección\Segundo devanado\ Faltas a Tierra Restringidas\ Frenado FT Rest.	2%
Ajustes\Protección\Tercer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Frenado FT Rest.	2%
Ajustes\Protección\Primer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Temp Activación	5s
Ajustes\Protección\Segundo devanado\ Faltas a Tierra Restringidas\Temp Activación	5s
Ajustes\Protección\Tercer devanado\Faltas a Tierra Restringidas\ Temp Activación	5s
Ajustes\Entradas Salidas\Salidas\Slot A\Salida digital 1	Salidas de disparo de protección\Actuación protección 1
Ajustes\Entradas Salidas\Salidas\Slot A\Salida digital 2	Salidas de disparo de protección\Actuación protección 2
Ajustes\Entradas Salidas\Salidas\Slot A\Salida digital 3	Salidas de disparo de protección\Actuación protección 3
Resto de Ajustes de la unidad y Ajustes del resto de unidades	VALOR POR DEFECTO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Sensibilidad de la unidad**

Aplicar Intensidad sólo en el neutro (IG) y en una fase (a 0º) y comprobar que la unidad de faltas a tierra restringidas arranca y repone, para cada ajuste de arranque, cuando dicha intensidad se encuentre dentro del margen indicado en la Tabla 2.4-5.

Tabla 2.4-5: Ensayo de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas (sensibilidad de la unidad)

Ajuste de arranque	Arranque	Reposición
2 A	0,97 - 1,03 A	0,72 - 0,78 A
1 A	0,485 - 0,515 A	0,364 - 0,386 A
0,04 A	0,0194 - 0,0206 A	0,14 - 0,16 A

Se comprobará que al actuar la unidad se producirá un disparo activándose todos los contactos de disparo.

- **Tiempo de la unidad**

Aplicar una intensidad de 2,5 A por un canal de tierra (IG-1 o IG-2) y comprobar que el disparo se produce dentro del margen ±1% o ±45ms (el que sea mayor) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación entre 1 y 2 ciclos.

- **Característica de la unidad**

Ajustar para esta prueba una de las unidades de Faltas a Tierra Restringidas con los siguientes ajustes:

Etiqueta ajuste	**Valor**
Arranque de la unidad	0,2 A
Pendiente de frenado	20 %
Temporizado de la unidad	0 s

Aplicar intensidad por las fases A y B de un devanado y por el correspondiente canal de tierra asignado a dicho devanado. La intensidad de las fases será constante (intensidad de frenado) y se medirá la intensidad que es necesario inyectar por el canal de tierra para lograr la operación de la unidad.

La prueba, cuando estén en contrafase (intensidad de neutro y de tierra), comenzará con el valor del canal de tierra igual que la fase y empezará a bajar, manteniendo las fases constantes Para las pruebas con desfase de 0º se comenzará con el canal de tierra en 0A y se irá subiendo.

Comprobar que la intensidad de operación está dentro del margen indicado en la Tabla 2.4-6.

Tabla 2.4-6: Características para el ensayo de las unidades de faltas a tierra restringidas

Fase A	Fase B	Canal de Tierra - Arranque	
1 A (0º)	-	180º	Nunca
1 A (0º)	-	0º	0,048 A - 0,052 A
2 A (0º)	-2 A (180º)	0º	0,388 A - 0,412 A
3,2 A (0º)	3,2 A (180º)	0º	0,621 - 0,659 A

Repetir la prueba usando las fases B y C.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 3.

Unidades de Protección de Distancia

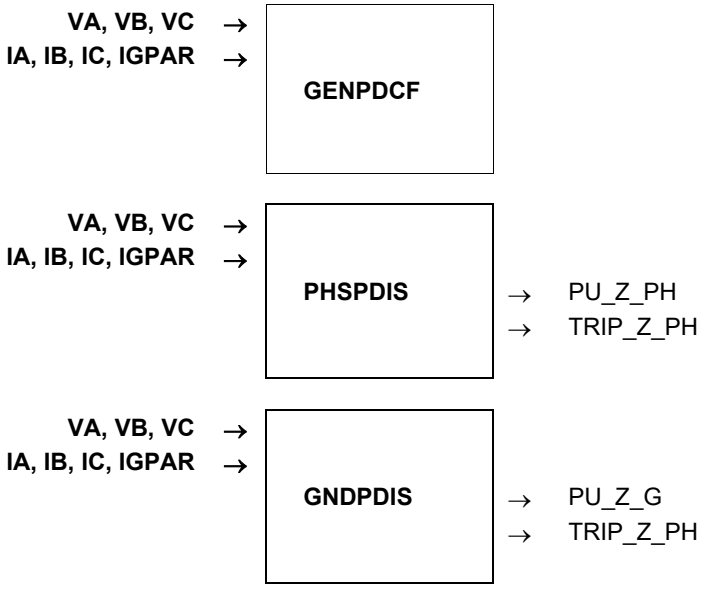
3.1 Unidades de Medida de Distancia

3.1.1	Identificación	3.1-2
3.1.2	Bloque general de la unidad	3.1-2
3.1.3	Operación	3.1-2
3.1.4	Característica cuadrilateral	3.1-4
3.1.4.a	Unidad de reactancia	3.1-4
3.1.4.b	Unidad direccional	3.1-9
3.1.4.c	Limitador resistivo	3.1-9
3.1.4.d	Representación	3.1-11
3.1.5	Característica Mho	3.1-12
3.1.6	Activación de características de distancia	3.1-17
3.1.7	Lógica de memoria de tensión	3.1-18
3.1.8	Actuación de unidades de distancia	3.1-19
3.1.8.a	Actuación de las unidades monofásicas	3.1-19
3.1.8.b	Actuación de unidades bifásicas	3.1-22
3.1.9	Arranque y actuación de zona	3.1-23
3.1.10	Rangos de ajuste	3.1-24
3.1.11	Entradas analógicas a la unidad	3.1-26
3.1.12	Entradas digitales a los módulos de distancia	3.1-27
3.1.13	Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia	3.1-28
3.1.14	Ensayo de las unidades de distancia	3.1-32
3.1.14.a	Características para faltas monofásicas	3.1-33
3.1.14.b	Características para faltas entre fases	3.1-36
3.1.15	Ejemplo de aplicación	3.1-40
3.1.15.a	Datos iniciales	3.1-40
3.1.15.b	Impedancias del sistema	3.1-41
3.1.15.c	Ajustes comunes para unidades de distancia	3.1-43
3.1.15.d	Ajustes de zona	3.1-43

3.1.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
(8) Zonas de protección de distancia reversibles	PDIS		**21/21N**

3.1.2 Bloque general de la unidad



3.1.3 Operación

Los equipos **DLF** disponen de ocho zonas de protección independientes, cuya dirección de actuación puede invertirse individualmente por medio del ajuste de ***Dirección***.

La direccionalidad de la zona designada como zona en contradirección (**Zona 4** o **Zona 5** dependiendo del valor del ajuste **Zona Contradirección**) se comporta de manera diferente que las otras zonas. Cuando el esquema de protección seleccionado es **Bloqueo por comparación direccional** o si la **Lógica de Alimentación Débil** (señales de "eco" o "eco + disparo") y el **Bloqueo transitorio por inversión de intensidad** está habilitado, la Zona 4 o la Zona 5 funcionarán **como si estuviesen ajustadas hacia atrás**, aunque su ajuste de dirección indique lo contrario. Por lo tanto, cuando cualquiera de estos esquemas está en uso, no es necesario ajustar la dirección de la Zona 4 o la Zona 5.

Cada zona dispone de seis unidades de medida independientes (una para cada tipo de falta), las cuales operan sobre un fasor de operación y un fasor de polarización obtenidos a partir de los fasores elementales de intensidades y tensiones de fase y de los ajustes relativos a las características de la línea protegida.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Las unidades de medida para faltas a tierra efectúan una compensación de la impedancia de retorno con el fin de evaluar una impedancia directamente proporcional a la impedancia de secuencia positiva de la línea. Dicha compensación se efectúa en base al factor K0 definido como:

K0 = Z0 / Z1donde Z0 y Z1 son las impedancias de secuencia cero y directa respectivamente, correspondientes a cada zona de distancia.

Cada zona dispone de ajustes de ***Alcance*** (impedancia de secuencia directa) y de ***Compensación homopolar*** (K0 = Z0 / Z1) propios, tanto en módulo como en argumento, independientes de los correspondientes al resto de las zonas. Dicha independencia proporciona una mayor exactitud en las unidades de medida para aplicaciones en líneas mixtas. Por otra parte, una misma zona dispone de ajustes de ***Alcance*** y ***Limitación resistiva*** (caso de seleccionar una característica Cuadrilateral) independientes para unidades de fase y unidades de tierra.

Las unidades de medida para faltas a tierra pueden efectuar una compensación del acoplamiento mutuo de secuencia cero cuando existan líneas en paralelo. Para ello el ajuste ***Corrección de acoplamiento mutuo***, correspondiente a las unidades de distancia (existe otro ajuste independiente para el localizador de faltas), debe estar en **SÍ**. La compensación del acoplamiento mutuo se efectúa mediante el término **K0M*(INPAR/3)** donde:

> **K0M=Z0M/Z1** es el factor de acoplamiento mutuo (**Z0M** es la impedancia mutua de secuencia cero y **Z1** es la impedancia de secuencia directa de la línea).
> **INPAR** es la intensidad de neutro de la línea paralela

La compensación del acoplamiento mutuo de secuencia cero solamente se efectuará si la relación I0/I0PAR (intensidad de secuencia cero de la línea protegida / intensidad de secuencia cero de la línea paralela) supera el ajuste ***Factor I0/I0PAR***. La finalidad de dicho ajuste es la de evitar la habilitación de la compensación del acoplamiento mutuo para faltas en la línea paralela con un elevado valor de I0PAR. En ese caso, dicha compensación produciría un gran sobrealcance que podría dar lugar a la operación del relé ante dicha falta externa. Siempre que las dos líneas paralelas compartan la misma fuente, una falta en la línea paralela generará una I0PAR mayor que I0 por lo que **I0/I0PAR<Factor I0/I0PAR**.

La característica de distancia puede ser seleccionada de forma independiente para la detección de faltas a tierra y para la detección de faltas entre fases, mediante los ajustes ***Característica Tierra*** y ***Característica Fases*** respectivamente, los cuales presentan las siguientes opciones:

- Característica Cuadrilateral.
- Característica Mho.
- Mho y Cuadrilateral.
- Mho o Cuadrilateral.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.4 Característica cuadrilateral

Las características cuadrilaterales están formadas por tres elementos:

- Unidad de reactancia.
- Unidad direccional.
- Limitador resistivo.

3.1.4.a Unidad de reactancia

Las unidades de reactancia del **DLF** están polarizadas por un fasor que, en sistemas homogéneos, es paralelo a la intensidad que circula por la impedancia de defecto. Este tipo de polarización compensa la influencia de la carga, eliminando los sobrealcances y subalcances que ésta produce ante faltas resistivas con aportación remota, por introducir un desfase entre las intensidades local y remota.

La falta de homogeneidad de un sistema introduce un desfase adicional entre las intensidades local y remota, pudiendo dar lugar, asimismo, a sobrealcances y subalcances que no podrán ser compensados por el uso del fasor de polarización. Para eliminarlos, el **ZLV** introduce una compensación en el comparador de fase de la característica de reactancia de zona 1, calculada a partir de las impedancias del sistema. Esta compensación, equivalente a una inclinación de la característica y por eso denominada ángulo de basculamiento, solo se aplica cuando la característica se ajusta hacia delante y durante un tiempo ajustable (***Tiempo de basculamiento***) tras el inicio de la falta. Transcurrido este tiempo la característica vuelve a su posición normal.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en cada una de las unidades de medida de **Reactancia**, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 3.1-1: Característica de reactancia

Unidad	Fop	Fpol	Criterio
AG	$\left[Ia + I0 \cdot \left(K0n - 1\right) + (I0PAR \cdot K0M)^{*}\right] \cdot Z1n - Va$	Ia2 or Ia - Iapf	$0^{o} \le \left[\arg\left(\text{Fop}\right) - \arg\left(\text{Fpol}\right)\right] \le 180^{o}$
BG	$\left[Ib + I0 \cdot \left(K0n - 1\right) + (I0PAR \cdot K0M)^{*}\right] \cdot Z1n - Vb$	Ib2 or Ib - Ibpf	
CG	$\left[Ic + I0 \cdot \left(K0n - 1\right) + (I0PAR \cdot K0M)^{*}\right] \cdot Z1n - Vc$	Ic2 or Ic - Icpf	
AB	$Iab \cdot Z1n - Vab$	Iab - $Iabpf$	
BC	$Ibc \cdot Z1n - Vbc$	Ibc - $Ibcpf$	
CA	$Ica \cdot Z1n - Vca$	Ica - $Icapf$	

*** El término se aplica únicamente si el ajuste de unidades de distancia *Corrección de acoplamiento mutuo* está a SÍ y I0/I0PAR>Factor I0/I0PAR.**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Donde:

Ia, Ib, Ic	Intensidades de fase
$Iapf, Ibpf, Icpf$	Intensidades de fase durante la pre-falta (carga)
Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia)
$Iabpf, Ibcpf, Icapf$	Intensidades entre fases durante la pre-falta (Iapf-Ibpf), (Ibpf-Icpf), (Icpf-Iapf)
$Ia2, Ib2, Ic2$	Intensidades de secuencia inversa referidas a cada una de las fases
$I0$	Intensidad de secuencia homopolar
$I0PAR$	Intensidad de secuencia homopolar de la línea paralela (intensidad de neutro INPAR dividida por 3)
Va, Vb, Vc	Tensiones de fase
Vab, Vbc, Vca	Tensiones entre fases (Va-Vb), (Vb-Vc), (Vc-Va)
$Z1n$	Impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
$Z0n$	Impedancia de alcance de secuencia cero asociada a la zona n
$K0n = \frlvert Z0n \frrvert / \frlvert Z1n \frrvert$	Factor de compensación homopolar para la zona n
$K0M = Z0M / Z1L$	Factor de acoplamiento mutuo de secuencia cero
$Z0M$	Impedancia mutua de secuencia cero
$Z1L$	Impedancia de secuencia directa de la línea

Las intensidades de pre-falta se almacenan dos ciclos antes del instante de activación del detector de falta. Los valores de dichas intensidades son comparados porcentualmente con los valores de las intensidades de falta, con el fin de asegurar que las magnitudes almacenadas provienen de una condición de carga. Las magnitudes de pre-falta son consideradas únicamente mientras se mantenga activado el detector de falta y no esté activa la señal de **Condición de bloqueo por oscilación de potencia**.

Las unidades de medida de **Reactancia** para faltas a tierra están polarizadas normalmente por intensidad de secuencia inversa dado su paralelismo con la intensidad que circula por la resistencia de falta. Sin embargo, dicho paralelismo no podrá asegurarse en determinadas condiciones, tales como la apertura de un polo (ciclo de reenganche monofásico), o para faltas bifásicas a tierra (cuando se haya permitido la actuación de una unidad monofásica, ya sea porque el ajuste ***Fase en retraso*** se ha puesto a **SÍ** o porque se ha activado alguna de las entradas de permiso de actuación de las unidades AG, BG o CG. Ver Actuación de unidades de distancia). En esos casos, la intensidad de secuencia inversa es reemplazada por la intensidad de fase de falta (eliminada la componente de carga), la cual sí que estará en fase con la caída de tensión en la resistencia de defecto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En las siguientes figuras se muestra un plano de tensiones en el que se ha incluido una línea de **Reactancia** para faltas a tierra asociada a la zona 1.

En la Figura 3.1.1 se muestra una línea de **Reactancia** para un sistema homogéneo y con carga. El punto **F** indica el punto de incidencia de la falta y el punto **F'** el lugar en que el relé ve la falta. Como se ve en la figura, ambos puntos no coinciden a causa del vector **IF·RF**, que representa la caída de tensión en la impedancia de falta. Sin carga sobre la línea, dicho vector sería horizontal (suponiendo que las intensidades de fase y equivalente son paralelas) y el punto **F'** estaría localizado sobre la horizontal que pasa por **F**.

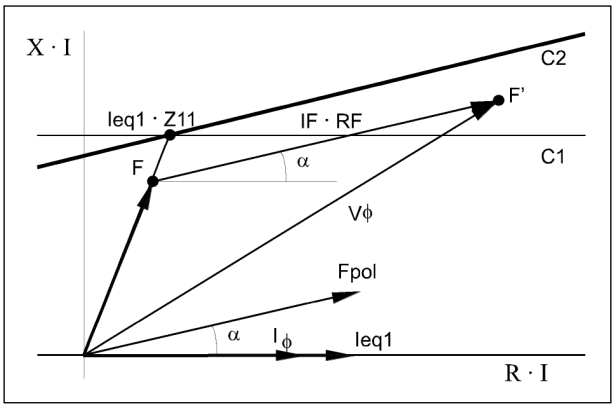


Figura 3.1.1 Diagrama de la característica de reactancia para faltas a tierra (I).

Sin embargo, la aportación del extremo remoto origina un giro α que hace mover al punto **F'** hasta el lugar que muestra la figura (se ha supuesto un flujo de carga proveniente del extremo remoto).

La característica **C1** (representada en condiciones en que no existe aportación desde el otro extremo) se transforma en **C2**, girando el ángulo α y manteniendo al punto **F'** dentro de la zona de operación. El giro de la característica de **Reactancia** tiende a compensar el que sufre la caída de tensión en la impedancia de falta, vista por el relé, evitando tanto el sobrealcance como el subalcance.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la Figura 3.1.2 se muestra una característica de **Reactancia** sobre un sistema sin carga (desfase nulo entre fuentes local y remota) pero no homogéneo.

En este caso la caída de tensión en la falta es vista por el relé con un giro γ debido a la falta de homogeneidad del sistema. El ángulo de basculamiento hace que la característica aplicada no sea la **C1** sino la **C2**, con lo cual se evita el sobrealcance del relé durante el tiempo de basculamiento ajustado (iniciado por la activación del detector de falta), permitiendo a las protecciones adyacentes despejar la falta. El ángulo γ es calculado por el **DLF** a partir de las impedancias de línea, fuente y paralelo equivalente.

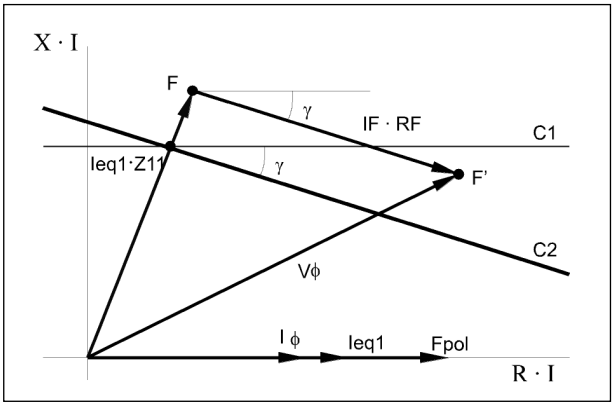


Figura 3.1.2 Diagrama de la característica de reactancia para faltas a tierra (II).

El valor del ángulo de basculamiento γ se calcula a partir de las impedancias de línea, fuente y paralelo equivalente. Dicho ángulo depende del ajuste ***Tipo de ángulo de basculamiento***. Si dicho ajuste toma el valor **Directo**, γ es igual al ajuste ***Ángulo de basculamiento***. Si el ajuste ***Tipo de ángulo de basculamiento*** toma el valor **Calculado**, el valor de γ se obtendrá a partir de las impedancias del sistema equivalente.

$I\phi$	Intensidad de fase
$Ieq1$	Intensidad equivalente asociada a la zona 1: $Ieq1 = I\phi + I0 \cdot \left(K01 - 1\right) + (I0PAR \cdot K0M)^{*}$
$V\phi$	Tensión de fase
RF	Resistencia de falta a tierra
IF	Intensidad que circula por la resistencia de falta a tierra
$Fpol$	Fasor de polarización para reactancia monofásica $Fpol = I\phi 2$ o $I\phi - I\phi pf$
$Z11$	Impedancia de alcance de la zona 1

*** El término se aplica únicamente si el ajuste de unidades de distancia *Corrección de acoplamiento mutuo* está a SÍ y I0/I0PAR>Factor I0/I0PAR.**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En las figuras 3.1.3 y 3.1.4 se muestra un plano de tensiones en el que se ha incluido una línea de **Reactancia** para faltas entre fases asociada a la zona 1.

En la Figura 3.1.3 se muestra la línea de **Reactancia** para un sistema homogéneo y con carga. De forma similar al caso comentado anteriormente, para faltas monofásicas a tierra, se puede observar el giro que experimenta la línea de reactancia con el fin de compensar el subalcance derivado de la existencia de un flujo de carga proveniente del extremo remoto.

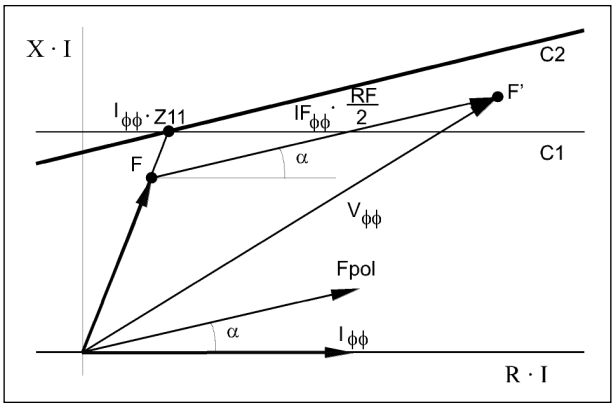


Figura 3.1.3 Diagrama de la característica de reactancia para faltas entre fases (I).

En la Figura 3.1.4 se muestra una característica de **Reactancia** sobre un sistema sin carga, pero no homogéneo. Se puede observar, al igual que para faltas monofásicas a tierra, el giro aplicado sobre la línea de reactancia en base al ángulo de basculamiento calculado internamente, evitándose de esa forma el sobrealcance durante el tiempo de basculamiento ajustado.

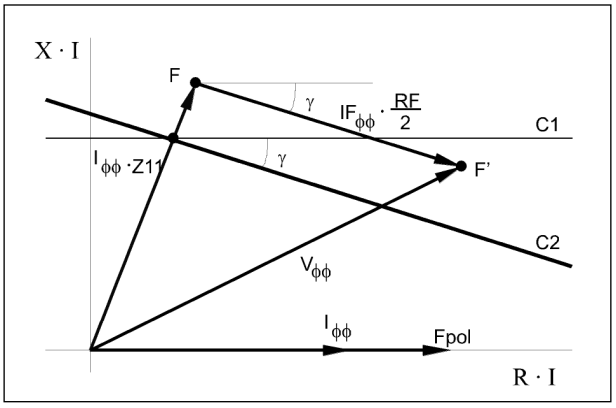


Figura 3.1.4 Diagrama de la característica de reactancia para faltas entre fases (II).

Donde:

$I\phi\phi$	Intensidad fase-fase (Ia-Ib, Ib-Ic, Ic-Ia)
$V\phi\phi$	Tensión fase-fase (Va-Vb, Vb-Vc, Vc-Va)
RF	Resistencia de falta entre fases
$IF\phi\phi$	Intensidad fase-fase por la resistencia de falta (IFa-IFb, IFb-IFc, IFc-IFa)
$Fpol$	Fasor de polarización para reactancia bifásica $Fpol = I\phi\phi - I\phi\phi pf$
$Z11$	Impedancia de alcance de la zona n

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.4.b Unidad direccional

Los equipos **DLF** presentan una unidad direccional para cada tipo de falta, común a todas las zonas.

Las señales de dirección y contradirección a emplear por las características cuadrilaterales se generan a partir de las señales de las unidades direccionales de secuencia directa, secuencia inversa y de distancia.

Si el ajuste ***Tipo de control de par*** está en **Normal** se utiliza únicamente la direccional de distancia.

Si el ajuste es Avanzado:

- Si está activa la señal de **Condición de bloqueo por oscilación de potencia** (**CBPS**) se utiliza la unidad direccional de secuencia directa (si el selector de fases indica falta trifásica) y la unidad direccional de secuencia inversa en caso contrario.
- En el resto de los casos se utiliza la unidad direccional de distancia.

3.1.4.c Limitador resistivo

El equipo **DLF** dispone de seis unidades de limitación resistiva (uno para cada tipo de falta) por zona. Los alcances de los limitadores resistivos para faltas a tierra y para faltas entre fases son independientes, siendo ambos ajustes propios de cada zona. En la siguiente tabla se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en cada uno de los limitadores resistivos, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 3.1-2: Limitador resistivo

Característica eje R>0			
Unidad	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
AG	$Ia \cdot \mathrm{RGn} - \mathrm{Va}$	$Ia \cdot \mathrm{RGn}$	$-(180 - \theta bucn) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le \theta bucn$
BG	$Ib \cdot \mathrm{RGn} - \mathrm{Vb}$	$Ib \cdot \mathrm{RGn}$	
CG	$Ic \cdot \mathrm{RGn} - \mathrm{Vc}$	$Ic \cdot \mathrm{RGn}$	
Característica eje R<0			
AG	$-Ia \cdot \mathrm{RGn} - \mathrm{Va}$	$-Ia \cdot \mathrm{RGn}$	$-(180 - \theta bucn) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le \theta bucn$
BG	$-Ib \cdot \mathrm{RGn} - \mathrm{Vb}$	$-Ib \cdot \mathrm{RGn}$	
CG	$-Ic \cdot \mathrm{RGn} - \mathrm{Vc}$	$-Ic \cdot \mathrm{RGn}$	

Característica eje R>0			
Unidad	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
AB	$Iab \cdot \mathrm{RPn} - \mathrm{Vab}$	$Iab \cdot \mathrm{RPn}$	$-(180^{\circ} - \theta n) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le \theta n$
BC	$Ibc \cdot \mathrm{RPn} - \mathrm{Vbc}$	$Ibc \cdot \mathrm{RPn}$	
CA	$Ica \cdot \mathrm{RPn} - \mathrm{Vca}$	$Ica \cdot \mathrm{RPn}$	
Característica eje R<0			
AB	$-Iab \cdot \mathrm{RPn} - \mathrm{Vab}$	$-Iab \cdot \mathrm{RPn}$	$-(180^{\circ} - \theta n) \le [\arg(\mathrm{Fop}) - \arg(\mathrm{Fpol})] \le \theta n$
BC	$-Ibc \cdot \mathrm{RPn} - \mathrm{Vbc}$	$-Ibc \cdot \mathrm{RPn}$	
CA	$-Ica \cdot \mathrm{RPn} - \mathrm{Vca}$	$-Ica \cdot \mathrm{RPn}$	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Donde:

Ia, Ib, Ic	Intensidades de fase
Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia)
Va, Vb, Vc	Tensiones de fase
Vab, Vbc, Vca	Tensiones entre fases
RGn	Alcance resistivo para faltas a tierra correspondiente a la zona n
RPn	Alcance resistivo para faltas entre fases correspondiente a la zona n
θn	Ángulo de la impedancia de alcance de secuencia directa de la zona n
$\theta bucn$	Ángulo de la impedancia de bucle para zona n: $\theta bucn = \theta n - \left[\arg(\mathrm{Ia}) - \arg(\mathrm{Ieqn})\right]$

Los limitadores resistivos para faltas a tierra emplean como fasor de polarización la intensidad de fase, pues ésta generalmente se aproxima más a la intensidad que circula por resistencia de falta que la intensidad equivalente.

En la Figura 3.1.5 se representan los **Limitadores resistivos** para faltas a tierra asociados a la zona 1.

Ambas características, C4 y C5, forman el ángulo de la impedancia de bucle de zona 1 con respecto al eje que define la intensidad de fase, por lo que formarán el ángulo de la impedancia de alcance de secuencia directa de dicha zona con respecto al eje definido por la intensidad equivalente.

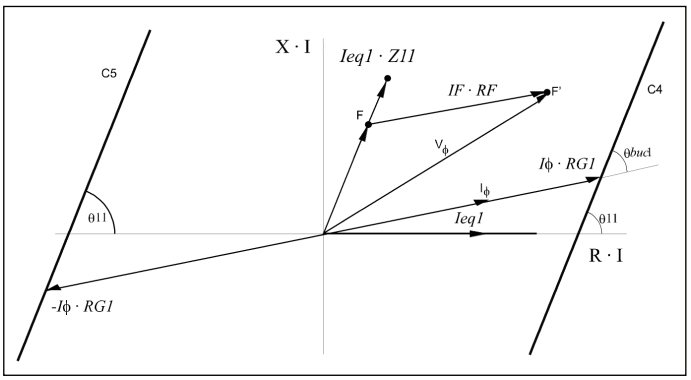


Figura 3.1.5 Diagrama de los limitadores resistivos para faltas a tierra.

En la Figura 3.1.5 la caída de tensión en la resistencia de falta se ha considerado paralela a la intensidad de fase.

En la Figura 3.1.6 se representan los limitadores resistivos para faltas entre fases asociados a la zona 1.

Ambas características, C4 y C5, forman el ángulo de la impedancia de alcance de secuencia directa de zona 1 con respecto al eje que define la intensidad fase-fase.

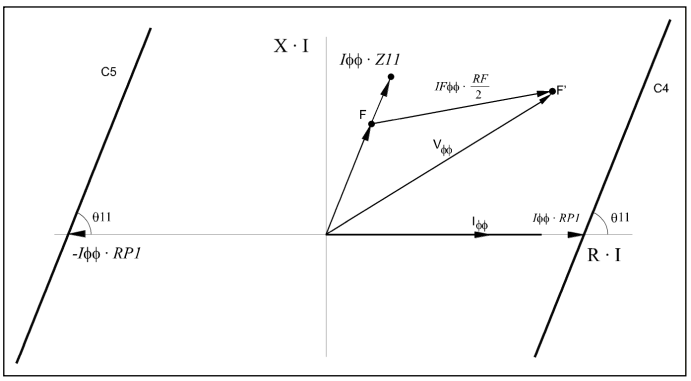


Figura 3.1.6 Diagrama de los limitadores resistivos para faltas entre fases.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La inclinación que presentan los limitadores resistivos proporciona una misma cobertura resistiva en toda la longitud de línea abarcada por cada zona.

3.1.4.d Representación

En la figura 3.1.7 se ve la representación de la característica cuadrilateral para faltas a tierra en un plano de tensiones referido a la intensidad equivalente. Para pasar a un plano de impedancias habría que dividir todos los vectores por dicha intensidad.

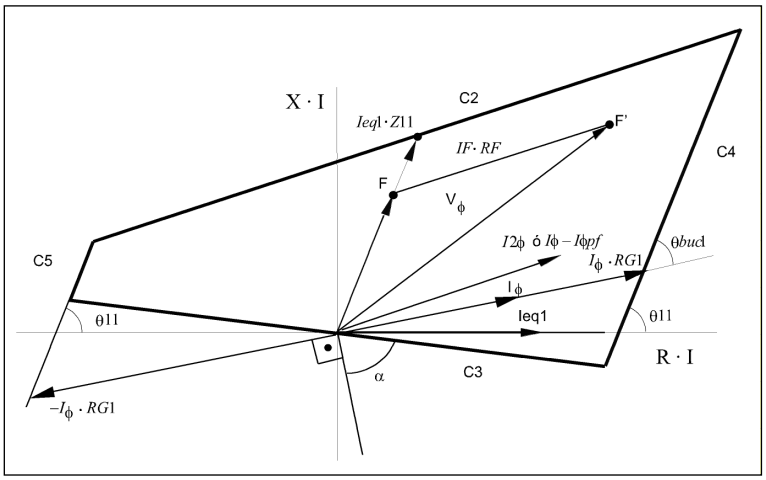


Figura 3.1.7 Diagrama de la característica cuadrilateral para faltas a tierra.

Se ha considerado un sistema homogéneo (por lo que no se ha incluido el efecto del basculamiento), aunque, por otra parte, se ha representado un caso en el cual ninguno de los vectores $I\phi$, Ieq e $I2\phi$ (o $I\phi - I\phi pf$) son paralelos. El desfase existente entre $I\phi$ e $I2\phi$ depende del flujo de carga, mientras que el desfase que pueda haber entre $I\phi$ e Ieq dependerá de la intensidad de secuencia cero (en la que influirá mucho el tipo de falta: monofásica o bifásica a tierra) así como del factor de compensación homopolar. En los cables el desfase entre las intensidades de fase y equivalente suele ser importante a causa de la diferencia de ángulos entre las impedancias de secuencia directa y homopolar.

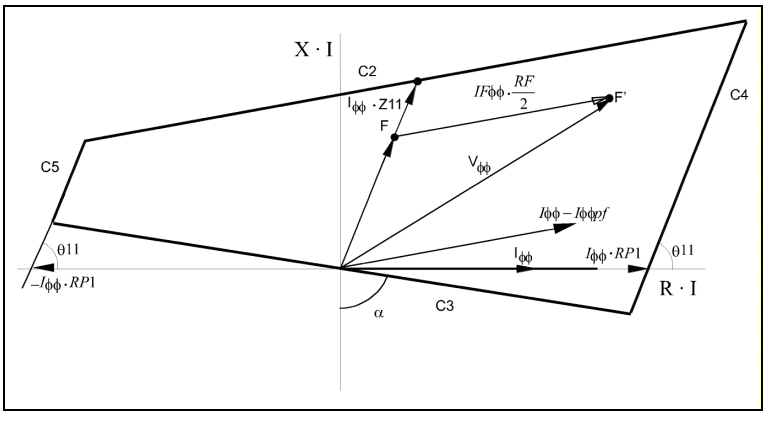


Figura 3.1.8 Diagrama de la característica cuadrilateral para faltas entre fases.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.5 Característica Mho

Las características **Mho** del **DLF** están polarizadas por la tensión de secuencia directa (con memoria, cuando ésta sea necesaria) correspondiente a la fase o fases consideradas, lo cual proporciona un comportamiento similar al ya comentado para la unidad direccional asociada a la característica cuadrilateral:

- **Variable**: el uso de la tensión de secuencia directa produce una expansión hacia atrás de la característica, cuando la falta es hacia delante, proporcional al valor de la impedancia de fuente local. Dicho comportamiento es debido a que la tensión de secuencia directa involucra la fase o fases sanas.
- **Dinámico**: el uso de la memoria de tensión produce una expansión temporal (según la duración de dicha memoria) hacia atrás de la característica, en el caso de faltas hacia delante, también proporcional al valor de la impedancia de fuente local.

Dicho comportamiento permite a la característica **Mho** actuar correctamente ante faltas muy cercanas (con tensión muy baja) y ante inversiones de tensión que pudieran darse en líneas con compensación serie.

La tensión memorizada se emplea cuando así lo indique la lógica de memoria de tensión (ver apartado 3.1.5).

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en cada una de las unidades de medida **Mho**, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 3.1-3: Característica Mho

Unidad	Fop	Fpol	Criterio
AG	$\left[Ia + I0 \cdot \left(K0n - 1\right) + (I0PAR \cdot K0M)*\right] \cdot Z1n - Va$	$Va1M$	$-90^{o} \le \left[\arg\left(\mathrm{Fop}\right) - \arg\left(\mathrm{Fpol}\right)\right] \le 90^{o}$
BG	$\left[Ib + I0 \cdot \left(K0n - 1\right) + (I0PAR \cdot K0M)*\right] \cdot Z1n - Vb$	$Vb1M$	
CG	$\left[Ic + I0 \cdot \left(K0n - 1\right) + (I0PAR \cdot K0M)*\right] \cdot Z1n - Vc$	$Vc1M$	
AB	$Iab \cdot Z1n - Vab$	$Vab1M$	
BC	$Ibc \cdot Z1n - Vbc$	$Vbc1M$	
CA	$Ica \cdot Z1n - Vca$	$Vca1M$	

*** El término se aplica únicamente si el ajuste de unidades de distancia "Corrección de acoplamiento mutuo" está a SÍ y I0/I0PAR>Factor I0/I0PAR.**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El significado de las variables utilizadas en la tabla anterior es el siguiente:

Ia, Ib, Ic	Intensidades de fase
Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia)
$I0$	Intensidad de secuencia homopolar
$I0PAR$	Intensidad de secuencia homopolar de la línea paralela (intensidad de neutro INPAR dividida por 3)
Va, Vb, Vc	Tensiones de fase
Vab, Vbc, Vca	Tensiones entre fases (Va-Vb), (Vb-Vc), (Vc-Va)
$Va1M, Vb1M, Vc1M$	Tensiones de secuencia directa referidas a cada una de las fases
$Vab1M, Vbc1M, Vca1M$	Tensiones de secuencia directa referidas a cada uno de los pares de fases
$Z1n$	Impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
$Z0n$	Impedancia de alcance de secuencia cero asociada a la zona n
$\mathrm{K0n} = \frlvert{\mathrm{Z0n}}{\mathrm{Z1n}}$	Factor de compensación homopolar para la zona n
$K0M = \frac{Z0M}{Z1L}$	Factor de acoplamiento mutuo de secuencia cero
$Z0M$	Impedancia mutua de secuencia cero
$Z1L$	Impedancia de secuencia directa de la línea

En las figuras 3.1.9 y 3.1.10, se muestra la característica **Mho** para faltas a tierra. Por efecto del sistema de polarización utilizado, el diámetro de la característica no coincide con la longitud del alcance ajustado sino con la suma vectorial de dicho alcance y un vector función de la impedancia de fuente local. Este efecto permite disparar ante faltas hacia delante muy cercanas, con valores de tensión muy bajos (que se sitúen muy cerca del origen) o incluso ante faltas hacia delante en líneas con compensación serie que aparezcan en el tercer cuadrante por el efecto de la reactancia negativa de los condensadores.

De nuevo es importante destacar que el efecto anterior no implica una pérdida de direccionalidad, dado que para faltas en contradirección la característica **Mho** experimenta un desplazamiento hacia delante, según un vector proporcional a la suma de impedancias de línea y fuente remota. Dicho desplazamiento se puede observar en la Figura 3.1.11.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la Figura 3.1.9 se muestra la característica **Mho** en el momento de incidencia de una falta hacia delante, en la que, por efecto de la memoria, se aplica como tensión de polarización la tensión de secuencia directa que existía previamente a la falta. Como se puede ver, la expansión que experimenta dicha característica viene dada por el vector:

$$ZSL \cdot (Ieq - I\phi carga)$$

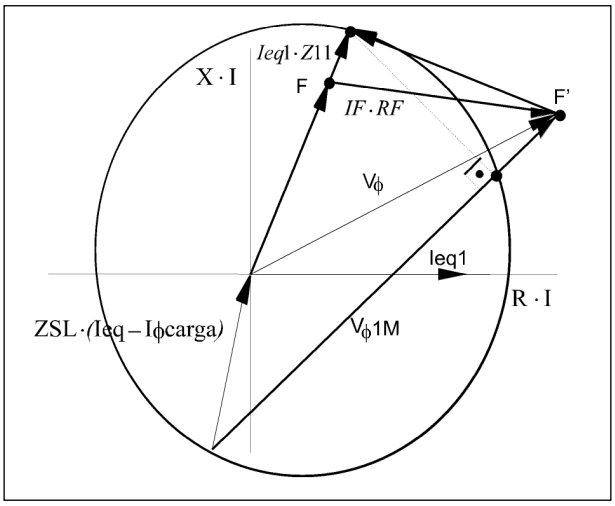


Figura 3.1.9 Diagrama de la característica Mho para faltas a tierra (I).

En la figura 3.1.10 se muestra la característica **Mho** una vez que se ha disipado el efecto de la memoria durante un régimen estacionario de falta. El desplazamiento que experimenta dicha característica viene dado por el vector:

$$ZSL \cdot (Ieq - I1\phi)$$

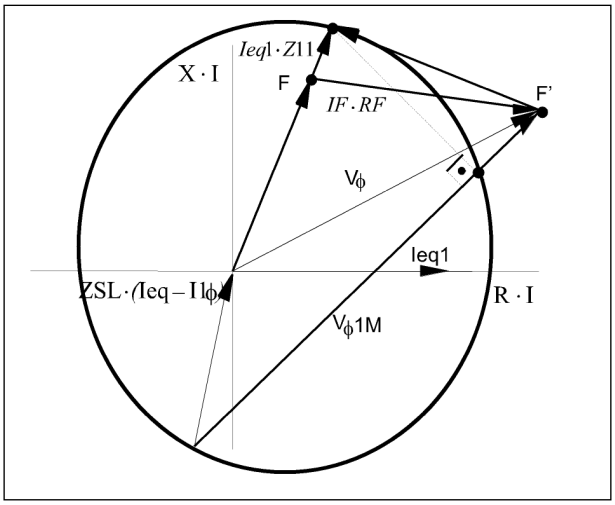


Figura 3.1.10 Diagrama de la característica Mho para faltas a tierra (II).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la Figura 3.1.11 se muestra la característica **Mho** en el momento de incidencia de una falta hacia atrás. Por efecto de la memoria dicha característica experimenta un desplazamiento hacia arriba que viene dado por el vector:

$$(ZL + ZSR) \cdot (Ieq - I\phi carga)$$

Una vez que se ha disipado la memoria, por el efecto de la tensión de secuencia directa, durante la duración de la falta, la característica **Mho** mantendrá un desplazamiento hacia arriba que viene dado por el vector:

$$(ZL + ZSR) \cdot (Ieq - I1\phi)$$

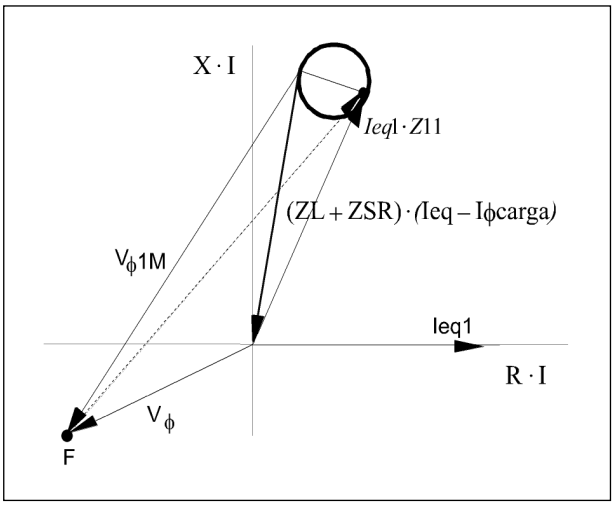


Figura 3.1.11 Diagrama de la característica Mho para faltas a tierra (III).

El significado de las variables incluidas en las figuras anteriores es el siguiente:

ZSL	Impedancia de secuencia directa de la fuente local (situada detrás del relé)
ZL	Impedancia de secuencia directa de la línea
ZSR	Impedancia de secuencia directa de la fuente remota
$Z11$	Impedancia de alcance de la zona 1
Ieq	Intensidad equivalente (común a la línea, fuente local y fuente remota)*
$I\phi(Ia, Ib, Ic)$	Intensidad de fase
$I1\phi$	Intensidad de secuencia directa de falta
$I\phi carga$	Intensidad de carga, previa a la falta
$V\phi$	Tensión de fase
$V\phi 1$	Tensión de secuencia directa

(*) Los vectores desplazamiento definidos anteriormente se han deducido considerando que los factores de compensación asociados a la línea, fuente local y fuente remota son iguales.

En las figuras 3.1.12 y 3.1.13, se muestra la característica **Mho** para faltas entre fases. Dichas figuras se han dibujado para una falta hacia delante. Si la falta fuera en contradirección, la característica **Mho** aparecería desplazada hacia arriba, con una disposición similar a la dibujada en la figura 3.1.11, correspondiente a una falta monofásica.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la Figura 3.1.12 se muestra la característica **Mho** en el momento de incidencia de la falta. La expansión que experimenta por el efecto de la memoria viene dado por el vector:

$$ZSL \cdot (I\phi\phi - I\phi\phi carga)$$

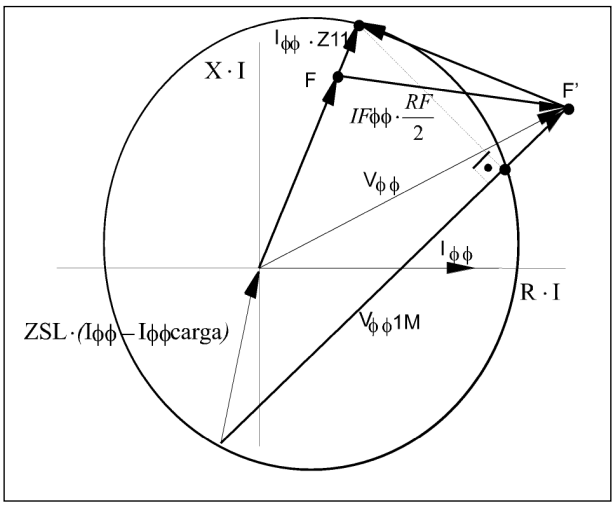


Figura 3.1.12 Diagrama de la característica Mho para faltas entre fases (I).

En la Figura 3.1.13 se muestra la característica **Mho** una vez que se ha disipado la memoria. La expansión que experimenta dicha característica mientras se mantenga el régimen estacionario de falta viene dado por el vector:

$$ZSL \cdot (I\phi\phi - I\phi\phi 1)$$

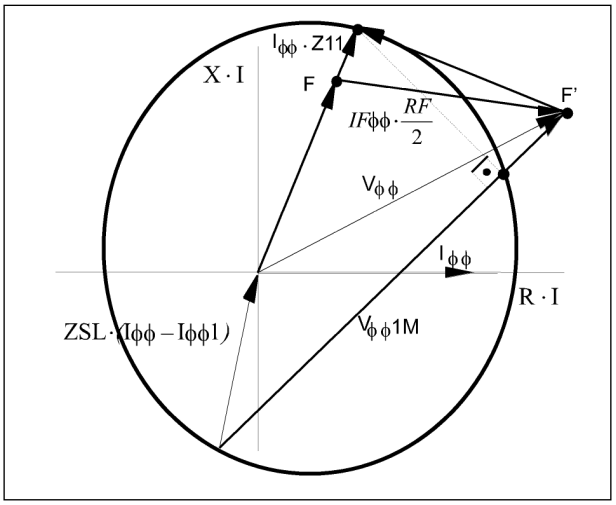


Figura 3.1.13 Diagrama de la característica Mho para faltas entre fases (II).

El significado de las variables incluidas en las figuras anteriores es el siguiente:

ZSL	Impedancia de secuencia directa de la fuente local
$I\phi\phi(Iab, Ibc, Ica)$	Intensidad entre fases (de falta)
$I1\phi\phi$	Intensidad de secuencia directa de falta (entre fases)
$I\phi\phi carga$	Intensidad de carga (entre fases), previa a la falta
$V\phi\phi$	Tensión entre fases
$V\phi\phi 1$	Tensión de secuencia directa (entre fases)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.6 Activación de características de distancia

En las figuras 3.1.14 y 3.1.15 se muestra la lógica de activación de las características de distancia AG y AB, respectivamente, para una zona n, en función de las salidas generadas por las unidades descritas hasta ahora y del ajuste de selección de característica.

Cuando una zona se ajusta hacia atrás, las unidades Mho y Reactancia invertirán el sentido de la intensidad empleada en su algoritmo de operación, mientras que la Unidad direccional, que siempre vigila faltas hacia adelante, negará su salida.

Si el ajuste de selección de **Característica**, ya sea para **faltas a tierra** o para **faltas entre fases**, toma el valor **Mho y Cuadrilateral**, tendrán que activarse simultáneamente las dos características para dar por activada la característica de distancia. Sin embargo, si este ajuste toma el valor de **Mho o Cuadrilateral**, la activación de una de las dos características será suficiente para dar por activada la característica de distancia.

Las salidas de las características de distancia se introducirán en la lógica de actuación de unidades de distancia.

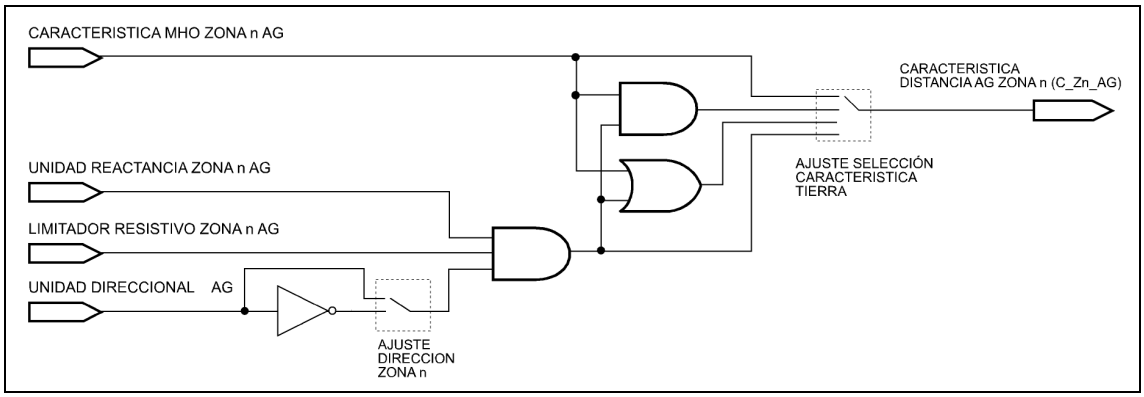


Figura 3.1.14 Lógica de activación de la característica de distancia AG.

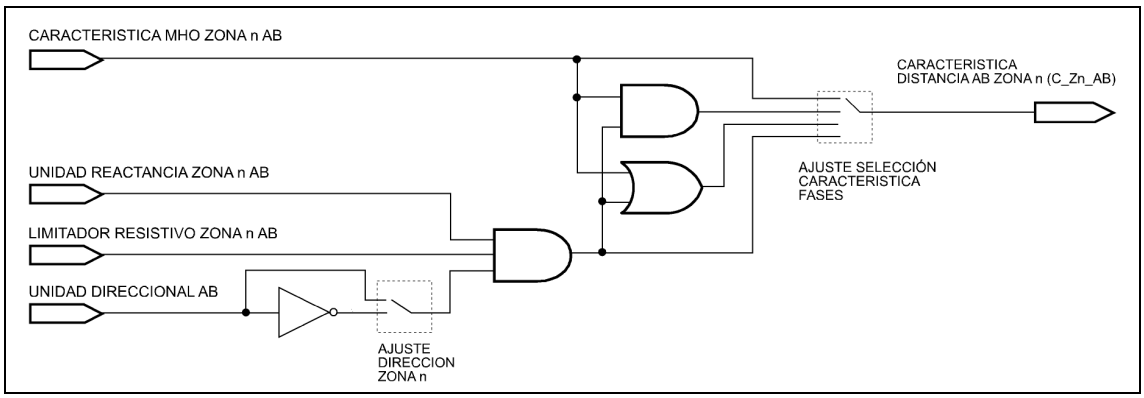


Figura 3.1.15 Lógica de activación de la característica de distancia AB.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.7 Lógica de memoria de tensión

La tensión de secuencia directa con memoria se almacena dos ciclos antes del instante de activación del detector de falta.

El uso de la tensión memorizada dependerá del ajuste de habilitación de la ***Lógica de compensación serie***. No obstante, con independencia de dicho ajuste, la tensión de secuencia directa con memoria se emplea únicamente si su valor supera 20 V (con el fin de evitar su uso en el momento del cierre del interruptor en una posición con el transformador de tensión del lado de línea, lo que impediría el disparo) y mientras el detector de falta permanezca activo. La duración de dicha memoria, desde el instante en el que es congelada, vendrá dada por el ajuste ***Duración memoria***.

Si el ajuste de habilitación de la ***Lógica de compensación serie*** está a **NO** (lo cual indica que el **DLF** no es aplicado en una línea con compensación serie), la tensión con memoria sería necesaria solamente para despejar faltas trifásicas con tensión inferior al umbral mínimo para polarizar las unidades de distancia (ajuste de configuración ***Umbral tensión***). Por ello solamente se emplea memoria de tensión cuando la tensión de secuencia directa (correspondiente a la fase o fases consideradas) esté por debajo de **50 V**.

Si el ajuste de habilitación de la ***Lógica de compensación serie*** está a **SÍ** ya no se supervisa ningún umbral, puesto que la finalidad de la tensión con memoria es la de permitir actuaciones correctas no solamente ante faltas con tensión cercana a cero sino también ante inversiones de tensión, las cuales pueden darse con tensiones de falta relativamente elevadas.

El ajuste ***Duración memoria*** podrá tomar el valor máximo (100 ciclos) si se esperan faltas en zona 2 o zona 3 con tensión de secuencia directa inferior a la mínima para polarizar las unidades de distancia (siempre que las temporizaciones asociadas a dichas zonas sean menores que 80 ciclos). Esta situación podría darse ante faltas trifásicas en líneas muy cortas, con un SIR (relación entre la impedancia de fuente y la impedancia de línea) muy alto.

Por lo que respecta a las líneas con compensación serie, las inversiones de tensión no suelen darse para faltas en zona 2 porque la reactancia inductiva existente desde el relé hasta el alcance de la zona 1 suele ser mayor que la reactancia capacitiva introducida (no obstante, se debería efectuar la comparación). Por ello, no sería necesario mantener la memoria de tensión durante tiempos de zona 2 con el fin de despejar correctamente faltas hacia delante. Por otra parte, la habilitación de la ***Lógica de compensación serie*** permite actuar correctamente ante faltas hacia atrás empleando el mínimo tiempo de memoria de tensión.

Si la línea presenta compensación serie, el problema de las inversiones de tensión, tal y como se comentó antes, queda solventado con poco tiempo de memoria de tensión, aunque se debería estudiar la probabilidad de inversiones de tensión de secuencia directa o de valores muy bajos de dicha tensión para faltas en la zona 2. Sin embargo, la tensión con memoria se emplea siempre que el detector de falta se encuentre activado, lo que evita su uso continuo, en situaciones sin falta.

Con independencia de lo comentado anteriormente, la tensión con memoria se empleará un máximo de 4 ciclos cuando esté activa la señal ***Condición de bloqueo por oscilación de potencia***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.8 Actuación de unidades de distancia

Las salidas de arranque de las unidades de distancia AG, BG, CG, AB, BC y CA de las zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se obtienen combinando las salidas generadas por las características Mho y Cuadrilateral ya descritas con las salidas procedentes de las siguientes unidades:

- Unidades de supervisión.
- Selector de fases.
- Detector de polo abierto.
- Detector de fallo de fusible.
- Delimitador de carga.
- Unidad de bloqueo por armónicos.

El ajuste ***Arranque de temporizadores*** indica si el arranque del temporizador de cada una de las zonas se inicia con el arranque de la zona en cuestión o con el arranque de cualquier zona.

3.1.8.a Actuación de las unidades monofásicas

En la Figura 3.1.21 se muestra el diagrama lógico asociado al arranque de las unidades AG, para una zona n ajustada hacia “Adelante”. Si el ajuste de dirección de dicha zona fuera “Atrás” el diagrama sería similar, pero empleando la salida de supervisión de unidades hacia atrás.

Las unidades monofásicas, además de ante faltas monofásicas, podrán actuar ante faltas bifásicas a tierra si se dan las siguientes condiciones:

1. Cuando se haya activado alguna de las entradas de permiso de actuación de las unidades AG, BG o CG. Dichas entradas tienen aplicación en dobles circuitos, cuando se produzca una falta bifásica a tierra que afecte a ambos circuitos en fases diferentes (faltas conocidas como *cross-country* en la literatura anglosajona).

   En la Figura 3.1.21 se muestra una falta de este tipo que afecta a las fases A y B. El selector de fases del DLF-2, instalado en el extremo de la línea más cercano a la falta, estará indicando **Falta AG**. Sin embargo, el selector de fases del DLF-1, instalado en el otro extremo, indicará **Falta ABG**. Si se ha configurado un esquema de teleprotección, el disparo acelerado del DLF-1 será siempre trifásico, puesto que estará ejecutando una unidad bifásica (en este caso AB). Con el fin de evitar que dicho **DLF** dispare en trifásico (siempre que se haya optado por una filosofía de disparo monofásico ante faltas monofásicas), el equipo debe recibir del extremo remoto, además de la señal **Envío canal distancia**, la señal de **Tipo de falta** (en este caso AG). Esta última señal podrá utilizarse, por una parte, para permitir la actuación de la unidad monofásica asociada a la fase en falta en la línea protegida, mediante las entradas de permiso de actuación de las unidades monofásicas antes citadas y, por otra parte, para bloquear la unidad bifásica. De esa forma el disparo generado siempre será monofásico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

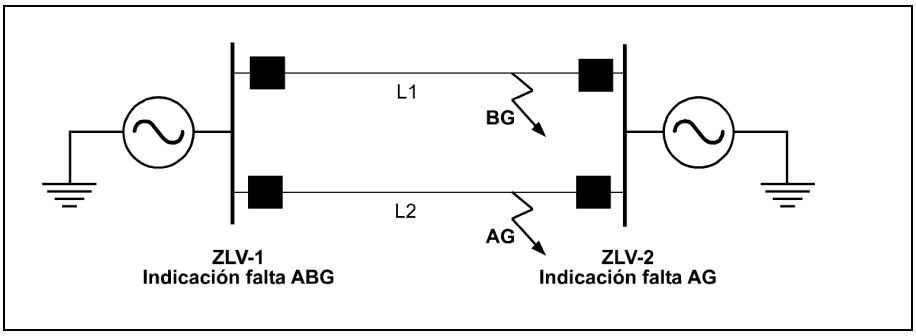


Figura 3.1.16 Faltas monofásicas AG y BG simultáneas en doble circuito.

No obstante, hay que tener en cuenta que una falta "cross-country" es una falta bifásica a tierra, generalmente con una resistencia entre el punto de unión de las dos fases en falta y tierra, lo cual provocará efectos de subalcance y sobrealcance sobre las unidades monofásicas asociadas a las fases en retraso y adelanto respectivamente. Si la fase en falta de la línea protegida es la fase en adelanto, la ejecución de la unidad monofásica no tendrá consecuencias negativas, puesto que la indicación de falta monofásica procedente del otro extremo solo se dará si la falta es interna a la línea. El efecto de sobrealcance de la unidad monofásica asegurará, en este caso, el disparo instantáneo (acelerado por zona en sobrealcance o incluso directo por zona 1). Sin embargo, si la fase en falta de la línea protegida es la fase en retraso, el efecto de subalcance antes citado puede hacer que la unidad monofásica asociada a la zona en sobrealcance no arranque (dependiendo del alcance de esta zona y del valor de la resistencia de falta a tierra). En ese caso puede interesar no bloquear la unidad bifásica. Para que el disparo generado siga siendo monofásico, sería necesario emplear las entradas de bloqueo de disparo de cada polo del interruptor y la entrada de bloqueo de preparación a disparo trifásico, tal y como se comenta en el apartado de Lógica de Disparo Mono / Trifásico.

2. Cuando se pone a **SÍ** el ajuste ***Fase en retraso***, que permite, para cualquier falta bifásica, la actuación de la unidad de medida monofásica asociada a la fase en retraso.

   En una falta bifásica a tierra la unidad monofásica en retraso presentará un subalcance siempre que exista resistencia de falta entre el punto de unión de las dos fases y tierra. Dicho subalcance será mayor cuanto mayor sea esa resistencia a tierra. En ese caso, la unidad de medida bifásica será la encargada de disparar correctamente la falta. Sin embargo, para faltas bifásicas a tierra en las que la resistencia entre el punto de unión de las dos fases y tierra sea nula, como ocurre con faltas monofásicas simultáneas, la unidad monofásica en retraso actuará correctamente, ayudando a la unidad bifásica a despejar la falta.

   Es conveniente poner en **SÍ** dicho ajuste cuando se esperen resistencias de falta a tierra elevadas (en comparación con la impedancia de la línea) y se opte por la característica Cuadrilateral solamente para faltas monofásicas. La característica Mho bifásica actuará correctamente en la mayoría de las faltas bifásicas a tierra, puesto que la resistencia entre fases no suele ser elevada (se trata de una resistencia de arco). Sin embargo, podría subalcanzar ante faltas monofásicas simultáneas por ser elevada la resistencia entre fases. En ese caso la característica cuadrilateral monofásica sería la encargada de despejar la falta.

   Según lo comentado anteriormente, solamente tendrá sentido poner el ajuste ***Fase en retraso*** a **SÍ** cuando se haya elegido una característica cuadrilateral para faltas a tierra.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Las unidades monofásicas producirán disparos monofásicos siempre que no se genere una preparación a disparo trifásico (Lógica de disparo mono / trifásico).

Cuando se produce la apertura de un polo (disparo monofásico), no se permitirá la actuación de ninguna unidad (sea monofásica o bifásica) que contenga la fase del polo abierto.

Si el ajuste ***Permiso Boque por Armónicos*** está habilitado (valor en "SÍ"), la unidad monofásica quedará bloqueada por la activación de la señal de bloqueo por armónicos de su correspondiente fase.

Las unidades monofásicas asociadas a una determinada zona solo podrán actuar cuando esté activa la entrada de **Habilitación de las unidades de tierra** correspondiente a dicha zona, que se encuentra por defecto a **1**.

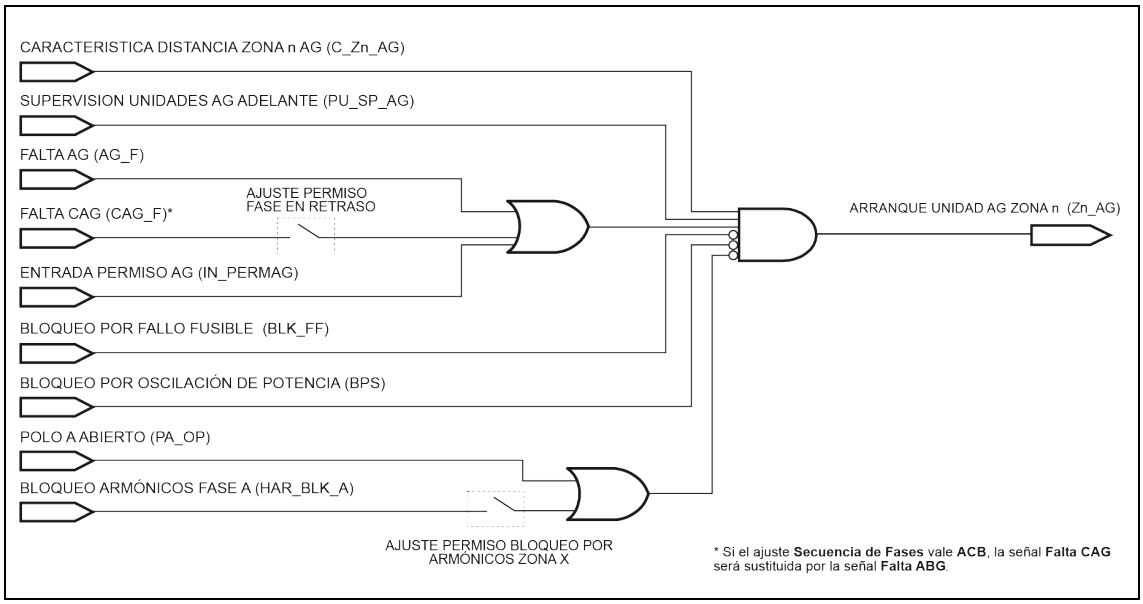


Figura 3.1.17 Lógica de arranque de unidades AG.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.8.b Actuación de unidades bifásicas

En la Figura 3.1.18 se muestra el diagrama lógico asociado al arranque de las unidades AB, para una zona '**n**' ajustada hacia "Adelante". Si el ajuste de dirección de dicha zona fuera "Atrás" el diagrama sería similar pero empleando la salida de supervisión de unidades hacia atrás.

Las unidades bifásicas nunca se activarán ante faltas monofásicas dada la preparación a disparo trifásico que siempre generan dichas unidades (Lógica de disparo mono / trifásico).

Al igual que se ha comentado para las unidades monofásicas, tampoco para las bifásicas se permitirá la actuación de ninguna unidad (sea monofásica o bifásica) que contenga la fase del polo abierto cuando se produzca la apertura de un polo (disparo monofásico).

Si el ajuste ***Permiso Boque por Armónicos*** está habilitado (valor en "SÍ") la unidad bifásica quedará bloqueada por la activación de cualquiera de las señales de bloqueo por armónicos correspondientes a sus mismas fases.

Las unidades bifásicas asociadas a una determinada zona solo podrán actuar cuando esté activa la entrada de **Habilitación de las unidades de fase** correspondiente a dicha zona, que se encuentra por defecto a **1**.

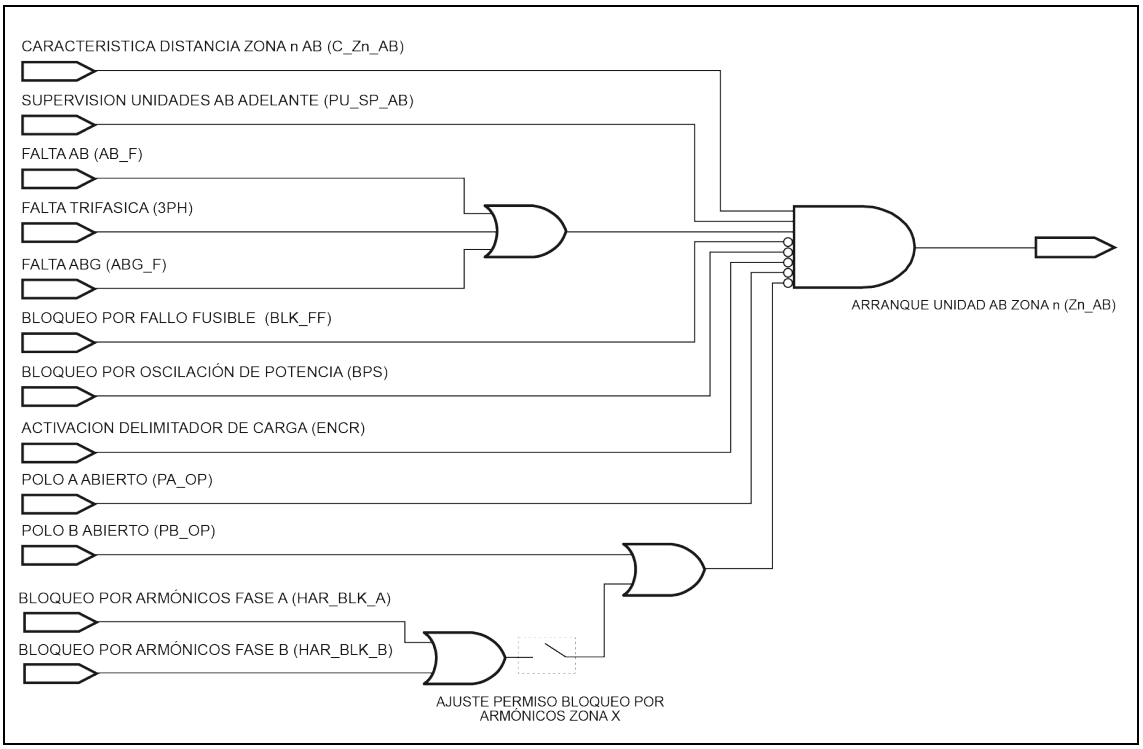


Figura 3.1.18 Lógica de arranque de unidades AB.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.9 Arranque y actuación de zona

La Figura 3.1.19 muestra el diagrama lógico asociado al arranque de una zona n.

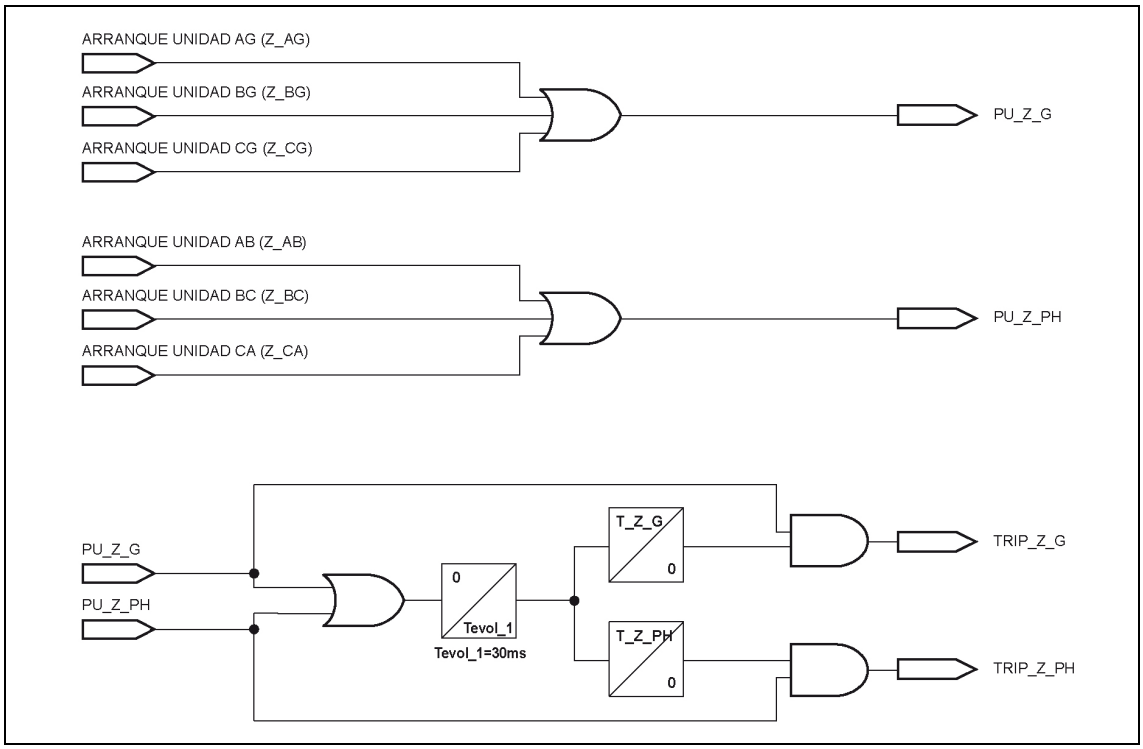


Figura 3.1.19 Diagrama lógico asociado al arranque de una zona n.

LEYENDA	
PU_Z_G: Arranque unidades de neutro n	T_Z_G: Temporización falta a tierra
PU_Z_PH: Arranque unidades de fase n	T_Z_PH: Temporización falta entre fases
TRIP_Z_G: Disparo unidades de neutro n	
TRIP_Z_PH: Disparo unidades de fase n	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.10 Rangos de ajuste

Impedancias del sistema					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Impedancias de línea	Impedancia línea				
Módulo de secuencia directa	Módulo Sec Directa		0,01-500 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia directa	Ángulo Sec Directa		5 - 90º	1º	75º
Módulo de secuencia homopolar	Módulo Sec Homop		0,01-500 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia homopolar	Ángulo Sec Homop		5 - 90º	1º	75º
Impedancias de línea paralela					
Factor de acoplamiento mutuo (*)	Acop Linea Paralel		0 - 10	0,01	0
Ángulo de acoplamiento mutuo (ángulo de Z0M)	Factor acopl Mutuo		5 - 90º	1º	25º
Factor I0/I0PAR	Factor I0/I0PAR		0,3 - 1	0,01	0,95
Impedancia paralelo equivalente	Imp Paralelo Equiv				
Módulo de secuencia directa	Módulo Sec Directa		0,01-50000 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia directa	Ángulo Sec Directa		5 - 90º	1º	75º
Módulo de secuencia homopolar	Módulo Sec Homop		0,01-50000 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia homopolar	Ángulo Sec Homop		5 - 90º	1º	75º

Impedancias del sistema					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Impedancia fuente local	Imp Fuente Local				
Módulo de secuencia directa	Módulo Sec Directa		0,01-500 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia directa	Ángulo Sec Directa		5 - 90º	1º	75º
Módulo de secuencia homopolar	Módulo Sec Homop		0,01-500 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia homopolar	Ángulo Sec Homop		5 - 90º	1º	75º

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Impedancias del sistema					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Impedancia fuente remota	Imp Fuente Remota				
Módulo de secuencia directa	Módulo Sec Directa		0,1-500 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia directa	Ángulo Sec Directa		5 - 90º	1º	75º
Módulo de secuencia homopolar	Módulo Sec Homop		0,01-500 Ω	0,01 Ω	1,25 Ω
Ángulo de secuencia homopolar	Ángulo Sec Homop		5 - 90º	1º	75º

(*) K0 = módulo de secuencia homopolar / módulo de secuencia directa
(**) K0M = Z0M / Z1L (módulo de impedancia mutua de secuencia homopolar / módulo de impedancia de secuencia directa de la línea).

Protección de distancia / Distancia					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Característica faltas a tierra	Carac Tierra				
Tipo de unidad			Cuadrilateral Mho Cuadrilateral y Mho Cuadrilateral o Mho		Mho
Característica faltas entre fases	Carac Fases				
Tipo de unidad			Cuadrilateral Mho Cuadrilateral y Mho Cuadrilateral o Mho		Mho
Tipo direccional	Tipo Direccional				
Tipo direccional	Tipo Direccional		Normal Avanzado		Normal
Arranque de temporizadores	Arr. Tempo.				
Tipo de arranque	Tipo arranque		Arranque por zona Arranque por distancia		Arranque por zona
Permiso Fase Retraso Falta FFG	Act Mono FaltaBT				
Fase retraso	Fase Retraso		SÍ / NO		NO
Memoria Tensión	Memoria Tensión				
Duración memoria	Duración Memoria		2-100 ciclos	1 ciclo	2 ciclos
Umbral de tensión	Umbral Tension		0,1 - 5 V	0,1 V	1 V
Acoplamiento línea paralela	Acop. L Paralela				
Correcc Acopl Muto Distancia	Corr Acop Mut Dist		SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protección de distancia / Unidades zona					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Unidades zona 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (ajustes independientes para cada zona)					
Habilitación zona neutro	Hab. Zona Neutro		SÍ / NO		SÍ
Habilitación zona fases	Hab. Zona Fases		SÍ / NO		SÍ
Dirección	Dirección		Atrás Adelante		Adelante
Alcance tierra	Alcance Tierra		0,01-500 Ω	0,01 Ω	
Alcance fases	Alcance Fases		0,01-500 Ω	0,01 Ω	
Limit Resist Tierra	Limit Resis Tierra		0,01-500 Ω	0,01 Ω	
Limit Resist Fases	Limit Resis Fases		0,01-500 Ω	0,01 Ω	
Tiempo Tierra	Tiempo Tierra		0,00-300,00 s	0,01 s	
Tiempo Fases	Tiempo Fases		0,00-300,00 s	0,01 s	
Ángulo Sec Directa	Ángulo Sec Directa		5 - 90º	1º	75º
Ángulo Sec Homop	Ángulo Sec Homop		5 - 90º	1º	75º
Factor K0 (*)	Factor k0		0,50 - 10,00	0,01	2
Tiempo Bascul	Tiempo Bascul		0,00 - 0,50s	0,01 s	0 s
Tipo Ángulo Basculamiento	Tipo Ang. Basc.		Calculado Directo		Calculado
Ángulo Basculamiento	Ang. Basculam.		-90º - 90º	1	0º
Bloqueo Osc Pot Z	Bloqueo Osc Pot Z		SÍ / NO		NO
Blq. Armónicos Zn	Blq por armónicos Zn		SÍ / NO		NO

(*) K0 = módulo de secuencia homopolar / módulo de secuencia directa.

3.1.11 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 3.1-4: Entradas analógicas a los módulos de distancia		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de Fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de Fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de Fase C	MMXU1.A.phsC
IGPAR	Intensidad de tierra de línea paralela	
V1	Tensión calculada de secuencia directa	MSQI1.SeqV.c1

$$|V_1| = \left| \frac{V_A + V_B \cdot 1\angle 120° + V_C \cdot 1\angle 240°}{3} \right|$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.12 Entradas digitales a los módulos de distancia

Tabla 3.1-5: Entradas digitales a los módulos de distancia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_ZIG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 1		Su activación pone en servicio las unidades de tierra. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. Su valor por defecto es un “1”.
ENBL_ZIIG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 2		
ENBL_ZIIIG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 3		
ENBL_ZIVG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 4		
ENBL_ZVG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 5		
ENBL_ZVIG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 6		
ENBL_ZVIIG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 7		
ENBL_ZVIIIG			Entrada de habilitación unidades tierra zona 8		
ENBL_ZIP			Entrada de habilitación unidades fase zona 1		Su activación pone en servicio las unidades de fase. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. Su valor por defecto es un “1”.
ENBL_ZIIP			Entrada de habilitación unidades fase zona 2		
ENBL_ZIIIP			Entrada de habilitación unidades fase zona 3		
ENBLZIVP			Entrada de habilitación unidades fase zona 4		
ENBL_ZVP			Entrada de habilitación unidades fase zona 5		
ENBL_ZVIP			Entrada de habilitación unidades fase zona 6		
ENBL_ZVIIP			Entrada de habilitación unidades fase zona 7		
ENBL_ZVIIIP			Entrada de habilitación unidades fase zona 8		
IN_PERMAG			Entrada permiso unidad AG		Su activación permite la actuación de las unidades monofásicas independientemente de las salidas del selector de fases
IN_PERMBG			Entrada permiso unidad BG		
IN_PERMCG			Entrada permiso unidad CG		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.13 Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia

Tabla 3.1-6: Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
C_ZI_AG			Característica Zona 1 AG		Activación de las características de distancia para las distintas zonas.
C_ZI_BG			Característica Zona 1 BG		
C_ZI_CG			Característica Zona 1 CG		
C_ZI_AB			Característica Zona 1 AB		
C_ZI_BC			Característica Zona 1 BC		
C_ZI_CA			Característica Zona 1 CA		
C_ZII_AG			Característica Zona 2 AG		
C_ZII_BG			Característica Zona 2 BG		
C_ZII_CG			Característica Zona 2 CG		
C_ZII_AB			Característica Zona 2 AB		
C_ZII_BC			Característica Zona 2 BC		
C_ZII_CA			Característica Zona 2 CA		
C_ZIII_AG			Característica Zona 3 AG		
C_ZIII_BG			Característica Zona 3 BG		
C_ZIII_CG			Característica Zona 3 CG		
C_ZIII_AB			Característica Zona 3 AB		
C_ZIII_BC			Característica Zona 3 BC		
C_ZIII_CA			Característica Zona 3 CA		
C_ZIV_AG			Característica Zona 4 AG		
C_ZIV_BG			Característica Zona 4 BG		
C_ZIV_CG			Característica Zona 4 CG		
C_ZIV_AB			Característica Zona 4 AB		
C_ZIV_BC			Característica Zona 4 BC		
C_ZIV_CA			Característica Zona 4 CA		
C_ZV_AG			Característica Zona 5 AG		
C_ZV_BG			Característica Zona 5 BG		
C_ZV_CG			Característica Zona 5 CG		
C_ZV_AB			Característica Zona 5 AB		
C_ZV_BC			Característica Zona 5 BC		
C_ZV_CA			Característica Zona 5 CA		
C_ZVI_AG			Característica Zona 6 AG		
C_ZVI_BG			Característica Zona 6 BG		
C_ZVI_CG			Característica Zona 6 CG		
C_ZVI_AB			Característica Zona 6 AB		
C_ZVI_BC			Característica Zona 6 BC		
C_ZVI_CA			Característica Zona 6 CA		
C_ZVII_AG			Característica Zona 7 AG		
C_ZVII_BG			Característica Zona 7 BG		
C_ZVII_CG			Característica Zona 7 CG		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 3.1-6: Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
C_ZVII_AB			Característica Zona 7 AB		Activación de las características de distancia para las distintas zonas.
C_ZVII_BC			Característica Zona 7 BC		
C_ZVII_CA			Característica Zona 7 CA		
C_ZVIII_AG			Característica Zona 8 AG		
C_ZVIII_BG			Característica Zona 8 BG		
C_ZVIII_CG			Característica Zona 8 CG		
C_ZVIII_AB			Característica Zona 8 AB		
C_ZVIII_BC			Característica Zona 8 BC		
C_ZVIII_CA			Característica Zona 8 CA		
ZI_AG			Arranque unidad AG Zona 1		Arranque de las unidades de distancia para las distintas zonas.
ZI_BG			Arranque unidad BG Zona 1		
ZI_CG			Arranque unidad CG Zona 1		
ZII_AG			Arranque unidad AG Zona 2		
ZII_BG			Arranque unidad BG Zona 2		
ZII_CG			Arranque unidad CG Zona 2		
ZIII_AG			Arranque unidad AG Zona 3		
ZIII_BG			Arranque unidad BG Zona 3		
ZIII_CG			Arranque unidad CG Zona 3		
ZIV_AG			Arranque unidad AG Zona 4		
ZIV_BG			Arranque unidad BG Zona 4		
ZIV_CG			Arranque unidad CG Zona 4		
ZV_AG			Arranque unidad AG Zona 5		
ZV_BG			Arranque unidad BG Zona 5		
ZV_CG			Arranque unidad CG Zona 5		
ZVI_AG			Arranque unidad AG Zona 6		
ZVI_BG			Arranque unidad BG Zona 6		
ZVI_CG			Arranque unidad CG Zona 6		
ZVII_AG			Arranque unidad AG Zona 7		
ZVII_BG			Arranque unidad BG Zona 7		
ZVII_CG			Arranque unidad CG Zona 7		
ZVIII_AG			Arranque unidad AG Zona 8		
ZVIII_BG			Arranque unidad BG Zona 8		
ZVIII_CG			Arranque unidad CG Zona 8		
ZI_AB			Arranque unidad AB Zona 1		
ZI_BC			Arranque unidad BC Zona 1		
ZI_CA			Arranque unidad CA Zona 1		
ZII_AB			Arranque unidad AB Zona 2		
ZII_BC			Arranque unidad BC Zona 2		
ZII_CA			Arranque unidad CA Zona 2		
ZIII_AB			Arranque unidad AB Zona 3		
ZIII_BC			Arranque unidad BC Zona 3		
ZIII_CA			Arranque unidad CA Zona 3		
ZIV_AB			Arranque unidad AB Zona 4		
ZIV_BC			Arranque unidad BC Zona 4		
ZIV_CA			Arranque unidad CA Zona 4		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 3.1-6: Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ZV_AB			Arranque unidad AB Zona 5		Arranque de las unidades de distancia para las distintas zonas.
ZV_BC			Arranque unidad BC Zona 5		
ZV_CA			Arranque unidad CA Zona 5		
ZVI_AB			Arranque unidad AB Zona 6		
ZVI_BC			Arranque unidad BC Zona 6		
ZVI_CA			Arranque unidad CA Zona 6		
ZVII_AB			Arranque unidad AB Zona 7		
ZVII_BC			Arranque unidad BC Zona 7		
ZVII_CA			Arranque unidad CA Zona 7		
ZVIII_AB			Arranque unidad AB Zona 8		
ZVIII_BC			Arranque unidad BC Zona 8		
ZVIII_CA			Arranque unidad CA Zona 8		
PU_ZI_G			Arranque Unidades Tierra Zona 1		
PU_ZI_PH			Arranque Unidades Fase Zona 1		
PU_ZII_G			Arranque Unidades Tierra Zona 2		
PU_ZII_PH			Arranque Unidades Fase Zona 2		
PU_ZIII_G			Arranque Unidades Tierra Zona 3		
PU_ZIII_PH			Arranque Unidades Fase Zona 3		
PU_ZIV_G			Arranque Unidades Tierra Zona 4		
PU_ZIV_PH			Arranque Unidades Fase Zona 4		
PU_ZV_G			Arranque Unidades Tierra Zona 5		
PU_ZV_PH			Arranque Unidades Fase Zona 5		
PU_ZVI_G			Arranque Unidades Tierra Zona 6		
PU_ZVI_PH			Arranque Unidades Fase Zona 6		
PU_ZVII_G			Arranque Unidades Tierra Zona 7		
PU_ZVII_PH			Arranque Unidades Fase Zona 7		
PU_ZVIII_G			Arranque Unidades Tierra Zona 8		
PU_ZVIII_PH			Arranque Unidades Fase Zona 8		
TRIP_ZI_G			Disparo Unidades Tierra Zona 1		
TRIP_ZI_PH			Disparo Unidades Fase Zona 1		
TRIP_ZII_G			Disparo Unidades Tierra Zona 2		
TRIP_ZII_PH			Disparo Unidades Fase Zona 2		
TRIP_ZIII_G			Disparo Unidades Tierra Zona 3		
TRIP_ZIII_PH			Disparo Unidades Fase Zona 3		
TRIP_ZIV_G			Disparo Unidades Tierra Zona 4		
TRIP_ZIV_PH			Disparo Unidades Fase Zona 4		
TRIP_ZV_G			Disparo Unidades Tierra Zona 5		
TRIP_ZV_PH			Disparo Unidades Fase Zona 5		
TRIP_ZVI_G			Disparo Unidades Tierra Zona 6		
TRIP_ZVI_PH			Disparo Unidades Fase Zona 6		
TRIP_ZVII_G			Disparo Unidades Tierra Zona 7		
TRIP_ZVII_PH			Disparo Unidades Fase Zona 7		
TRIP_ZVIII_G			Disparo Unidades Tierra Zona 8		
TRIP_ZVIII_PH			Disparo Unidades Fase Zona 8		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 3.1-6: Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ZIG_ENBLD			Unidades tierra zona 1 habilitadas		Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de las unidades de tierra de la zona correspondiente.
ZIIG_ENBLD			Unidades tierra zona 2 habilitadas		
ZIIIG_ENBLD			Unidades tierra zona 3 habilitadas		
ZIVG_ENBLD			Unidades tierra zona 4 habilitadas		
ZVG_ENBLD			Unidades tierra zona 5 habilitadas		
ZVIG_ENBLD			Unidades tierra zona 6 habilitadas		
ZVIIG_ENBLD			Unidades tierra zona 7 habilitadas		
ZVIIIG_ENBLD			Unidades tierra zona 8 habilitadas		
ZIP_ENBLD			Unidades fase zona 1 habilitadas		Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de las unidades de fase de la zona correspondiente.
ZIIP_ENBLD			Unidades fase zona 2 habilitadas		
ZIIIP_ENBLD			Unidades fase zona 3 habilitadas		
ZIVP_ENBLD			Unidades fase zona 4 habilitadas		
ZVP_ENBLD			Unidades fase zona 5 habilitadas		
ZVIP_ENBLD			Unidades fase zona 6 habilitadas		
ZVIIP_ENBLD			Unidades fase zona 7 habilitadas		
ZVIIIP_ENBLD			Unidades fase zona 8 habilitadas		
UD_A			Dirección unidades distancia AG		Operación de las unidades direccionales asociadas a la característica cuadrilateral. Su activación se produce para faltas hacia Adelante.
UD_B			Dirección unidades distancia BG		
UD_C			Dirección unidades distancia CG		
UD_AB			Dirección unidades distancia AB		
UD_BC			Dirección unidades distancia BC		
UD_CA			Dirección unidades distancia CA		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.14 Ensayo de las unidades de distancia

Para hacer el ensayo de las unidades de distancia en primer lugar inhabilitaremos el resto de las unidades de protección y a continuación ajustaremos la unidad según la siguiente tabla:

Tabla 3.1-7: Ajustes para el ensayo de las unidades de distancia*	
Impedancias del sistema	
Módulo secuencia directa impedancia de línea	1,20 Ω
Ángulos secuencia directa impedancia de línea zonas 1,2,3, 4 y 5	75º
Ángulos secuencia homopolar impedancia de línea zonas 1,2,3, 4 y 5	75º
Factores K0, K02, K03, K04 y K05	3,00
Módulo secuencia directa impedancia de fuente local	1,00 Ω
Ángulo secuencia directa impedancia de fuente local	75º
Módulo secuencia homopolar impedancia de fuente local	1,00 Ω
Ángulo secuencia homopolar impedancia de fuente local	75º
Módulo secuencia directa impedancia de fuente remota	1,00 Ω
Ángulo secuencia directa impedancia de fuente remota	75º
Módulo secuencia homopolar impedancia de fuente remota	1,00 Ω
Ángulo secuencia homopolar impedancia de fuente remota	75º
Módulo secuencia directa impedancia paralelo equivalente	1,00 Ω
Ángulo secuencia directa impedancia paralelo equivalente	75º
Módulo secuencia homopolar impedancia paralelo equivalente	1,00 Ω
Ángulo secuencia homopolar impedancia paralelo equivalente	75º
Unidades de distancia	
Característica para faltas a tierra	Cuadrilateral
Característica para faltas entre fases	Cuadrilateral
Dirección zona 1	Adelante
Dirección zona 2	Adelante
Dirección zona 3	Adelante
Dirección zona 4	Adelante
Dirección zona 5	Adelante
Alcance zona 1	1,00 Ω
Alcance zona 2	2,00 Ω
Alcance zona 3	4,00 Ω
Alcance zona 4	5,00 Ω
Alcance zona 5	6,00 Ω
Limitación resistiva tierra zona 1	2,00 Ω
Limitación resistiva tierra zona 2	4,00 Ω
Limitación resistiva tierra zona 3	8,00 Ω
Limitación resistiva tierra zona 4	10,00 Ω
Limitación resistiva tierra zona 5	12,00 Ω
Limitación resistiva fases zona 1	2,00 Ω
Limitación resistiva fases zona 2	4,00 Ω
Limitación resistiva fases zona 3	8,00 Ω
Limitación resistiva fases zona 4	10,00 Ω
Limitación resistiva fases zona 5	12,00 Ω

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Unidades de distancia (continuación)	
Tiempo unidades tierra zona 1	0 s
Tiempo unidades tierra zona 2	0,5 s
Tiempo unidades tierra zona 3	1 s
Tiempo unidades tierra zona 4	1,5 s
Tiempo unidades tierra zona 5	2 s
Tiempo unidades fase zona 1	0 s
Tiempo unidades fase zona 2	0,5 s
Tiempo unidades fase zona 3	1 s
Tiempo unidades fase zona 4	1,5 s
Tiempo unidades fase zona 5	2 s
Tiempo de basculamiento	0 s
Ángulo característico para direccional de reactancia	75º
Actuación fase en retraso en falta bifásica a tierra	No
Duración memoria de tensión	2 ciclos

*** Para una In = 5 A.**

3.1.14.a Características para faltas monofásicas

- **Característica de reactancia**

En este ensayo se probarán tanto la unidad de reactancia como el limitador resistivo.

Se aplicará un sistema trifásico equilibrado de tensiones, con módulo de 65 Vca y ángulos inductivos de 0º, 120º y 240º a las fases A, B y C respectivamente.

En la fase bajo prueba se aplicará una intensidad de 5 A con los ángulos inductivos (relativos a la tensión de la misma fase) de la Tabla 3.1-8.

Se irá disminuyendo paulatinamente la tensión de la fase bajo prueba, y se comprobará que las características de las diferentes zonas se activan dentro de los rangos de tensión indicados en la Tabla 3.1-8.

La activación de cada zona podrá estudiarse en los indicadores del display (menú **Información - Estado - Unidades de Medida - Distancia escalonada**) o en la pantalla de estado del ***ZivercomPlus***® (**Estado - Unidades - Distancia escalonada**). También puede hacerse la comprobación configurando las activaciones en salidas auxiliares y comprobando su estado.

Tabla 3.1-8: Ensayo de la característica de reactancia para faltas monofásicas

Zona	Tensión de disparo (V)						
	Lim. Res. R>0		Unidad de reactancia			Lim. Res. R<0	
	Fase I=0º	Fase I=15º	Fase I=45º	Fase I=75º	Fase I=105º	Fase I=150º	Fase I=165º
1	9,7-10,3	10,82-11,49	11,04-11,73	8,08-8,58	8,08-8,58	9,7-10,3	9,37-9,95
2	19,4-20,6	21,64-22,98	22,08-23,45	16,17-17,17	16,17-17,17	19,4-20,6	18,74-19,9
3	38,8-41,2	43,28-45,95	44,17-46,9	32,33-34,33	32,33-34,33	38,8-41,2	37,48-39,8
4	48,5-51,5	54,09-57,44	55,21-58,63	40,42-42,92	40,42-42,92	48,5-51,5	46,85-49,74
5	58,2-61,8	64,91-68,93	66,25-70,35	48,50-51,50	48,50-51,50	58,2-61,8	56,22-59,69

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para esta prueba se ha utilizado la relación entre la tensión **V** para la cual dispara la unidad de **Reactancia**, dada una determinada intensidad **I** en la fase de prueba y siempre y cuando las intensidades de las fases distintas a la de prueba valgan 0 Aca. Dicha relación viene dada por la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{3} \cdot I \cdot Z1n \cdot \frac{sen(a + \theta 1n)}{sen(\alpha)} \cdot \left| 2 + K0n \cdot e^{j \cdot (\theta 0n - \theta 1n)} \right|$$

En cuanto a la característica del **Limitador resistivo**, para determinar los puntos de actuación se ha utilizado la siguiente expresión para el limitador positivo (R>0):

$$V = \frac{I \cdot RGn \cdot sen(\theta bn)}{sen(\theta bn - \alpha)}$$

Y la siguiente para el limitador negativo (R<0):

$$V = \frac{I \cdot RGn \cdot sen(\theta bn)}{sen(\alpha - \theta bn)}$$

En las expresiones anteriores se ha utilizado:

$Z1n$	Impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n.
RGn	Alcance resistivo en Ω para faltas a tierra correspondiente a la zona n.
$\theta 1n$	Ángulo de la impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n.
$\theta 0n$	Ángulo de la impedancia de alcance de secuencia homopolar asociada a la zona n.
θbn	Ángulo de la impedancia de bucle para la zona n. Para el caso de que las fases sanas sean nulas θbn=θ1n+a.
$K0n = \frac{\lvert Z0n \rvert}{\lvert Z1n \rvert}$	Factor de compensación de secuencia homopolar para la zona n.
I	Valor eficaz de la intensidad de fase
α	Ángulo inductivo de la intensidad de fase con respecto a la tensión de fase
a	Desfase entre la intensidad equivalente y la intensidad de fase, es decir, $a = arg\left(2 + K0n \cdot e^{j \cdot (\theta 0n - \theta 1n)}\right)$ para el caso de que las fases sanas sean nulas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Característica MHO**

La prueba se realizará del mismo modo que la anterior, ajustándose previamente la **Característica para faltas a tierra** como **MHO**. Los resultados obtenidos serán los siguientes:

Tabla 3.1-9: Ensayo de la característica Mho para faltas monofásicas

Zona	Tensión de disparo (V)					
	Fase I=0º	**Fase I=30º**	**Fase I=60º**	**Fase I=75º**	**Fase I=90º**	**Fase I=120º**
1	2,09-2,22	5,72-6,07	7,81-8,29	8,08-8,58	7,81-8,29	5,72-6,07
2	4,18-4,44	11,43-12,14	15,62-16,58	16,17-17,17	15,62-16,58	11,43-12,14
3	8,37-8,89	22,86-24,28	31,23-33,16	32,33-34,33	31,23-33,16	22,86-24,28
4	10,46-11,11	28,58-30,35	39,04-41,45	40,42-42,92	39,04-41,45	28,58-30,35
5	12,55-13,33	34,29-36,41	46,84-49,74	48,5-51,5	46,84-49,74	34,29-36,41

Para esta prueba se ha utilizado la relación entre la tensión **V** de disparo de la unidad MHO para una determinada intensidad **I** en la fase de prueba y siempre y cuando las intensidades de las fases distintas a la de prueba valgan 0 Aca. Dicha relación viene dada por la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{3} \cdot I \cdot Z1n \cdot \cos\left(\theta 1n - \alpha + a\right) \cdot \left| 2 + K0n \cdot e^{j \cdot (\theta 0n - \theta 1n)} \right|$$

donde:

$Z1n$	Impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
$\theta 1n$	Ángulo de la impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
$\theta 0n$	Ángulo de la impedancia de alcance de secuencia homopolar asociada a la zona n
$K0n = \frac{\lvert Z0n \rvert}{\lvert Z1n \rvert}$	Factor de compensación de secuencia homopolar para la zona n
I	Valor eficaz de la intensidad de fase
α	Ángulo inductivo de la intensidad de fase con respecto a la tensión de fase
a	Desfase entre la intensidad equivalente y la intensidad de fase, es decir, $a = \arg\left(2 + K0n \cdot e^{j \cdot (\theta 0n - \theta 1n)}\right)$ para el caso de que las fases sanas sean nulas

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Tiempos de las zonas**

Se preparará el sistema para medir el tiempo entre la inyección de la intensidad y el cierre del contacto de disparo correspondiente.

Se partirá de un sistema trifásico equilibrado de tensiones, con módulo de 65 Vca y ángulos inductivos de 0º, 120º y 240º en las fases A, B y C respectivamente, y de un sistema trifásico equilibrado de intensidades, con módulo de 0 Vca y ángulos inductivos de 75º, 195º y 315º en las fases A, B y C respectivamente.

La tensión de la fase bajo prueba se reducirá a un valor diferente para cada zona, según se indica en la Tabla 3.1-10.

Se elevará entonces el valor eficaz de la intensidad de la fase bajo prueba hasta 5 Aca, midiéndose el tiempo entre la inyección de la intensidad y el cierre del contacto de disparo de la fase bajo prueba.

En la Tabla 3.1-10 se indican también los márgenes de tiempos de disparo resultantes para cada zona.

Tabla 3.1-10: Tiempos de las zonas (faltas monofásicas)

Zona	Tensión aplicada (V)	Tiempo mínimo (s)	Tiempo máximo (s)
1	5,00	-	0,045
2	12,00	0,475	0,525
3	20,00	0,950	1,050
4	36,00	1,425	1,575
5	42,00	1,9	2,1

3.1.14.b Características para faltas entre fases

- **Característica de reactancia para faltas entre fases**

En este ensayo se probarán tanto la unidad de **Reactancia** como el **Limitador resistivo**.

Para este ensayo se utilizarán dos fases (pares AB, BC o CA). En primer lugar, se aplicará una tensión de 65 Vca y 0º a la primera fase, una tensión de 65 Vca y 180º a la segunda y una tensión de 65 Vca y 90º a la tercera.

En la primera fase se aplicará una intensidad de 5 Aca y un ángulo (inductivo) cuyo valor se indica en la Tabla 3.1-11. A la segunda fase se le aplicará una intensidad de 5 Aca y un ángulo igual al de la primera fase más 180º.

Se irán disminuyendo paulatina y simultáneamente las tensiones de las fases bajo prueba, y se comprobará que las características de las diferentes zonas se activan dentro de los rangos de tensión indicados en la Tabla 3.1-11.

La activación de cada zona podrá estudiarse en los indicadores del display (menú **Información - Estado - Unidades de Medida - Distancia escalonada**) o en la pantalla de estado del ***ZivercomPlus***® (**Estado - Unidades - Distancia escalonada**). También puede hacerse la comprobación configurando las activaciones en salidas auxiliares y comprobando su estado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 3.1-11: Ensayo de la característica de reactancia para faltas entre fases							
Zona	Tensión de disparo (V)						
	Lim. Res. R>0		Unidad de reactancia			Lim. Res. R<0	
	Fase I=0º	Fase I=15º	Fase I=45º	Fase I=75º	Fase I=105º	Fase I=150º	Fase I=165º
1	9,7-10,3	10,82-11,49	6,63-7,03	4,85-5,15	4,85-5,15	9,7-10,3	9,37-9,95
2	19,4-20,6	21,64-22,98	13,25-14,07	9,7-10,3	9,7-10,3	19,4-20,6	18,74-19,9
3	38,8-41,2	43,28-45,95	26,5-28,14	19,4-20,6	19,4-20,6	38,8-41,2	37,48-39,8
4	48,5-51,5	54,09-57,44	33,13-35,18	24,25-25,75	24,25-25,75	48,5-51,5	46,85-49,74
5	58,2-61,8	64,91-68,92	39,75-42,21	29,1-30,9	29,1-30,9	Corte con reactancia	46,84-49,74

Para esta prueba se ha utilizado la relación entre el valor de tensión de fase **V** (y ángulos 0 y 180º) de disparo de la característica de reactancia para faltas entre fases y la intensidad de fase correspondiente, de valor eficaz **I** (y ángulos 0 y 180º más un desfase con respecto a la tensión). Dicha relación se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$V = \left(I \cdot Z1n\right) \cdot \frac{sen\left(\theta 1n\right)}{sen\left(\alpha\right)}$$

En cuanto a la característica del limitador resistivo, para determinar los puntos de actuación se ha utilizado la siguiente expresión, para el limitador positivo:

$$V = \frac{I \cdot RPn \cdot sen(\theta 1n)}{sen(\theta 1n - \alpha)}$$

Y la siguiente para el limitador negativo:

$$V = \frac{I \cdot RPn \cdot sen(\theta 1n)}{sen(\alpha - \theta 1n)}$$

Donde:

$Z1n$	Impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
$\theta 1n$	Ángulo de la impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
I	Valor eficaz de las intensidades (de fase) de prueba
α	Ángulo inductivo de las intensidades con respecto a las tensiones
RPn	Alcance resistivo en Ω para faltas entre fases correspondiente a la zona n

En general, mediante dicha expresión se obtiene la relación entre la tensión y la intensidad equivalentes de un determinado par de fases que establece el punto correspondiente de la característica de reactancia para faltas entre fases.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Característica MHO para faltas entre fases**

Para este ensayo se utilizarán dos fases (pares AB, BC o CA). En primer lugar, se aplicará una tensión de 65 Vca y 0º a la primera fase, una tensión de 65 Vca y 180º a la segunda y una tensión de 65 Vca y 90º a la fase no implicada en la falta.

En la primera fase se aplicará una intensidad de 5 Aca y un ángulo cuyo valor se indica en la Tabla 3.1-12. A la segunda fase se le aplicará una intensidad de 5 Aca y un ángulo igual al de la primera fase más 180º.

Se irán disminuyendo paulatina y simultáneamente las tensiones de las fases bajo prueba, y se comprobará que las características de las diferentes zonas se activan dentro de los rangos de tensión indicados en la Tabla 3.1-12.

La activación de cada zona podrá estudiarse en los indicadores del display (menú **Información** - **Estado** - **Unidades de Medida** - **Distancia escalonada**) o en la pantalla de estado del ***ZivercomPlus***® (**Estado** - **Unidades** - **Distancia escalonada**). También puede hacerse la comprobación configurando las activaciones en salidas auxiliares y comprobando su estado.

Tabla 3.1-12: Ensayo de la característica Mho para faltas entre fases

Zona	Tensión de disparo (V)					
	Fase I=0º	**Fase I=30º**	**Fase I=60º**	**Fase I=75º**	**Fase I=90º**	**Fase I=120º**
1	1,26-1,33	3,43-3,64	4,69-4,97	4,85-5,15	4,69-4,97	3,43-3,64
2	2,51-2,67	6,86-7,28	9,37-9,95	9,7-10,3	9,37-9,95	6,86-7,28
3	5,02-5,33	13,72-14,57	18,74-19,9	19,4-20,6	18,74-19,9	13,72-14,57
4	6,28-6,66	17,15-18,21	23,42-24,87	24,25-25,75	23,42-24,87	17,15-18,21
5	7,53-7,99	20,57-21,85	28,10-29,85	29,1-30,9	27,93-29,66	20,57-21,84

Para esta prueba se ha utilizado la relación entre el valor de tensión de fase **V** (y ángulos 0 y 180º) de disparo de la característica MHO para faltas entre fases y la intensidad de fase correspondiente, de valor eficaz **I** (y ángulos 0 y 180º más un desfase con respecto a la tensión). Dicha relación se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$V = I \cdot Z1n \cdot \cos\left(\theta 1n - \alpha\right)$$

donde:

$Z1n$	Impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
$\theta 1n$	Ángulo de la impedancia de alcance de secuencia directa asociada a la zona n
I	Valor eficaz de las intensidades (de fase) de prueba
α	Ángulo inductivo de las intensidades con respecto a las tensiones

En general, mediante dicha expresión se obtiene la relación entre la tensión y la intensidad equivalentes de un determinado par de fases que establece el punto correspondiente de la característica MHO para faltas entre fases.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Tiempos de las zonas**

Se preparará el sistema para medir el tiempo entre la inyección de la intensidad y el cierre de uno de los contactos de disparo.

Para este ensayo se utilizarán dos fases. En la primera de ellas, se aplicará una tensión de 65 Vca y 0º en la segunda una tensión de 65 Vca y 180º y en la tensión no implicada en la falta 65 Vca y 90º.

En la primera fase se aplicará una intensidad de 7,5 Aca y un ángulo de 75º. A la segunda fase se le aplicará una intensidad de 7,5 Aca y un ángulo igual al de la primera fase más 180º.

Los valores eficaces de las tensiones de las fases bajo prueba se reducirán a un valor diferente para cada zona, según se indica en la Tabla 3.1-13.

En la Tabla 3.1-13 se indican, asimismo, los márgenes de tiempos de disparo resultantes para cada zona.

Tabla 3.1-13: Tiempos de las zonas (faltas entre fases)

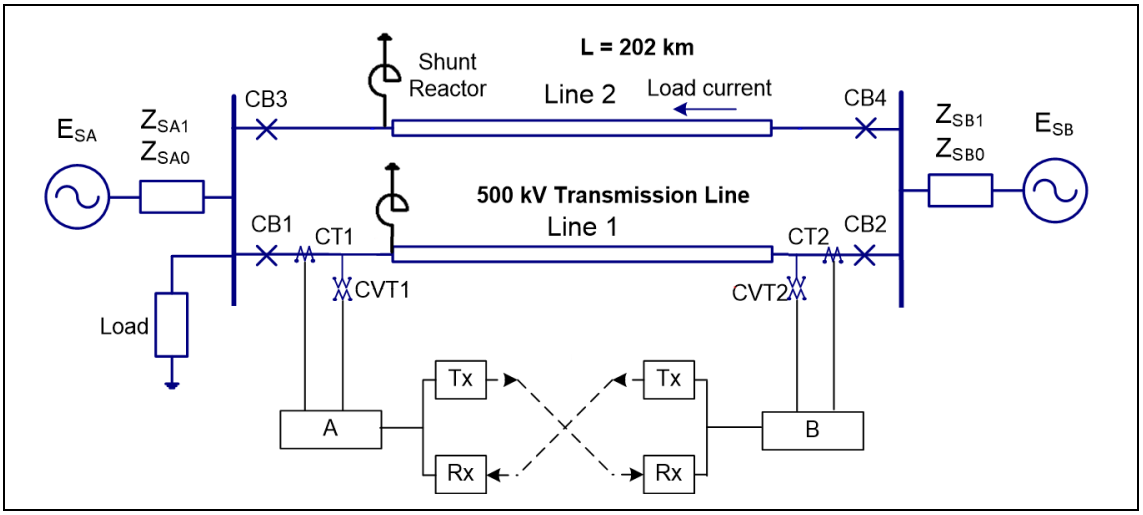
Zona	Tensión aplicada (V)	Tiempo mínimo (s)	Tiempo máximo (s)
1	5,00	-	0,045
2	12,00	0,475	0,525
3	20,00	0,950	1,050
4	36,00	1,425	1,575
5	42,00	1,9	2,1

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.15 Ejemplo de aplicación

3.1.15.a Datos iniciales

Consideremos una línea aérea con las siguientes características:



PARÁMETROS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

RANGO ENTRADA CA

	LADO “A”		LADO “B”	
REL. TI (A)	2000	1	2000	1
REL. TT (V)	500000	100	500000	100
Frecuencia	50Hz			

CONSTANTES DEL SISTEMA

FUENTE “A” (Ω)		
Zs (Ω)	Zp1	5,5+35,5j
	Zp0	14+76,75j

FUENTE “B” (Ω)		
Zs (Ω)	Zp1	5+40,25j
	Zp0	17,25+82,75j

IMPEDANCIAS DE TRANSMISIÓN DE LÍNEA (Ω) LONGITUD DE LÍNEA 202 KM			
ZL (Ω) IMPEDANCIA DE LÍNEA	ZL1	5,221+58,406j	0,116 L 85º Ω/L
	ZL0	36,421+175,219j	0,354 L 78º Ω/L
	ZL0M	32,2319+103,8959j	0,215 L 73º Ω/L

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.15.b Impedancias del sistema

En primer lugar, hay que cambiar las impedancias a la forma polar (módulo y ángulo) y referenciarlas al lado secundario del TI. Por lo tanto, los ajustes generales y las impedancias del sistema serán:

AJUSTES GENERALES		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Rel. T.I. Fase	2000	-
Rel. T.I. Paralelo	2000	-
Rel. T.T. Fase	5000	-
TT Capacitivo	SÍ	-
Secuencia de fases	ABC	-

IMPEDANCIA DE LÍNEA		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Módulo de secuencia directa	0,116	Ω/L
Ángulo de secuencia directa	85	º
Módulo de secuencia homopolar	0,354	Ω/L
Ángulo de secuencia homopolar	78	º
Susceptancia de secuencia directa	10,97	µS/L
Susceptancia de secuencia homopolar	7,117	µS/L
Longitud de línea	202	-
IMPEDANCIA DE LA FUENTE LOCAL		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Módulo de secuencia directa	14,37	Ω
Ángulo de secuencia directa	81	º
IMPEDANCIA DE LA FUENTE REMOTA		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Módulo de secuencia directa	16,22	
Ángulo de secuencia directa	83	º
IMPEDANCIA DE LA LÍNEA PARALELA		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Factor de acoplamiento mutuo	1,85	
Ángulo de acoplamiento mutuo	73	º
Factor I0/I0PAR	0.95	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Las impedancias de fuente local y remota y la impedancia paralela equivalente se establecen con los valores tomados de los datos del ejemplo, sin embargo no se utilizan ni en el localizador de faltas ni en la línea de reactancia de la zona 1. Estas impedancias se utilizan para compensar la no homogeneidad del sistema. En este caso, el sistema es bastante homogéneo.

El ajuste en el localizador de faltas ***Compensación de no homogeneidad*** se fija en NO. Por otro lado, el ***Ángulo de basculamiento*** para la línea de reactancia se fija en 0º. En caso de que no se conozcan con precisión las impedancias del sistema, se recomienda un ángulo de -5º para evitar el sobrealcance. El ajuste ***Tipo ángulo de basculamiento*** debe ponerse en **Directo**. El tiempo de basculamiento puede ajustarse igual al tiempo de fallo del interruptor: 0,2 a 0,4 s.

La no homogeneidad del sistema se calcula con la siguiente fórmula:

$$\gamma := \arg\left[\frac{\left[(ZA1 + ZB1)\cdot\left(1 + \frac{ZL1}{ZP1}\right) + ZL1\right]}{ZB1}\right]$$

Donde:

- ZA1 es la impedancia de secuencia directa de la fuente local.
- ZB1 es la impedancia de secuencia directa de la fuente remota.
- ZP1 es la impedancia de secuencia directa del circuito paralelo equivalente.
- ZL1 es la impedancia de línea de secuencia directa.

El ángulo calculado para los extremos de la línea es de -0,125º y 1,875º, respectivamente. Esto significa que el sistema es prácticamente homogéneo, por lo que no se requieren acciones para compensar la no homogeneidad.

El KM0 (factor de acoplamiento mutuo) puede calcularse como ZLM0/ZL1 y se introduce para compensar el acoplamiento mutuo de secuencia homopolar cuando existe una línea paralela. Esta compensación se realiza con la medida de la intensidad de tierra procedente de la línea paralela mediante el canal analógico INPAR. Las intensidades trifásicas procedentes del TI de la línea paralela deben cortocircuitarse para componer la intensidad INPAR y conectarse al relé.

El factor I0/I0PAR evita el uso de la compensación mutua en la línea sana, que puede llevar a un sobrealcance, especialmente si I0PAR es mucho mayor que I0. En la línea sana, si las líneas paralelas comparten la misma fuente, la intensidad de secuencia cero será menor que en la línea protegida, por lo que I0/I0PAR será muy baja. La compensación mutua solo se realizará si I0/I0PAR está por encima del ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.1.15.c Ajustes comunes para unidades de distancia

Debido a la cobertura limitada de la característica Mho se elige una característica Cuadrilateral. El tipo de dirección es normal. El permiso de fase de retraso no está habilitado. El tiempo de memoria de tensión está ajustado al máximo (100 ciclos). La lógica de compensación en serie no está habilitada y la compensación de acoplamiento mutuo de línea paralela para las unidades de distancia está habilitada.

AJUSTES COMUNES		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Característica faltas a tierra	Cuadrilateral	-
Característica faltas entre fases	Cuadrilateral	-
Tipo direccional	Normal	-
Tipo de arranque	Arranque por zona	-
Fase retraso	No	-
Duración memoria	100	Ciclos
Umbral de tensión	1	V
Habilitación Comp. Series	NO	-
Compensación de acoplamiento mutuo unidades de distancia	SÍ	-

3.1.15.d Ajustes de zona

El alcance de la Zona 1 se ajusta al 80% de la impedancia de la línea de secuencia directa. El alcance resistivo se ajusta normalmente a un valor de 3 a 4 veces el alcance de la impedancia si permite un ajuste correcto de la Zona 3 y de las zonas del Detector de Oscilación de Potencia. Se puede obtener un valor más preciso con las siguientes fórmulas:

$$RG := \frac{|ZL1| \cdot [(Z1_reach + overreach) \cdot (1 - m)\sin(\theta L - \arg(K) - \gamma) - Z1_reach \cdot \sin(\theta L - \arg(K) - \gamma + \delta)]}{\left(|K| \cdot \frac{\sin(\theta L - \arg(K))}{\sin(\theta L - \arg(K) - \gamma)} \cdot \sin(\delta)\right)}$$

$$RP := \frac{|ZL1| \cdot [(Z1_reach + overreach) \cdot (1 - m)\sin(\theta L - \gamma) - Z1_reach \cdot \sin(\theta L - \gamma + \delta)]}{\left(\frac{\sin(\theta L)}{\sin(\theta L - \gamma)} \cdot \sin(\delta)\right)}$$

Donde:

- ZL1: es la impedancia de línea.
- Alcance Z1: es el alcance de la zona 1 ajustado en % de la impedancia de línea (normalmente 80%).
- Sobrealcance: es el sobrealcance máximo tolerado para la zona 1 (normalmente se utiliza un valor del 20%).
- m: es el error de magnitud máximo procedente de TTs y TIs en % (normalmente se utiliza 2-3%).
- δ: es el error máximo de ángulo procedente de TTs y TIs en º (normalmente se utiliza 3º).
- γ: es el ángulo de basculamiento utilizado por la línea de reactancia (0º en este caso).
- k=1/[1+1/3*(K0-1)], donde K0 es el factor de compensación de secuencia homopolar.
- θL: es el ángulo de línea.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los resultados son RG=129,58 Ω y RP=79,23 Ω. Como se puede observar, utilizando la fórmula mencionada, tanto RP como RG resultan superiores a 4 veces el alcance de impedancia. Tanto RG como RP se fijan en 3,8 veces el alcance para permitir el acomodamiento de las zonas de oscilación de potencia sin invadir la zona de carga. El alcance resistivo de tierra se da en Ω/loop mientras que el alcance resistivo de fase se da en Ω/fase.

El factor K0 se calcula como Z0L/Z1L, es decir: 0,354/0,116 = 3,05.

Como ya se ha mencionado, el sistema es bastante homogéneo, por lo que el ángulo de basculamiento de la línea de reactancia se fija en 0º.

AJUSTES Z1		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Habilitación zona neutro	SÍ	-
Habilitación zona fases	SÍ	-
Dirección	Adelante	-
Alcance tierra	18,75	Ω/fase
Alcance fases	18,75	Ω/fase
Límite resistivo tierra	70,35	Ω/loop
Límite resistivo fases	70,35	Ω/fase
Tiempo tierra	0	s
Tiempo fases	0	s
Ángulo de secuencia directa	85	º
Ángulo de secuencia homopolar	78	º
Factor k0	3.05	
Tiempo de basculamiento	0	s
Tipo de ángulo de basculamiento	Directo	
Ángulo de basculamiento	0	º
Bloqueo Oscilación de Potencia Z	SÍ	
Bloqueo de armónicos Z1	NO	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El alcance de la zona 2 se ajusta al 150% de la impedancia de la línea de secuencia directa. El alcance resistivo de tierra se ajusta a 3 veces el alcance de impedancia. Sin embargo, el alcance resistivo de fase no puede ajustarse a este valor, ya que activaría la característica cuadrilateral en condiciones de carga. Por otro lado, se necesita cierta tolerancia para acomodar las zonas media y externa para el detector de oscilación de potencia. Se selecciona un valor de 2 veces el alcance de impedancia.

Nótese que el cálculo del alcance de tierra no necesita considerar la impedancia de carga porque, si los valores en el selector de fase I0 e I0/I1 están correctamente configurados, las unidades de tierra tendrán permiso para operar solo durante condiciones de falta a tierra.

La temporización para las unidades de fase y de tierra se fija en 400 ms.

AJUSTES Z2		
AJUSTE	VALOR	UNIDADES
Habilitación zona neutro	SÍ	-
Habilitación zona fases	SÍ	-
Dirección	Adelante	-
Alcance tierra	35,2	Ω/fase
Alcance fases	35,2	Ω/fase
Límite resistivo tierra	105,55	Ω/loop
Límite resistivo fases	70,35	Ω/fase
Tiempo tierra	0,4	s
Tiempo fases	0,4	s
Ángulo de secuencia directa	85	º
Ángulo de secuencia homopolar	78	º
Factor k0	3,05	
Tiempo de basculamiento	0	s
Tipo de ángulo de basculamiento	Calculado	
Ángulo de basculamiento	0	º
Bloqueo Oscilación de Potencia Z	SÍ	
Bloqueo de armónicos Z1	NO	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El alcance de la zona 3 se ajusta al 200% de la impedancia de la línea de secuencia directa. El alcance resistivo de tierra se fija en 3 veces el alcance de impedancia. El alcance resistivo de fase se ajusta igual al alcance resistivo de fase de la zona 2 para evitar la invasión de carga, no solo para la zona 3 sino también para la zona externa del detector de oscilación de potencia.

La temporización de las unidades de fase y de tierra se fija en 800 ms.

AJUSTES Z3		
AJUSTE	AJUSTE	AJUSTE
Habilitación zona neutro	SÍ	-
Habilitación zona fases	SÍ	-
Dirección	Adelante	-
Alcance tierra	46,9	Ω/fase
Alcance fases	46,9	Ω/fase
Límite resistivo tierra	140,75	Ω/loop
Límite resistivo fases	70,35	Ω/fase
Tiempo tierra	0,8	s
Tiempo fases	0,8	s
Ángulo de secuencia directa	85	º
Ángulo de secuencia homopolar	78	º
Factor k0	3,05	
Tiempo de basculamiento	0	s
Tipo de ángulo de basculamiento	Calculado	
Ángulo de basculamiento	0	º
Bloqueo Oscilación de Potencia Z	SÍ	
Bloqueo de armónicos Z1	NO	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El alcance de la zona 4 se ajusta al 60% de la impedancia de la línea, para llegar más lejos que la zona 2 desde el extremo remoto (ajustado al 150% de la impedancia de la línea). La dirección es hacia atrás. El alcance resistivo se ajusta igual al alcance resistivo de la zona 2, tierra y fase respectivamente.

La zona 4 solo se utiliza para los esquemas de protección: lógica de bloqueo por inversión de corriente y esquema DCB.

AJUSTES Z4		
AJUSTE	AJUSTE	AJUSTE
Habilitación zona neutro	SÍ	-
Habilitación zona fases	SÍ	-
Dirección	Atrás	-
Alcance tierra	14,07	Ω/fase
Alcance fases	14,07	Ω/fase
Límite resistivo tierra	105,55	Ω/loop
Límite resistivo fases	70,35	Ω/fase
Tiempo tierra	1,5	s
Tiempo fases	1,5	s
Ángulo de secuencia directa	85	º
Ángulo de secuencia homopolar	78	º
Factor k0	3,05	
Tiempo de basculamiento	0	s
Tipo de ángulo de basculamiento	Calculado	
Ángulo de basculamiento	0	º
Bloqueo Oscilación de Potencia Z	NO	
Bloqueo de armónicos Z1	NO	

La zona 5 solo se activa durante condiciones de oscilación de potencia. Solo funcionará para fallos que no afecten a tierra y que se produzcan durante condiciones de oscilación de potencia. Para cubrir toda la línea tendrá el mismo alcance que la zona 3.

Las zonas 6, 7 y 8 no se utilizan en este ejemplo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2 Esquemas de Protección de Distancia

3.2.1	Esquemas de Protección para Unidades de Distancia	3.2-3
3.2.1.a	Identificación	3.2-3
3.2.2	Descripción	3.2-3
3.2.3	Extensión de zona 1	3.2-4
3.2.4	Disparo por subalcance permisivo	3.2-5
3.2.4.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)	3.2-5
3.2.4.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)	3.2-6
3.2.4.c	Operación	3.2-6
3.2.5	Disparo transferido directo	3.2-7
3.2.5.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)	3.2-7
3.2.5.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)	3.2-7
3.2.5.c	Operación	3.2-7
3.2.6	Disparo por sobrealcance permisivo	3.2-8
3.2.6.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)	3.2-9
3.2.6.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)	3.2-9
3.2.6.c	Operación	3.2-9
3.2.7	Desbloqueo por comparación direccional	3.2-10
3.2.7.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)	3.2-11
3.2.7.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)	3.2-11
3.2.7.c	Operación	3.2-12
3.2.8	Bloqueo por comparación direccional	3.2-13
3.2.8.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)	3.2-14
3.2.8.b	Condiciones de parada de canal (“Parada canal distancia”)	3.2-15
3.2.8.c	Condiciones de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)	3.2-15
3.2.8.d	Operación	3.2-15
3.2.9	Lógica de alimentación débil	3.2-16
3.2.9.a	Envío de eco	3.2-17
3.2.9.b	Disparo por alimentación débil	3.2-17
3.2.9.c	Operación	3.2-17
3.2.10	Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad	3.2-19
3.2.10.a	Operación	3.2-19
3.2.11	Esquemas programables	3.2-20
3.2.12	Rangos de ajuste	3.2-20

3.2.13 Entradas digitales al módulo de esquemas de protección de distancia 3.2-21
3.2.14 Salidas digitales y sucesos de los módulos de esquemas de protección de distancia 3.2-22
3.2.15 Nodo Lógico IEC61850 .....3.2-23

3.2.1 Esquemas de Protección para Unidades de Distancia

3.2.1.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Esquemas de Protección para Unidades de Distancia	PSCH2	-	85

3.2.2 Descripción

Los equipos **DLF** presentan la posibilidad de complementar las unidades de distancia (zonas 1 a 8) con sistemas de protección para la aceleración del disparo en la parte de la línea no cubierta por la primera zona. Estos sistemas son los denominados **Esquemas de protección de distancia** y se basan en el uso de señales transferidas a través del canal de comunicaciones entre terminales a ambos extremos de la línea, de forma que la lógica de decisión opera con información local y remota. Dichos esquemas de protección son independientes de los **Esquemas de protección de sobreintensidad** (Capítulo 3.3), por lo que podrán usar canales de comunicación diferentes.

Nota: todas las entradas y salidas que aparecen en las lógicas de esquemas de protección de distancia llevarán la palabra "Distancia", con el fin de diferenciarlas de las entradas y salidas que aparecen en las lógicas de esquemas de protección de sobreintensidad, las cuales llevarán la palabra "Sobreintensidad".

Los siguientes esquemas de protección de distancia pueden ser seleccionados en los equipos:

1. Disparo por Distancia Escalonada
2. Extensión de Zona 1
3. Disparo por Subalcance Permisivo
4. Bloqueo del Disparo por Comparación Direccional
5. Disparo Transferido Directo
6. Disparo por Sobrealcance Permisivo
7. Desbloqueo del Disparo por Comparación Direccional

El esquema de **Extensión de Zona 1** trabaja únicamente con información local, por lo que no requiere un canal de comunicaciones entre ambos extremos de la línea. Sin embargo, no siempre podrá acelerar el disparo en la parte de la línea no cubierta por la primera zona.

Los esquemas 3 a 7 trabajan con información tanto local como remota, por lo que necesitan un canal de comunicaciones entre extremos de la línea. En los esquemas 3 a 6, la señal transmitida de un equipo a otro a través del canal de comunicaciones tiene carácter de permiso de disparo, mientras que en el esquema 7, su función es impedir el disparo del otro equipo.

Todos los esquemas, a excepción del 1 y el 4, emplean una zona en subalcance (ajustada por debajo del 100% de la línea), que coincidirá con la zona 1, y una zona en sobrealcance (ajustada por encima del 100% de la línea), que podrá ser la zona 2 o la zona 3 en función del ajuste **Zona sobrealcance**.

Los equipos incorporan lógicas de **Alimentación débil** y de **Bloqueo por inversión de intensidad**, las cuales, si se habilitan, podrán complementar a aquellos esquemas de protección que las requieran. Dichas lógicas son independientes de las asociadas a los **Esquemas de protección de sobreintensidad**. El esquema 7 y las lógicas de **Alimentación débil** y **Bloqueo por inversión de intensidad** emplean una zona vigilando contradirección, que será la Zona 4 o la Zona 5, dependiendo del valor del ajuste **Zona Contradirección**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La selección entre las siete opciones de esquemas de protección presentadas se efectúa mediante el ajuste **Esquema protección distancia**.

3.2.3 Extensión de zona 1

El esquema de disparo por extensión de zona 1 se activa cuando el ajuste **Esquema protección distancia** toma el valor **Extensión zona 1**.

Este esquema es útil en líneas que no disponen de canal de comunicaciones entre extremos. La selección de Extensión de zona 1 permite que la zona en sobrealcance dispare de forma instantánea, lo que equivale a extender el alcance de la zona 1 hasta el correspondiente a la zona en sobrealcance. Dado que este esquema puede producir disparos instantáneos ante faltas externas a la línea, debe estar complementado con reenganches muy rápidos que restauren el suministro lo antes posible. La lógica de operación de dicho esquema se representa en el diagrama de la Figura 3.2.1.

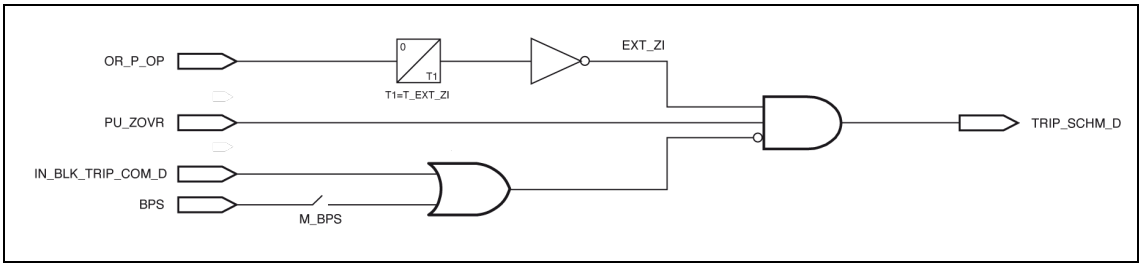


Figura 3.2.1 Diagrama de bloques del esquema de extensión de zona 1.

Leyenda	
OR_P_OP: Algún polo abierto.	T_EXT_ZI: Tiempo de bloqueo extensión Zona 1 (ajuste).
PU_ZOVR: Arranque zona sobrealcance.	
IN_BLK_TRIP_COM_D: Entrada bloqueo disparo canal distancia.	M_BPS: Máscara de bloqueo por oscilación de potencia (ajuste).
BPS: Bloqueo por oscilación de potencia.	TRIP_SCHM_D: Disparo esquema protección de distancia.
EXT_ZI: Extensión Zona 1.	

Una vez seleccionado este esquema de protección, la señal de **Extensión de zona 1** (**EXT_ZI**) se activará cuando el interruptor haya permanecido cerrado durante el ajuste ***Tiempo bloqueo extensión Z1*** (**T_EXT_ZI**). La señal de **Extensión de zona 1** activará la señal **Disparo canal distancia** siempre que se encuentre arrancada la zona en sobrealcance. Aunque este esquema no requiere canal de comunicaciones entre extremos de la línea, se mantiene la denominación “disparo por canal” para referirse a disparos (instantáneos) por esquema de protección.

La reposición de la señal **EXT_ZI** ante la apertura de algún polo del interruptor (**OR_P_OP**) y su mantenimiento a cero durante el tiempo **T_EXT_ZI** desde el momento del cierre del interruptor, tienen como finalidad evitar segundos disparos instantáneos ante faltas permanentes que sean externas a la línea. De esa forma, después de un reenganche y durante el tiempo **T_EXT_ZI** (tiempo necesario para discriminar si dos disparos consecutivos corresponden a la misma falta), el equipo actuará según el esquema de distancia escalonada.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Bloqueo disparo canal distancia** (**IN_BLK_TRIP_COM_D**) o por la señal de **Bloqueo por oscilación de potencia** (**BPS**) (si se permite que dicho fenómeno bloquee el funcionamiento de los esquemas mediante el bit correspondiente de la **Máscara de bloqueos por oscilación de potencia**).

3.2.4 Disparo por subalcance permisivo

El esquema de disparo por subalcance permisivo se activa cuando el ajuste ***Esquema protección distancia*** toma el valor **Subalcance permisivo**, complementando al de Distancia escalonada.

El funcionamiento de este esquema se basa en el hecho de que si un terminal ve la falta en Zona 1 (ajustada por debajo del 100% de la línea) y el otro la ve dentro de la zona de sobrealcance (ajustada por encima del 100% de la línea), la falta puede considerarse interna, en el tramo de línea próximo al terminal que la ve en Zona 1.

El terminal que ve la falta en la Zona 1, además de producir disparo (instantáneo), envía la señal de permiso de disparo al otro extremo (en caso de líneas de más de dos terminales, la señal se enviaría a todos ellos). En el otro terminal, la recepción de la señal de permiso procedente del primer terminal produce el disparo inmediato si se encuentra arrancada alguna de las unidades de medida de la zona designada como de sobrealcance. En el caso de más de dos terminales, bastaría la recepción de la señal de permiso de uno de ellos para que se permita la activación del disparo inmediato por la zona en sobrealcance en cualquiera del resto de terminales (por ello se debería configurar la entrada de recepción de canal como una OR de las señales de permiso recibidas).

Si en uno de los extremos de la línea hay condiciones de alimentación débil o nula y no se activa la zona en sobrealcance, se podrá disparar dicho extremo de forma instantánea, mediante la lógica de disparo por alimentación débil, siempre que el extremo “fuerte” haya visto la falta en la zona 1 y haya, por lo tanto, enviado señal de permiso de disparo hacia el extremo “débil”. Para ello, el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) debería estar en **Eco + Disparo**, aunque en el esquema en subalcance permisivo la señal de eco no se empleará por carecer de utilidad.

Si, por la existencia de condiciones de alimentación débil o nula en uno de los extremos, se da el caso de que ningún extremo vea la falta en zona 1, es preferible seleccionar un esquema en sobrealcance permisivo acompañado de la lógica de alimentación débil.

3.2.4.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)

Se activará el canal de comunicaciones cuando se dé alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de cualquiera de las unidades de Zona 1.
2. Activación de la zona en sobrealcance, siempre y cuando se haya activado la entrada de recepción de canal.
3. La apertura de los tres polos del interruptor si está en **SÍ** el ajuste ***Envío interruptor abierto***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.4.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)

El disparo por canal se dará si tiene lugar la recepción de canal y la activación de la zona en sobrealcance o bien si se ha activado la señal de **Disparo alimentación débil distancia**, (**TRIP_WI_D**), para lo cual el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) debe estar en **Eco + Disparo**.

3.2.4.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en la Figura 3.2.2.

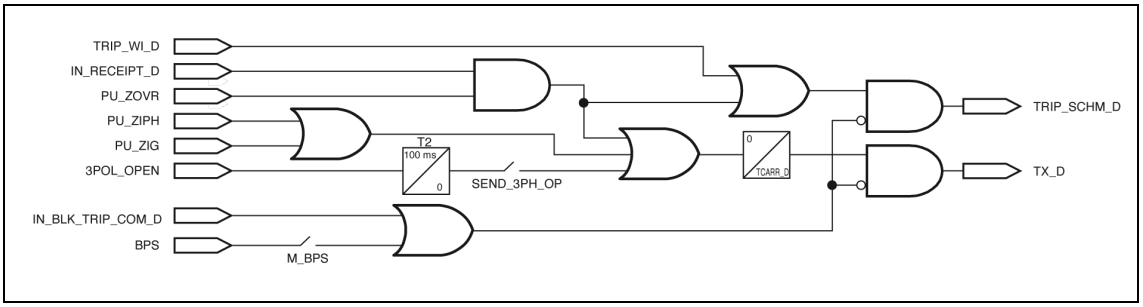


Figura 3.2.2 Diagrama de bloques del esquema de disparo por subalcance permisivo para distancia.

Leyenda	
TRIP_WI_D: Disparo alimentación débil distancia.	TX_D: Envío canal distancia.
IN_RECEIPT_D: Entrada recepción canal distancia.	TRIP_SCHM_D: Disparo esquema protección distancia.
PU_ZOVR: Arranque zona sobrealcance.	SEND_3PH_OPEN: Envío de *carrier* por interruptor abierto (ajuste).
PU_ZI: Arranque unidades fase / tierra Zona I.	
3POL_OPEN: Tres polos abiertos.	TCARR_D: Tiempo de *carrier* distancia (ajuste).
IN_BLK_TRIP_COM_D: Entrada bloqueo disparo canal distancia.	M_BPS: Máscara bloqueo por oscilación de potencia (ajuste).
BPS: Bloqueo por oscilación de potencia.	

El ajuste ***Tiempo carrier distancia*** (**TCARR_D**) que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en la **Activación del canal** (**TX_D**).

El ajuste de ***Envío interruptor abierto*** (**SEND_3PH_OP**) permite activar el canal cuando hayan abierto los tres polos del interruptor. La temporización **T2** de 100ms tiene como objetivo retrasar el envío de *carrier* cuando éste se produce por haberse abierto el interruptor.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Bloqueo disparo canal distancia** (**IN_BLK_TRIP_COM_D**) o por la señal de **Bloqueo por oscilación de potencia** (**BPS**) (si se permite que dicho fenómeno bloquee el funcionamiento de los esquemas mediante el bit correspondiente de la **Máscara de bloqueos por oscilación de potencia**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.5 Disparo transferido directo

El esquema de **Disparo transferido directo** se activa cuando el ajuste **Esquema protección distancia** toma el valor **Transferido directo**, complementando al de Distancia escalonada.

Este esquema es igual que el de disparo por subalcance permisivo con la diferencia de que la recepción de señal del otro extremo produce un disparo directo, sin supervisar la activación de ninguna unidad de protección en ese extremo.

3.2.5.a Condiciones de activación de canal ("Envío canal distancia")

Se activará el canal de comunicaciones cuando se dé alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de cualquiera de las unidades de Zona 1.
2. La apertura de los tres polos del interruptor si está en **SÍ** el ajuste **Envío interruptor abierto**.

3.2.5.b Condición de disparo ("Disparo esquema protección distancia")

El disparo por canal se dará siempre que tenga lugar la recepción de canal. Dado que este esquema produce disparos sin supervisar ninguna unidad de protección, éstos deben ser siempre trifásicos. Para ello, es necesario *cablear*, mediante la Lógica programable, la salida **Disparo esquema protección distancia** a la entrada **Permiso disparo trifásico**.

3.2.5.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en el diagrama de bloques de la Figura 3.2.3.

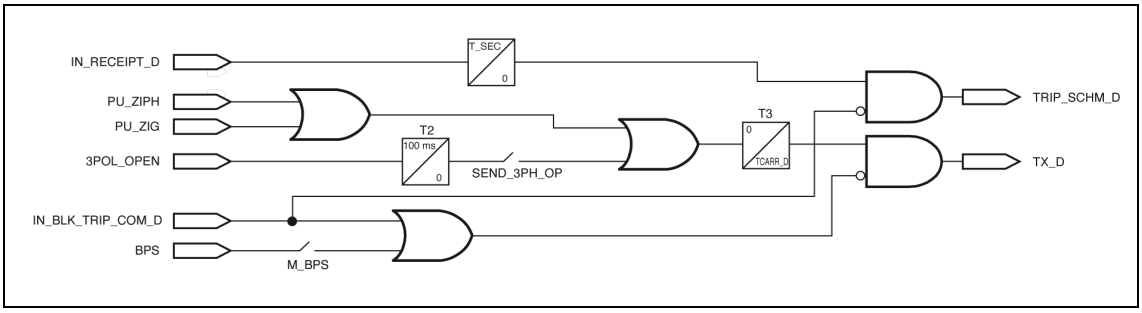


Figura 3.2.3 Diagrama de bloques del esquema de disparo transferido directo para distancia.

Leyenda	
IN_RECEIPT_D: Entrada recepción canal distancia.	TRIP_SCHM_D: Disparo esquema de distancia.
PU_ZI x: Arranque unidades fase / tierra Zona I.	T_SEC: Tiempo de seguridad (ajuste)
3POL_OPEN: Tres polos abiertos.	SEND_3PH_OPEN: Envío de carrier por interruptor abierto (ajuste).
IN_BLK_TRIP_COM_D: Entrada bloqueo disparo canal distancia.	TCARR_D: Tiempo de carrier distancia (ajuste).
BPS: Bloqueo por oscilación de potencia.	M_BPS: Máscara bloqueo por oscilación de potencia (ajuste).
TX_D: Envío canal distancia.	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El ajuste de ***Tiempo carrier distancia*** (**TCARR_D**) que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en la **Activación del canal** (**TX_D**).

El ajuste de ***Envío interruptor abierto*** (**SEND_3PH_OP**) permite activar el canal cuando hayan abierto los tres polos del interruptor. La temporización **T2** de 100 ms tiene como objetivo retrasar el envío de carrier cuando éste se produce por apertura del interruptor.

El ajuste ***Tiempo seguridad*** (**T_SEC**) tiene como finalidad garantizar un mínimo en la duración de la señal recibida, para evitar actuaciones intempestivas ante ruidos en el canal.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Bloqueo disparo canal distancia** (**IN_BLK_TRIP_COM_D**). La activación de la señal **Bloqueo por oscilación de potencia (BPS)** podrá anular la activación del canal, sin embargo, no se da la opción de que bloquee el disparo por canal, pues en el extremo receptor de la señal de disparo transferida no se comprueba la activación de ninguna unidad de protección.

3.2.6 Disparo por sobrealcance permisivo

El esquema de Disparo por sobrealcance permisivo se activa cuando el ajuste **Esquema protección distancia** toma el valor **Sobrealcance permisivo**, complementando al de Distancia escalonada.

Este esquema se basa en el hecho de que si ambos terminales ven la falta dentro de la zona de sobrealcance (ajustada por encima del 100% de la línea), la falta puede considerarse interna a la línea. El terminal que ve la falta en la zona de sobrealcance envía la señal de permiso de disparo al otro extremo (en caso de líneas de más de dos terminales, la señal se envía a todos ellos). En el otro terminal, la recepción de la señal de permiso procedente del primer terminal produce el disparo inmediato si se encuentra arrancada alguna de las unidades de medida de la zona designada como de sobrealcance. En el caso de más de dos terminales, es necesaria la recepción de la señal de permiso de todos los demás terminales para que se permita la activación del disparo inmediato por la zona de sobrealcance en cualquiera de ellos, por lo que la entrada de recepción de canal debería configurarse como una AND de las señales recibidas.

La señal **Bloqueo inversión intensidad distancia** (**BLK_INV_A_D**), que proviene de la **Lógica de inversión de intensidad** (para distancia), bloquea, mientras esté activa, la entrada procedente de la activación de la zona en sobrealcance, con el fin de evitar disparos erróneos ante inversiones de intensidad que se den como consecuencia del despeje secuencial de faltas sobre una línea paralela.

Si en uno de los extremos de la línea existen condiciones de alimentación débil o nula, de forma que no arranque ninguna de las unidades asociadas a la zona de sobrealcance, ninguno de los extremos podrá disparar con este esquema (lo harían de acuerdo al esquema de distancia escalonada). En ese caso, el esquema en sobrealcance permisivo debería ir acompañado de la lógica de alimentación débil, la cual permite enviar una señal de permiso de disparo al extremo “fuerte” (como eco de la señal enviada por dicho extremo) para conseguir el disparo de éste (el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) debe estar en **Eco** o **Eco + disparo**), además de dar la opción de disparar el extremo “débil” (el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) debe estar en **Eco + disparo**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.6.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)

Para que en un terminal se produzca la activación del canal de comunicaciones (envío de la señal de permiso), se tiene que dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de cualquiera de las unidades asociadas a la zona 1 o a la zona en sobrealcance.
2. La apertura de los tres polos del interruptor si está en **SÍ** el ajuste **Envío interruptor abierto**.
3. Activación de la señal **Eco distancia** (**ECHO_D**), salida de la lógica de alimentación débil, para lo cual el ajuste **Salida alimentación débil distancia** (**WI_DM**) de dicha lógica debe estar en **Eco** o **Eco + disparo**.

3.2.6.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)

El disparo por canal se dará si tiene lugar la recepción de canal y la activación de cualquiera de las unidades asociadas a la zona de sobrealcance o si se ha activado la señal **Disparo por alimentación débil distancia** (**TRIP_WI_D**), para lo cual el ajuste **Salida alimentación débil distancia** (**WI_DM**) de la lógica de alimentación débil (para las unidades de distancia) debe estar en **Eco + disparo**.

3.2.6.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas la Figura 3.2.4.

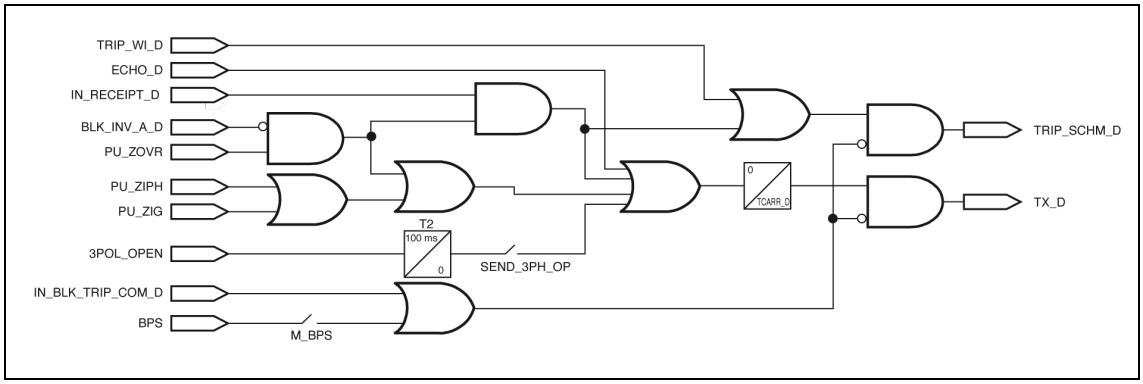


Figura 3.2.4 Diagrama de bloques del esquema de disparo por sobrealcance permisivo para distancia.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
TRIP_WI_D: Disparo alimentación débil distancia.	3POL_OPEN: Tres polos abiertos.
ECHO_D: Envío eco distancia.	BPS: Bloqueo por oscilación de potencia.
IN_RECEIPT_D: Entrada recepción canal distancia.	TX_D: Envío canal distancia.
BLK_INV_A_D: Bloqueo inversión intensidad distancia.	TRIP_SCHM_D: Disparo esquema protección distancia.
PU_ZOVR: Arranque zona sobrealcance.	SEND_3PH_OPEN: Envío de carrier por interruptor abierto (ajuste).
PU_ZI x: Arranque unidades fase / tierra Zona I.	TCARR_D: Tiempo de carrier distancia (ajuste).
IN_BLK_TRIP_COM_D: Entrada bloqueo disparo canal distancia.	M_BPS: Máscara bloqueo por oscilación de potencia (ajuste).

El ajuste de ***Tiempo carrier distancia*** (**TCARR_D**) que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en la **Activación del canal** (**TX_D**).

El ajuste de ***Envío interruptor abierto*** (**SEND_3PH_OP**) permite activar el canal cuando hayan abierto los tres polos del interruptor. La temporización **T2** de 100 ms tiene como objetivo retrasar el envío de *carrier* cuando éste se produce por apertura el interruptor.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Bloqueo disparo canal distancia** (**IN_BLK_TRIP_COM_D**) o por la señal de **Bloqueo por oscilación de potencia** (**BPS**) (si se permite que dicho fenómeno bloquee el funcionamiento de los esquemas mediante el bit correspondiente de la **Máscara de bloqueos por oscilación de potencia**).

3.2.7 Desbloqueo por comparación direccional

El esquema de desbloqueo por comparación direccional se activa cuando el ajuste **Esquema protección distancia** toma el valor **Desbloqueo comparación direccional**, complementando al de Distancia escalonada.

En los esquemas permisivos que emplean canales de onda portadora, la señal de permiso de disparo se transmite en muchas ocasiones a través de la/s fase/s en falta, produciéndose una atenuación de la misma hasta el nivel, en determinados casos, de ni siquiera llegar al otro extremo. Aquel extremo que no reciba la señal de permiso de disparo no podrá disparar según el esquema de sobrealcance permisivo (lo hará de acuerdo al esquema de distancia escalonada). Para evitar disparos temporizados ante este tipo de situaciones, se emplea el esquema de desbloqueo por comparación direccional, el cual es una extensión del esquema de disparo por sobrealcance permisivo.

El esquema de desbloqueo por comparación direccional está pensado para ser utilizado con equipos de onda portadora de frecuencia conmutada. Cuando no hay falta en la línea, estos equipos envían continuamente una señal a una frecuencia llamada “de guarda” (señal de guarda) para monitorizar el canal. Ante la detección de una falta, el relé ordena al equipo de onda portadora una conmutación de la frecuencia de guarda a otra frecuencia llamada “de disparo” (señal de disparo). El equipo de teleprotección, por lo tanto, nunca enviará ambas señales a la vez, salvo durante el tiempo que dura el proceso de conmutación.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si en un extremo se recibe la señal de disparo y no se recibe la señal de guarda, dicho extremo disparará según los mismos criterios que establece un esquema en sobrealcance permisivo (siempre que esté activada la zona en sobrealcance). Si, por el contrario, no se recibe la señal de disparo, pero tampoco se recibe la señal de guarda, el esquema de desbloqueo por comparación direccional permitirá, durante una ventana de tiempo, el disparo instantáneo de la zona en sobrealcance.

La señal **Bloqueo inversión intensidad distancia** (**BLK_INV_A_D**) que proviene de la lógica de inversión de intensidad (asociada a esquemas de distancia), bloquea, mientras esté activa, la entrada procedente de la activación de la zona en sobrealcance, con el fin de evitar disparos erróneos ante inversiones de intensidad que se den como consecuencia del despeje de faltas en una línea paralela en caso de dobles circuitos.

Al igual que en el esquema en sobrealcance permisivo, si en uno de los extremos de la línea existen condiciones de alimentación débil o nula, de forma que no arranque ninguna de las unidades asociadas a la zona de sobrealcance en dicho terminal, ninguno de los extremos podrá disparar con este esquema (lo harían de acuerdo al esquema de distancia escalonada). En ese caso, el esquema de desbloqueo por comparación direccional debería ir acompañado de la lógica de alimentación débil, la cual permite enviar una señal de permiso de disparo al extremo “fuerte” (como eco de la señal enviada por dicho extremo) para conseguir el disparo de éste (el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) debe estar en **Eco** o **Eco + disparo**), además de dar la opción de disparar el extremo “débil” (el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) debe estar en **Eco + disparo**).

3.2.7.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)

Para que en un terminal se produzca la activación del canal de comunicaciones (envío de la señal de permiso), se tiene que dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de cualquiera de las unidades asociadas a la zona 1 o a la zona de sobrealcance.
2. Apertura de los tres polos del interruptor si está en **SÍ** el ajuste **Envío interruptor abierto**.
3. Activación de la señal **Eco distancia** (**ECHO_D**), salida de la lógica de alimentación débil, para lo cual el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) de dicha lógica debe estar en **Eco** o **Eco + disparo**.

3.2.7.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)

El disparo por canal se dará cuando se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

1. Recepción de canal y pérdida de guarda junto con la activación de cualquiera de las unidades asociadas a la zona de sobrealcance.
2. Pérdida de guarda, sin activación de canal, junto con la activación de cualquiera de las unidades asociadas a la zona en sobrealcance antes de que trascurra el tiempo **T_TRIP**.
3. Activación de la señal **Disparo por alimentación débil distancia** (**TRIP_WI_D**), para lo cual el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) de la lógica de alimentación débil (para las unidades de distancia) debe estar en **Eco + disparo**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.7.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas la Figura 3.2.5.

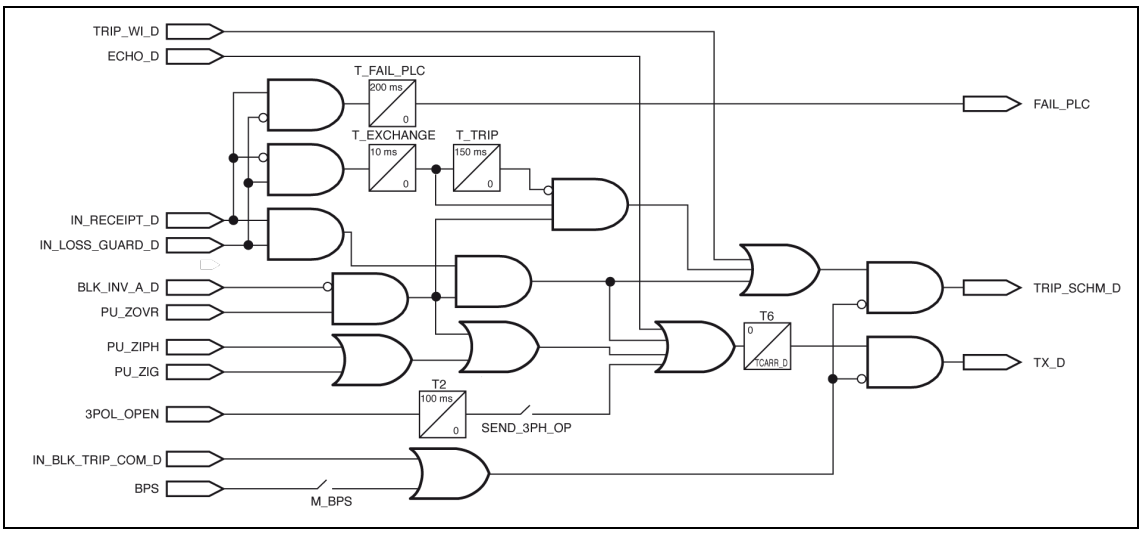


Figura 3.2.5 Diagrama de bloques del esquema de desbloqueo por comparación direccional para distancia.

Leyenda	
TRIP_WI_D: Disparo alimentación débil distancia.	TX_D: Envío canal distancia.
ECHO_D: Envío eco distancia.	FAIL_PLC: Fallo equipo onda portadora.
IN_RECEIPT_D: Entrada recepción canal distancia.	TRIP_SCHM_D: Disparo esquema protección distancia.
IN_LOSS_GUARD_D: Entrada de pérdida de guarda distancia	T_EXCHANGE: Tiempo de conmutación.
	T_FAIL_PLC: Tiempo Fallo equipo onda portadora.
BLK_INV_A_D: Bloqueo inversión intensidad distancia.	T_TRIP: Tiempo de disparo.
PU_ZOVR: Arranque zona sobrealcance.	SEND_3PH_OPEN: Envío de carrier por interruptor abierto (ajuste).
PU_ZI x: Arranque unidades fase / tierra Zona I.	
3POL_OPEN: Tres polos abiertos.	TCARR_D: Tiempo de carrier distancia (ajuste).
IN_BLK_TRIP_COM_D: Entrada bloqueo disparo canal distancia.	M_BPS: Máscara bloqueo por oscilación de potencia (ajuste).
BPS: Bloqueo por oscilación de potencia.	

El ajuste de ***Tiempo carrier distancia*** (**TCARR_D**) que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en **la Activación del canal** (**TX_D**).

El ajuste de ***Envío interruptor abierto*** (**SEND_3PH_OP**) permite activar el canal cuando hayan abierto los tres polos del interruptor. La temporización **T2** de 100 ms tiene como objetivo retrasar el envío de carrier cuando éste se produce por apertura del interruptor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El equipo de onda portadora presenta los dos siguientes contactos de salida: uno normalmente cerrado (que llamaremos **Guarda**), que permanece abierto cuando se está recibiendo la señal de guarda, y otro normalmente abierto (que llamaremos **Disparo**) que se cierra ante la recepción de la señal de disparo del otro extremo. El contacto **Guarda** deberá cablearse a la entrada **IN_LOSS_GUAR_D** (**Pérdida de guarda distancia**), mientras que el contacto **Disparo** se cableará a la entrada **IN_RECEIPT_D** (**Recepción canal distancia**). Por otra parte, debería cablearse la salida de **TX_D** (**Envío canal distancia**) a la entrada del equipo de onda portadora que dará orden de efectuar la conmutación de frecuencia.

Cuando se activan las dos entradas **IN_LOSS_GUAR_D** e **IN_RECEIPT_D**, la respuesta es exactamente igual que en un esquema en sobrealcance permisivo, produciéndose un disparo instantáneo si se ha activado la zona en sobrealcance.

En el caso en que se haya activado únicamente la entrada **IN_LOSS_GUAR_D**, lo que podría ser indicativo de una atenuación total de la señal de permiso de disparo procedente del otro extremo, si dicha situación se mantiene durante el tiempo de conmutación **T_EXCHANGE**=10 ms (suficiente para que el equipo de onda portadora conmute de la frecuencia de guarda a la frecuencia de disparo), durante el tiempo **T_TRIP**=150 ms se dejará que la zona en sobrealcance dispare de forma instantánea.

Si únicamente se ha activado la entrada **IN_RECEIPT_D**, al cabo del tiempo **T_FAIL_PLC**=200 ms, se activará la señal **FAIL_PLC**, indicando un fallo en el equipo de onda portadora.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Bloqueo disparo canal distancia** (**IN_BLK_TRIP_COM_D**) o por la señal de **Bloqueo por oscilación de potencia** (**BPS**) (si se permite que dicho fenómeno bloquee el funcionamiento de los esquemas mediante el bit correspondiente de la **Máscara de bloqueos por oscilación de potencia**).

3.2.8 Bloqueo por comparación direccional

El esquema de bloqueo por comparación direccional se activa cuando el ajuste Esquema protección distancia toma el valor **Bloqueo comparación direccional**, complementando al de Distancia escalonada.

La diferencia fundamental de este esquema con respecto a los anteriores (esquemas permisivos) es que la señal enviada a través del canal se emplea para impedir el disparo de la protección en el extremo remoto, en lugar de para acelerarlo.

Para la correcta operación de este esquema, es necesario disponer de una zona de medida ajustada en sentido contrario a la línea protegida, cuyas unidades se empleen para activar el canal. Dicha zona será la Zona 4 o la Zona 5 (dependiendo del valor del ajuste **Zona contradirección**). Por ello, al seleccionar el esquema de **Bloqueo por comparación direccional**, la zona designada como zona en Contradirección operará como si estuviese ajustada hacia atrás, aunque su ajuste de dirección indique lo contrario.

Cuando un terminal de la línea detecte una falta en la zona en contradirección, enviará una señal de bloqueo al terminal del extremo remoto para impedir el disparo del mismo por unidades de sobrealcance. De esta forma, el disparo sólo se produce si no se recibe la señal de bloqueo desde el terminal del extremo remoto de la línea.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El terminal que ve la falta en la zona en contradirección envía la señal de bloqueo de disparo al otro extremo (en caso de líneas de más de dos terminales, la señal se envía a todos ellos). En el otro terminal, la recepción de la señal de bloqueo procedente del primer terminal produce la inhabilitación inmediata del disparo de cualquiera de las unidades de medida de la zona designada como de sobrealcance. En el caso de más de dos terminales, basta la recepción de la señal de bloqueo de uno de los terminales para que se bloquee el disparo inmediato por la zona de sobrealcance en cualquiera del resto de terminales, por lo que la entrada de recepción de canal debería configurarse como una OR de las señales recibidas.

Se han de tener en cuenta dos condiciones para la correcta aplicación de este esquema:

1. La distancia cubierta por la zona en contradirección debe ser mayor que la que cubre cualquiera de las zonas de sobrealcance en el resto de los terminales (no en valor absoluto, sino la medida desde el terminal considerado), con objeto de garantizar el bloqueo de cualquier falta dentro de la zona de sobrealcance y fuera de la línea.
2. Debe considerarse un tiempo de retardo del disparo de la zona de sobrealcance que permita al equipo de comunicaciones transmitir la señal de bloqueo desde el terminal remoto al local. Dicho retardo vendrá dado por el ajuste ***Tiempo retardo distancia***.

Con este esquema, si la intensidad de falta vista por uno de los extremos es lo suficientemente baja para que no arranque la unidad de contradirección, el resto de los terminales podrá disparar con este esquema ante faltas vistas por la unidad de sobrealcance (con el riesgo de que esas faltas estén fuera de la línea protegida). Lo mismo ocurre si el canal de comunicaciones falla y no se puede enviar la señal de bloqueo.

Existe la posibilidad de producir la activación del canal (envío de señal de bloqueo) por medio del arranque adireccional (señal de **Condición de arranque**, **CPU_IOC**) de unidades de sobreintensidad: elementos instantáneos nº 1 de fases y neutro. Esta posibilidad se obtiene poniendo a **SÍ** el ajuste ***Envío rápido***. La condición de arranque de dichos elementos de sobreintensidad no solamente activará el canal para faltas hacia atrás sino también para faltas hacia adelante, por lo que las activaciones de la zona en sobrealcance y de la zona 1 se encargarán de parar el canal. La ventaja del ***Envío rápido*** reside en el menor ***Tiempo de retardo*** (que incluso puede ser nulo) que se debe introducir en la actuación de la zona en sobrealcance, debido a que la señal de bloqueo se genera antes (la actuación de una unidad de sobreintensidad adireccional es más rápida que la correspondiente a una unidad de distancia). Esto permite producir disparos más rápidos.

La lógica de eco y disparo por alimentación débil carece de sentido en este esquema. Por otra parte, este esquema no requiere ser complementado por la lógica de bloqueo por inversión de intensidad porque él mismo puede detectar el fenómeno de inversión de intensidad gracias al uso de la zona en contradirección.

3.2.8.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal distancia”)

Para que en un terminal se produzca la activación del canal de comunicaciones (envío de la señal de bloqueo) se ha de dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de la zona en contradirección o de las unidades de sobreintensidad adireccional, si se ha puesto a **SÍ** el ajuste ***Envío rápido***, sin activación de la zona de sobrealcance y sin que se den las condiciones de parada del envío.
2. Activación de la entrada de bloqueo de disparo por canal y que no se den las condiciones de parada del envío. En este caso, dado que es un sistema de bloqueo, la activación del canal significa bloqueo del disparo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.8.b Condiciones de parada de canal (“Parada canal distancia”)

Para que en un terminal se produzca la desactivación o parada del canal de comunicaciones (final del envío de la señal de bloqueo) se ha de dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de la entrada de parada de canal.
2. Activación de las unidades de sobrealcance sin recepción de canal ni detección de contradirección ni activación de la entrada de bloqueo de disparo por canal.
3. Activación de las unidades de Zona 1.

3.2.8.c Condiciones de disparo (“Disparo esquema protección distancia”)

Para que se produzca un disparo con este esquema se habrán de cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

1. La activación de las unidades de sobrealcance.
2. La no recepción de canal (señal de bloqueo, procedente del otro terminal).
3. La no activación de las unidades de contradirección.

3.2.8.d Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en la Figura 3.2.6.

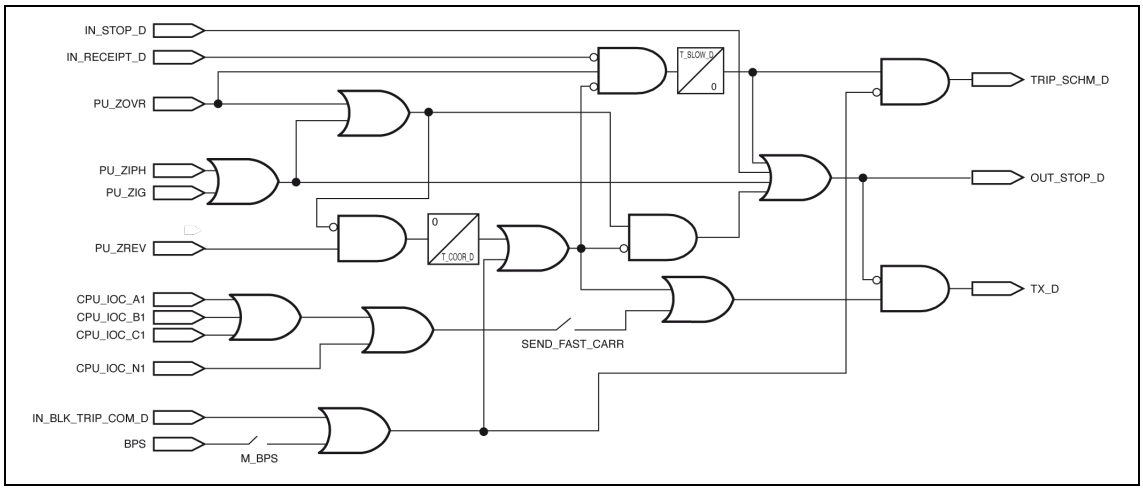


Figura 3.2.6 Diagrama de bloques del esquema de bloqueo por comparación direccional para distancia.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
IN_STOP_D: Entrada parada canal distancia.	BPS: Bloqueo por oscilación de potencia.
IN_RECEIPT_D: Entrada recepción canal distancia.	TX_D: Envío canal distancia.
	OUT_STOP_D: Parada canal distancia.
PU_ZOVR: Arranque zona sobrealcance.	TRIP_SCHM_D: Disparo esquema protección distancia.
PU_ZI x: Arranque unidades fase / tierra Zona I.	
PU_ZREV: Arranque zona contradirección.	T_SLOW_D: Tiempo retardo distancia (ajuste)
CPU_IOC_ x1: Condición de arranque unidad instantánea 1 fase x / neutro.	SEND_FAST_CARR: Envío rápido de carrier (ajuste).
BLK_INV_A_D: Bloqueo inversión intensidad distancia.	T_COORD_D: Tiempo de coordinación de distancia (ajuste)
IN_BLK_TRIP_COM_D: Entrada bloqueo disparo canal distancia.	M_BPS: Máscara bloqueo por oscilación de potencia (ajuste).

El objetivo del ajuste ***Tiempo retardo distancia*** (**T_SLOW_D**), tal y como se comentó antes, es proporcionar, para faltas externas, un tiempo para la recepción de la señal de bloqueo desde el terminal del lado remoto.

El ajuste de ***Tiempo coordinación distancia*** (**T_COOR_D**) establece un tiempo de reposición de la señal de activación de la zona en contradirección, que tiene como finalidad prevenir la parada del canal ante inversiones de intensidad en dobles circuitos, como consecuencia de aperturas secuenciales de los interruptores de la línea paralela ante una falta en la misma. Cabe destacar que la zona 1 y la unidad de sobreintensidad direccional instantánea sí podrán parar el envío de bloqueo, sin tener en cuenta la activación de la zona en contradirección, pues dichas unidades se activan solamente ante faltas internas a la línea.

La salida de parada de canal tiene por objeto ir cableada a la entrada **IN_STOP_D** del equipo de teleprotección con el fin de producir la parada de canal. No obstante, dicha salida anula también la salida de activación de canal como medida de prevención, en el caso de que la entrada **IN_STOP_D** no se haya configurado en el equipo de teleprotección como prioritaria frente a la entrada **IN_RECEIPT_D**, cuando ambas estén activas.

El disparo por canal podrá verse bloqueado por la activación de la entrada digital **Bloqueo disparo canal distancia** (**IN_BLK_TRIP_COM_D**) o por la detección de oscilación de potencia (si se permite que dicho fenómeno bloquee el funcionamiento de los esquemas mediante el bit correspondiente de la **Máscara de bloqueos por oscilación de potencia**). Dicho **Bloqueo disparo canal distancia** genera, a su vez, una activación del canal.

3.2.9 Lógica de alimentación débil

La lógica de alimentación débil, si se habilita, podrá trabajar en paralelo con todos los esquemas de teleprotección permisivos.

Como ya se comentó antes, si se ha seleccionado un esquema en sobrealcance permisivo (o de desbloqueo por comparación direccional) y uno de los extremos de la línea se encuentra en condiciones de alimentación débil, de forma que no se activan las unidades de sobrealcance en dicho extremo, ninguno de los terminales de la línea podrá disparar de forma instantánea. Para ello, el esquema de teleprotección deberá ir acompañado de la lógica de alimentación débil, que presenta dos opciones: **Envío de eco** y **Disparo por alimentación débil**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.9.a Envío de eco

Esta función se habilita poniendo el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) en **Eco**.

La función de Eco permite enviar una señal de permiso de disparo al extremo “fuerte” (como eco de la señal enviada por dicho extremo).

La señal de Eco se activará siempre que se haya recibido señal del otro extremo y no haya arrancado ninguna de las unidades asociadas a la zona en contradirección.

3.2.9.b Disparo por alimentación débil

Esta función se habilita poniendo el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) en **Eco + Disparo**.

El envío del eco permite el disparo (instantáneo) del extremo “fuerte”, pero no el del extremo “débil”. El disparo por alimentación débil permite disparar este último extremo cuando se detectan condiciones de subtensión, se ha recibido la señal de permiso de disparo y no está activada ninguna de las unidades asociadas a la zona en contradirección ni a la zona en sobrealcance.

La función de disparo por alimentación débil siempre lleva asociada el envío de eco.

Dada la necesidad de que una de las zonas vigile en contradirección para la correcta operación de esta lógica, cuando el ajuste ***Salida alimentación débil distancia*** (**WI_DM**) tome el valor **Eco** o **Eco + disparo**, la zona designada como zona en contradirección operará como si estuviese ajustada hacia atrás, aunque su ajuste de dirección indique lo contrario.

3.2.9.c Operación

El diagrama lógico de funcionamiento se muestra en la Figura 3.2.7.

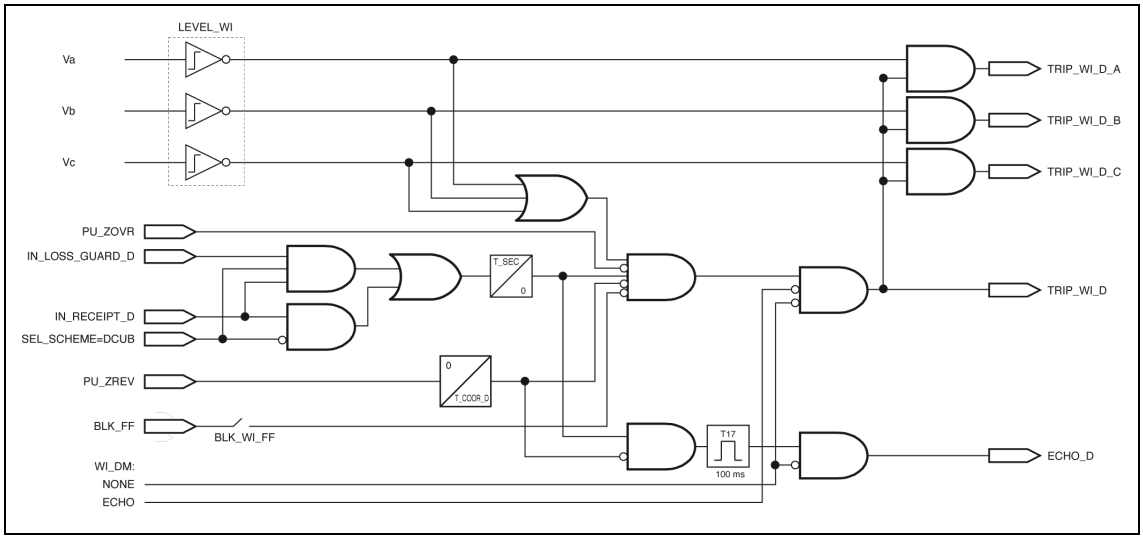


Figura 3.2.7 Diagrama de bloques de la lógica de alimentación débil de distancia.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
PU_ZOVR: Arranque zona sobrealcance.	TRIP_WI_D: Disparo alimentación débil distancia.
IN_LOSS_GUARD_D: Entrada de pérdida de guarda distancia.	LEVEL_WI: Umbral de tensión lógica de alimentación débil (ajuste).
IN_RECEIPT_D: Entrada recepción canal distancia.	BLK_WI_FF: Bloqueo de alimentación débil por fallo de fusible (ajuste).
PU_ZREV: Arranque zona contradirección.	SEL_SCHEME: Selección de esquema de teleprotección (ajuste).
BLK_FF: Bloqueo por fallo de fusible.	
WI_DM: Salida de alimentación débil distancia.	T_SEC: Tiempo de seguridad (ajuste).
ECHO_D: Envío eco distancia.	T_COORD_D: Tiempo de coordinación de distancia (ajuste)
TRIP_WI_D_X: Disparo alimentación débil distancia fase X.	

Los detectores de subtensión (representados como detectores de sobretensión negados) arrancan y se reponen con un único valor, igual al ajuste ***Umbral tensión alimentación débil*** (**LEVEL_WI**).

El ajuste ***Tiempo seguridad*** (**T_SEC**) tiene como finalidad asegurar un tiempo de recepción de canal para evitar envíos de eco ante ruidos en el canal. Por otra parte, deja tiempo a que se activen las unidades en contradirección (en caso de que la falta sea hacia atrás); no obstante, lo normal es que dichas unidades se activen antes de la recepción de canal, pues ante una falta externa las unidades en sobrealcance del extremo remoto (las que activan el canal) tardarán más tiempo en activarse que las unidades en contradirección del extremo local.

Si se ha seleccionado un esquema de **Desbloqueo por comparación direccional**, la **Recepción de canal** (**IN_RECEIPT_D**) debe ir acompañada de la activación de la entrada de **Pérdida de guarda** (**IN_LOSS_GUAR_D**).

El ajuste ***Tiempo coordinación distancia*** (**T_COOR_D**) se utiliza para evitar disparos por alimentación débil ante inversiones de intensidad en dobles circuitos.

El disparo por alimentación débil puede bloquearse con la activación de la señal **Bloqueo por fallo fusible** (**BLK_FF**), si está a **SÍ** el ajuste ***Bloqueo alimentación débil fallo fusible*** (**BLK_WI_FF**), dado que ante un fallo fusible la indicación de los detectores de subtensión ya no es fiable.

Las salidas **TRIP_WI_D_A**, **TRIP_WI_D_B** y **TRIP_WI_D_C** hacen la función de selector de fases (como se verá en la lógica de disparo mono / trifásico) puesto que en condiciones de alimentación débil el selector de fases puede no generar ninguna salida, por ser muy pequeñas las intensidades de secuencia directa y cero.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.10 Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad

En dobles circuitos, la apertura secuencial de los interruptores asociados a una de las líneas, como consecuencia del despeje de una falta en la misma, puede dar lugar a una inversión de la dirección de la intensidad en la línea paralela. Dicha inversión de intensidad provocará la activación de la zona en sobrealcance desactivada hasta el momento en uno de los extremos y la reposición de dicha zona en el extremo opuesto. Dado que estos fenómenos en ambos extremos no tienen lugar en el mismo tiempo, los esquemas de teleprotección en sobrealcance pueden dar lugar a disparos incorrectos en la línea sana.

En la Figura 3.2.8 se representa un fenómeno de inversión de intensidad.

En el caso de un esquema en sobrealcance permisivo, ante la apertura del interruptor del extremo B1 se produce una inversión de la dirección de la intensidad en la línea 2, activándose la zona en sobrealcance del relé en el extremo B2. Si la señal de permiso de disparo procedente del relé en el extremo A2 todavía no ha repuesto se producirá un disparo por canal en B2. Para evitar este tipo de disparos erróneos se debería bloquear transitoriamente la zona en sobrealcance del relé en B2.

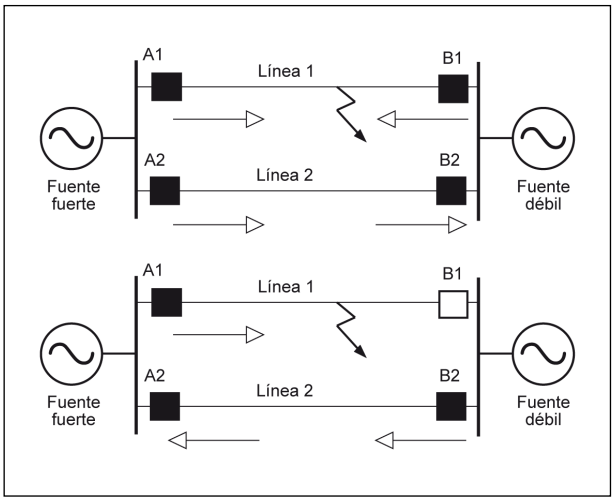


Figura 3.2.8 Fenómeno de inversión de intensidad.

3.2.10.a Operación

La lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad genera la señal de **Bloqueo inversión intensidad distancia** (**BLK_INV_A_D**) cuando se activa la zona vigilando hacia atrás (zona en contradirección) Dicha señal se mantendrá activa durante el ajuste ***Tiempo coordinación distancia*** (**T_COOR_D**), desde la reposición de la zona en Contradirección.

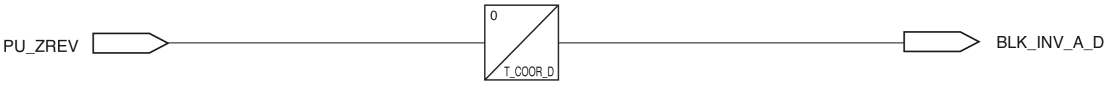


Figura 3.2.9 Diagrama de bloques de la lógica de bloqueo por inversión de intensidad de distancia.

Leyenda	
PU_ZREV: Arranque zona contradirección.	T_COORD_D: Tiempo de coordinación distancia (ajuste).
BLK_INV_A_D: Bloqueo inversión intensidad distancia.	

Dada la necesidad de que una de las zonas vigile en contradirección para la correcta operación de esta lógica, su habilitación hará que la Zona 4 o Zona 5 opere como si estuviese ajustada hacia atrás, aunque su ajuste de dirección indique lo contrario.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.11 Esquemas programables

Además de los esquemas de protección disponibles, existe la posibilidad de configurar cualquier otro tipo de esquema de protección mediante la lógica programable incorporada en el equipo. En este caso, se pueden generar esquemas de teleprotección que requieran el trasiego de varias señales entre ambos extremos de la línea (indicación de la fase en falta, permisos monofásicos y trifásicos, etc.), para lo cual el medio de comunicación empleado puede ser una red digital.

3.2.12 Rangos de ajuste

Protección / Esquemas de protección (*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso de envío de carrier por 52 abierto	Envío por 52 Abier	PSCH1.CarOpnCB	SÍ / NO		SÍ
Tiempo de seguridad para recepción de carrier	Temp Seguridad	PSCH1.SecTmms	0 - 50 ms	1 ms	0 ms
Bloqueo del disparo por alimentación débil ante fallo fusible	Bloq Alim Deb FF		SÍ / NO		NO

(*) Común para esquemas de distancia y sobreintensidad.

Protección / Esquemas de protección de distancia					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Esquema de protección	Esq Prot Dist	PSCH2.SchTyp	Ninguno. Extensión Zona 1. Subalcance permisivo. Transferido directo. Sobrealcance permisivo. Desbloq Comp Direc. Bloq Comp Direc.		Ninguno.
Temp Carrier Dist	Temp Carr Dist	PSCH2.DurTmms	0 - 200 ms	10 ms	0 ms
Temp Coord Dist	Temp Coor Dist	PSCH2.RvRsTmms	0 - 300 ms	1 ms	25 ms
Temp Ret Dist	Temp Ret Dist	PSCH2.CrdTmms	0 - 200 ms	10 ms	50 ms
Temp Bloq Ext Z1	Temp Bloq Ext Z1		0,05-300,00 s	0,01 s	10 s
Zona Sobrealcance			Zona 2 / Zona 3		Zona 2
Zona Contradirección			Zona 4 / Zona 5		Zona 4
Sal Log Alim Deb Dist	Sal Alim Deb Dist	PSCH2.WeiMod	Ninguno. Eco. Eco + Disp.		Ninguno.
Perm Bloq Inv Int Dist	H Blq Inv Int Dist		SÍ / NO		NO
Envio Rapido Carrier	Env Rapido Carrier	PSCH2.RvAMod	SÍ / NO		NO
Perm Bloq Osc Pot	Bloqueo Esq Prot		SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.13 Entradas digitales al módulo de esquemas de protección de distancia

Tabla 3.2-1: Entradas digitales al módulo de esquemas de protección de distancia

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_RECEIPT_D	Entradas lógicas a protección	PSCH2.ProRx	Entrada recepción canal distancia	I	La activación de esta entrada indica que se ha recibido la señal (de permiso o de bloqueo del disparo, en función del esquema seleccionado) del otro extremo.
IN_BLK_TRIP_COM_D		PSCH2.Mod	Entrada bloqueo disparo canal distancia	I	La activación de esta entrada bloquea el disparo por cualquier esquema de protección de distancia.
IN_LOSS_GUAR_D		PSCH2.LosOfGrd	Entrada pérdida guarda distancia	I	La activación de esta entrada indica que se ha dejado de recibir la señal de guarda. Se emplea en el esquema de Desbloqueo por comparación direccional.
IN_DISABLE_D		PSCH2.CarStop	Entrada parada canal distancia	I	La activación de esta entrada genera la salida Parada Canal. Se emplea en el esquema de Bloqueo por comparación direccional.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.14 Salidas digitales y sucesos de los módulos de esquemas de protección de distancia

Tabla 3.2-2: Salidas digitales y sucesos de los módulos de esquemas de protección de distancia

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
TX_D	Salidas genéricas de protección	PSCH2.ProTx	Envío canal distancia	I	Disparo por el esquema de protección de distancia seleccionado.
ECHO_D		PSCH2.Echo	Envío eco distancia	I	Envío de eco en esquema de protección de distancia.
FAIL_PLC		PSCH2.CarWavFail	Fallo equipo onda portadora	I	Fallo en el equipo de onda portadora.
BLK_INV_A_D		PSCH2.RvABlk	Bloqueo inversión intensidad distancia	I	Bloqueo de la zona en sobrealcance en esquema de protección de distancia por detección de inversión de intensidad.
OUT_STOP_D		PSCH2.CarStopOut	Parada canal distancia	I	Salida para parar el canal empleado en esquemas de bloqueo por comparación direccional.
TRIP_SCHM_D	Salidas de disparo de protección	PSCH2.Op	Disparo esquema protección distancia	I,F	Disparo por el esquema de protección de distancia seleccionado.
TRIP_WI_D		PSCH2.WeiOp	Disparo alimentación débil distancia	I	Disparo por condición de alimentación débil en esquema de protección de distancia.
TRIP_WI_D_A		PSCH2.WeiOp	Disparo alimentación débil distancia fase A	I	Disparo por condición de alimentación débil en la fase correspondiente en esquema de protección de distancia.
TRIP_WI_D_B		PSCH2.WeiOp	Disparo alimentación débil distancia fase B	I	
TRIP_WI_D_C		PSCH2.WeiOp	Disparo alimentación débil distancia fase C	I	
PU_ZOVR			Arranque zona sobrealcance	I	Arranque de la zona en sobrealcance.
PU_ZREV			Arranque zona contradirección	I	Arranque de la zona en contradirección.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.2.15 Nodo Lógico IEC61850

CLASS PSCH		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
PSCH		Distance Protection Scheme
Data Objects		
Status information		
ProTx	SPS	Teleprotection signal transmitted
ProRx	SPS	Teleprotection signal received
Str	ACD	Carrier send
Op	ACT	Operate
LosOfGrd	SPS	Loss of guard
Echo	ACT	Echo signal from weak end infeed function
WeiOp	ACT	Operate signal from weak end infeed function
RvABlk	ACT	Block signal from current reversal function
ProTx	SPS	Teleprotection signal transmitted
Settings		
SchTyp	ENG	Scheme Type
CrdTmms	ING	Co-ordination timer for blocking scheme
DurTmms	ING	Minimum duration of carrier send signal
SecTmms	ING	Pickup security timer on loss of carrier guard signal
WeiMod	ENG	Mode of weak end infeed function
RvAMod	ENG	Enable of current reversal function
RvRsTmms	ING	Delay time for coordination
SchTyp	ENG	Scheme Type
CrdTmms	ING	Co-ordination timer for blocking scheme
DurTmms	ING	Minimum duration of carrier send signal
Extended Data		
CarStop	EXT_SPC	Stop of the channel input in directional comparison block scheme
PhGndVal	EXT_ASG	Undervoltage level for weak infeed function

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

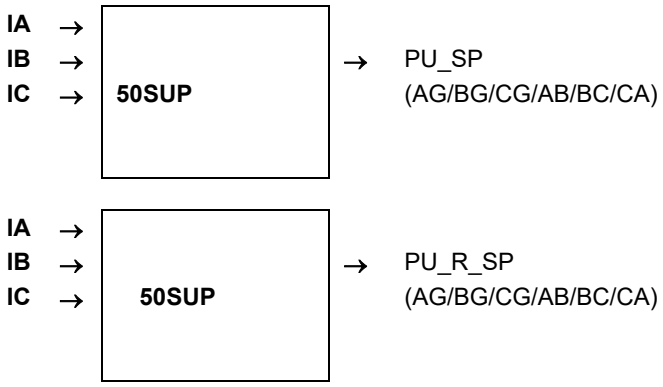
3.3 Supervisión de Fases para Protección de Distancia

3.3.1 Identificación 3.3-2
3.3.2 Bloque general de la unidad 3.3-2
3.3.3 Principios de operación y diagrama de bloques 3.3-2
3.3.4 Rangos de ajuste 3.3-3
3.3.5 Entradas analógicas a la unidad 3.3-4
3.3.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de distancia 3.3-4

3.3.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Supervisión de unidades hacia adelante y hacia atrás		-	50SUP

3.3.2 Bloque general de la unidad



3.3.3 Principios de operación y diagrama de bloques

Los equipos **DLF** disponen de unidades de sobreintensidad cuya función es supervisar la operación de las unidades de medida de distancia y así establecer un nivel mínimo de intensidad para el cual puedan actuar estas últimas. Las unidades de supervisión se dividen principalmente en dos grupos de unidades:

- Supervisión **hacia adelante**.
- Supervisión **hacia atrás**.

Cada uno de estos grupos engloba la supervisión de las intensidades de las fases A, B y C y entre las fases AB, BC y CA.

Las unidades de supervisión hacia adelante y hacia atrás son unidades de sobreintensidad, es decir, no detectan la dirección de la falta, sino tan sólo un valor eficaz de la intensidad de fase o entre fases por encima del valor ajustado. Su función es supervisar la operación de las unidades de medida de cada zona en función del ajuste de dirección correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la tabla siguiente se muestra una lista de las unidades de supervisión junto con la intensidad de operación y el ajuste de arranque utilizados por cada una de ellas. Además, se indica la salida generada por cada unidad.

Tabla 3.3-1: Unidades de supervisión

Dirección	Unidad	Iop	Ajuste arranque	Salida	
Adelante	Fase A	Ia	Monofásico adelante	Supervisión de unidades AG adelante	(PU_SP_AG)
	Fase B	Ib		Supervisión de unidades BG adelante	(PU_SP_BG)
	Fase C	Ic		Supervisión de unidades CG adelante	(PU_SP_CG)
	Fases AB	Iab	Bifásico adelante	Supervisión de unidades AB adelante	(PU_SP_AB)
	Fases BC	Ibc		Supervisión de unidades BC adelante	(PU_SP_BC)
	Fases CA	Ica		Supervisión de unidades CA adelante	(PU_SP_CA)
Atrás	Fase A	Ia	Monofásico Atrás	Supervisión de unidades AG atrás	(PU_R_SP_AG)
	Fase B	Ib		Supervisión de unidades BG atrás	(PU_R_SP_BG)
	Fase C	Ic		Supervisión de unidades CG atrás	(PU_R_SP_CG)
	Fases AB	Iab	Bifásico Atrás	Supervisión de unidades AB atrás	(PU_R_SP_AB)
	Fases BC	Ibc		Supervisión de unidades BC atrás	(PU_R_SP_BC)
	Fases CA	Ica		Supervisión de unidades CA atrás	(PU_R_SP_CA)

El significado de las variables utilizadas en la tabla anterior es el siguiente:

Ia, Ib, Ic	Intensidades de fase
Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia)

Todas las unidades de supervisión arrancan cuando el valor eficaz de la intensidad correspondiente supera el 105% del valor del ajuste de arranque y se reponen cuando la intensidad cae por debajo de dicho valor.

Las unidades de supervisión monofásicas hacia adelante (salidas **PU_SP_AG**, **PU_SP_BG** y **PU_SP_CG**) mantienen activado el disparo monofásico de cada polo, de forma que éste no cae hasta que no se detecta una intensidad de la fase correspondiente por debajo del valor ajustado (ver Lógica de disparo).

3.3.4 Rangos de ajuste

Protección / Supervisión distancia

Programa de comunicaciones	HMI	IEC 61850	Rango	Paso	Defecto
Int Mono Adelante	`Int Mono Adelante`		0,04 - 7,50	0,01 A	0,2 A
Int Bif Adelante	`Int Bif Adelante`		0,04 - 7,50	0,01 A	0,2 A
Int Mono Atras	`Int Mono Atras`		0,04 - 7,50	0,01 A	0,2 A
Int Bif Atras	`Int Bif Atras`		0,04 - 7,50	0,01 A	0,2 A

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.3.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 3.3-2: Entradas analógicas a los módulos de sobreintensidad		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC

3.3.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de distancia

Tabla 3.3-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de distancia					
Nombre		**Grupo**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_SP_AG			Supervisión unidades AG hacia adelante	I	Arranques de las unidades de supervisión para distintos tipos de falta hacia delante y hacia atrás.
PU_SP_BG			Supervisión unidades BG hacia adelante	I	
PU_SP_CG			Supervisión unidades CG hacia adelante	I	
PU_SP_AB			Supervisión unidades AB hacia adelante	I	
PU_SP_BC			Supervisión unidades BC hacia adelante	I	
PU_SP_CA			Supervisión unidades CA hacia adelante	I	
PU_R_SP_AG			Supervisión unidades AG hacia atrás	I	
PU_R_SP_BG			Supervisión unidades BG hacia atrás	I	
PU_R_SP_CG			Supervisión unidades CG hacia atrás	I	
PU_R_SP_AB			Supervisión unidades AB hacia atrás	I	
PU_R_SP_BC			Supervisión unidades BC hacia atrás	I	
PU_R_SP_CA			Supervisión unidades CA hacia atrás	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.4 Delimitadores de Carga

3.4.1 Identificación 3.4-2
3.4.2 Bloque general de la unidad 3.4-2
3.4.3 Principios de operación y diagrama de bloques 3.4-2
3.4.4 Rangos de ajuste 3.4-4
3.4.5 Entradas analógicas a la unidad 3.4-4
3.4.6 Entradas digitales al módulo Delimitador de Carga 3.4-4
3.4.7 Salidas digitales y sucesos del módulo Delimitador de Carga 3.4-5
3.4.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 3.4-5
3.4.9 Ensayo de los Delimitadores de Carga 3.4-6

3.4.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Delimitador de carga	GENPDCF		

3.4.2 Bloque general de la unidad

3.4.3 Principios de operación y diagrama de bloques

Los equipos **DLF** incorporan unidades delimitadoras de la carga con el fin de evitar disparos ante una condición de carga elevada. Dichas unidades, como su nombre indica, delimitan la región de carga en el plano R-X, según las dos características mostradas en la Figura 3.4.1, de forma que, si la impedancia calculada por cada unidad de distancia permanece dentro de dicha región, se bloquea su actuación.

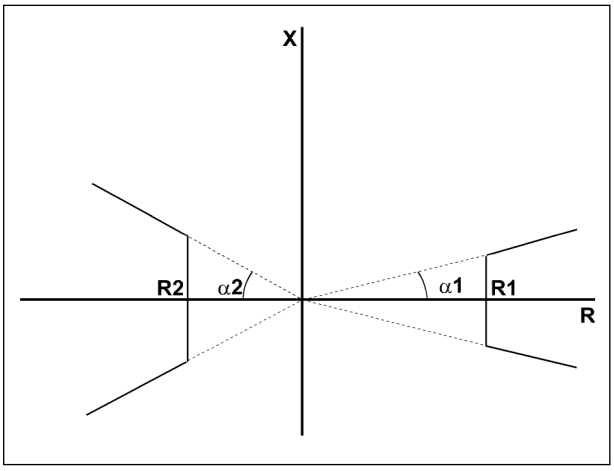


Figura 3.4.1 Características de los Delimitadores de Carga.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La impedancia calculada por el Delimitador de Carga dependerá del tipo de falta que indique el Selector de Fase:

Tipo de falta	Impedancia calculada
TRIFÁSICA o AB	$Z = \frac{Vab}{Iab}$
BC	$Z = \frac{Vbc}{Ibc}$
CA	$Z = \frac{Vca}{Ica}$
AG	$Z = \frac{Va}{Ia + I0 \cdot (K0 - 1)}$
BG	$Z = \frac{Vb}{Ib + I0 \cdot (K0 - 1)}$
CG	$Z = \frac{Vc}{Ic + I0 \cdot (K0 - 1)}$

El significado de las variables utilizadas en la tabla anterior es el siguiente:

Ia, Ib, Ic	Intensidades de fase
Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia)
$I0$	Intensidad de secuencia homopolar
Va, Vb, Vc	Tensiones de fase
Vab, Vbc, Vca	Tensiones entre fases (Va-Vb), (Vb-Vc), (Vc-Va)
$K0 = \frac{\lvert Z0 \rvert}{\lvert Z1 \rvert}$	Factor de compensación homopolar para la zona 1

La adaptación de la impedancia calculada al tipo de falta evita la activación errónea de las características delimitadoras de carga en situación de falta.

Los Delimitadores de Carga presentan dos características independientes, una para flujos de carga hacia delante y la otra para flujos de carga hacia atrás. Cada una de dichas características viene definida por un ajuste de alcance resistivo (R) y un ajuste de ángulo (α).

El criterio de operación de las unidades delimitadoras de carga viene indicado a continuación:

$$\left[\mathrm{Re}(Z) > R1\right] \otimes \left[(360 - \alpha 1) < \mathrm{Arg}(Z) < \alpha 1\right]$$
$$\left[\mathrm{Re}(Z) < -R2\right] \otimes \left[(180 - \alpha 2) \oplus < \mathrm{Arg}(Z) < (180 + \alpha 2)\right]$$

El significado de las variables empleadas en las ecuaciones anteriores es el siguiente:

$R1$	Límite resistivo área derecha
$\alpha 1$	Ángulo área derecha
$R2$	Límite resistivo área izquierda
$\alpha 2$	Ángulo área izquierda

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.4.4 Rangos de ajuste

Protección / Delimitador Carga					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Del Carga	Permiso Del Carga	GENPDCF1.LodInSvc	SÍ / NO		NO
Limit Resist Area Dcha	Lim Res Area Dcha	GENPDCF1.RisLod1	0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	65 Ω
Limit Resist Area Izda	Lim Res Area Izda	GENPDCF1.RisLod2	0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	65 Ω
Angulo Area Dcha	Ang Area Dcha	GENPDCF1.AngLod1	0 - 90º	1º	20º
Angulo Area Izda	Ang Area Izda	GENPDCF1.AngLod2	0 - 90º	1º	20º

3.4.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 3.4-1: Entradas analógicas al módulo Delimitador de Carga		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de fase C	MMXU1.A.phsC
VA	Tensión de fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de fase C	MMXU1.PhV.phsC

3.4.6 Entradas digitales al módulo Delimitador de Carga

Tabla 3.4-2: Entradas digitales al módulo Delimitador de Carga					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_ENCR	Órdenes de habilitación / deshabilitación		Entrada habilitación Delimitador de Carga	I	Su activación pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un “1”.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.4.7 Salidas digitales y sucesos del módulo Delimitador de Carga

Tabla 3.4-3: Salidas digitales y sucesos del módulo Delimitador de Carga					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENCR	Salidas		Activación delimitadores de carga	I	Salida de activación de los delimitadores de carga.
ENCR_ENBLD	Salidas		Delimitador de carga habilitado	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

3.4.8 Nodo lógico IEC 61850

CLASS PDCF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
PDCF		Distance Units Common Features
Data Objects		
Settings		
LodInSvc	SPG	Enable Load Encroach
RisLod1	ASG	Right Area Resis Limit
RisLod2	ASG	Left Area Resis Limit
AngLod1	ING	Right Area Angle
AngLod2	ING	Left Area Angle

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.4.9 Ensayo de los Delimitadores de Carga

Habilitar la unidad de delimitador de carga y las unidades de distancia. Inhabilitar el resto de las unidades.

Durante la prueba se consultarán los indicadores:

En el display en la pantalla de **Información** - **Estado** - **Unidades de medida** - **Delimitador de carga**, o en la pantalla de estado del ***ZivercomPlus***® (**Estado** - **Unidades** - **Delimitador de carga**).

Ajustar las unidades de distancia según los ajustes de las pruebas de la unidad de distancia. Definir un área de delimitación de carga que entre hasta la zona 1 ajustando, por ejemplo, los limitadores de carga positiva y negativa a 0,5 Ohms y los ángulos de carga a 45º (tanto positivo como negativo).

Se partirá de un sistema trifásico de tensiones e intensidades equilibradas de 65 Vca y 0º, 120º y 240º y 5 Aca y 0º, 120º y 240º respectivamente (los ángulos anteriores son valores inductivos). Comprobar que el delimitador de carga está activo.

Se irán disminuyendo paulatina y simultáneamente las tensiones de las tres fases, hasta que el delimitador de carga se desactive. Comprobar que dicha desactivación se da para una impedancia de 0,5 Ohms.

Se partirá nuevamente de un sistema trifásico de tensiones e intensidades equilibradas de 10 Vca y 0º, 120º y 240º y 5 Aca y 0º, 120º y 240º respectivamente (los ángulos anteriores son valores inductivos). Comprobar que el delimitador de carga está activo.

Ir aumentando el ángulo (inductivo) de las intensidades de fases paulatina y simultáneamente. Comprobar que se desactiva el delimitador de carga cuando el ángulo supera los 45º. Hacer la misma comprobación, pero con ángulos capacitivos. El delimitador debe desactivarse también para 45º (capacitivos).

Las pruebas para el área negativa del delimitador de carga serán análogas a estas, pero con las intensidades invertidas.

Probar, aplicando al equipo faltas del tipo prefalta-falta, que cuando el punto de falta está simultáneamente dentro de una zona y dentro del delimitador de carga, el disparo (o el arranque de la zona) se bloquea.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.5 Detector de Oscilación de Potencia

3.5.1	Identificación	3.5-2
3.5.2	Principios de operación	3.5-2
3.5.3	Limitadores resistivos	3.5-3
3.5.4	Limitadores reactivos	3.5-4
3.5.5	Lógica de activación de zonas	3.5-5
3.5.6	Definición de las zonas	3.5-7
3.5.7	Operación	3.5-8
3.5.8	Rangos de ajuste	3.5-11
3.5.9	Entradas digitales al módulo del Detector de Oscilación de Potencia	3.5-12
3.5.10	Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Oscilación de Potencia	3.5-12
3.5.11	Ensayo del Detector de Oscilación de Potencia	3.5-13
3.5.11.a	Prueba de activación de las características	3.5-13
3.5.11.b	Prueba de bloqueo por oscilación de potencia	3.5-15
3.5.11.c	Prueba de disparo por oscilación de potencia	3.5-15

3.5.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Oscilación de Potencia			

3.5.2 Principios de operación

Las oscilaciones de potencia son perturbaciones que se producen básicamente por desequilibrios entre la generación y la demanda, los cuales se pueden originar por cambios en la topología de la red, variaciones de la carga, faltas, etc. Estas perturbaciones producen deslizamientos de velocidad entre los generadores, los cuales ya no giran a la velocidad de sincronismo, sino que se aceleran y deceleran para adaptarse a la nueva situación, produciendo oscilaciones en la potencia transferida entre distintas partes del sistema.

Durante una oscilación de potencia se producen variaciones en la intensidad y en la tensión, tanto en módulo como en argumento, lo que origina cambios en la impedancia vista por los relés de distancia, que pueden llegar a ver condiciones de disparo. Las oscilaciones de potencia pueden ser estables (se amortiguan hasta llegar a una nueva situación de equilibrio) o inestables (no se recupera el equilibrio). Ante oscilaciones de potencia inestables es necesario efectuar separaciones en el sistema, creando islas en las que exista equilibrio entre generación y demanda.

Ante cualquier tipo de oscilación de potencia es necesario bloquear el disparo de las unidades de distancia: si la oscilación es estable, porque un disparo puede llegar a convertirla en inestable y, si la oscilación es inestable, porque se suele seguir una estrategia a la hora de crear islas, abriendo los interruptores sólo en determinadas posiciones del sistema.

Los equipos **DLF** presentan una unidad de detección de oscilación de potencia que permite bloquear las unidades de distancia ante cualquier tipo de oscilación de potencia. Asimismo, incluye la opción de disparar si se detecta que la oscilación es inestable.

La unidad de detección de oscilación de potencia basa su funcionamiento en el análisis de la velocidad de traslación del punto de impedancia a través del diagrama R-X. En el caso de una falta, el paso entre la situación de no falta a la de falta presenta una velocidad de traslación del punto de impedancia muy elevada (puesto que se trata de un fenómeno electromagnético), mientras que la traslación del mismo punto en el caso de una oscilación de potencia conlleva una velocidad mucho más baja (dado que se trata de un fenómeno electromecánico), que depende del estado de carga inicial, de la magnitud del descuadre entre generación y demanda, de la inercia de los generadores, etc.

El principio de operación del Detector de Oscilación de Potencia se basa en la medida del tiempo que tarda la impedancia vista en recorrer la franja definida entre dos zonas cuadrilaterales, **Externa** y **Media**, de forma que, si ese tiempo es superior a un umbral (fijado por el ajuste de ***Tiempo detección oscilación potencia***), se puede considerar que no existe una falta sino una oscilación de potencia. Una vez detectada la existencia de una oscilación de potencia, si se ha puesto a **SÍ** el ajuste ***Habilitación disparo por oscilación de potencia*** (**ENBL_TRIP_PS**), se determina si la oscilación es estable o inestable. Para ello se comprueba si la impedancia vista alcanza una zona cuadrilateral interna, similar a las dos anteriores. En ese caso la oscilación es considerada inestable, pudiendo entonces generar un disparo tal y como se verá a continuación.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para efectuar las comprobaciones anteriores, los equipos **DLF** incorporan tres unidades de medida de impedancia fase-fase por zona. Cuando los tres polos del interruptor están cerrados basta con comprobar una de estas unidades de medida, por ejemplo la AB, dada la simetría del fenómeno de oscilación de potencia. La apertura de un polo inhabilita las unidades de medida relacionadas con la fase abierta debido a la falta de fiabilidad de las mismas.

Cada zona cuadrilateral de las citadas anteriormente está formada por dos limitadores resistivos y dos limitadores reactivos.

3.5.3 Limitadores resistivos

El equipo incorpora tres unidades de limitación resistiva por zona (externa, media e interna). Cada unidad de limitación resistiva está formada por una pareja de limitadores, izquierdo y derecho, con ajustes independientes de alcance.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en cada uno de los limitadores resistivos, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 3.5-1: Limitadores resistivos

Limitador resistivo derecho			
Unidad	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
AB	$Iab \cdot Rdcho - Vab$	$Iab \cdot Rdcho$	$-(180^{o} - A\lim) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le A\lim$
BC	$Ibc \cdot Rdcho - Vbc$	$Ibc \cdot Rdcho$	
CA	$Ica \cdot Rdcho - Vca$	$Ica \cdot Rdcho$	
Limitador resistivo izquierdo			
Unidad	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
AB	$-Iab \cdot Rizdo - Vab$	$-Iab \cdot Rizdo$	$-(180^{o} - A\lim) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le A\lim$
BC	$-Ibc \cdot Rizdo - Vbc$	$-Ibc \cdot Rizdo$	
CA	$-Ica \cdot Rizdo - Vca$	$-Ica \cdot Rizdo$	

El significado de las variables utilizadas en la tabla anterior es el siguiente:

Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia).
Vab, Vbc, Vca	Tensiones entre fases (Va-Vb), (Vb-Vc), (Vc-Va).
$Rdcho$	Ajuste de alcance resistivo limitadores derechos (interno, medio y externo).
$Rizdo$	Ajuste de alcance resistivo limitadores izquierdos (interno, medio y externo).
$A\lim$	Ajuste de ángulo de los limitadores resistivos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la figura 3.5.1 se representan los limitadores resistivos en un plano de tensiones. Para pasar a un plano de impedancias no habría más que dividir por la intensidad fase-fase. El ángulo que forman con el eje horizontal (definido por la intensidad fase-fase) viene dado por el ajuste **Alim** (**Angulo limitadores resistivos**). Ese ángulo debe ser igual al ángulo de la impedancia de transferencia entre los dos sistemas que interconecta la línea protegida por el **DLF**, puesto que teóricamente la trayectoria de la impedancia durante una oscilación de potencia es perpendicular a dicha impedancia.

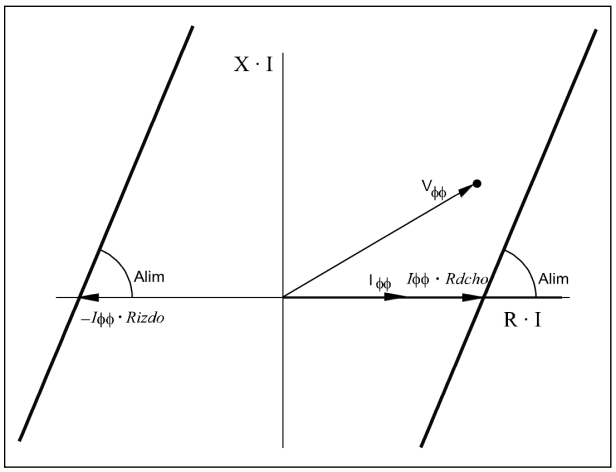


Figura 3.5.1 Diagrama de los limitadores resistivos de las zonas de detección de oscilación de potencia.

La impedancia de transferencia es igual a la suma de las impedancias de secuencia directa de fuente local, línea y fuente remota. Por lo general, el ángulo de esa impedancia es muy parecido al ángulo de la impedancia de secuencia directa de la línea, por lo que se suele ajustar igual.

3.5.4 Limitadores reactivos

El equipo **DLF** incorpora tres unidades de limitación reactiva por zona (externa, media e interna). Cada unidad de limitación reactiva está formada por una pareja de limitadores, superior e inferior, con ajustes independientes de alcance.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en cada una de las unidades de reactancia, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 3.5-2: Limitadores reactivos

Limitador reactivo superior			
Unidad	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
AB	$Iab \cdot Z\,\sup - Vab$	$Iab \cdot Z\,\sup$	$-90^{o} \le \left[\arg(Fop) - \arg(Fpol)\right] \le 90^{o}$
BC	$Ibc \cdot Z\,\sup - Vbc$	$Ibc \cdot Z\,\sup$	
CA	$Ica \cdot Z\,\sup - Vca$	$Ica \cdot Z\,\sup$	
Limitador reactivo inferior			
Unidad	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
AB	$-Iab \cdot Z\,\inf - Vab$	$-Iab \cdot Z\,\inf$	$-90^{o} \le \left[\arg(Fop) - \arg(Fpol)\right] \le 90^{o}$
BC	$-Ibc \cdot Z\,\inf - Vbc$	$-Ibc \cdot Z\,\inf$	
CA	$-Ica \cdot Z\,\inf - Vca$	$-Ica \cdot Z\,\inf$	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El significado de las variables utilizadas en la tabla anterior es el siguiente:

Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia).
Vab, Vbc, Vca	Tensiones entre fases (Va-Vb), (Vb-Vc), (Vc-Va).
$Z\ \mathrm{sup}$	Ajuste de impedancia de alcance limitadores reactivos superiores (interno, medio y externo).
$Z\ \mathrm{inf}$	Ajuste de impedancia de alcance limitadores reactivos inferiores (interno, medio y externo).

En la Figura 3.5.2 se representan los limitadores reactivos en un plano de tensiones. Para pasar a un plano de impedancias no habría más que dividir por la intensidad fase-fase. Los limitadores reactivos son rectas perpendiculares a los limitadores resistivos, por lo que el ángulo de las impedancias **Zsup** (externa, media e interna) y **Zinf** (externa, media e interna) es igual al ajuste ***Alim*** (**ángulo limitadores resistivos**).

Las zonas externa, media e interna se activarán siempre y cuando se activen simultáneamente los limitadores resistivos y reactivos correspondientes.

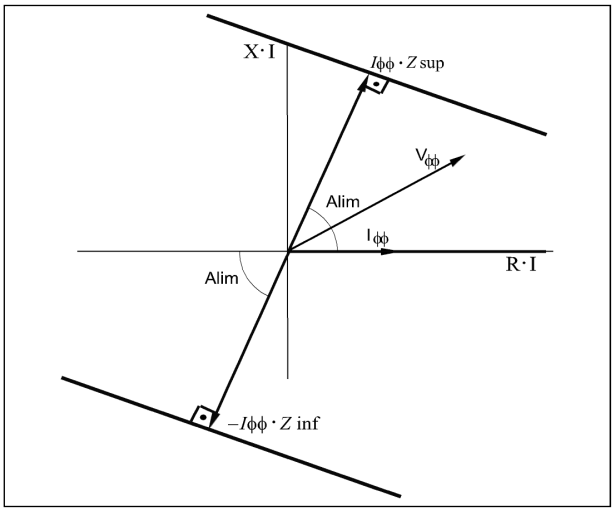


Figura 3.5.2 Diagrama de los limitadores reactivos de las zonas de detección de oscilación de potencia.

3.5.5 Lógica de activación de zonas

Las siguientes figuras muestran la lógica de activación de las zonas externa, media e interna en función de las salidas de la lógica de polo abierto:

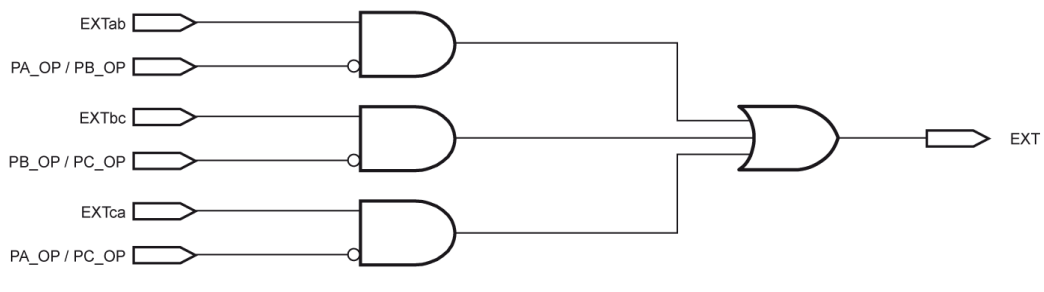


Figura 3.5.3 Lógica de activación de la zona externa.

Leyenda	
PX_OP: Polo X abierto.	EXT: Activación zona externa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

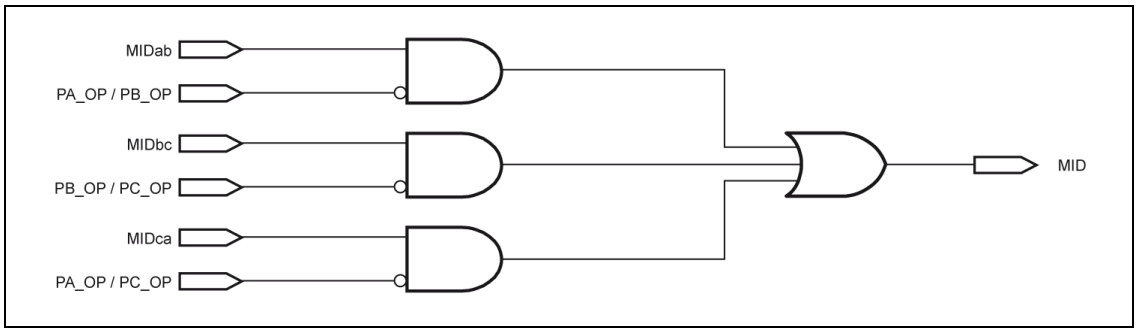


Figura 3.5.4 Lógica de activación de la zona media.

Leyenda	
PX_OP: Polo X abierto.	MID: Activación zona media.

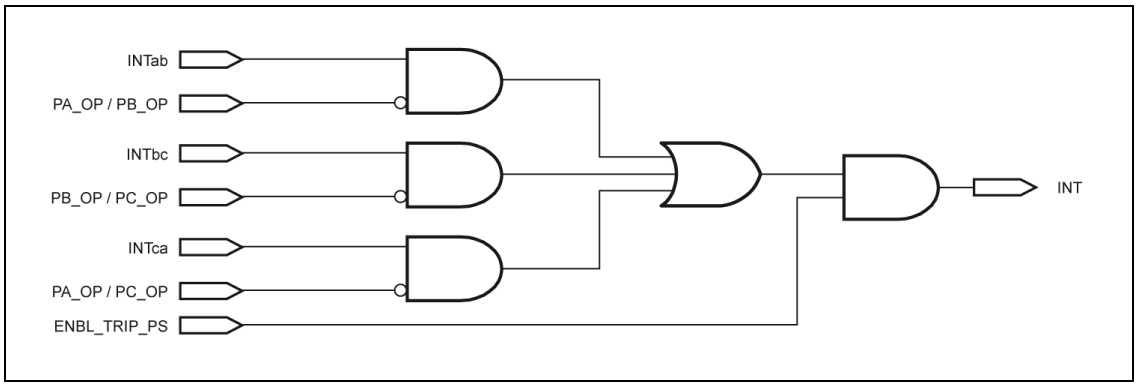


Figura 3.5.5 Lógica de activación de la zona interna.

Leyenda	
PX_OP: Polo X abierto.	INT: Activación zona interna.

La activación de la zona interna está supeditada a la ***Habilitación del disparo por oscilación de potencia*** (**ENBL_TRIP_PS**).

Por otra parte, existe un nivel mínimo ajustable de intensidad de secuencia directa para la activación de las tres zonas (***I1 supervisión***).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.5.6 Definición de las zonas

En la figura 3.5.6 se representan, en un plano R-X, las tres zonas cuadrilaterales empleadas por el detector de oscilación de potencia junto con dos zonas de distancia con característica Mho.

Los dos tipos de disparo por oscilación de potencia indicados se comentarán en el punto siguiente.

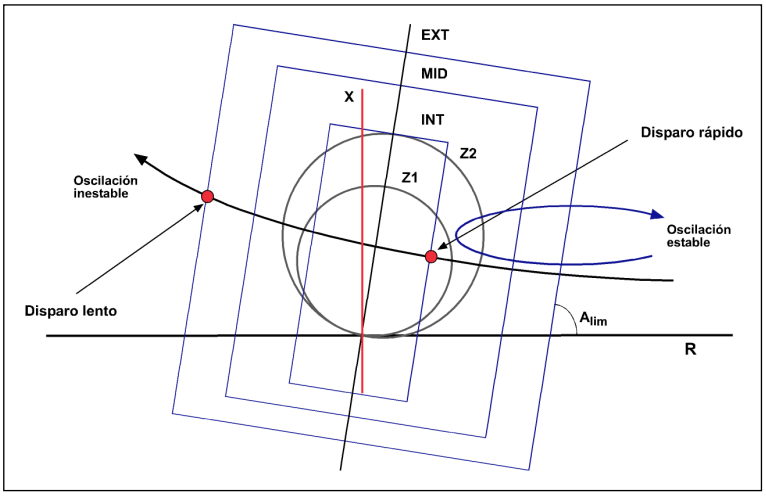


Figura 3.5.6 Zonas del detector de oscilación de potencia.

La **Zona media** debe configurarse de forma que rodee a la característica de disparo más externa para poder bloquearla antes de que la impedancia llegue a ella.

La **Zona externa** se configurará en base a la franja que defina con respecto a la zona media y al tiempo esperado de permanencia de la impedancia en dicha franja durante una oscilación de potencia (ajuste ***Tiempo detección oscilación potencia***, comentado más adelante). Por otra parte, dicha zona no podrá activarse nunca ante una condición de carga, puesto que podría darse una condición de bloqueo ya en esta situación, retardando el disparo ante faltas trifásicas que se den a continuación (ver desbloqueo de zonas ante faltas durante una oscilación de potencia). Si se pueden dar condiciones de carga muy elevada en la línea, sería necesario limitar el alcance del limitador resistivo externo. Esto podría obligar al limitador resistivo medio a cortar a la característica de disparo más externa. En ese caso se produciría un arranque de dicha característica si, durante una oscilación de potencia, la impedancia llega a ella sin haber alcanzado todavía la zona media. Ese arranque se repondrá cuando transcurra el ***Tiempo de detección de oscilación de potencia***. Por lo general la zona de disparo más externa presenta una temporización mayor que este último ajuste. No obstante, se puede evitar el arranque de la característica de distancia más externa si se supedita su operación a la activación de la zona media mediante el uso de la Lógica programable (emplear las entradas de inhabilitación de las zonas de distancia).

Por lo que respecta a la **zona interna**, la cual solamente se tendrá en cuenta cuando se haya habilitado el disparo por oscilación de potencia, a continuación se explica el significado de los ajustes que la definen:

a. **Alcance resistivo** (derecho o izquierdo): este ajuste se debe elegir en base al máximo desfase entre las tensiones de los dos sistemas que interconecta la línea protegida que asegura la estabilidad del sistema. Dicho ángulo se obtendrá mediante un estudio de estabilidad. El alcance resistivo derecho está referido a oscilaciones de potencia que partan de una situación de carga hacia delante, mientras que el alcance resistivo izquierdo lo está para oscilaciones que se den a partir de flujos de carga hacia atrás.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

b. **Alcance de impedancia** (superior e inferior): una oscilación de potencia inestable cruzará la impedancia de transferencia entre los dos sistemas unidos a través de la línea protegida por un punto denominado centro eléctrico del sistema. Dicho punto será el más adecuado para efectuar la separación entre los dos sistemas y teóricamente coincide con el punto medio de la impedancia de transferencia. Lo normal es que un **DLF** instalado en el extremo de una línea esté encargado de disparar solamente para oscilaciones de potencia inestables vistas hacia delante y cuyo centro eléctrico se encuentre en la propia línea. Esta filosofía se aplicaría teniendo en cuenta que las líneas adyacentes a los extremos local y remoto ya cuentan con protecciones para disparar ante oscilaciones de potencia inestables que las atraviesen. En ese caso, el alcance inferior de la zona interna podría ajustarse al valor mínimo y el alcance superior a un valor igual que la impedancia de la línea, o un poco inferior, con el fin de no sobrealcanzar oscilaciones de potencia cuyo centro eléctrico se encuentre en una línea remota. En el caso de no contar con otras protecciones que disparen ante oscilaciones con centro eléctrico en líneas adyacentes, habría que extender dichos alcances de impedancia.

3.5.7 Operación

La lógica de operación del Detector de Oscilación de Potencia se representa en la Figura 3.5.7:

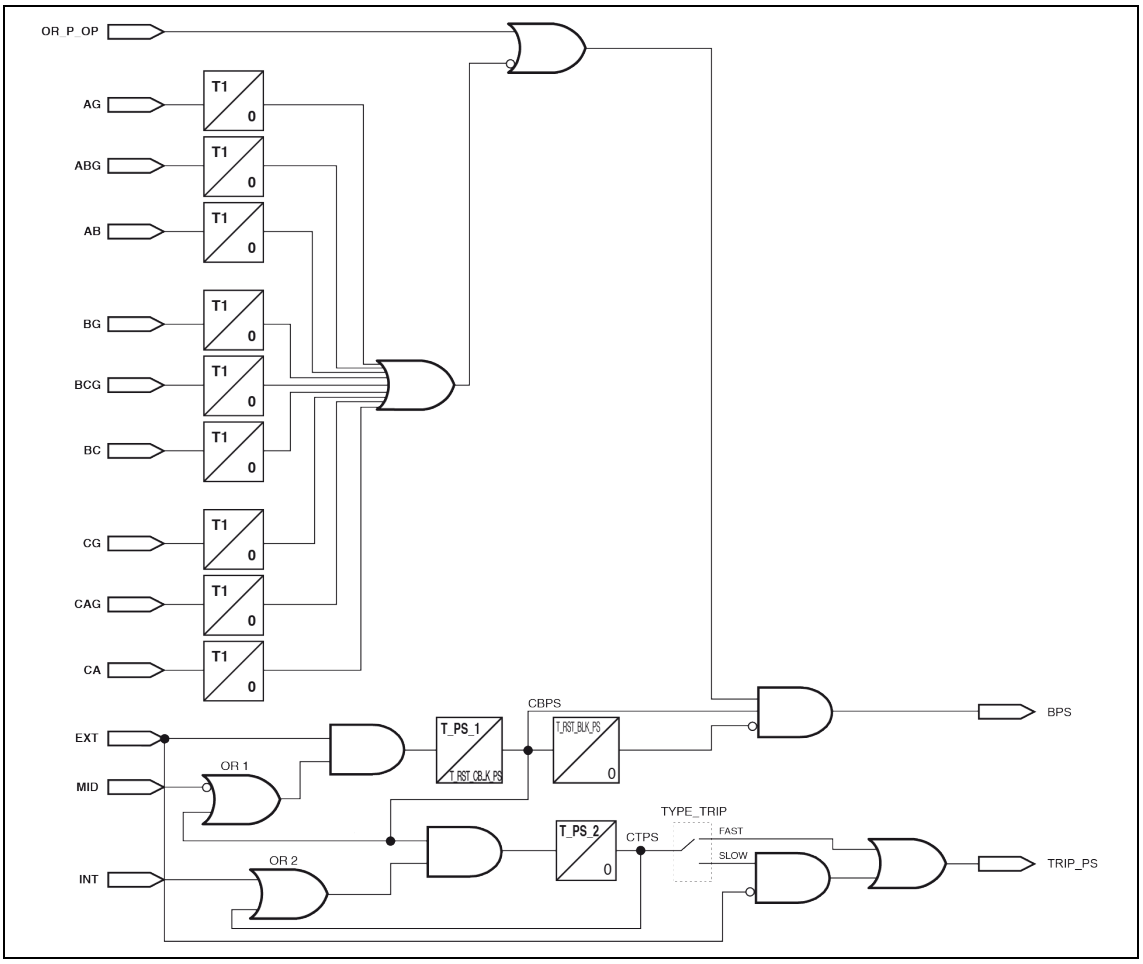


Figura 3.5.7 Diagrama de bloques del Detector de Oscilación de Potencia.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
OR_P_OP: Algún polo abierto.	MID: Activación zona media.
EXT: Activación zona externa.	INT: Activación zona interna.
BPS: Bloqueo por oscilación de potencia.	TRIP_PS: Disparo por oscilación de potencia.
FAST: Disparo rápido.	SLOW: Disparo lento.
CBPS: Condición de bloqueo por oscilación de potencia.	CTPS: Condición de disparo por oscilación de potencia.
T_PS_1: Tiempo detección oscilación de potencia (ajuste).	T_PS_2: Temporización disparo rápido (ajuste).
T1: Tiempo de detección de Falta a Tierra.	TYPE_TRIP: Tipo de disparo (ajuste).
T_RST_BLK_PS: Tiempo reposición bloqueo por oscilación de potencia (ajuste).	
T_RST_CBLK_PS: Tiempo de reposición condición de bloqueo por oscilación de potencia.	

Cuando la impedancia entra en la franja comprendida entre la zona externa y la media se inicia el temporizador **T_PS_1** (***Tiempo detección oscilación potencia***). Una vez transcurrido éste, se activa la señal de **Condición de bloqueo por oscilación de potencia** (**CBPS**). Para evitar su desactivación ante la activación de la zona media, se efectúa una realimentación a través de la puerta **OR1**, de forma que **CBPS** permanece activa siempre que lo esté la zona externa. **T_PS_1** debe ajustarse con un valor menor que el tiempo de transición a través de la franja antes citada de la oscilación de potencia más rápida. La señal **CBPS** generará la señal **BPS** (**Bloqueo por oscilación de potencia**) siempre que:

1. No se active alguna de las señales de **Falta AG/BG/CG/ABG/BCG/CAG/AB/BC/CA** procedentes del Selector de Fase más tiempo que el ajuste ***Tiempo de detección falta***. Estas señales nunca se activarán durante una oscilación de potencia, dada la simetría de dicho fenómeno. Su activación, por tanto, permite desbloquear las zonas de distancia, bloqueadas por la detección de una oscilación de potencia ante faltas desequilibradas. Una vez que se haya activado la señal **BPS**, si se activan las señales **AG/BG/CG/ABG/BCG/CAG/AB/BC/CA**, la señal **BPS** no se desactivará hasta pasado el tiempo ajustado para, de esta forma, evitar disparos en la zona 1 por haber estado la impedancia pasando por dicha zona en el momento de detectarse la asimetría.
2. No haya transcurrido el ajuste de tiempo **T_RST_BLK_PS** (***Tiempo reposición bloqueo por oscilación de potencia***) que se inicia con la activación de la señal **CBPS**. Durante una oscilación de potencia la impedancia se está moviendo continuamente, de forma que si entra en la zona externa debe volver a salir de ella. El tiempo que exista desde la activación de la zona externa hasta su desactivación depende de la velocidad de la oscilación de potencia. Si la impedancia permanece dentro de la característica externa más tiempo del esperado, se puede concluir que la oscilación de potencia ha evolucionado en una falta. El ajuste de tiempo **T_RST_BLK_PS** debe ser mayor que el tiempo que tarde la oscilación de potencia más lenta en entrar y salir de la característica externa (por otra parte, habría que añadir el tiempo **T_PS_1**, que es el tiempo que tarda en activarse la señal **CBPS** desde la activación de la característica externa). La finalidad del ajuste **T_RST_BLK_PS** es la de desbloquear las zonas de distancia, bloqueadas por la detección de una oscilación de potencia, ante la aparición de una falta trifásica, puesto que ante ella no se activarán las señales de **Falta a tierra** o **Falta bifásica**. Asimismo, permite el desbloqueo de las zonas de distancia ante faltas que ocurran a partir de una oscilación de potencia detectada en condición de polo abierto, pues en esta condición no se tienen en cuenta las señales anteriores procedentes del selector de fases.

En ambos casos, se producirá un incremento en la intensidad de secuencia directa, por lo que se activará el detector de falta, asegurándose el disparo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Mientras esté activa la señal **CBPS** las unidades de distancia no tendrán en cuenta intensidades de pre-falta ni tensión con memoria, puesto que dichas magnitudes no corresponderán a una situación de carga y carecerán de fiabilidad.

Una vez activada la señal **CBPS** y si se ha seleccionado la opción de **Disparo por oscilación de potencia**, la activación de la zona interna inicia la cuenta del temporizador **T_PS_2** (***Temporización disparo rápido***); si ésta llega a su fin, se activa la señal **CTPS** (**Condición de disparo por oscilación de potencia**). En el caso de que el ajuste **TYPE_TRIP** (***Tipo disparo oscilación potencia***) sea **Disparo rápido**, la señal **CTPS** activará directamente **TRIP_PS** (**Disparo por oscilación de potencia**). En el caso de seleccionar **Disparo rápido** el temporizador **T_PS_2** deja un margen de tiempo para producir dicho disparo. No obstante, el temporizador se repondrá cuando se desactive la zona interna, por lo que ese tiempo no puede ser mayor que el tiempo que tarda la impedancia en atravesar dicha zona. El tiempo **T_PS_2** sirve como comprobación adicional de que el movimiento de la impedancia se debe a una oscilación de potencia.

En la figura 3.5.6 se pueden ver los dos puntos de disparo posibles ante una oscilación de potencia inestable.

Si, por el contrario, se ha seleccionado **Disparo lento**, el disparo se producirá al desactivarse la zona externa. En ese caso, la señal **CTPS** debe seguir activa aunque se desactive la zona interna, por lo que se realimenta a través de la **OR 2**. La señal **CBPS** se mantiene activa ante la desactivación de la zona externa durante el tiempo de reposición del temporizador **T_PS_1**, **T_RST_CBLK_PS** (***Tiempo reposición condición de bloqueo por oscilación de potencia***), el cual cuantificará la duración del disparo lento por oscilación de potencia (por ello es necesario establecer un valor mínimo de dicho tiempo si se ha elegido dicho tipo de disparo). El disparo lento tiene la ventaja de generar una orden de apertura del interruptor ante condiciones mucho más favorables en lo que a esfuerzos se refiere, puesto que las tensiones a la salida de la zona externa presentan un desfase entre ellas mucho menor que a la entrada de la zona interna, lo que da lugar a intensidades menores.

La señal de **Bloqueo por oscilación de potencia** (**BPS**) permite bloquear la activación de las zonas de distancia y los disparos por esquema de protección de distancia a través de la **Máscara de bloqueo por oscilación de potencia**.

Por otra parte, es posible bloquear otras unidades que pudieran actuar ante oscilaciones de potencia, tales como unidades de sobreintensidad. Para ello sería necesario “cablear” la salida de **Bloqueo por oscilación de potencia** (**BPS**) a las entradas de bloqueo de dichas unidades mediante el uso de la lógica programable incorporada en el equipo.

El Detector de Oscilación de Potencia está habilitado solo si hay algún polo abierto, si el Selector de Fases indica falta trifásica o si se dan condiciones de oscilación de potencia (señal **CBPS**), es decir, si se detecta situación de falta antes de detectarse la oscilación de potencia, el detector de oscilación de potencia no llega a habilitarse.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.5.8 Rangos de ajuste

Protección / Oscilación Potencia					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Detec OP	Permiso Det OP		SÍ / NO		NO
Permiso Disparo OP	Permiso Disp OP		SÍ / NO		NO
Limit Resist Ext Dcho	Lim Res Ext Dcho		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	10 Ω
Limit Resist Med Dcho	Lim Res Med Dcho		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	5 Ω
Limit Resist Int Dcho	Lim Res Int Dcho		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	1 Ω
Limit Resist Ext Izdo	Lim Res Ext Izdo		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	10 Ω
Limit Resist Med Izdo	Lim Res Med Izdo		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	5 Ω
Limit Resist Int Izdo	Lim Res Int Izdo		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	1 Ω
Angulo Limit Resist	Ang Lim Resist		0 - 90º	1º	75º
Alcance Ext Sup	Alcance Ext Sup		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	10 Ω
Alcance Med Sup	Alcance Med Sup		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	5 Ω
Alcance Int Sup	Alcance Int Sup		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	1 Ω
Alcance Ext Inf	Alcance Ext Inf		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	10 Ω
Alcance Med Inf	Alcance Med Inf		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	5 Ω
Alcance Int Inf	Alcance Int Inf		0,1 - 500 Ω	0,01 Ω	1 Ω
I1 Supervision	I1 Supervision		0,04 – 50 A	0,01 A	1 A
Temp Detec OP	Temp Det OP		0 - 2,00s	0,002 s	0,03 s
Temp Repos Bloq OP	Temp Rep Bloq OP		0,1 - 5 s	0,1 s	1 s
Tipo Disp OP	Tipo Disp OP		Rapido Lento		Lento
Temp Disp Rapido	Temp Disp Rapid		0 - 2,00s	0,002 s	0,05 s
Temp Repos Cond OP	Temp Rep Cond OP		0,02 - 2,00s	0,002 s	0,05 s
Tiempo de detección de Falta a Tierra	Tmpo Falta Tierra		0 - 200 ms	1 ms	40 ms

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.5.9 Entradas digitales al módulo del Detector de Oscilación de Potencia

Tabla 3.5-3: Entradas digitales al módulo del Detector de Oscilación de Potencia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_PS	Órdenes de habilitación / deshabilitación		Entrada habilitación detector oscilación de potencia	I	Su activación pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un “1”.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

3.5.10 Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Oscilación de Potencia

Tabla 3.5-4: Salidas digitales del módulo del Detector de Oscilación de Potencia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
EXT			Activación zona externa	I	Activación de la zona externa.
MID			Activación zona media	I	Activación de la zona media.
INT			Activación zona interna	I	Activación de la zona interna.
BPS			Bloqueo por oscilación de potencia	I	Bloqueo por oscilación de potencia
TRIP_PS			Disparo por oscilación de potencia	I, F	Disparo por oscilación de potencia
CBPS			Condición de bloqueo por oscilación de potencia	I	Existen condiciones de bloqueo por oscilación de potencia.
CTPS			Condición de disparo por oscilación de potencia	I	Existen condiciones de disparo por oscilación de potencia.
PS_ENBLD			Detector de oscilación de potencia habilitado	I	Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.5.11 Ensayo del Detector de Oscilación de Potencia

Para proceder al ensayo se habilitará, en primer lugar, el detector de oscilación de potencia, y se inhabilitarán las demás unidades.

Durante la prueba se consultarán los indicadores:

En el display en la pantalla de **Información** - **Estado** - **Unidades de medida** - **Oscilación de potencia**, o en la pantalla de estado del ***ZivercomPlus***® (**Estado** - **Unidades** - **Oscilación de potencia**).

3.5.11.a Prueba de activación de las características

Para este ensayo se ajustará la unidad de la siguiente forma (para In = 5 A):

Tabla 3.5-5: Ajustes para el ensayo del Detector de Oscilación de Potencia	
Habilitación disparo	SÍ
Límite resistivo externo derecho	8 Ω
Límite resistivo medio derecho	6 Ω
Límite resistivo interno derecho	3 Ω
Límite resistivo externo izquierdo	8 Ω
Límite resistivo medio izquierdo	6 Ω
Límite resistivo interno izquierdo	3 Ω
Angulo limitadores	75º
Alcance externo superior	10 Ω
Alcance medio superior	8 Ω
Alcance interno superior	7 Ω
Alcance externo inferior	10 Ω
Alcance medio inferior	8 Ω
Alcance interno inferior	7 Ω
I1 supervisión	0,2 A
Temporización oscilación de potencia	0,2 s
Temporización reposición bloqueo por oscilación de potencia	5 s
Tipo de disparo por oscilación de potencia	Rápido
Temporización disparo rápido	0,1 s
Temporización reposición condición de oscilación de potencia	0,1 s

Aunque esté habilitado el disparo, para esta prueba quedará enmascarado (máscaras de actuación de unidades auxiliares en lógica de protección).

Se utilizará para la prueba un sistema trifásico de tensiones e intensidades equilibradas de 65 Vca y ángulos inductivos de 0º, 120º y 240º y 5 Aca y un desfase (inductivo) respecto a cada tensión, según la tabla de pruebas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Se irán disminuyendo paulatinamente y simultáneamente las tensiones de las tres fases, y se comprobará que los *flags* **Activación zona externa**, **Activación zona media** y **Activación zona interna**, se activan dentro de los rangos de tensión indicados para cada zona en la Tabla 3.5-6.

Tabla 3.5-6: Rangos de activación para las zonas

Zona	Tensión de activación (V)			
	Fase I=0º	**Fase I=45º**	**Fase I=90º**	**Fase I=135º**
EXT	38,8 – 41,2	56 – 59,47	50,21 – 53,32	43,28 – 45,95
MID	29,1 – 30,9	44,8 – 47,57	40,17 – 42,65	32,46 – 34,46
INT	14,55 – 15,45	28,11 – 29,85	35,15 – 37,32	16,23 – 17,23

Zona	Tensión de activación (V)			
	Fase I=180º	**Fase I=225º**	**Fase I=270º**	**Fase I=315º**
EXT	38,8 – 41,2	56 – 59,47	50,21 – 53,32	43,28 – 45,95
MID	29,1 – 30,9	44,8 – 47,57	40,17 – 42,65	32,46 – 34,46
INT	14,55 – 15,45	28,11 – 29,85	35,15 – 37,32	16,23 – 17,23

Para obtener los valores de arranque de las distintas características se han utilizado las siguientes expresiones:

Para el limitador resistivo derecho:

$$V = I \cdot \frac{sen(\theta) \cdot Rdcho}{sen(\theta - \alpha)}$$

Para el alcance superior:

$$V = I \cdot \frac{Z\,\sup}{\cos(\theta - \alpha)}$$

Para el limitador resistivo izquierdo:

$$V = I \cdot \frac{sen(\theta) \cdot Rizdo}{sen(\alpha - \theta)}$$

Para el alcance inferior:

$$V = I \cdot \frac{Z\,\inf}{\cos(\theta - \alpha + 180^{o})}$$

donde:

$Z\,sup$	Ajuste de impedancia de alcance para límite superior (interno, medio y externo)
$Z\,inf$	Ajuste de impedancia de alcance para límite inferior (interno, medio y externo)
$Rdcho$	Ajuste de alcance resistivo limitador derecho (interno, medio y externo)
$Rizdo$	Ajuste de alcance resistivo limitador izquierdo (interno, medio y externo)
θ	Angulo limitadores (ajuste)
α	Angulo inductivo de la intensidad con respecto a la tensión

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.5.11.b Prueba de bloqueo por oscilación de potencia

Para realizar esta prueba habilitaremos las unidades de distancia e inhabilitaremos el disparo por oscilación de potencia.

Partiremos de una situación de tensiones e intensidades equilibradas de 65 Vca y ángulos inductivos de 0º, 120º y 240º y 5 Aca y un desfase (inductivo) distinto según el caso.

Estando en esta situación y valiéndonos de los valores obtenidos en la prueba anterior, haremos caer las tensiones (simultáneamente) hasta un valor comprendido entre los valores de tensión límite de zonas media y externa, para el ángulo de intensidad que se esté utilizando en cada caso (ver valores en la tabla de la prueba anterior).

Manteniendo esta situación, se comprobará que se activa el flag de **Bloqueo por oscilación de potencia** una vez transcurrido el tiempo de detección oscilación de potencia.

Inmediatamente después, se bajarán las tensiones y se incrementarán las intensidades de modo que la impedancia entre en zona 1. Se comprobará entonces que el bloqueo por oscilación de potencia se mantiene hasta que transcurra el tiempo de reposición de bloqueo por oscilación de potencia (tiempo que empieza a contar en el momento en que se entra en la característica externa).

Para comprobar que el bloqueo no actúa ante faltas trifásicas, partiremos nuevamente de la situación inicial: tensiones e intensidades equilibradas de 65 Vca y ángulos inductivos de 0º, 120º y 240º y 5 Aca y un desfase (inductivo) distinto según el caso.

Estando en esta situación, se pasará directamente a una situación de falta en zona 1 (esta vez sin pasar por el estado intermedio). Se comprobará que se produce un disparo por zona 1 y que no hay bloqueo por oscilación de potencia.

3.5.11.c Prueba de disparo por oscilación de potencia

Para realizar esta prueba se inhabilitarán las unidades de distancia y se habilitará el disparo por oscilación de potencia.

- **Disparo rápido por oscilación de potencia**

Partiremos de una situación de tensiones e intensidades equilibradas de 65 Vca y ángulos inductivos de 0º, 120º y 240º y 5 Aca y un desfase (inductivo) distinto según el caso.

Estando en esta situación y valiéndonos de los valores obtenidos en la prueba 3.10.10.a, haremos caer las tensiones (simultáneamente) hasta un valor comprendido entre los valores de tensión límite de zonas media y externa, para el ángulo de intensidad que se esté utilizando en cada caso (ver valores en la tabla de la prueba anterior).

Manteniendo esta situación, se comprobará que se activa el flag de bloqueo por oscilación de potencia una vez transcurrido el tiempo de oscilación de potencia.

Inmediatamente después, se bajarán las tensiones a un valor que haga que la impedancia entre en la característica interna de la oscilación de potencia. Se comprobará entonces que se produce un disparo por oscilación de potencia una vez transcurrida la temporización de disparo rápido (aunque previamente se haya entrado en situación de bloqueo).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Disparo lento por oscilación de potencia**

Para realizar esta prueba ajustaremos el tipo de disparo por oscilación de potencia en **Lento** y ajustaremos el tiempo de disparo rápido a 0 s.

Partiremos de una situación de tensiones e intensidades equilibradas de 65 Vca y ángulos inductivos de 0º, 120º y 240º y 5 Aca y ángulos 0º, 120º y 240º.

Estando en esta situación y valiéndonos de los valores obtenidos en la prueba 3.10.10.a, haremos caer las tensiones (simultáneamente) hasta un valor comprendido entre los valores de tensión límite de zonas media y externa (entre 29,1 y 41,2 V).

Manteniendo esta situación, se comprobará que se activa el flag de **Bloqueo por oscilación de potencia** una vez transcurrido el tiempo de oscilación de potencia.

Inmediatamente después, se bajarán las tensiones a un valor que haga que la impedancia entre en la característica interna de la oscilación de potencia.

Una vez mantenida esta situación durante un tiempo superior al tiempo de disparo rápido (que en este caso está a 0 s), se invertirán las intensidades y se subirán las tensiones hasta un valor que haga que la impedancia esté fuera del limitador resistivo externo izquierdo (V>41,2 V).

Se comprobará entonces que se produce un disparo por oscilación de potencia una vez transcurrida la temporización de reposición de condición de oscilación de potencia (siempre y cuando previamente no haya caído el bloqueo por oscilación de potencia por haber transcurrido el tiempo de reposición de bloqueo por oscilación de potencia, ya que si ocurriese esto no habría disparo).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

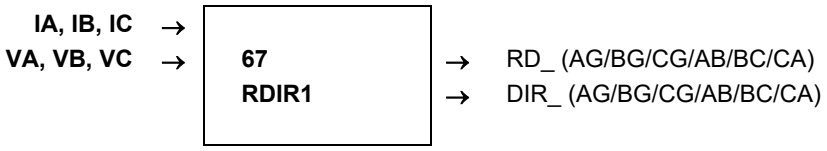
3.6 Direccional de Distancia

3.6.1 Identificación 3.6-2
3.6.2 Bloque general de la unidad 3.6-2
3.6.3 Principios de operación 3.6-2
3.6.4 Rangos de ajuste 3.6-6
3.6.5 Entradas analógicas a la unidad 3.6-7
3.6.6 Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Distancia 3.6-7

3.6.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad direccional de distancia			67

3.6.2 Bloque general de la unidad



3.6.3 Principios de operación

Los equipos **DLF** presentan una unidad direccional para cada tipo de falta, común a las cuatro, cinco o seis zonas. Dichas unidades direccionales están polarizadas por la tensión de secuencia directa (con memoria cuando ésta sea necesaria) correspondiente a la fase o fases consideradas, lo cual proporciona un comportamiento:

- **Variable**: el uso de la tensión de secuencia directa produce un desplazamiento de la unidad direccional hacia atrás, cuando la falta es hacia delante, proporcional al valor de la impedancia de fuente local. Dicho comportamiento es debido a que la tensión de secuencia directa involucra la fase o fases sanas.
- **Dinámico**: el uso de la memoria de tensión produce un desplazamiento temporal (según la duración de dicha memoria) hacia atrás de la unidad direccional, en el caso de faltas hacia delante, también proporcional al valor de la impedancia de fuente local.

Ambas características permiten a la unidad direccional tomar decisiones de dirección correctas ante faltas muy cercanas (con tensión muy baja) y ante inversiones de tensión que pudieran darse en líneas con compensación serie.

La tensión memorizada se emplea cuando así lo indique la lógica de memoria de tensión (ver apartado 3.1.5).

En la siguiente tabla se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en cada una de las unidades direccionales, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 3.6-1: Unidad direccional

Unidad	Fop	Fpol	Criterio
AG	Ia	$Va1M$	$-(90^{o}+\alpha) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le (90^{o}-\alpha)$
BG	Ib	$Vb1M$	
CG	Ic	$Vc1M$	
AB	Iab	$Vab1M$	
BC	Ibc	$Vbc1M$	
CA	Ica	$Vca1M$	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El significado de las variables utilizadas en la tabla anterior es el siguiente:

Ia, Ib, Ic	Intensidades de fase
Iab, Ibc, Ica	Intensidades entre fases (Ia-Ib), (Ib-Ic), (Ic-Ia)
$Va1M, Vb1M, Vc1M$	Tensiones de secuencia directa memorizadas referidas a cada una de las fases
$Vab1M, Vbc1M, Vca1M$	Tensiones de secuencia directa memorizadas referidas a cada uno de los pares de fases

En las figuras 3.6.1 y 3.6.2 se muestra la **Unidad direccional** para faltas a tierra (característica C3). Por efecto del sistema de polarización utilizado, se puede observar que dicha unidad direccional no pasa por el origen, sino que está desplazada hacia abajo según un vector que depende de la impedancia de fuente local. Este efecto permite que faltas hacia delante muy cercanas, con valores de tensión muy bajos (que se sitúen muy cerca del origen) sean vistas en la dirección de disparo. Incluso para faltas hacia delante en líneas con compensación serie que aparezcan en el tercer cuadrante por el efecto de la reactancia negativa de los condensadores, la unidad direccional seguirá indicando dirección de disparo.

Es importante destacar que el efecto anterior no implica una pérdida de direccionalidad, dado que para faltas en contradirección la unidad direccional se desplaza hacia delante, según un vector proporcional a la suma de impedancias de línea y fuente remota. Dicho desplazamiento se puede observar en la Figura 3.6.3.

En la figura 3.6.1 se muestra la unidad direccional en el momento de incidencia de una falta hacia delante, en la que, por efecto de la memoria, se aplica como tensión de polarización la tensión de secuencia positiva que existía previamente a la falta. Como se puede ver, el desplazamiento que experimenta dicha unidad viene dado por el vector.

$$ZSL \cdot (Ieq - I\phi carga)$$

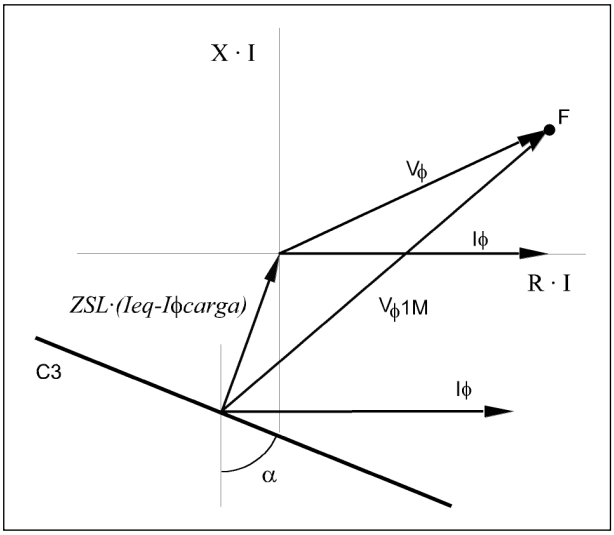


Figura 3.6.1 Diagrama de la unidad direccional para faltas a tierra (I).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la Figura 3.6.2 se muestra la unidad direccional una vez que se ha disipado el efecto de la memoria durante un régimen estacionario de falta. El desplazamiento que experimenta dicha unidad viene dado por el vector:

$$ZSL \cdot (Ieq - I1\phi)$$

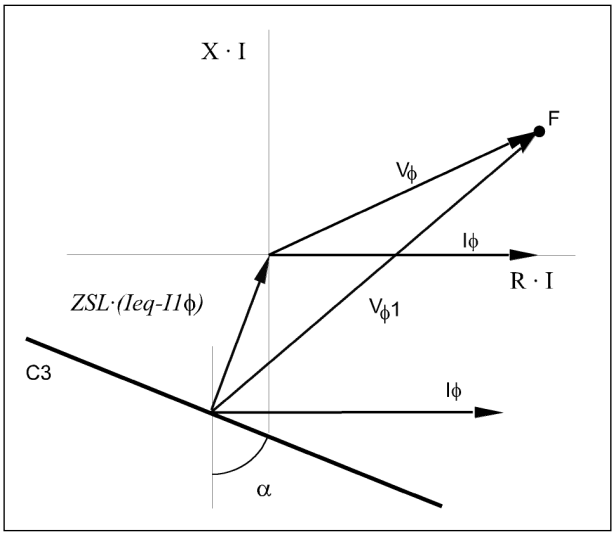


Figura 3.6.2 Diagrama de la unidad direccional para faltas a tierra (II).

En la Figura 3.6.3 se muestra la unidad direccional en el momento de incidencia de una falta hacia atrás. Por efecto de la memoria la unidad, experimenta un desplazamiento hacia arriba que viene dado por el vector:

$$(ZL + ZSR) \cdot (Ieq - I\phi carga)$$

Una vez que se ha disipado la memoria, por el efecto de la tensión de secuencia positiva, durante la duración de la falta, la unidad mantendrá un desplazamiento hacia arriba que viene dado por el vector:

$$(ZL + ZSR) \cdot (Ieq - I1\phi)$$

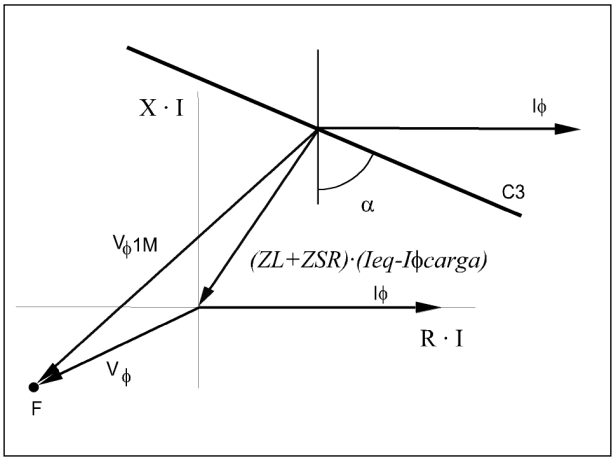


Figura 3.6.3 Diagrama de la unidad direccional para faltas a tierra (III).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El significado de las variables incluidas en las figuras anteriores es el siguiente:

ZSL	Impedancia de secuencia directa de la fuente local (situada detrás del relé)
ZL	Impedancia de secuencia directa de la línea
ZSR	Impedancia de secuencia directa de la fuente remota
Ieq	Intensidad equivalente (común a la línea, fuente local y fuente remota)*
$I\phi(Ia, Ib, Ic)$	Intensidad de fase
$I1\phi$	Intensidad de secuencia directa de falta
$I\phi\text{carga}$	Intensidad de carga, previa a la falta
$V\phi$	Tensión de fase
$V\phi1$	Tensión de secuencia directa

(*) Los vectores desplazamiento definidos anteriormente se han deducido considerando que los factores de compensación homopolar asociados a la línea, fuente local y fuente remota son iguales.

En las figuras 3.6.4 y 3.6.5, se muestra la **Unidad direccional** para faltas entre fases (característica C3). Dichas figuras se han dibujado para una falta hacia delante. Si la falta fuera en contradirección, la unidad direccional aparecería desplazada hacia arriba, con una disposición similar a la dibujada en la figura 3.6.3, correspondiente a una falta monofásica.

En la figura 3.6.4 se muestra la unidad direccional en el momento de incidencia de la falta. El desplazamiento que experimenta por el efecto de la memoria viene dado por el vector:

$$ZSL \cdot (I\phi\phi - I\phi\phi\text{carga})$$

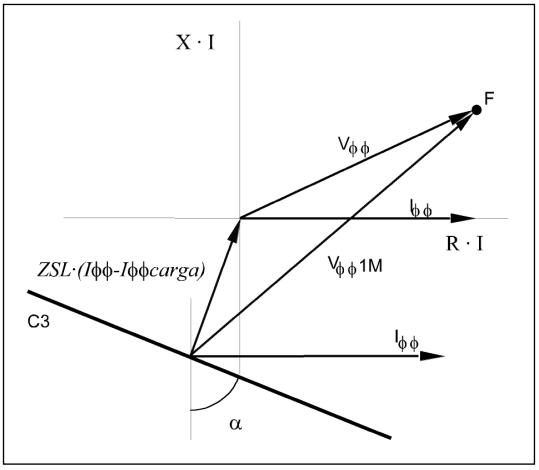


Figura 3.6.4 Diagrama de la unidad direccional para faltas entre fases (I).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la figura 3.6.5 se muestra la unidad direccional una vez que se ha disipado la memoria. El desplazamiento que experimenta dicha unidad mientras se mantenga el régimen estacionario de falta viene dado por el vector:

$$ZSL \cdot (I\phi\phi - I\phi\phi 1)$$

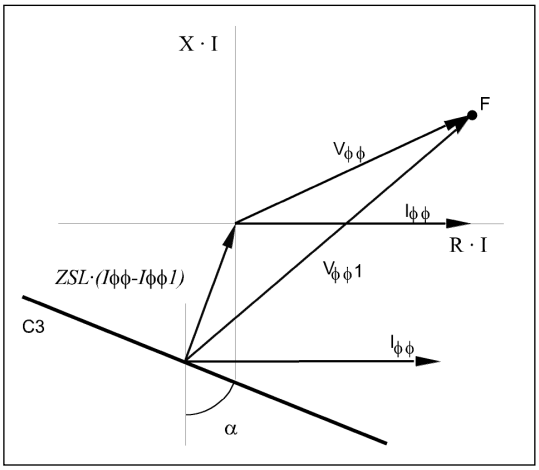


Figura 3.6.5 Diagrama de la unidad direccional para faltas entre fases (II).

El significado de las variables incluidas en las figuras anteriores es el siguiente:

ZSL	Impedancia de secuencia directa de la fuente local
$I\phi\phi(Iab, Ibc, Ica)$	Intensidad entre fases (de falta)
$I1\phi\phi$	Intensidad de secuencia directa de falta (entre fases)
$I\phi\phi carga$	Intensidad de carga (entre fases), previa a la falta
$V\phi\phi$	Tensión entre fases
$V\phi\phi 1$	Tensión de secuencia directa (entre fases)

3.6.4 Rangos de ajuste

Protección / Direccional Distancia					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Angulo Carac Direcc	Ang Carac Direc		0 - 90º	1º	75º
Bloq. Falta Pol	Bloq. Falta Pol		SÍ / NO		SÍ

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

3.6.5 Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de los elementos direccionales de distancia será la intensidad fundamental IA, IB e IC. Además, usará las tensiones de fase memorizadas como magnitud de polarización.

Tabla 3.6-2: Entradas analógicas a los módulos de sobreintensidad		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de fase C	MMXU1.A.phsC
VA	Tensión de fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de fase C	MMXU1.PhV.phsC
VAB	Tensión compuesta AB (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsAB
VBC	Tensión compuesta BC (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsBC
VCA	Tensión compuesta CA (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsCA
VAC	Tensión compuesta AC (secuencia ACB)	
VBA	Tensión compuesta BA (secuencia ACB)	
VCB	Tensión compuesta CB (secuencia ACB)	

3.6.6 Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Distancia

Tabla 3.6-3: Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Distancia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
DIR_AG			Dirección unidades distancia AG		
DIR_BG			Dirección unidades distancia BG		
DIR_CG			Dirección unidades distancia CG		
DIR_AB			Dirección unidades distancia AB		
DIR_BC			Dirección unidades distancia BC		
DIR_CA			Dirección unidades distancia CA		
RD_AG			Contradirección unidades distancia AG		
RD_BG			Contradirección unidades distancia BG		
RD_CG			Contradirección unidades distancia CG		
RD_AB			Contradirección unidades distancia AB		
RD_BC			Contradirección unidades distancia BC		
RD_CA			Contradirección unidades distancia CA		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 4.

Unidades de Protección de Intensidad

4.1 Unidades de Sobreintensidad

4.1.1 Principios comunes 4.1-3
4.1.1.a Operación y reposición 4.1-3
4.1.1.b Bloqueo de disparo y anulación de la temporización 4.1-4
4.1.1.c Habilitación e inhabilitación de la unidad 4.1-4
4.1.1.d Bloqueo por armónicos 4.1-4
4.1.1.e Detector de Saturación 4.1-5
4.1.1.f Curvas temporizadas 4.1-5
4.1.1.g Control de par (Habilitación del bloqueo del arranque) 4.1-30
4.1.2 Unidades de Sobreintensidad de Fases 4.1-31
4.1.2.a Identificación 4.1-31
4.1.2.b Bloque general de la unidad 4.1-31
4.1.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-31
4.1.2.d Aplicación de la unidad 4.1-33
4.1.2.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-33
4.1.2.f Rangos de ajuste 4.1-34
4.1.2.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-35
4.1.2.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Fases 4.1-35
4.1.2.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Fases 4.1-37
4.1.2.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-41
4.1.2.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-42
4.1.3 Unidades de Sobreintensidad de Neutro 4.1-44
4.1.3.a Identificación 4.1-44
4.1.3.b Bloque general de la unidad 4.1-44
4.1.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-45
4.1.3.d Aplicación de la unidad 4.1-46
4.1.3.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-46
4.1.3.f Rangos de ajuste 4.1-47
4.1.3.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-48
4.1.3.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Neutro 4.1-48
4.1.3.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Neutro 4.1-50
4.1.3.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-52
4.1.3.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-53
4.1.4 Unidades de Sobreintensidad de Tierra 4.1-55
4.1.4.a Identificación 4.1-55
4.1.4.b Bloque general de la unidad 4.1-55

4.1.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-56
4.1.4.d Aplicación de la unidad 4.1-57
4.1.4.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-57
4.1.4.f Rangos de ajuste 4.1-58
4.1.4.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-59
4.1.4.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Tierra 4.1-59
4.1.4.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Tierra 4.1-60
4.1.4.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-62
4.1.4.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-63
4.1.5 Unidades de Secuencia Inversa 4.1-65
4.1.5.a Identificación 4.1-65
4.1.5.b Bloque general de la unidad 4.1-65
4.1.5.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-66
4.1.5.d Aplicación de la unidad 4.1-67
4.1.5.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.1-67
4.1.5.f Rangos de ajuste 4.1-68
4.1.5.g Entradas analógicas a la unidad 4.1-68
4.1.5.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Secuencia Inversa 4.1-69
4.1.5.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa 4.1-71
4.1.5.j Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-73
4.1.5.k Ensayo de la unidad de protección 4.1-74
4.1.6 Unidades Dependientes de la Tensión 4.1-76
4.1.6.a Identificación 4.1-76
4.1.6.b Bloque general de la unidad 4.1-76
4.1.6.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.1-77
4.1.6.d Aplicación de la unidad 4.1-78
4.1.6.e Rangos de ajuste 4.1-79
4.1.6.f Entradas analógicas a la unidad 4.1-80
4.1.6.g Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Dependiente de la Tensión 4.1-80
4.1.6.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión 4.1-81
4.1.6.i Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.1-83
4.1.6.j Ensayo de la unidad de protección 4.1-84

Unidades de protección de Sobreintensidad		
3	Sobreintensidad Instantánea de Fases	**50F1 / 50F2 / 50F3**
3	Sobreintensidad Instantánea de Neutro	**50N1 / 50N2 / 50N3**
3	Sobreintensidad Instantánea de Tierra	**50G1 / 50G2 / 50G3**
3	Sobreintensidad Instantáneas de Secuencia Inversa	**50Q1 / 50Q2 / 50Q3**
3	Sobreintensidad Temporizada de Fases	**51F1 / 51F2 / 51F3**
3	Sobreintensidad Temporizada de Neutro	**51N1 / 51N2 / 51N3**
3	Sobreintensidad Temporizada de Tierra	**51G1 / 51G2 / 51G3**
3	Sobreintensidad Temporizada de Secuencia Inversa	**51Q1 / 51Q2 / 51Q3**
1	Sobreintensidad Instantánea de Fases Dependiente de Tensión	**50V**
1	Sobreintensidad Temporizada de Fases Dependiente de Tensión	**51V**

4.1.1 Principios comunes

4.1.1.a Operación y reposición

Las unidades de sobreintensidad actúan de acuerdo al valor eficaz de las intensidades de entrada. Por defecto, la actuación se produce cuando el valor eficaz supera el valor de 1,05 veces el arranque ajustado en el equipo, realizándose la reposición a 1 vez el valor ajustado. El nivel de arranque puede ajustarse de 1 a 1,10 veces el ajuste de arranque para los modelos que dispongan del ajuste ***General / Arranque Sobreintensidad***.

En el caso de las unidades instantáneas, cada uno de los elementos de protección dispone de un temporizador ajustable a la salida que permite la temporización opcional de las unidades instantáneas mientras que, en las unidades temporizadas, la activación del arranque habilita la función de temporización, que realizará una integración de los valores medidos. Dicha integración se realiza aplicando incrementos en función de la intensidad de entrada sobre un contador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo.

En las unidades temporizadas, cuando se utilizan las características de disparo de tiempo inverso, hay disponibles dos sistemas de reposición: ***Instantáneo*** y ***Emulación de disco***. La opción ***Instantáneo*** es adecuada en aplicaciones que requieren coordinación con relés estáticos, mientras que la opción ***Emulación de disco*** puede ser utilizada en los casos en los que el relé debe coordinarse con protecciones electromecánicas, principalmente cuando están hacia la fuente que alimenta el sistema.

Elegido el sistema de reposición ***Instantáneo***, la reposición del arranque tiene lugar cuando el valor medido desciende a 1 vez el valor ajustado. Cuando el valor eficaz medido desciende por debajo del arranque ajustado, se produce una reposición rápida del integrador. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo de integración; cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Si se selecciona el sistema de reposición ***Emulación de disco*** como ajuste de ***Tipo de reposición***, el relé utilizará un proceso de reposición basado en decrementos de un contador de tiempo que se inicia cuando la intensidad desciende por debajo del 100% del ajuste de arranque de la unidad, utilizándose la curva de reposición adecuada a la característica de disparo empleada.

El cálculo del tiempo para un segundo disparo, cuando este se genera en el tiempo de cuenta de la reposición de disco, será el siguiente:

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

*Tiempo segundo disparo = Tiempo primer disparo * Tiempo entre disparos / Coeficiente de la curva*

A continuación, se añaden como ejemplo los cálculos del segundo disparo para curvas IEC, siendo el tiempo entre disparos de 2 segundos.

Id=1 // Arr=1A // IS=2A
*Inversa --> T = 10,04 * 2,0 /9,7 = 2,070*

Id=0,9 // Arr=1A // IS=1,6A
*Muy inversa --> T = 20,31 * 2,0 /43,2 = 0,940*

Id=0,9 // Arr=1A // IS=1,6A
*Extremadamente inversa --> T = 46,13 * 2,0 / 58,2 = 1,585*

4.1.1.b Bloqueo de disparo y anulación de la temporización

Las unidades de tiempo e instantáneas tienen la posibilidad de programar unas entradas de bloqueo de disparo, lo que impide la actuación de la unidad si esta entrada se activa antes de que se genere el disparo. Si se activa después del disparo, éste se repone. La unidad, aunque se encuentre bloqueada sigue operativa de tal manera que si el equipo se encuentra en condiciones de disparo en el momento en el que la entrada de bloqueo se desactiva el relé emitirá orden de disparo de forma instantánea.

Para poder usar esta lógica de bloqueos se deben programar las entradas definidas como bloqueo de disparo.

Existe otra entrada programable que puede convertir una temporización ajustada de un elemento determinado en instantánea. Esta entrada se denomina anulación de la temporización y está disponible para todas las unidades temporizadas.

4.1.1.c Habilitación e inhabilitación de la unidad

Todas las unidades cuentan con una entrada de habilitación y de inhabilitación de tal manera que, estando la unidad habilitada por ajuste de protección, ésta se puede inhabilitar mediante lógica ante determinadas circunstancias. De esta manera, cuando la entrada de habilitación esté desactivada la unidad no se encuentra operativa y es en el momento en el que la entrada de habilitación se active cuando la unidad comienza a operar partiendo desde cero.

4.1.1.d Bloqueo por armónicos

La energización de un transformador provoca una saturación transitoria del mismo como consecuencia de la componente de continua que se genera en el flujo magnético. Esto da lugar a la aparición de intensidades de magnetización elevadas (intensidades de *inrush*), las cuales pueden llegar a ser del orden de varias veces la intensidad nominal de la máquina. En condiciones de sobreexcitación del transformador, como consecuencia de sobretensiones o subfrecuencias, también se pueden producir intensidades de magnetización importantes.

Con el fin de evitar la operación de unidades de sobreintensidad ante las citadas intensidades de magnetización, las unidades de sobreintensidad incluyen la función de **Bloqueo por armónicos**. Para distinguir una intensidad de falta de una intensidad de *inrush*, ambas con una componente fundamental elevada, se analiza la componente de 2º y 5º armónico, de tal manera que las unidades de bloqueo por armónicos sirven como entrada a las unidades de sobreintensidad cuando así sean configuradas.

Ver el apartado correspondiente al bloqueo por armónicos para más información.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.1.e Detector de Saturación

La saturación de un TI provoca una reducción del módulo de la intensidad, obtenido en base a la DFT. Si la saturación es severa, el valor eficaz de la intensidad podría no superar el umbral establecido. Para evitar dicha situación, el equipo incorpora un **Detector de Saturación** y el módulo de la intensidad se calculará en base al valor máximo de la derivada, tal y como se explica en el apartado correspondiente del manual.

Cuando el Detector de Saturación esté activado, las unidades de sobreintensidad no utilizarán únicamente el valor RMS de la corriente, sino también el valor instantáneo, por lo que, una vez activado el Detector de Falta, los máximos positivo y negativo se sumarán (suma del máximo positivo y el máximo negativo, ambos en valor absoluto) y el total de la suma se dividirá por 2. El valor obtenido de esta operación se comparará con el valor del ajuste de arranque multiplicado por √2. Como el valor instantáneo empleado por la nueva unidad de sobreintensidad requiere dos máximos (o valores de pico) consecutivos de signos opuestos desde la activación del Detector de Falta, solamente operará una vez se hayan obtenido los dos valores mencionados, nunca antes. Este retraso será siempre inferior a un ciclo, por lo que es lo suficientemente bajo como para operar durante la saturación de TIs.

Para ver en detalle el funcionamiento del Detector de Saturación, ver Capítulo 4.9.

4.1.1.f Curvas temporizadas

La característica de tiempo puede seleccionarse entre varios tipos de curvas según normas **IEC**, **IEEE** (Norma IEEE C37.112-1996) y **US**. Además, los equipos disponen de **Curvas de reenganchador**.

CURVAS IEC

Curva inversa	Curva inversa + límite de tiempo
Curva muy inversa	Curva muy inversa + límite de tiempo
Curva extremadamente inversa	Curva extremadamente inversa + límite de tiempo
Curva inversa de tiempo largo	Curva inversa de tiempo largo + límite de tiempo
Curva inversa de tiempo corto	Curva inversa de tiempo corto + límite de tiempo

CURVAS IEEE

Curva moderadamente inversa	Curva moderadamente inversa + límite de tiempo
Curva muy inversa	Curva muy inversa + límite de tiempo
Curva extremadamente inversa	Curva extremadamente inversa + límite de tiempo

CURVAS US

Curva moderadamente inversa	Curva moderadamente inversa + límite de tiempo
Curva inversa	Curva inversa + límite de tiempo
Curva muy inversa	Curva muy inversa + límite de tiempo
Curva extremadamente inversa	Curva extremadamente inversa + límite de tiempo
Curva inversa de tiempo corto	Curva inversa de tiempo corto + límite de tiempo

CURVAS DE REENGANCHADOR

Curva 105	Curva 117
Curva 113	Curva 131
Curva 107	Curva 135

A estas curvas se les añade la característica **Curva RI inversa**, utilizada principalmente para coordinación con relés electromecánicos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El ajuste del multiplicador de tiempo es el mismo que para las curvas **IEC**, **IEEE**, **US**, **Reenganchador** y **RI Inversa**: el rango es de 0,05 a 10 veces. Sin embargo, dependiendo de los dígitos X27 y X28 del modelo, el rango efectivo para las curvas **IEC** va de 0,05 a 1. Para un ajuste superior a 1, se utiliza el valor máximo, igual a 1. Para las curvas de **Reenganchador**, el rango va de 0,05 a 2 y, para un ajuste superior a 2, se utiliza el valor máximo, igual a 2. En el caso de las curvas **IEEE**, **US** y **RI**, el rango efectivo comienza en 0,1 veces. Si se ajusta a valores inferiores, se utiliza 0,1. A pesar de que el paso de ajuste sea 0,01, el paso efectivo de la curva es 0,1. Cualquier valor de ajuste que no sea múltiplo de 0,1 se redondea simétricamente: por ejemplo, un ajuste de 2,37 se redondea a 2,40, uno de 2,33 se redondea a 2,3 y uno de 2,35 se aplica como 2,40.

Para los modelos con dígito X27/X28 igual o superior a 13, el ajuste del multiplicador de tiempo es el mismo que para las curvas **IEC**, **IEEE**, **US**, **Reenganchador** y curva **RI inversa**: el rango es de 0,01 a 10 veces.

A estas características se les puede añadir una de tiempo definida por el **usuario**, cargada sobre el relé a través del sistema de comunicaciones. El ajuste de tiempo, en las características inversas, se compone de dos valores: **Tipo de curva** e **Índice dentro de la familia**.

Los tipos de curvas con **Límite de tiempo** consisten en la función temporizada clásica con un umbral de tiempo, de manera que ningún disparo se producirá en un tiempo menor al especificado. Esto equivale a que a partir de un determinado momento la curva de disparo se convierte en una recta horizontal. Este límite en la actuación de la unidad coincide con el ajuste de tiempo que se utiliza en la opción de ***Tiempo fijo***. Dependiendo de la curva seleccionada y del valor del ajuste de ***Tiempo fijo*** se pueden tener tres comportamientos diferentes.

Si el ajuste de ***Tiempo fijo*** es tan pequeño que no cruza la curva, el relé operará con la curva característica como si fuera normal y no una curva con **Límite de tiempo**.

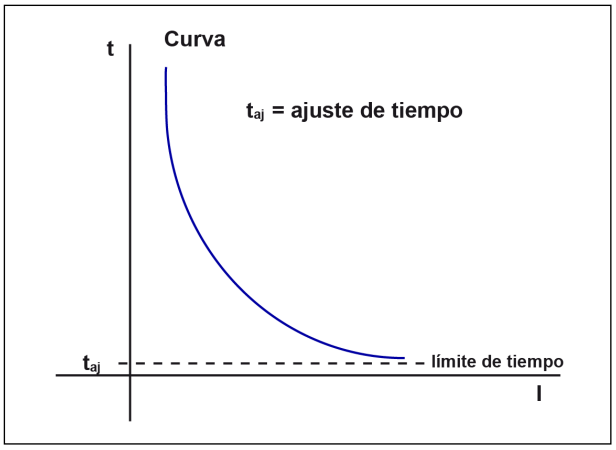


Figura 4.1.1 Curva con límite de tiempo para una unidad de sobreintensidad temporizada (ajuste de *Tiempo fijo* muy bajo).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustando el relé para una operación usual, el ajuste de ***Tiempo fijo*** cortará la curva de tal manera que, a partir de un determinado momento, la curva de disparo se convierte en una recta horizontal, asegurando que no se produzca ningún disparo en un tiempo inferior al marcado por el ajuste de ***Tiempo fijo***, siempre y cuando dicho ajuste sea inferior al tiempo impuesto por la curva cuando el valor medido supera 1,5 veces el valor ajustado.

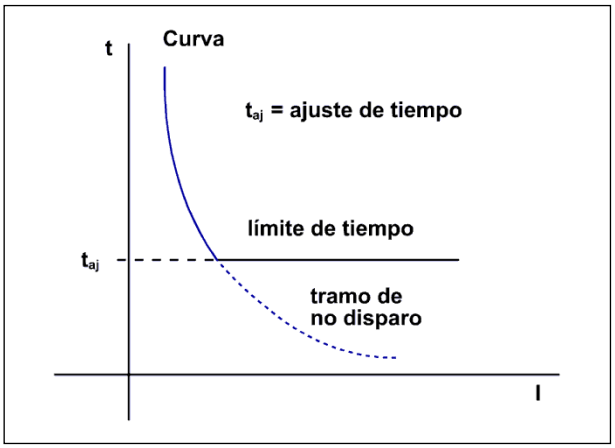


Figura 4.1.2 Diagrama de una curva con límite de tiempo para una unidad de sobreintensidad temporizada.

Puede pasar que el valor ajustado de ***Tiempo fijo*** sea excesivo frente a los tiempos de la curva para los diferentes diales, de tal manera que el relé nunca dispararía. Lo que se hace en tal caso es que si el tiempo correspondiente a la curva (para el dial ajustado y para una intensidad 1,5 veces mayor que la ajustada) es menor que el ajuste de tiempo fijo, se utiliza el tiempo de 1,5 veces como recta límite en la actuación de la unidad.

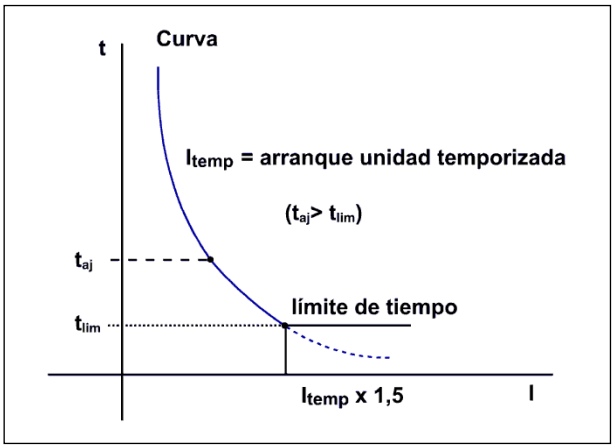


Figura 4.1.3 Diagrama de una curva con límite de tiempo para el caso de tiempo fijo mayor que el tiempo de curva (en arranque x 1,5).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Por lo tanto, se podría decir que siempre que el ajuste de ***Tiempo fijo*** sea superior al tiempo definido en la curva para una intensidad 1,5 veces mayor que la ajustada, el tiempo de actuación se limitará para el tiempo de 1,5 veces, convirtiendo la curva de disparo en una recta horizontal.

Las curvas sin **Límite de tiempo** no están afectadas por el ajuste de ***Tiempo fijo*** de la unidad, aunque hay que tener en cuenta lo indicado en la siguiente nota para tener en cuenta su funcionalidad completa.

A cada una de estas curvas de disparo **IEC**, **IEEE** y **US** les corresponde una característica que emula el tiempo de reposición del disco de inducción de los relés electromecánicos en aquellos modelos que dispongan de ajuste ***Tipo de reposición***. La ecuación que describe la duración de la reposición es la siguiente:

$$t_{RESET} = índice \times \left[\frac{t_r}{1 - \left(\frac{I}{I_{arranque}} \right)^2} \right]$$

donde **tr** es la constante característica que varía en función de la curva de disparo seleccionada.

Los valores de **tr** son los que se indican en la siguiente tabla:

Característica de disparo	Constante de reposición (tr)
CURVAS IEC	
Curva inversa	9,7
Curva muy inversa	43,2
Curva extremadamente inversa	58,2
Curva inversa de tiempo largo	80
Curva inversa de tiempo corto	0,5
CURVAS IEEE	
Curva moderadamente inversa	4,85
Curva muy inversa	21,6
Curva extremadamente inversa	29,1
CURVAS US	
Curva moderadamente inversa	1,08
Curva inversa	5,95
Curva muy inversa	3,88
Curva extremadamente inversa	5,67
Curva inversa de tiempo corto	0,323

La reposición del arranque cuando está seleccionada la curva **RI inversa** se produce siempre en modo instantáneo, independientemente del ajuste ***Tipo de reposición***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Es importante destacar que, aunque las curvas están definidas en las gráficas para un valor de entrada de hasta 20 veces la toma (siendo la toma el valor de arranque ajustado en cada una de las unidades temporizadas), las curvas tenderán a la horizontalidad a partir de 32 veces la toma, aunque teniendo en cuenta la saturación de la entrada analógica no siempre es posible garantizar dicho rango tal y como se muestra a continuación.

Hay que considerar que los límites de saturación de los canales de intensidad son de 160A para fases y neutro y de 3,3A para el neutro sensible. En base a estos límites, el "Número de veces la toma" para el que son efectivas las curvas es función del ajuste:

Si $\frac{LímiteDeSaturación}{AjusteUnidad} > 32$,

se garantiza que la curva funcionará para la unidad con dicho ajuste en todo su rango de tomas (hasta 32 veces el ajuste).

Si $\frac{LímiteDeSaturación}{AjusteUnidad} < 32$,

se garantiza que la curva funcionará para la unidad con dicho ajuste hasta un número de veces la toma igual al valor de la división de dicho límite entre el ajuste correspondiente. Es decir, para una unidad de Neutro Sensible ajustada en 2A, la curva será efectiva hasta:

$$\frac{3,3}{2} = 1,55$$ *veces el ajuste.*

Si la intensidad en dicho Neutro Sensible supera el valor de 3,3A, el equipo medirá dichos 3,3A y disparará en el tiempo correspondiente a 1,55 veces la toma. Cuando se inyecte una intensidad superior a 20 veces el ajuste, el tiempo de disparo será el mismo que el correspondiente a dichas 20 veces.

De la misma manera, si una unidad de fase se ajusta con un valor de 10A, como 32 veces el ajuste es superior al límite de saturación (320A > 160A), la curva será efectiva hasta 16 veces la toma,

$$(\frac{160}{10} = 16)$$

por lo que, para cualquier valor superior, el tiempo de arranque será el correspondiente a 16 veces la toma en lugar de mantener diferentes valores de tiempo hasta 32 veces la toma.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Característica intensidad / tiempo: funciones inversas**

Las figuras 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6, 4.1.7 y 4.1.8 presentan las curvas inversas según normas IEC.

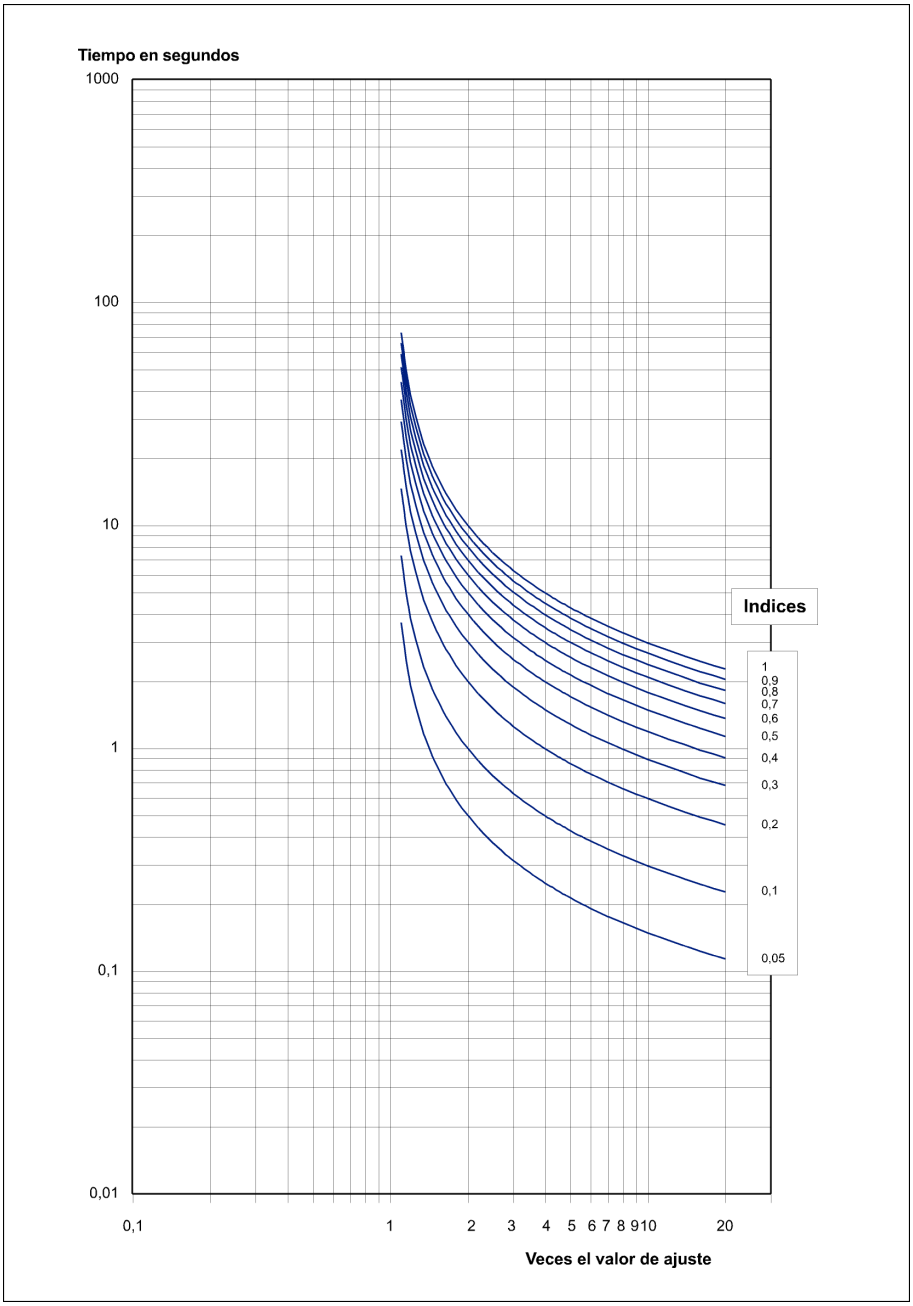


Figura 4.1.4 Característica INVERSA (IEC).

$t = \frac{0,14}{I_S^{0,02} - 1} \times$ Índice	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

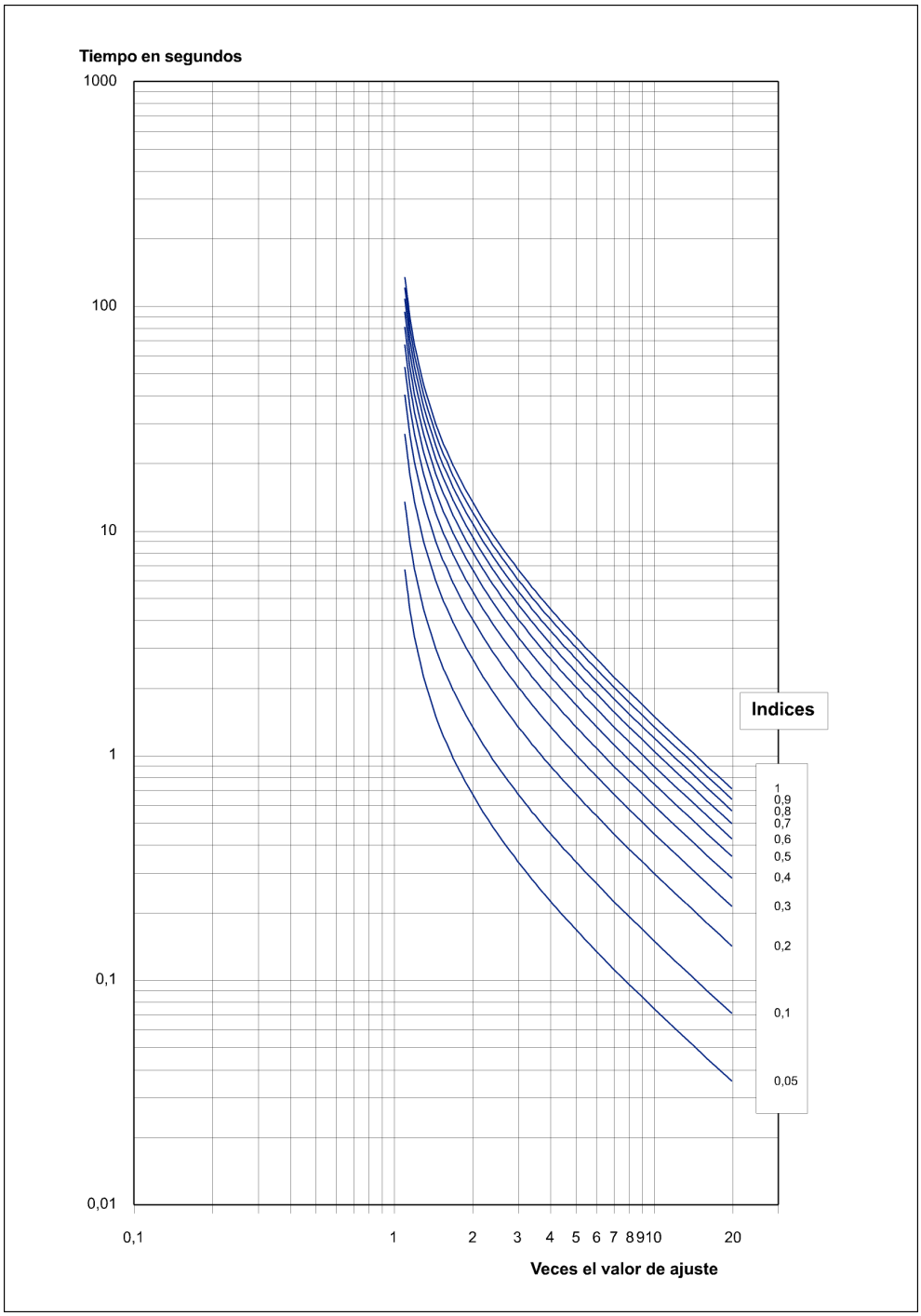


Figura 4.1.5 Característica MUY INVERSA (IEC).

$t = \frac{13,5}{I_S - 1} \times \text{Índice}$	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

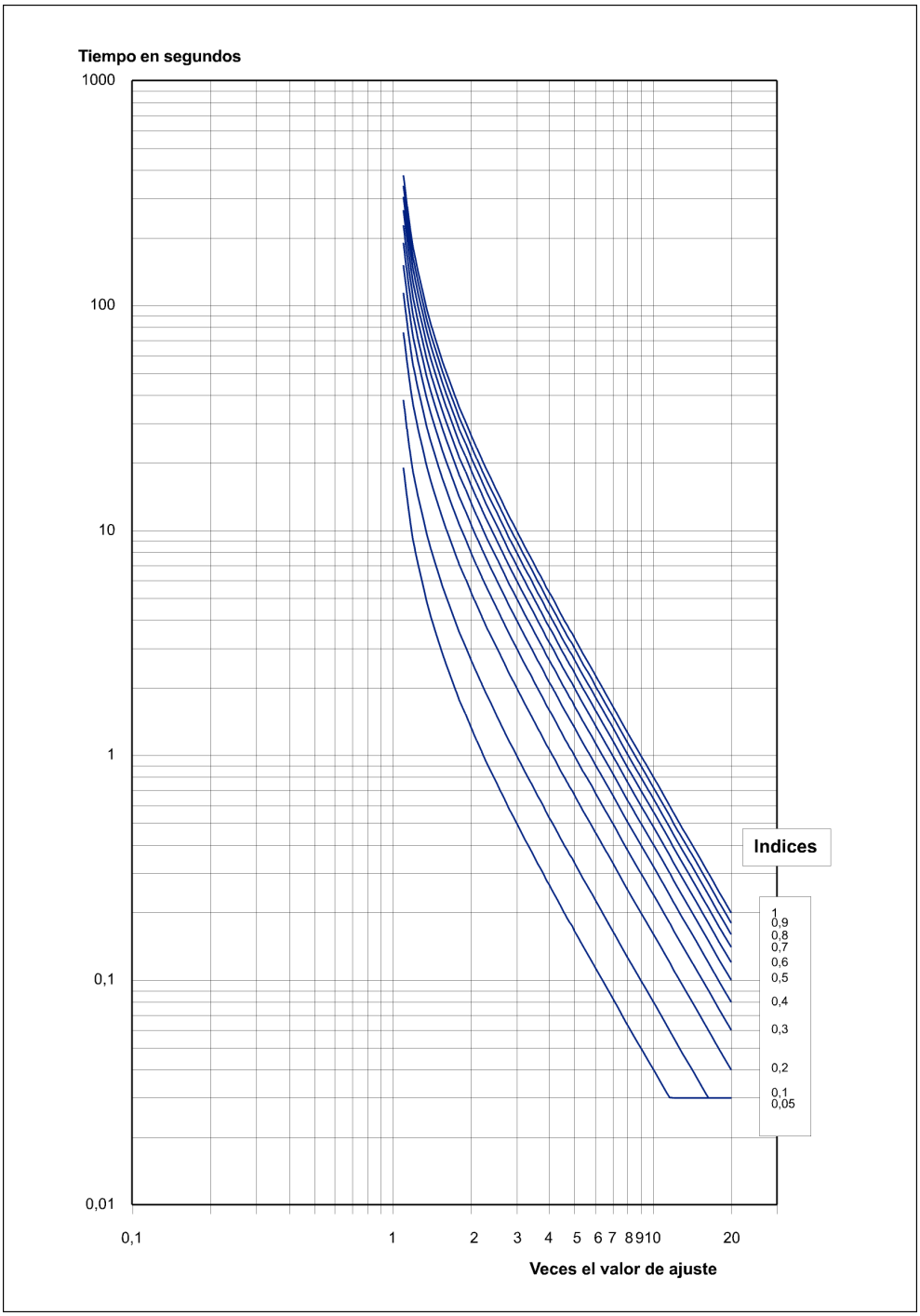


Figura 4.1.6 Característica EXTREMADAMENTE INVERSA (IEC).

$t = \frac{80}{I_S^{\,2} - 1} \times$ Índice	$I_S = \frac{I\,medida}{I\,arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

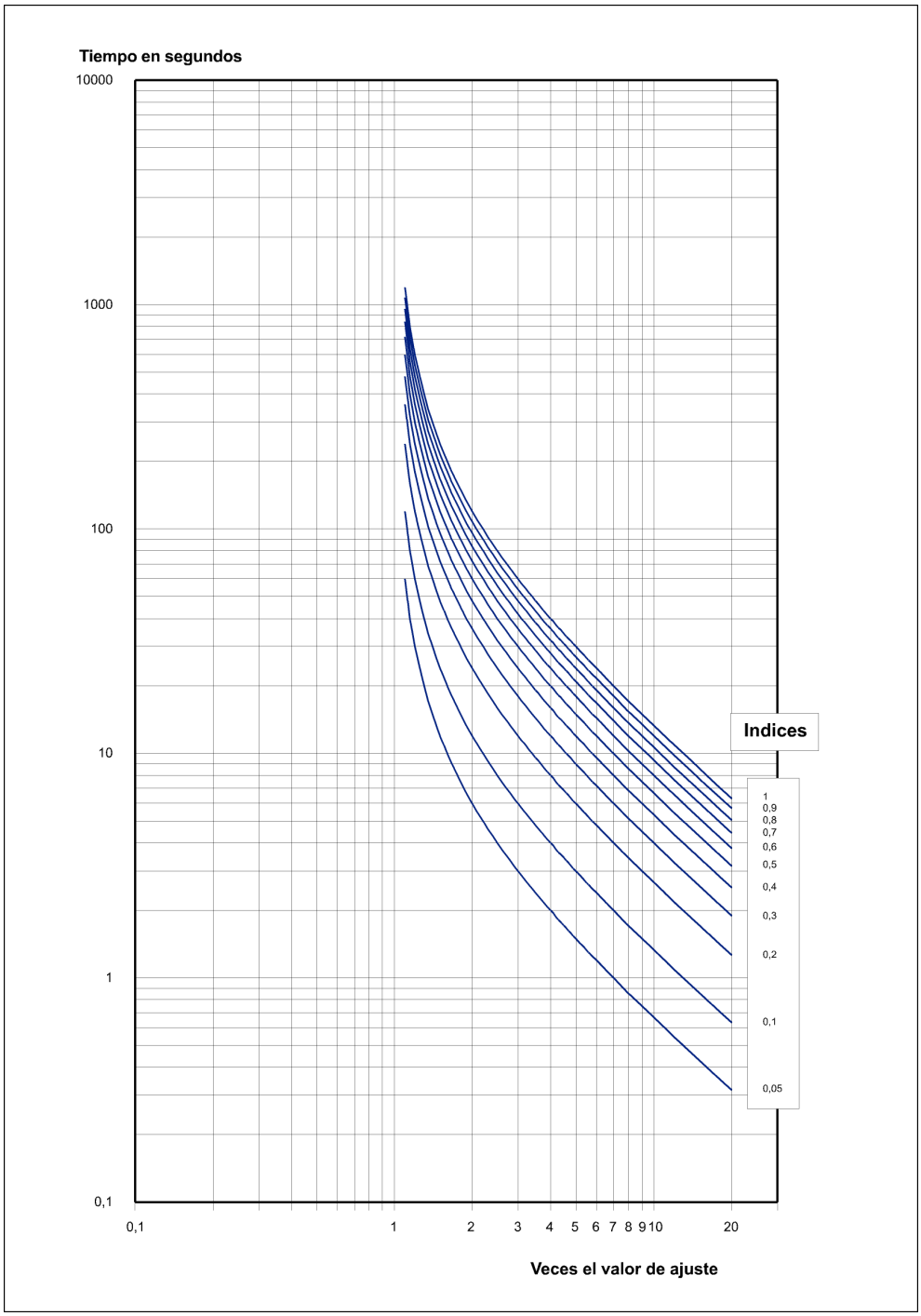


Figura 4.1.7 Característica TIEMPO-LARGO INVERSA (IEC).

$t = \frac{120}{I_S - 1} \times$ Índice	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

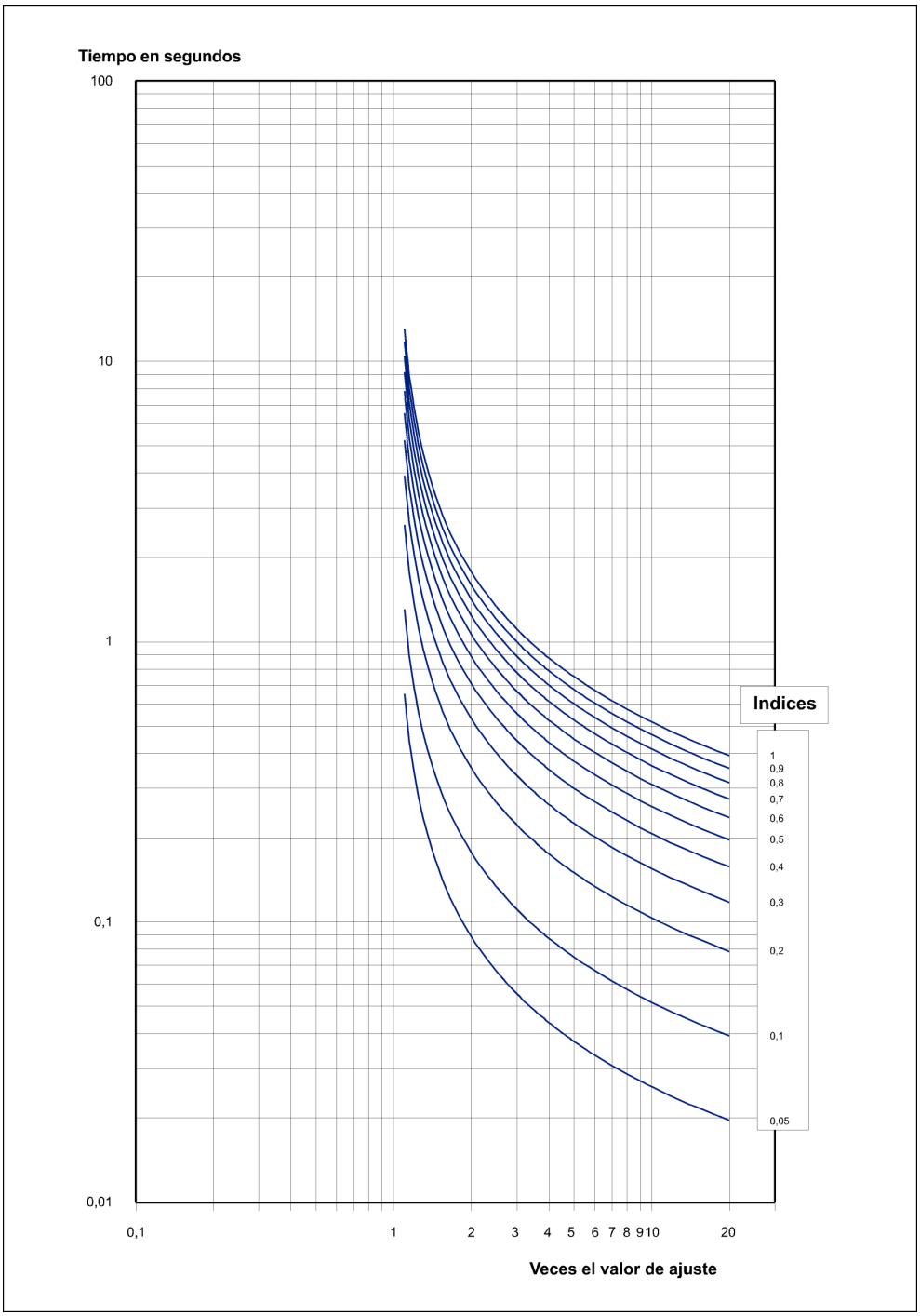


Figura 4.1.8 Característica TIEMPO-CORTO INVERSA (IEC).

$t = \frac{0,05}{I_S^{0,04} - 1} \times \text{Índice}$	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Las figuras 4.1.9, 4.1.10, 4.1.11, 4.1.12, 4.1.13, 4.1.14, 4.1.15 y 4.1.16 presentan las curvas inversas según normas **IEEE** y **US**.

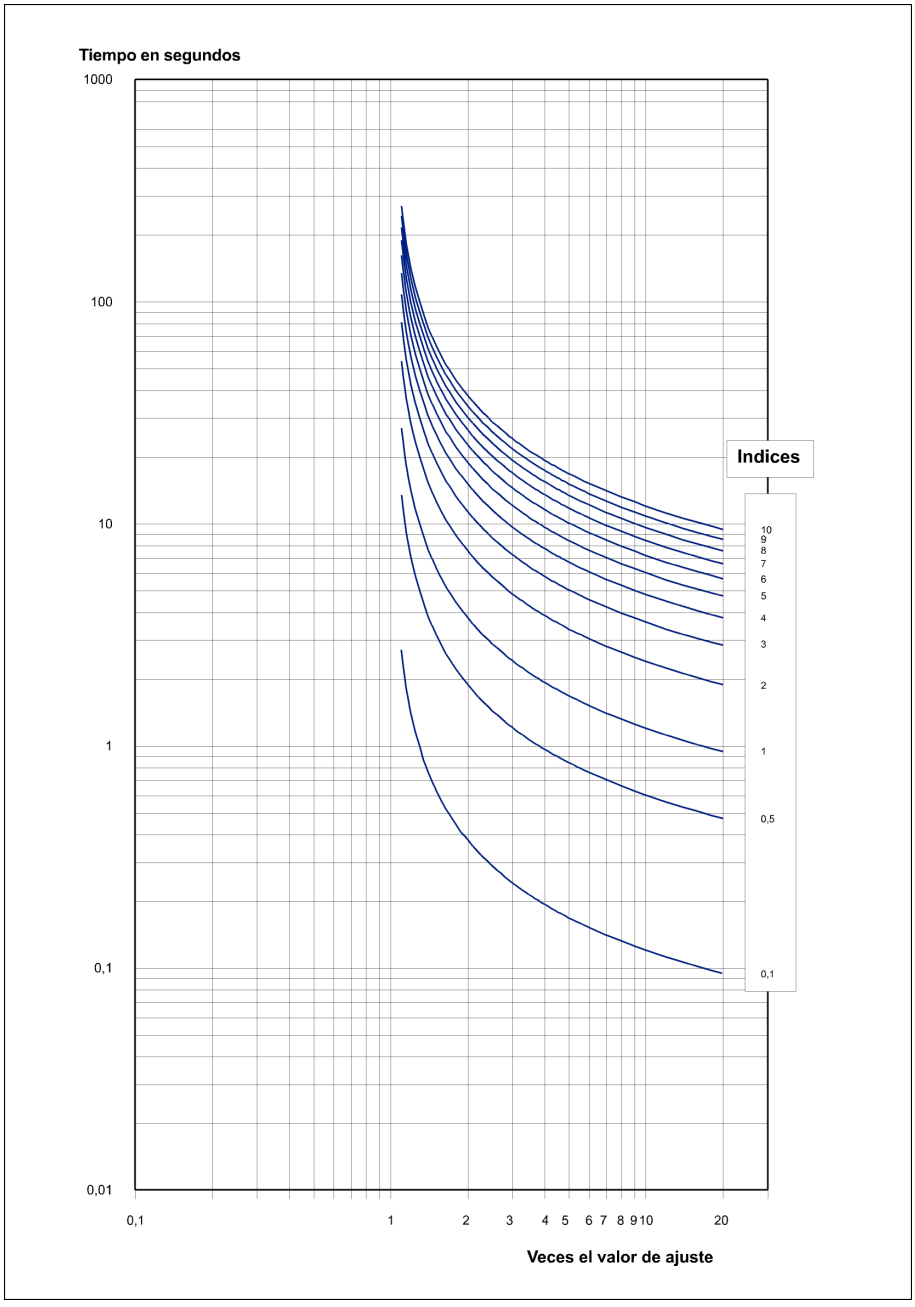


Figura 4.1.9 Característica MODERADAMENTE INVERSA (IEEE).

$t = \left(0{,}114 + \frac{0{,}0515}{I_S^{0{,}02} - 1} \right) \times$ Índice	$I_S = \frac{I_{medida}}{I_{arranque}}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

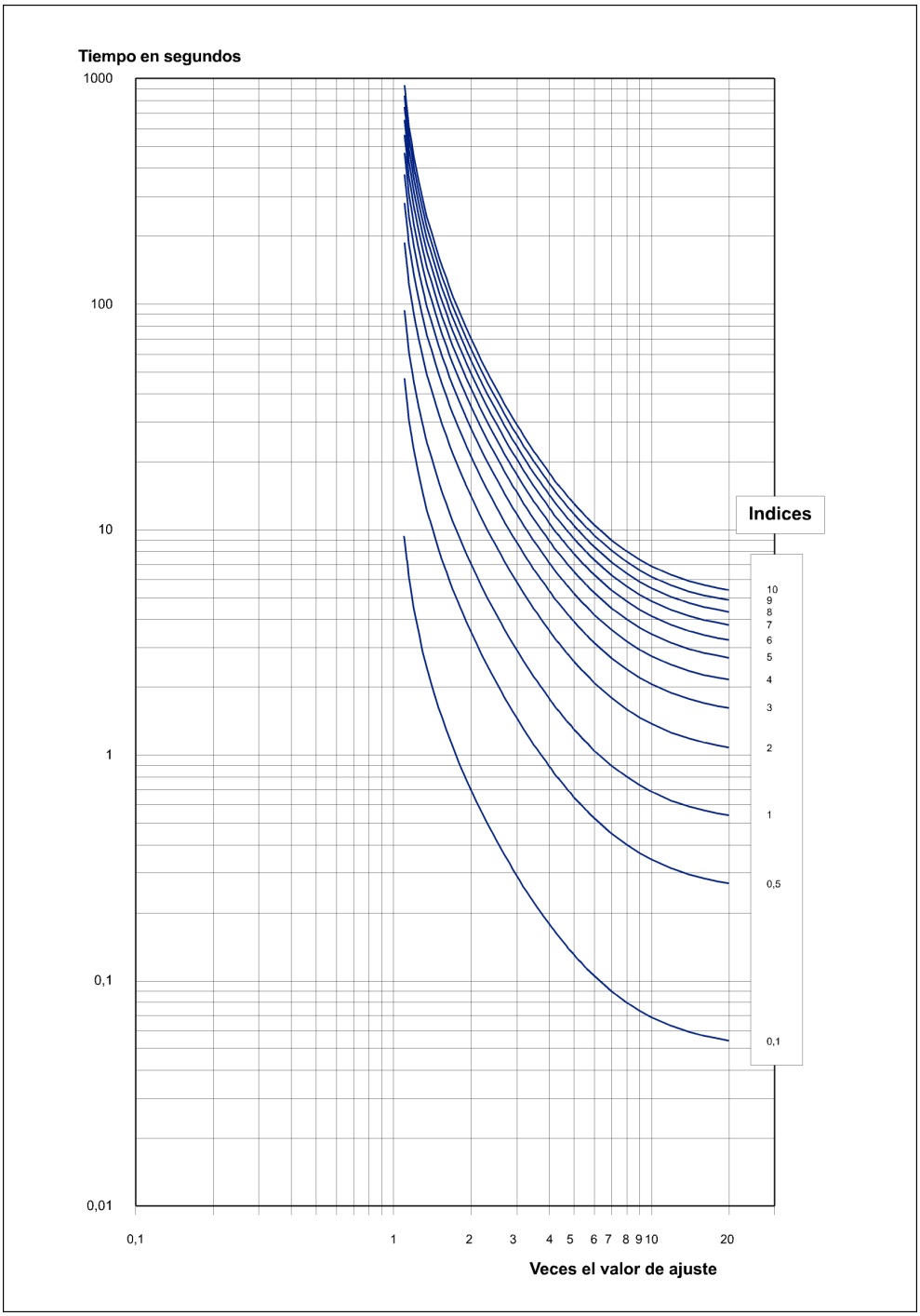


Figura 4.1.10 Característica MUY INVERSA (IEEE).

$t = \left(0,491 + \frac{19,61}{I_S^{\,2} - 1} \right) \times$ Índice	$I_S = \frac{I\,medida}{I\,arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

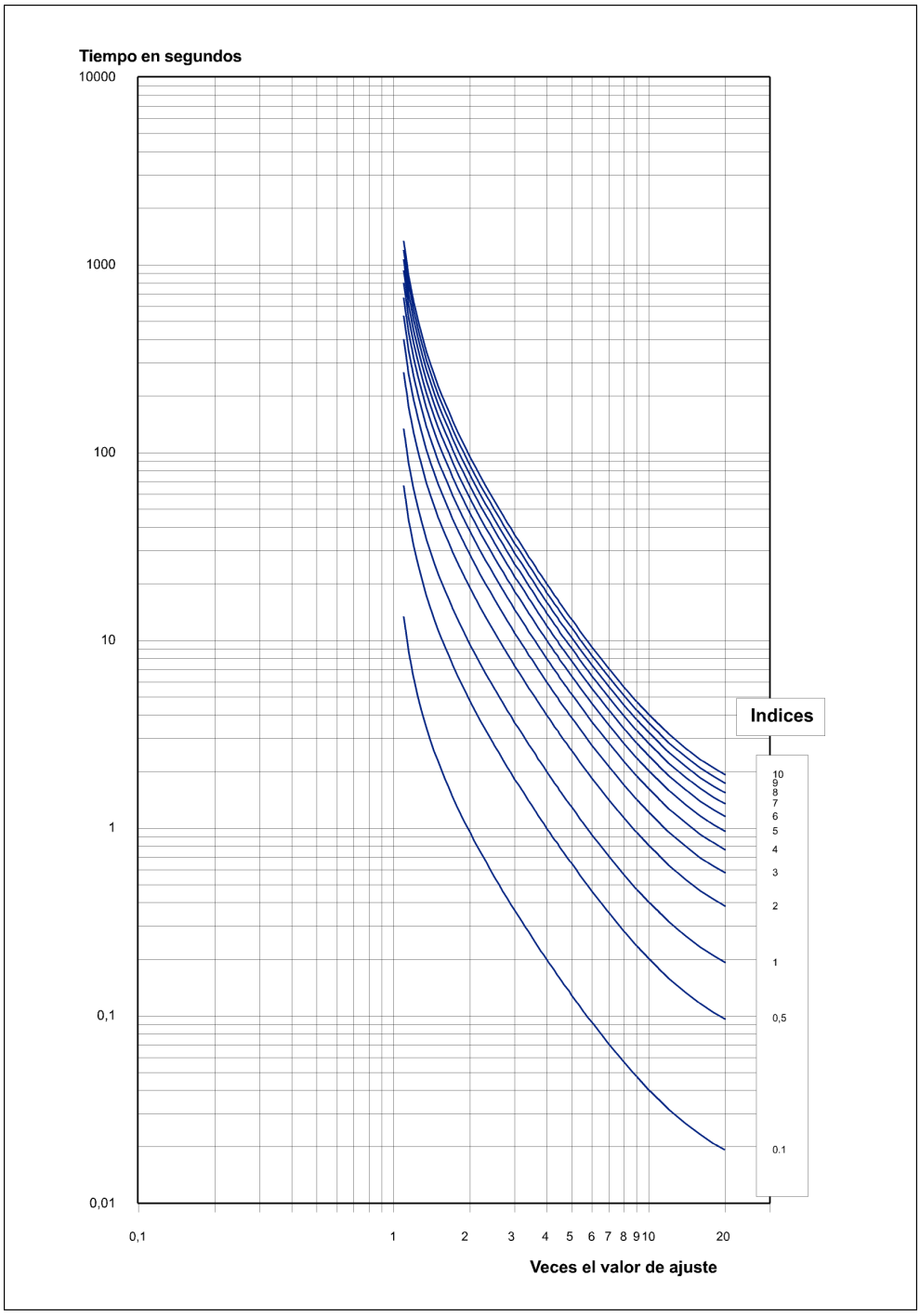


Figura 4.1.11 Característica EXTREMADAMENTE INVERSA (IEEE).

$t = \left(0,1217 + \frac{28,2}{I_S^{\,2} - 1} \right) \times$ Índice	$I_S = \frac{I\,medida}{I\,arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

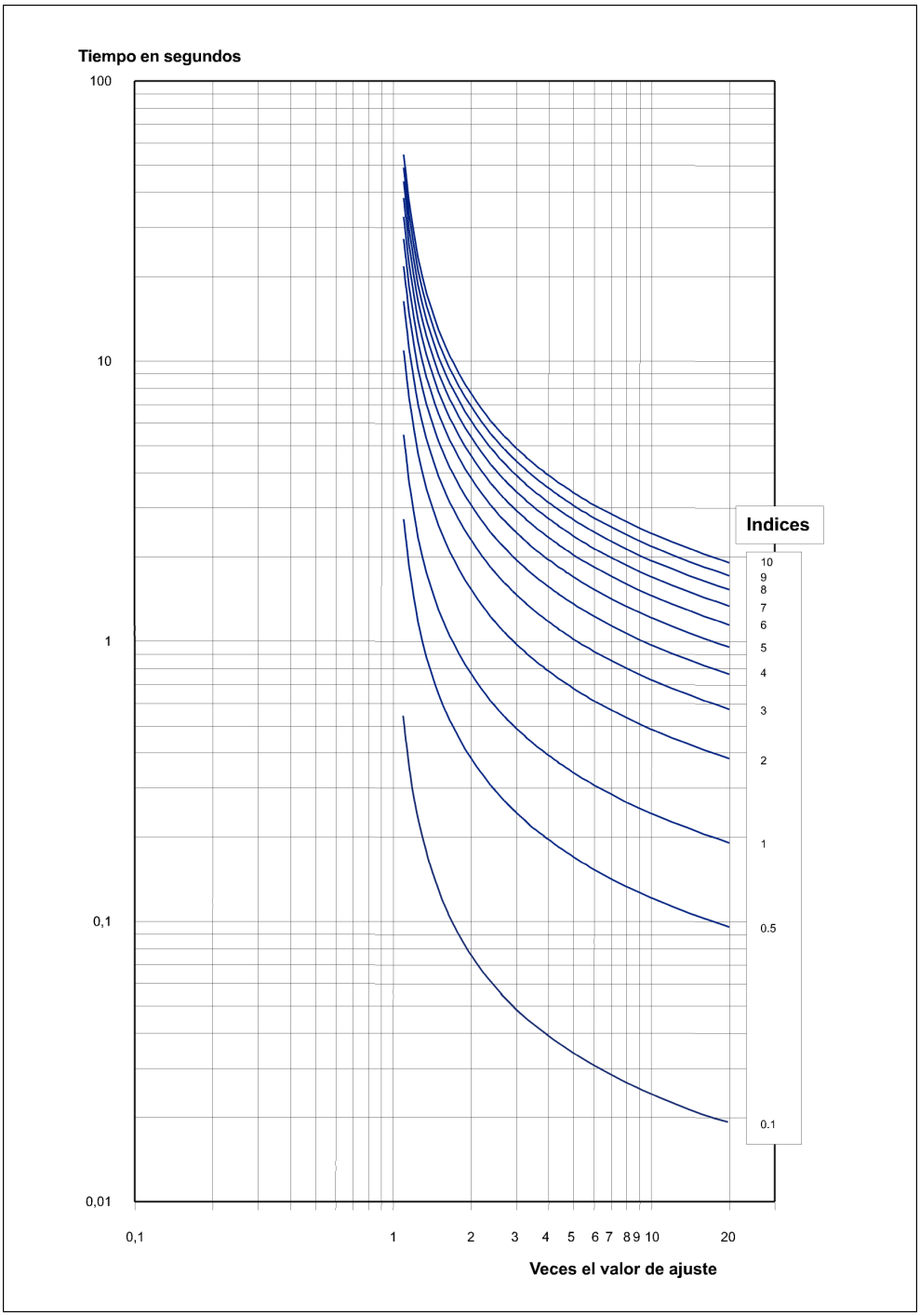


Figura 4.1.12 Característica MODERADAMENTE INVERSA (U.S.).

$t = \left(0{,}0226 + \frac{0{,}0104}{I_S^{0{,}02} - 1} \right)$ x Índice	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

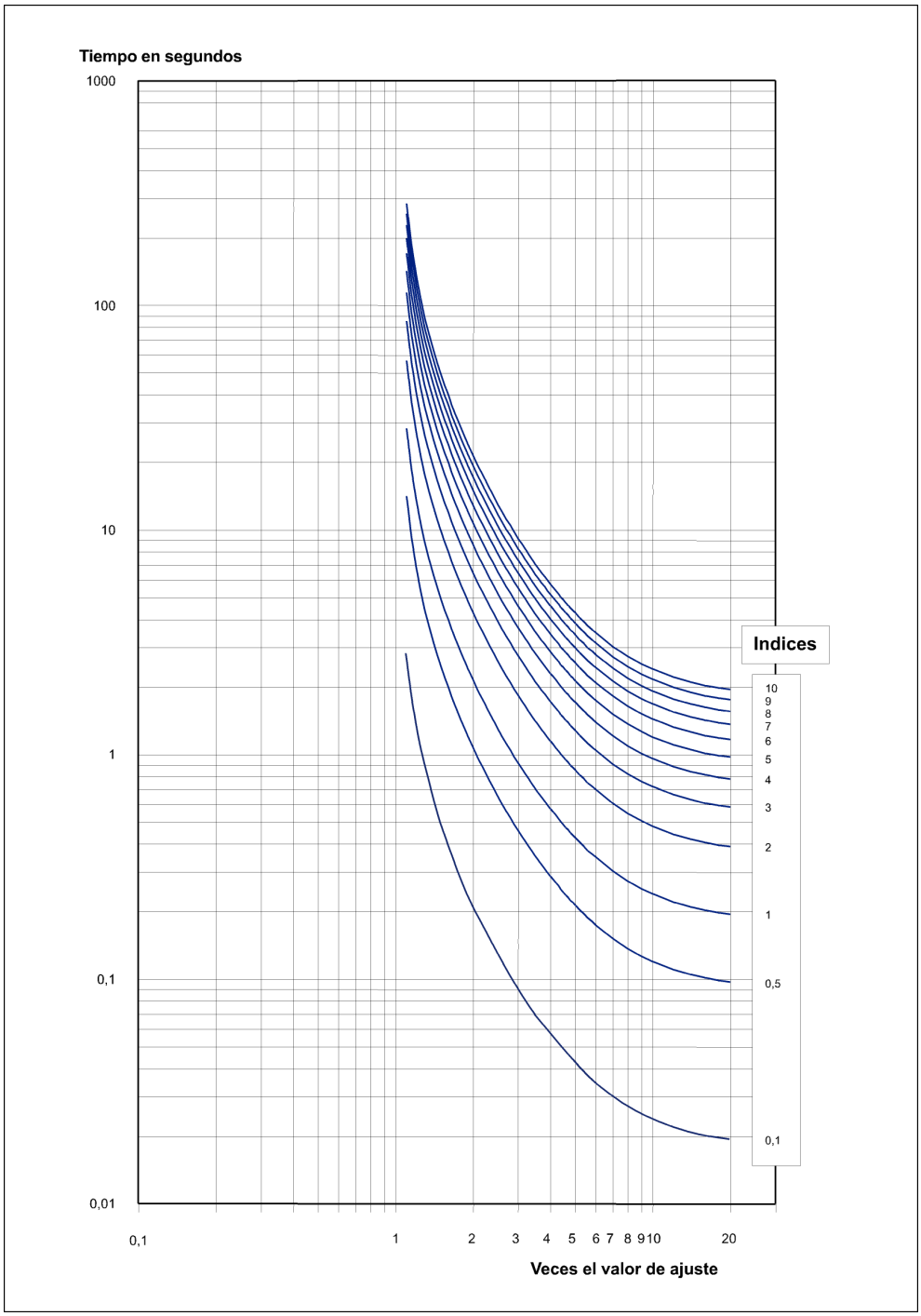


Figura 4.1.13 Característica INVERSA (U.S.).

$t = \left(0{,}180 + \frac{5{,}95}{I_S^{\,2} - 1} \right)$ x Índice	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

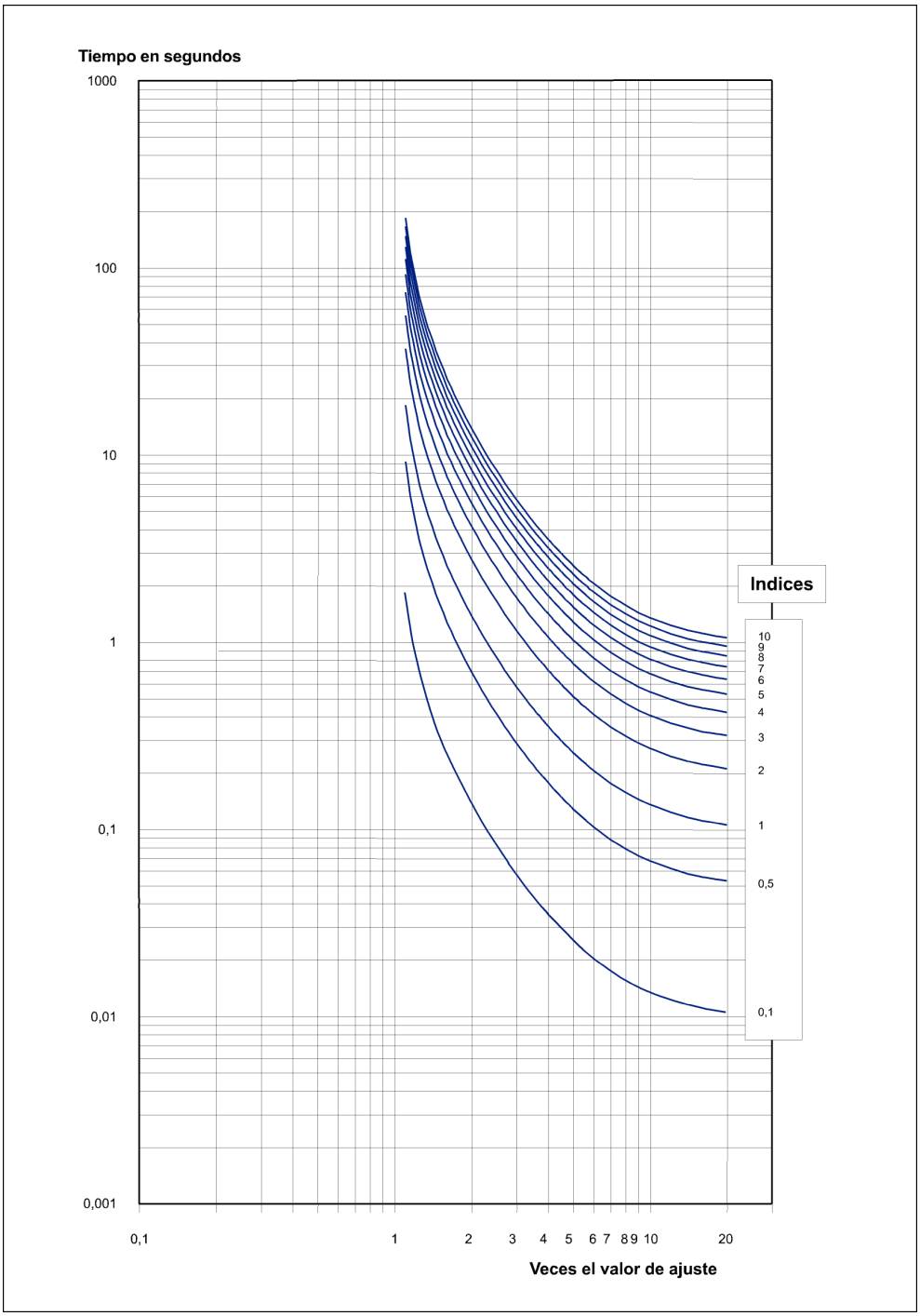


Figura 4.1.14 Característica MUY INVERSA (U.S.).

$t = \left(0{,}0963 + \frac{3{,}88}{I_S^{\,2} - 1} \right)$ x Índice	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

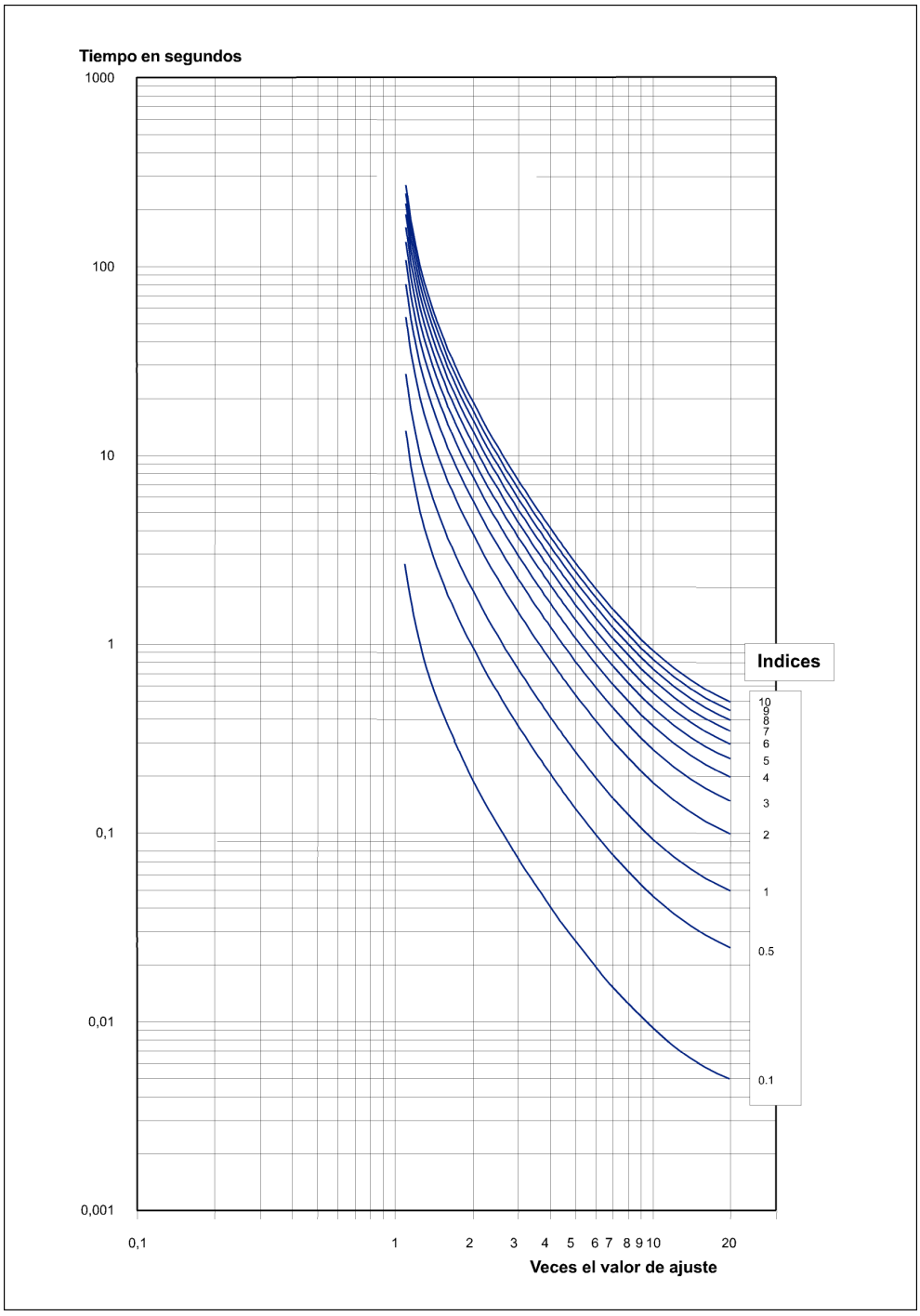


Figura 4.1.15 Característica EXTREMADAMENTE INVERSA (U.S.).

$t = \left(0{,}0352 + \frac{5{,}67}{I_S^{\,2} - 1} \right)$ x Índice	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

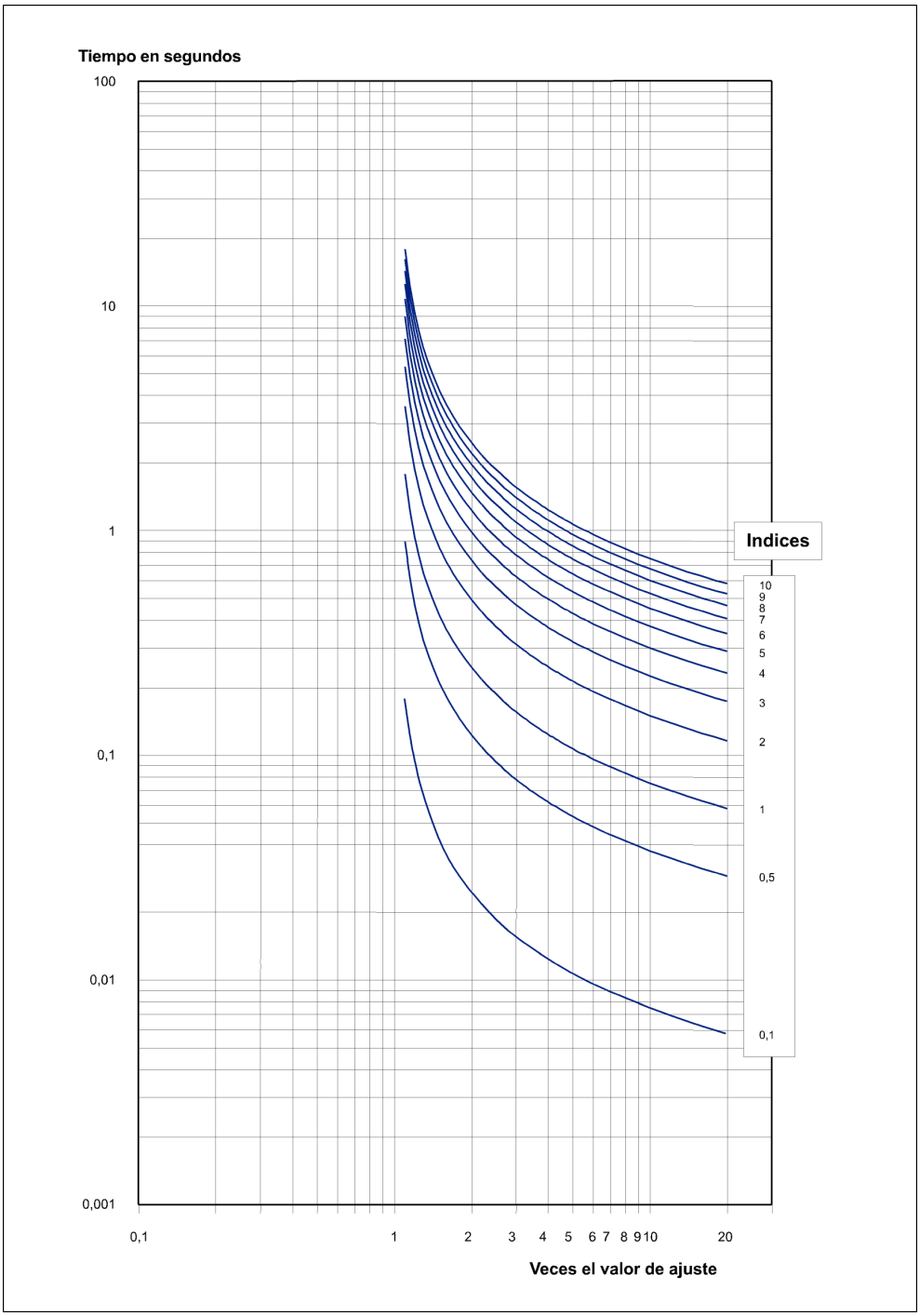


Figura 4.1.16 Característica INVERSA DE TIEMPO CORTO (U.S.).

$t = \left(0{,}00262 + \frac{0{,}00342}{I_S^{0{,}02} - 1} \right)$ x Índice	$I_S = \frac{I_{medida}}{I_{arranque}}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La figura 4.1.17 presenta la curva **RI inversa**.

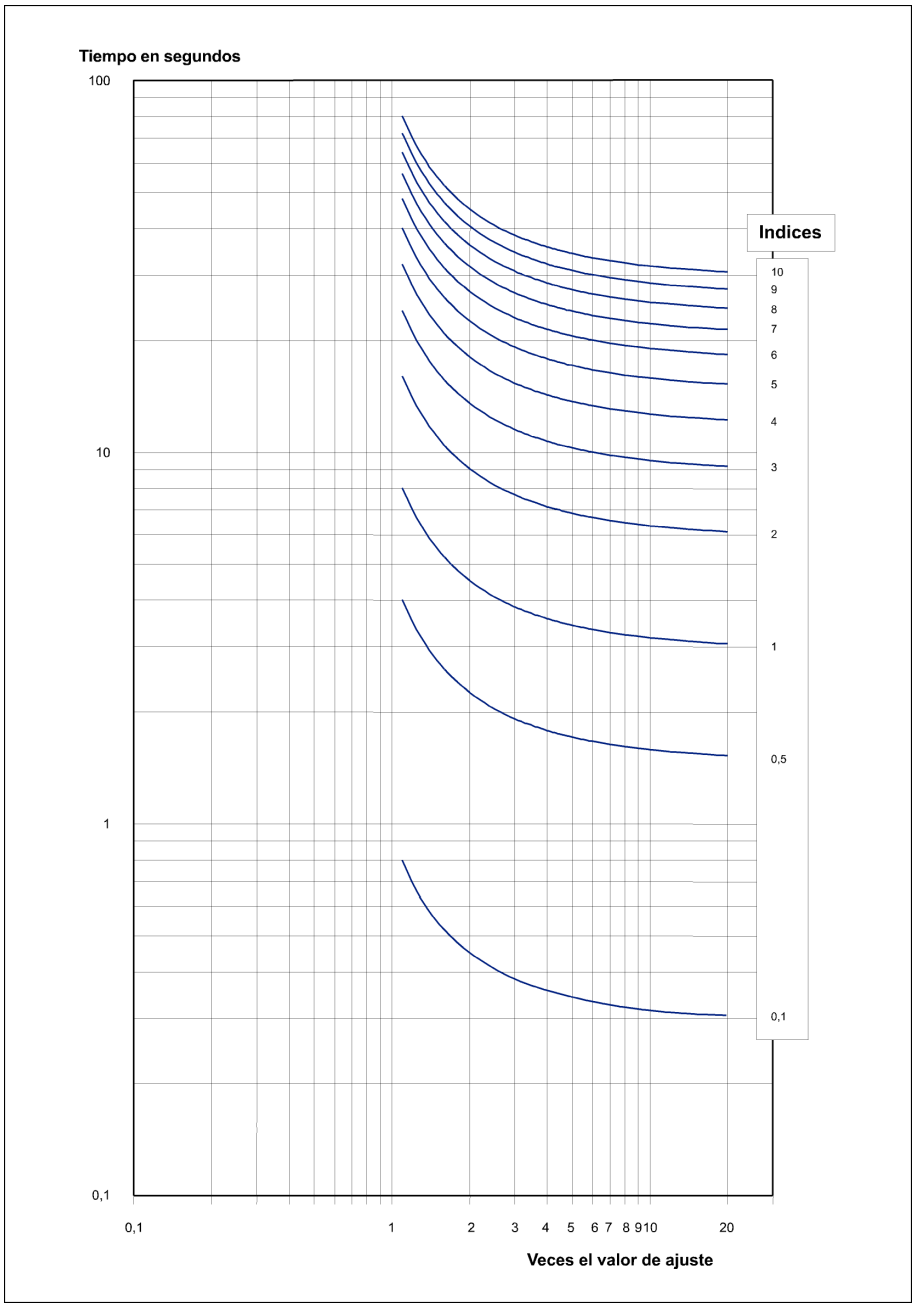


Figura 4.1.17 Característica RI INVERSA.

$t = \frac{1}{0{,}339 - 0{,}236 \cdot \left(\frac{1}{I_S}\right)} \times$ Índice	$I_S = \frac{I\ medida}{I\ arranque}$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Curvas de reenganchador**

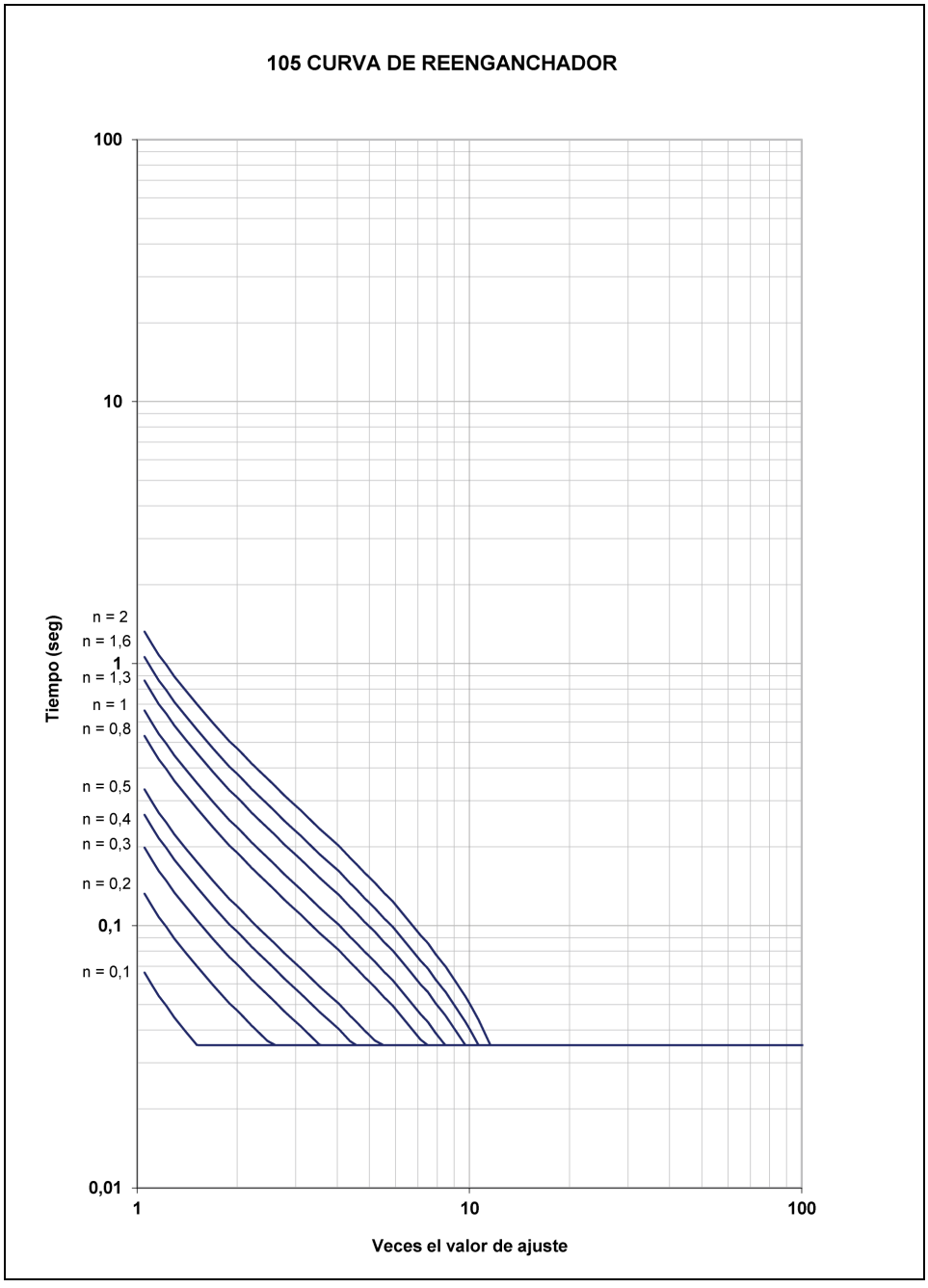


Figura 4.1.18 105 curva de Reenganchador.

$$t = \left(\frac{0,001015}{M^{0,00227} - 0,998848} - 0,133810 \right) \text{ x Índice}$$

Siendo M veces el valor del ajuste de arranque de la unidad (múltiplo del pickup).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

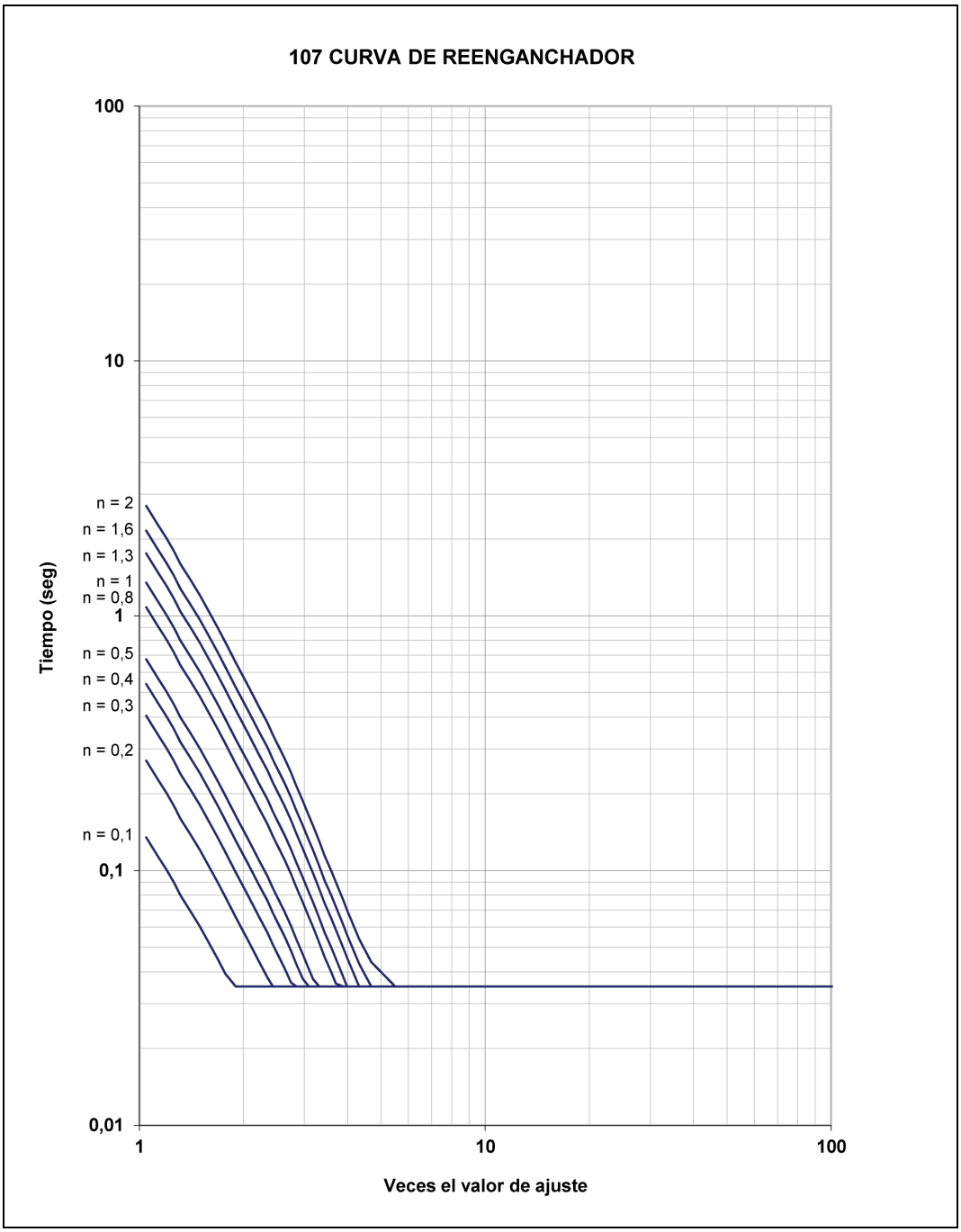


Figura 4.1.19 107 curva de Reenganchador.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

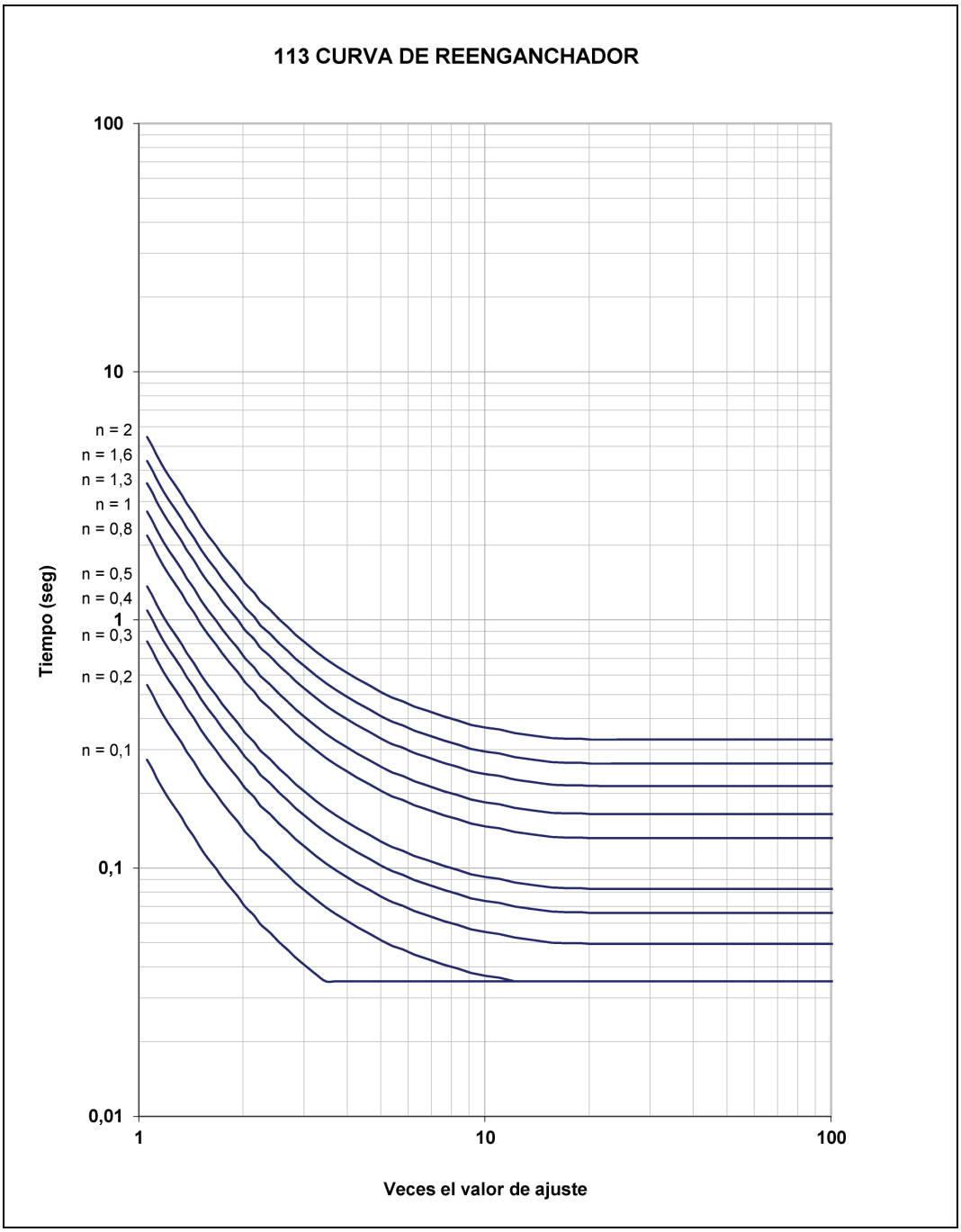


Figura 4.1.20 113 curva de Reenganchador.

$$t = \left(\frac{1,68546}{M^{1,78873} - 0,436523} + 0,158114 \right) \text{ x Índice}$$

Siendo M veces el valor del ajuste de arranque de la unidad (múltiplo del pickup).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

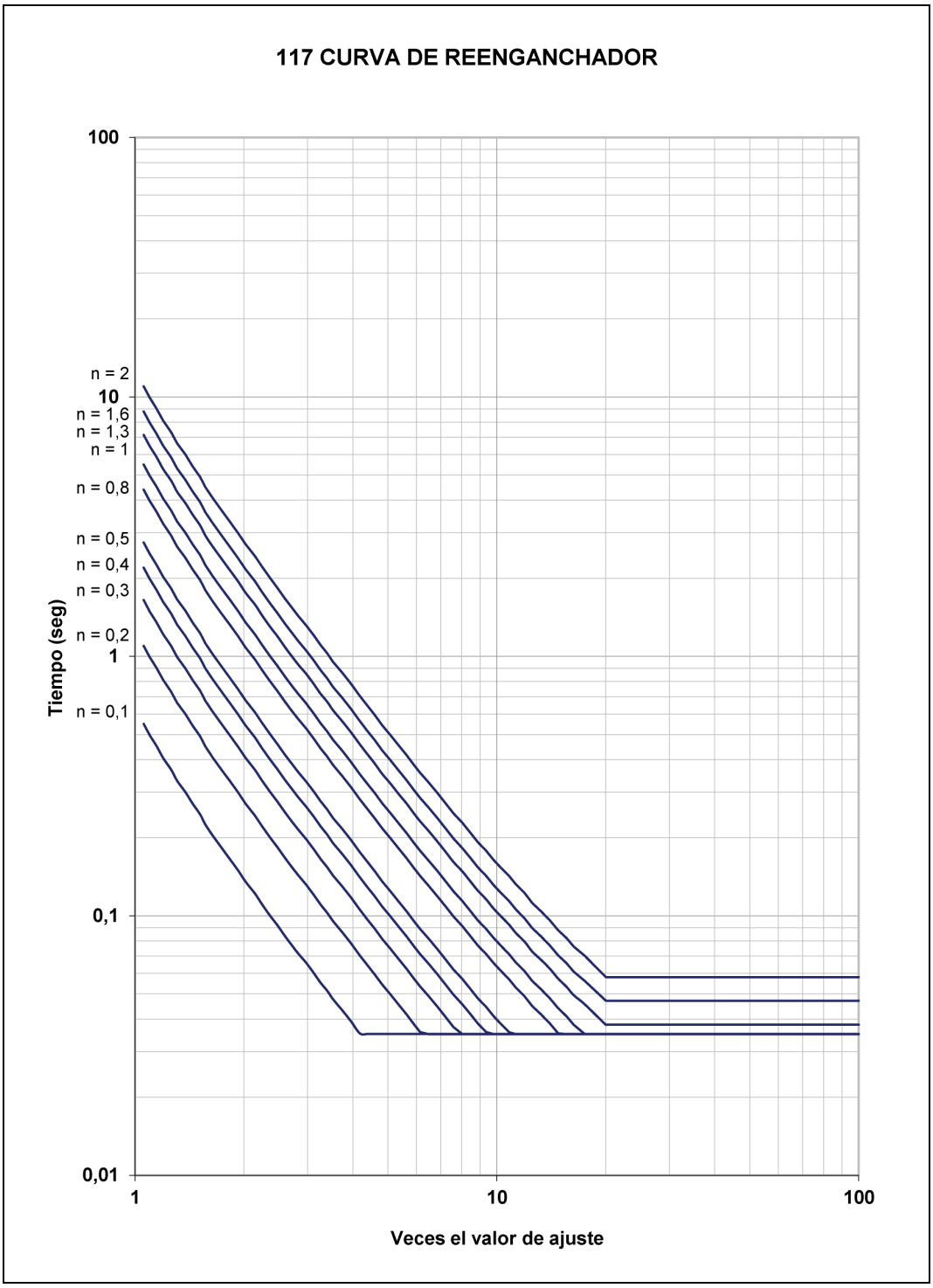


Figura 4.1.21 117 curva de Reenganchador.

$$t = \left(\frac{4,22886}{M^{1,78220} - 0,319885} + 0,008933 \right) \text{ x Índice}$$

Siendo M veces el valor del ajuste de arranque de la unidad (múltiplo del pickup).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

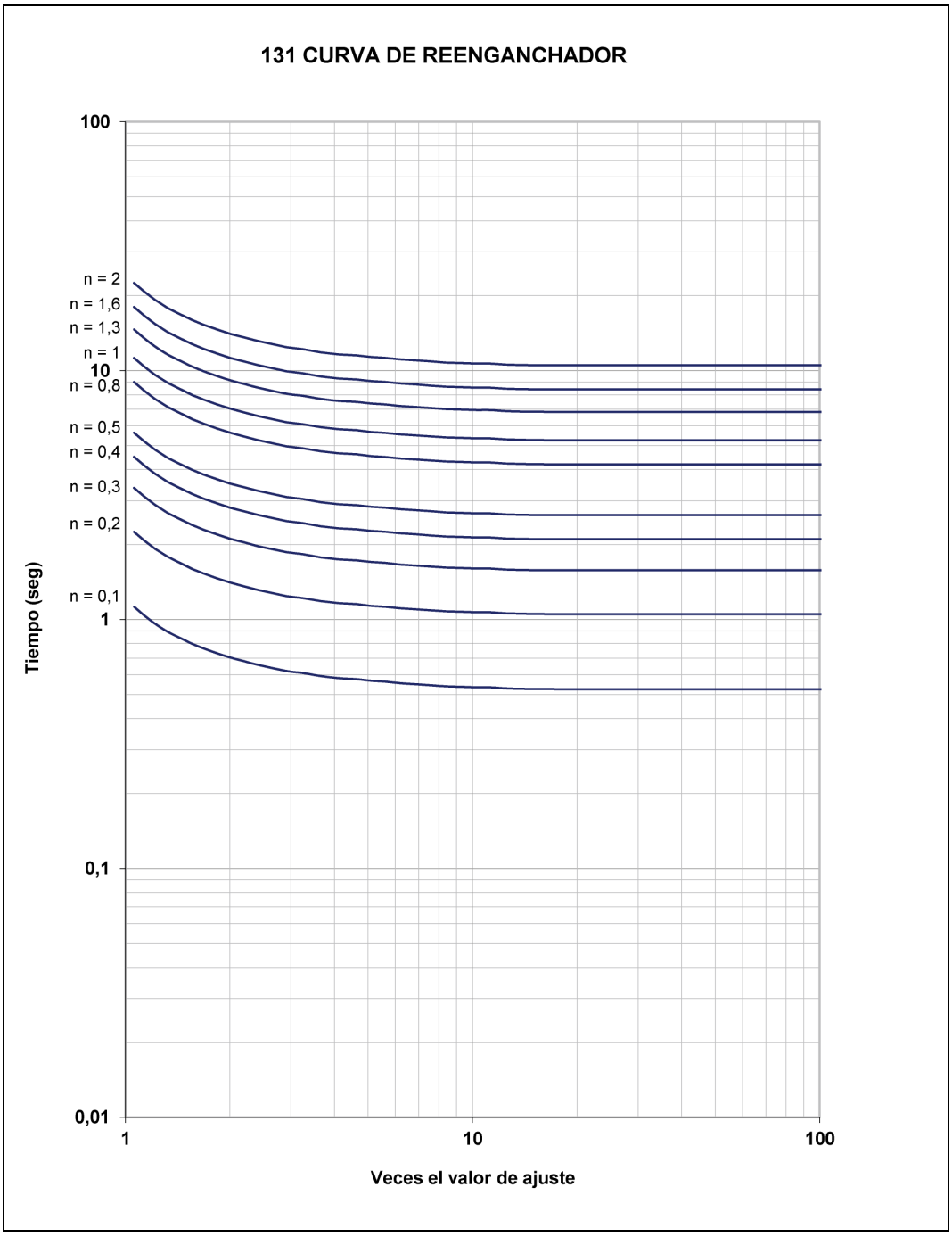


Figura 4.1.22 131 curva de Reenganchador.

$$t = \left(\frac{2,75978}{M^{1,03530} - 0,615248} + 5,10647 \right) \text{ x Índice}$$

Siendo M veces el valor del ajuste de arranque de la unidad (múltiplo del pickup).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

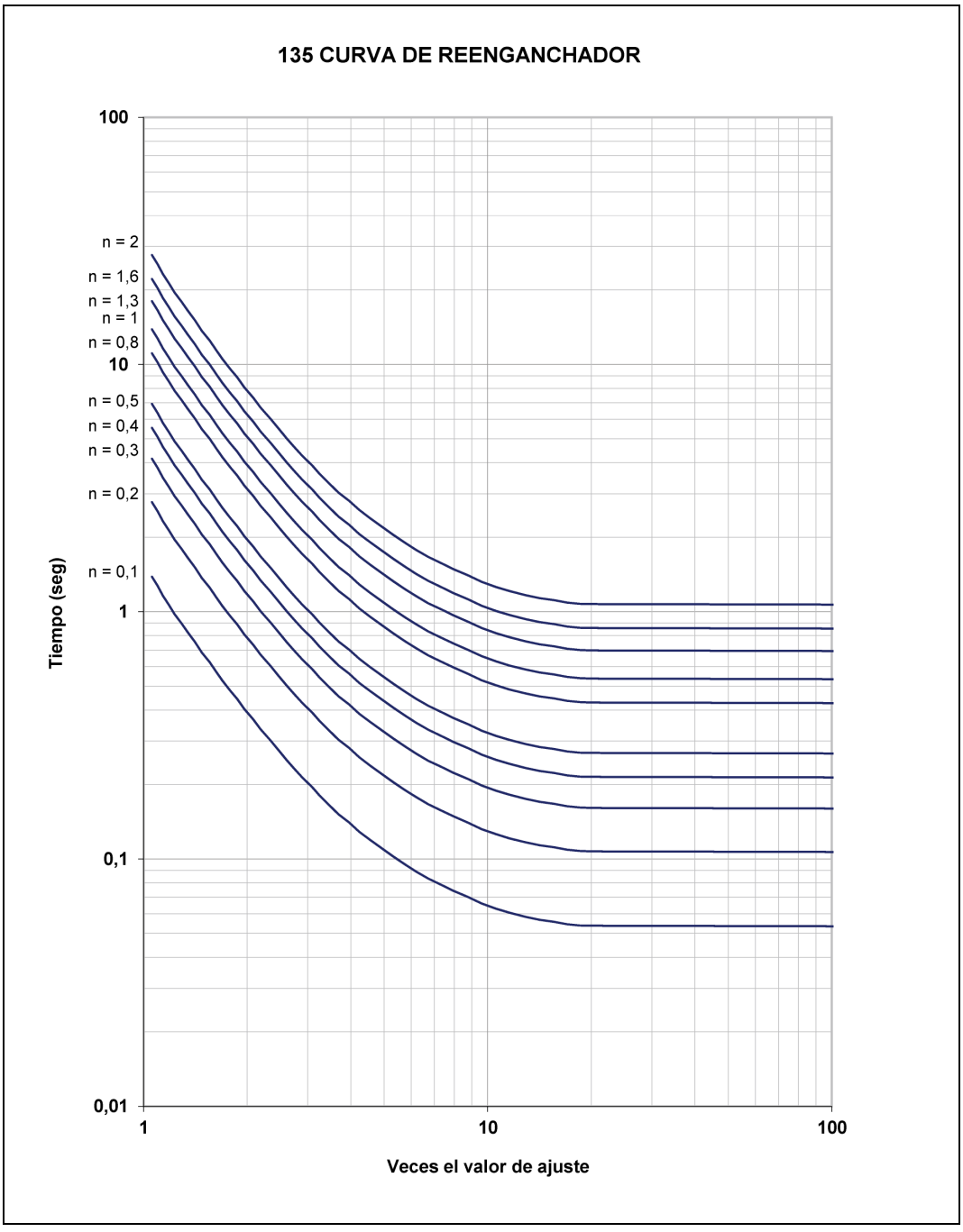


Figura 4.1.23 135 curva de Reenganchador.

$$t = \left[\left(\frac{11,4161}{M^{1,84911} - 0,239257} \right) + 0,488986 \right] \text{ x Índice}$$

Siendo M veces el valor del ajuste de arranque de la unidad (múltiplo del pickup).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.1.g Control de par (Habilitación del bloqueo del arranque)

El ajuste de ***Control de par***, o ***Habilitación del bloqueo del arranque***, está asociado a la Unidad direccional, habilitando o inhabilitando la direccionalidad del equipo (ver 4.2).

La selección de la direccionalidad o no de las diferentes unidades instantáneas o temporizadas de fase, tierra, neutro, neutro sensible y secuencia inversa se puede realizar con este ajuste, que se encuentra incorporado en el grupo de protección de cada unidad. Los posibles valores del ajuste son:

1. No hay permiso para usar la direccionalidad.
2. Permiso para usar las indicaciones en la dirección.
3. Permiso para usar las indicaciones en la contradirección.

Una unidad con el ajuste de control de par o habilitación del bloqueo del arranque en **NO** se convierte en no direccional.

Por otra parte, las unidades de sobreintensidad fases, neutro y tierra disponen del ajuste ***Tipo de control de par*** que permite seleccionar la unidad direccional encargada de supervisarla. Los posibles valores a tomar para cada tipo de unidad de sobreintensidad son los siguientes:

- **Sobreintensidad de fases** (instantáneas y temporizadas).
  67F (Unidad Direccional de Fases).
  67P (Unidad Direccional de Secuencia Directa). Dicha opción está pensada para líneas con compensación serie. La polarización de la unidad direccional de secuencia directa (tensión de secuencia directa con memoria) permite generar decisiones direccionales correctas ante inversiones de tensión.
  67PQ (Unidad Direccional de Secuencia Inversa durante faltas no trifásicas y unidad direccional de secuencia directa en faltas trifásicas). La ventaja de esta opción frente a la opción **67P** es que en faltas no trifásicas la unidad direccional operará correctamente aunque no exista tensión memorizada (situaciones de cierre sobre falta) o cuando, aun teniendo una tensión de pre-falta adecuada, se generen inversiones de intensidad. Esta última situación se dará, para una falta hacia delante, con el TT del lado de barras del banco de condensadores, cuando la reactancia capacitiva de la línea sea mayor que la reactancia inductiva de la fuente local. En ese caso el uso de memoria de tensión no solventa el problema de la direccionalidad, dado que la impedancia del lazo en falta, medida desde la fuente local, va a ser capacitiva. Con el TT del lado de barras del banco de condensadores, la Unidad Direccional de Secuencia Inversa operará correctamente incluso con un valor nulo del ajuste ***Factor Compensación Tensión Secuencia Inversa*** (ver punto 2.2.6.a).
- **Sobreintensidad de neutro y tierra** (instantáneas y temporizadas).
  67N (Unidad Direccional de Neutro).
  67G (Unidad Direccional de Tierra).
  67Q (Unidad Direccional de Secuencia Inversa). La opción de **67Q** puede ser interesante frente a la opción **67N** o **67G** cuando se prevean niveles de V0 muy bajos, inferiores al umbral mínimo para polarizar la unidad direccional de neutro. Esta condición se puede dar en sistemas de fuente de secuencia homopolar muy fuerte (baja impedancia de secuencia homopolar de fuente local).
- **Sobreintensidad de secuencia inversa** (instantáneas y temporizadas). No disponen de este ajuste ya que su supervisión se realiza únicamente por la unidad Direccional de Secuencia Inversa (**67Q**).

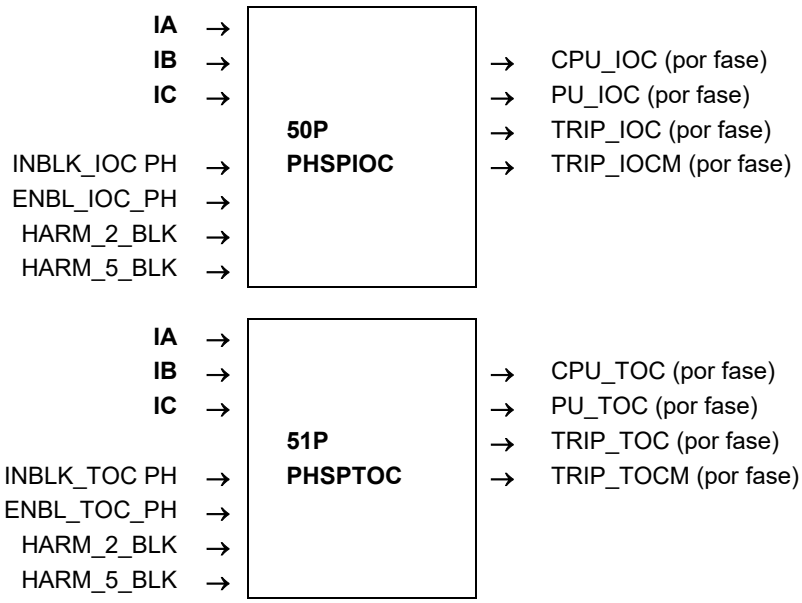
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.2 Unidades de Sobreintensidad de Fases

4.1.2.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Fases 1	PHSPIOC1	3I>>	50P1
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Fases 2	PHSPIOC2	3I>>	50P2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Fases 3	PHSPIOC3	3I>>	50P3
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Fases 1	PHSPTOC1	3I>	51P1
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Fases 2	PHSPTOC2	3I>	51P2
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Fases 3	PHSPTOC3	3I>	51P3

4.1.2.b Bloque general de la unidad



4.1.2.c Principio de operación y diagrama de bloques

El arranque de la unidad de fases está supeditado al cumplimiento de las siguientes condiciones:

- La unidad se encuentra habilitada por ajuste de protección.
- El valor de intensidad de alguna de las fases supera en 1,05 veces el valor ajustado de arranque de la unidad.
- Si la unidad está ajustada como direccional, la dirección en que fluye la intensidad es acorde al ajuste seleccionado.
- La entrada de bloqueo está desactivada (por defecto si no se configura se encuentra desactivada).
- La entrada de habilitación se encuentra habilitada (por defecto si no se configura se encuentra siempre habilitada).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Una vez la unidad se encuentra arrancada el disparo puede ser instantáneo o se permite su temporización haciendo uso del ajuste de tiempo correspondiente con el fin de ajustar su selectividad teniendo en cuenta otras protecciones o equipos aguas arriba o abajo.

La unidad instantánea se repondrá cuando el valor de intensidad baje a 1 vez el valor ajustado y funcionará acorde a las señales de bloqueo, habilitación, armónicos, saturación y dirección explicadas en el apartado **Principios comunes**. La unidad temporizada, por su parte, se repondrá bien a 1 vez el valor ajustado bien utilizando una curva de reposición adecuada a la característica de disparo empleada en función del ***Tipo de reposición*** ajustado tal y como está explicado en el apartado de Operación y reposición.

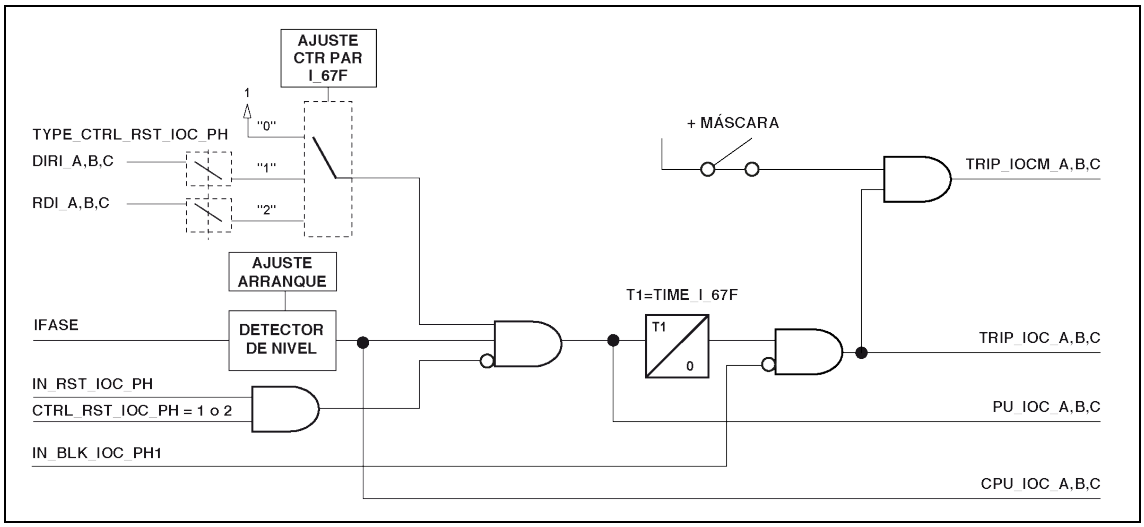


Figura 4.1.24 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Fases.

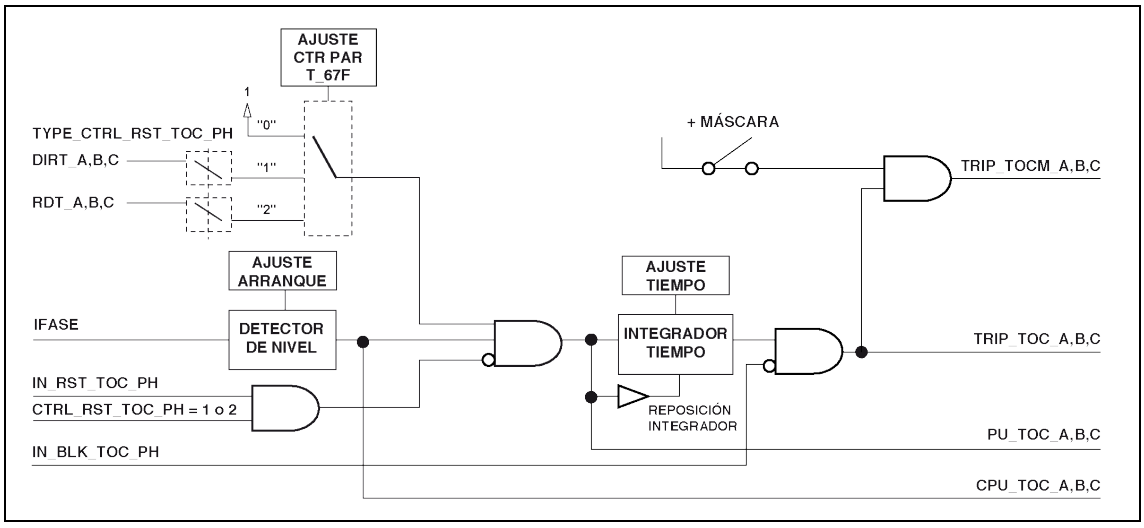


Figura 4.1.25 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Fases.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.2.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobreintensidad de fases es la encargada de detectar corrientes de falta que fluyen entre dos o más fases en sistemas de potencia trifásicos. La corriente de falta puede fluir entre los conductores o entre los conductores y tierra, pudiéndose detectar por lo tanto faltas fase-fase, fase-tierra y trifásicas, siendo típicamente más severas las faltas entre fases.

Un ejemplo de una falta detectada por la unidad de sobreintensidad de fases podría ser el contacto de dos o más conductores debido a la caída de una rama sobre una línea.

La unidad de sobreintensidad ajustada con temporización es de uso común como *backup* para protecciones de diferencial de transformador y distancia, aunque es utilizada también como unidad principal en líneas de media tensión y en aplicaciones específicas para detectar cierres sobre falta o en sistemas en anillo, entre otros muchos.

En sistemas con transformadores en paralelo y acoplamiento de barras, las unidades de sobreintensidad instantáneas se aplicarán en primera instancia con direccionalidad para impedir la apertura dejando la barra sin alimentar en faltas presentes en uno de los transformadores, pudiéndose utilizar unidades no direccionales con tiempos de retraso mayores como *backup*.

En sistemas montados en anillo, como pudieran ser los centros de transformación que alimentan un aeropuerto o metro, la corriente puede fluir en cualquier dirección y es por ello que se utilizan unidades direccionales para detectar faltas entre posiciones.

4.1.2.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

Para el cálculo de ajustes de intensidad de arranque y tiempo de disparo la unidad de sobreintensidad instantánea, se deberían tener en cuenta los principios estándar de cálculo de cortocircuitos. El ejemplo que aparece a continuación muestra un cálculo típico.

Valores de partida:

- TI: 1500/5.
- Corriente de carga: 1470 A.
- Protección más pequeña aguas abajo: 400 A.

El ajuste del equipo debe tener en cuenta tanto la corriente de carga como el reseteo, de tal manera que opere solo ante faltas reales. Como la unidad arrancará a 1,05 veces el ajuste de arranque, y este es exactamente el valor mínimo de intensidad de falta, la unidad se ajustará directamente con dicho valor, en valores de secundario, ya que tanto la unidad de protección como los ajustes están referidos a valores de secundario. Por lo tanto, el valor del ajuste de arranque deberá ser como mínimo de 4,9 A.

Cuando se requiera coordinar la unidad con otras protecciones habrá que tener en cuenta sus tiempos de disparo para hacerlos concordar lo máximo posible, ajustando un tiempo fijo adecuado en cada caso.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.2.f Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Instantáneo / Instantáneo Fases (unidades 1, 2 y 3)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Inst Fase	Permiso Inst Fase	PHSPIOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Inst Fase	Arranq Inst Fase	PHSPIOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Tiempo Inst Fase	Tiempo Inst Fase	PHSPIOC.OpDlTmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Cntr Par Inst Fase	Cntr Par Ins Fase	PHSPIOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Tipo Cntr Par Inst Fase	Tipo C Par Inst F	PHSPIOC.DirUnit	67F 67P-67Q 67P		67F
Blq armónicos Inst Fase	Blq arm Inst Fase	PHSPIOC.HBlkEna	SÍ / NO		NO

Protección / Sobreintensidad / Temporizado / Temporizado Fases (unidades 1, 2 y 3)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Temp Fase	Permiso Temp Fase	PHSPTOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Temp Fase	Arranque Temp Fase	PHSPTOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Curva Temp Fase	Curva Temp Fase	PHSPTOC.TmACrv	Ver lista de curvas		Tiempo Fijo
Indice Temp Fase	Índice Temp Fase	PHSPTOC.TmMult	0,05-10 (inv)	0,01	1
			0,05-1 (IEC)	0,01	1
			0,1-10 (IEEE/US/RI)	0,01	1
Tiempo Fijo Fase	Tiempo Fijo Fase	PHSPTOC.OpDlTmms	0,05-300 s	0,01 s	0,05 s
Cntr Par Temp Fase	Cntr Par Tem Fase	PHSPTOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Tipo Cntr Par Temp Fase	Tipo C Par Temp F	PHSPTOC.DirUnit	67F 67P-67Q 67P		67F
Tipo de reposición	Tipo Reposición	PHSPTOC.TypRs	Instantáneo Emulación de disco		Instantáneo
Blq armónicos Temp Fase	Blq arm Temp Fase	PHSPTOC.HBlkEna	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.2.g Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobreintensidad de fases será la intensidad fundamental IA, IB e IC. Bien es cierto que la unidad tendrá en cuenta la presencia de armónicos cuando el bloqueo de armónicos se encuentre habilitado, bloqueando la unidad cuando el porcentaje de éstos superen el valor ajustado. Cuando el detector de saturación se active, la unidad trabajará también con intensidades instantáneas, tal y como se encuentra explicado en detalle en el apartado de **Principios Comunes**.

Tabla 4.1-1: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad

Nombre	Descripción	IEC 61850
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC

4.1.2.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Fases

Tabla 4.1-2: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_BLK_IOC_PH1	Entrada lógicas a protección	PHSPIOC1.Mod	Entrada bloqueo instantáneo fases 1	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
IN_BLK_IOC_PH2		PHSPIOC2.Mod	Entrada bloqueo instantáneo fases 2	I	
IN_BLK_IOC_PH3		PHSPIOC3.Mod	Entrada bloqueo instantáneo fases 3	I	
IN_BLK_TOC_PH1		PHSPTOC1.Mod	Entrada bloqueo temporizados fases 1	I	
IN_BLK_TOC_PH2		PHSPTOC2.Mod	Entrada bloqueo temporizados fases 2	I	
IN_BLK_TOC_PH3		PHSPTOC3.Mod	Entrada bloqueo temporizados fases 3	I	
IN_RST_IOC_PH1		PHSPIOC1.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 1 fases	I	Repone las funciones de temporización incluidas en las unidades y las mantiene a 0 mientras esté activada. Estando la unidad configurada en modo direccional, si el ajuste de supervisión correspondiente y la entrada están activos, se bloquea el disparo por no determinar dirección.
IN_RST_IOC_PH2		PHSPIOC2.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 2 fases	I	
IN_RST_IOC_PH3		PHSPIOC3.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 3 fases	I	
IN_RST_TOC_PH1		PHSPTOC1.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 1 fases	I	
IN_RST_TOC_PH2		PHSPTOC2.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 2 fases	I	
IN_RST_TOC_PH3		PHSPTOC3.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 3 fases	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-2: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_IOC_PH1	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PHSPIOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 1 fases	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
ENBL_IOC_PH2		PHSPIOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 2 fases	I	
ENBL_IOC_PH3		PHSPIOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 3 fases	I	
ENBL_TOC_PH1		PHSPTOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 1 fases	I	
ENBL_TOC_PH2		PHSPTOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 2 fases	I	
ENBL_TOC_PH3		PHSPTOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 3 fases	I	
IN_BPT_PH1	Entrada lógicas a protección	PHSPTOC1.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 1 fases	I	Convierte una temporización ajustada de un determinado elemento en instantánea.
IN_BPT_PH2		PHSPTOC2.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 2 fases	I	
IN_BPT_PH3		PHSPTOC3.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 3 fases	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.2.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Fases

Tabla 4.1-3:Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_IOC_A1	Salidas de arranque de protección	PHSPIOC1.Str	Arranque unidad instantánea 1 fase A	I,F	Lógica AND del arranque de las unidades de intensidad con la entrada de control de par correspondiente.
PU_IOC_B1		PHSPIOC1.Str	Arranque unidad instantánea 1 fase B	I,F	
PU_IOC_C1		PHSPIOC1.Str	Arranque unidad instantánea 1 fase C	I,F	
PU_IOC_A2		PHSPIOC2.Str	Arranque unidad instantánea 2 fase A	I,F	
PU_IOC_B2		PHSPIOC2.Str	Arranque unidad instantánea 2 fase B	I,F	
PU_IOC_C2		PHSPIOC2.Str	Arranque unidad instantánea 2 fase C	I,F	
PU_IOC_A3		PHSPIOC3.Str	Arranque unidad instantánea 3 fase A	I,F	
PU_IOC_B3		PHSPIOC3.Str	Arranque unidad instantánea 3 fase B	I,F	
PU_IOC_C3		PHSPIOC3.Str	Arranque unidad instantánea 3 fase C	I,F	
PU_TOC_A1		PHSPTOC1.Str	Arranque unidad temporizada 1 fase A	I,F	
PU_TOC_B1		PHSPTOC1.Str	Arranque unidad temporizada 1 fase B	I,F	
PU_TOC_C1		PHSPTOC1.Str	Arranque unidad temporizada 1 fase C	I,F	
PU_TOC_A2		PHSPTOC2.Str	Arranque unidad temporizada 2 fase A	I,F	
PU_TOC_B2		PHSPTOC2.Str	Arranque unidad temporizada 2 fase B	I,F	
PU_TOC_C2		PHSPTOC2.Str	Arranque unidad temporizada 2 fase C	I,F	
PU_TOC_A3		PHSPTOC3.Str	Arranque unidad temporizada 3 fase A	I,F	
PU_TOC_B3		PHSPTOC3.Str	Arranque unidad temporizada 3 fase B	I,F	
PU_TOC_C3		PHSPTOC3.Str	Arranque unidad temporizada 3 fase C	I,F	
PU_IOC		PTRC1.Str	Arranque de instantáneos (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q, 50Ns).
PU_TOC		PTRC1.Str	Arranque de temporizados (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q, 51Ns).

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-3: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
CPU_IOC_A1	Salidas de arranque de protección	PHSPIOC1.Str	Condición de arranque de u. instantánea 1 fase A	I	Arranque de las unidades de intensidad no afectadas por el control de par.
CPU_IOC_B1		PHSPIOC1.Str	Condición de arranque de u. instantánea 1 fase B	I	
CPU_IOC_C1		PHSPIOC1.Str	Condición de arranque de u. instantánea 1 fase C	I	
CPU_IOC_A2		PHSPIOC2.Str	Condición de arranque de u. instantánea 2 fase A	I	
CPU_IOC_B2		PHSPIOC2.Str	Condición de arranque de u. instantánea 2 fase B	I	
CPU_IOC_C2		PHSPIOC2.Str	Condición de arranque de u. instantánea 2 fase C	I	
CPU_IOC_A3		PHSPIOC3.Str	Condición de arranque de u. instantánea 3 fase A	I	
CPU_IOC_B3		PHSPIOC3.Str	Condición de arranque de u. instantánea 3 fase B	I	
CPU_IOC_C3		PHSPIOC3.Str	Condición de arranque de u. instantánea 3 fase C	I	
CPU_TOC_A1		PHSPTOC1.Str	Condición de arranque u. temporizada 1 fase A	I	
CPU_TOC_B1		PHSPTOC1.Str	Condición de arranque u. temporizada 1 fase B	I	
CPU_TOC_C1		PHSPTOC1.Str	Condición de arranque u. temporizada 1 fase C	I	
CPU_TOC_A2		PHSPTOC2.Str	Condición de arranque u. temporizada 2 fase A	I	
CPU_TOC_B2		PHSPTOC2.Str	Condición de arranque u. temporizada 2 fase B	I	
CPU_TOC_C2		PHSPTOC2.Str	Condición de arranque u. temporizada 2 fase C	I	
CPU_TOC_A3		PHSPTOC3.Str	Condición de arranque u. temporizada 3 fase A	I	
CPU_TOC_B3		PHSPTOC3.Str	Condición de arranque u. temporizada 3 fase B	I	
CPU_TOC_C3		PHSPTOC3.Str	Condición de arranque u. temporizada 3 fase C	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-3: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
TRIP_IOC_A1	Salidas de disparo de protección	PHSPIOC1.Op	Disparo unidad instantánea 1 fase A	I,F	Disparo de las unidades de intensidad.
TRIP_IOC_B1		PHSPIOC1.Op	Disparo unidad instantánea 1 fase B	I,F	
TRIP_IOC_C1		PHSPIOC1.Op	Disparo unidad instantánea 1 fase C	I,F	
TRIP_IOC_A2		PHSPIOC2.Op	Disparo unidad instantánea 2 fase A	I,F	
TRIP_IOC_B2		PHSPIOC2.Op	Disparo unidad instantánea 2 fase B	I,F	
TRIP_IOC_C2		PHSPIOC2.Op	Disparo unidad instantánea 2 fase C	I,F	
TRIP_IOC_A3		PHSPIOC3.Op	Disparo unidad instantánea 3 fase A	I,F	
TRIP_IOC_B3		PHSPIOC3.Op	Disparo unidad instantánea 3 fase B	I,F	
TRIP_IOC_C3		PHSPIOC3.Op	Disparo unidad instantánea 3 fase C	I,F	
TRIP_TOC_A1		PHSPTOC1.Op	Disparo unidad temporizada 1 fase A	I,F	
TRIP_TOC_B1		PHSPTOC1.Op	Disparo unidad temporizada 1 fase B	I,F	
TRIP_TOC_C1		PHSPTOC1.Op	Disparo unidad temporizada 1 fase C	I,F	
TRIP_TOC_A2		PHSPTOC2.Op	Disparo unidad temporizada 2 fase A	I,F	
TRIP_TOC_B2		PHSPTOC2.Op	Disparo unidad temporizada 2 fase B	I,F	
TRIP_TOC_C2		PHSPTOC2.Op	Disparo unidad temporizada 2 fase C	I,F	
TRIP_TOC_A3		PHSPTOC3.Op	Disparo unidad temporizada 3 fase A	I,F	
TRIP_TOC_B3		PHSPTOC3.Op	Disparo unidad temporizada 3 fase B	I,F	
TRIP_TOC_C3		PHSPTOC3.Op	Disparo unidad temporizada 3 fase C	I,F	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-3: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
TRIP_IOC_A1M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad instantánea 1 fase A		Disparo de las unidades de intensidad.
TRIP_IOC_B1M			Disparo enmascarado unidad instantánea 1 fase B		
TRIP_IOC_C1M			Disparo enmascarado unidad instantánea 1 fase C		
TRIP_IOC_A2M			Disparo enmascarado unidad instantánea 2 fase A		
TRIP_IOC_B2M			Disparo enmascarado unidad instantánea 2 fase B		
TRIP_IOC_C2M			Disparo enmascarado unidad instantánea 2 fase C		
TRIP_IOC_A3M			Disparo enmascarado unidad instantánea 3 fase A		
TRIP_IOC_B3M			Disparo enmascarado unidad instantánea 3 fase B		
TRIP_IOC_C3M			Disparo enmascarado unidad instantánea 3 fase C		
TRIP_TOC_A1M			Disparo enmascarado unidad temporizada 1 fase A		
TRIP_TOC_B1M			Disparo enmascarado unidad temporizada 1 fase B		
TRIP_TOC_C1M			Disparo enmascarado unidad temporizada 1 fase C		
TRIP_TOC_A2M			Disparo enmascarado unidad temporizada 2 fase A		
TRIP_TIOC_B2M			Disparo enmascarado unidad temporizada 2 fase B		
TRIP_TOC_C2M			Disparo enmascarado unidad temporizada 2 fase C		
TRIP_TOC_A3M			Disparo enmascarado unidad temporizada 3 fase A		
TRIP_TOC_B3M			Disparo enmascarado unidad temporizada 3 fase B		
TRIP_TOC_C3M			Disparo enmascarado unidad temporizada 3 fase C		
TRIP_IOC	Salidas de disparo de protección	PTRC1.Op	Disparo de instantáneos (no genera suceso)		Disparo de todas las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q).
TRIP_TOC		PTRC1.Op	Disparo de temporizados (no genera suceso)		Disparo de todas las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q).

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.2.j Nodos lógicos IEC 61850

CLASS IRLPHSPIOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
DirUnit	EXT_ING_ENUM	Type of torque control
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

CLASS IRLPHSPTOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
TmACrv	CURVEc	Operating Curve characteristic
StrVal	ASG	Start value
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
TypRs	ING	Type of Reset Curve
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirUnit	EXT_ING_ENUM	Type of torque control
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.2.k Ensayo de la unidad de protección

Para el ensayo de las unidades se recomienda proceder unidad por unidad, inhabilitando las que no estén bajo prueba en ese momento. Para realizar esta prueba se recomienda anular la direccionalidad del equipo, para no depender de las tensiones (***Habilitación del bloqueo de arranque*** o ***Control de par*** en **NO**). En caso contrario se deberán inyectar tensiones, para que las unidades se encuentren en la zona de permiso de disparo. El tipo de reposición en caso de utilizar una unidad temporizada será instantáneo.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información** - **Estado** – **Unidades** o los sucesos generados por el equipo. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado, así como la indicación de disparo en el HMI.

Tabla 4.1-4:Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas				
Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
X	1.08 **x** X	1.02 **x** X	1.03 **x** X	0.97 **x** X

En los rangos bajos el intervalo de arranque y reposición puede extenderse hasta X ± (5% x In) mA.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación será necesario configurar al menos una salida del equipo con las señales de disparo de la unidad a probar. La configuración de la salida se llevará a cabo con el ***ZIV e-NET tool***® modificando los ajustes de protección de la salida a utilizar tal y como se indica en el apartado de configuración de Entradas, Salidas y LEDs.

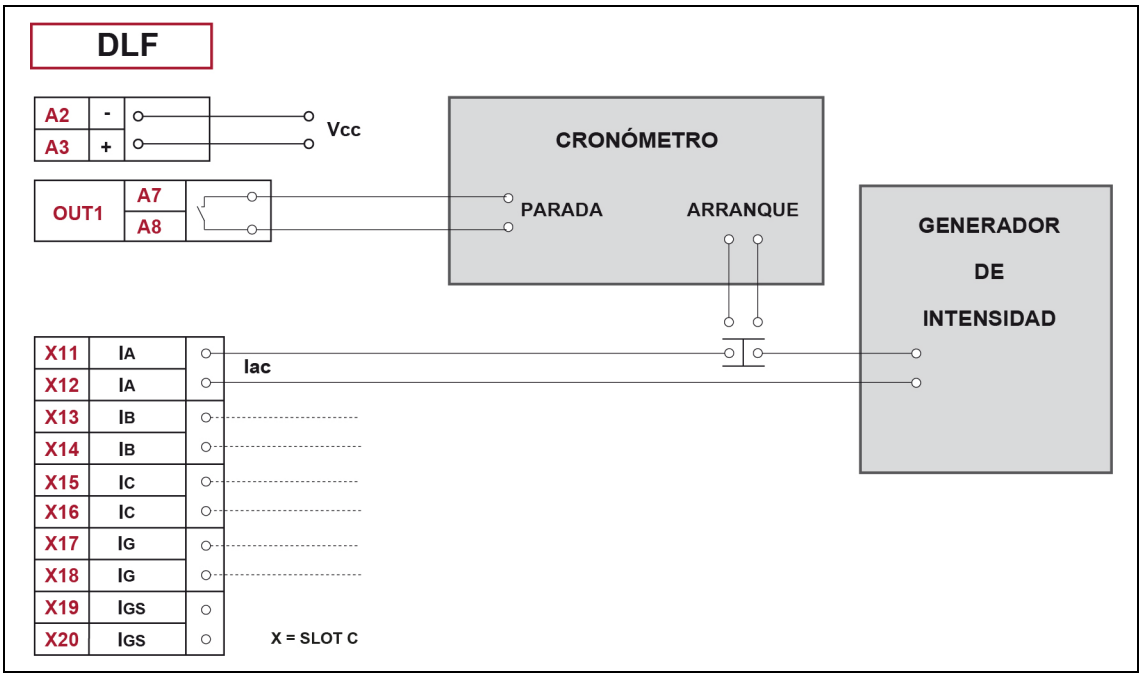


Figura 4.1.26 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Tiempo fijo o instantáneo**

Se aplicará una intensidad igual a 1,5 veces el valor del ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±30ms (para 50Hz) o 25ms (para 60Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación entre 20 y 30 ms (para 50Hz) o entre 15 y 25 ms (para 60Hz). El tiempo de reposición será igual a 1,5 ciclos (30ms para 50Hz y 25ms para 60Hz) tras parar la inyección.

- **Tiempo Inverso**

Para una curva determinada, el tiempo de actuación vendrá dado por el dial seleccionado y la intensidad aplicada (número de veces del valor de arranque ajustado). La tolerancia vendrá dada por el resultado de aplicar un margen de error de ±1% en la medida de intensidad. Esto se traduce en un error de ±2% o ±35ms (el que sea mayor) en la medida de tiempos.

Se podrán comprobar los tiempos de actuación para las curvas señaladas en el apartado 4.1.1.f según normas IEC e IEEE/ANSI. A estas curvas se añade la característica Curva RI inversa, utilizada principalmente para coordinación con relés electromecánicos.

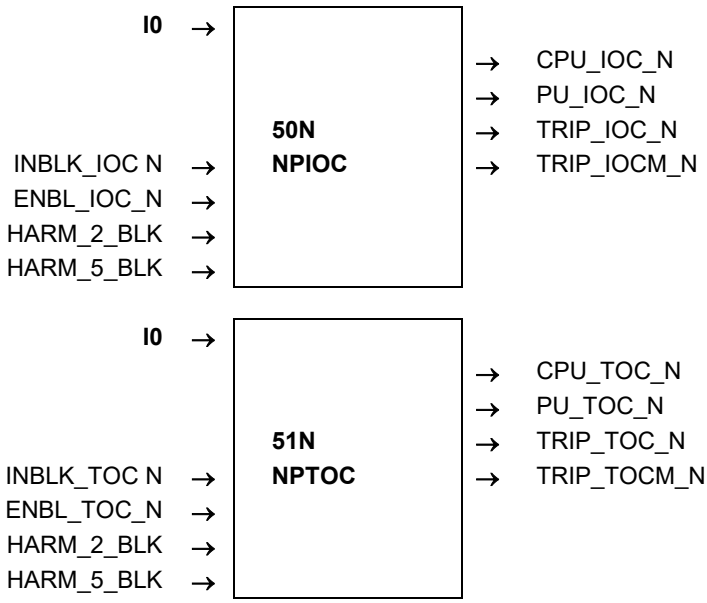
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.3 Unidades de Sobreintensidad de Neutro

4.1.3.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Neutro 1	NPIOC1	3Io>>	50N1
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Neutro 2	NPIOC2	3Io>>	50N2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Neutro 3	NPIOC3	3Io>>	50N3
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Neutro 1	NPTOC1	3Io>	51N1
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Neutro 2	NPTOC2	3Io>	51N2
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Neutro 3	NPTOC3	3Io>	51N3

4.1.3.b Bloque general de la unidad



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.3.c Principio de operación y diagrama de bloques

El arranque de las unidades instantáneas de neutro está supeditado al cumplimiento de las siguientes condiciones:

- La unidad se encuentra habilitada por ajuste de protección.
- El valor de intensidad de neutro supera en 1,05 veces el valor ajustado de arranque de la unidad.
- Si la unidad está ajustada como direccional, la dirección en que fluye la intensidad es acorde al ajuste seleccionado.
- La entrada de bloqueo está desactivada (por defecto si no se configura se encuentra desactivada).
- La entrada de habilitación se encuentra habilitada (por defecto si no se configura se encuentra siempre habilitada).

Una vez la unidad se encuentra arrancada el disparo puede ser instantáneo o se permite su temporización haciendo uso del ajuste de tiempo correspondiente con el fin de ajustar su selectividad teniendo en cuenta otras protecciones o equipos aguas arriba o abajo.

La unidad instantánea se repondrá cuando el valor de intensidad baje a 1 vez el valor ajustado y funcionará acorde a las señales de bloqueo, habilitación, armónicos, saturación y dirección explicadas en el apartado de **Principios comunes**. La unidad temporizada, por su parte, se repondrá bien a 1 vez el valor ajustado bien utilizando una curva de reposición adecuada a la característica de disparo empleada en función del ***Tipo de Reposición*** ajustado, tal y como está explicado en el apartado de **Principios comunes**.

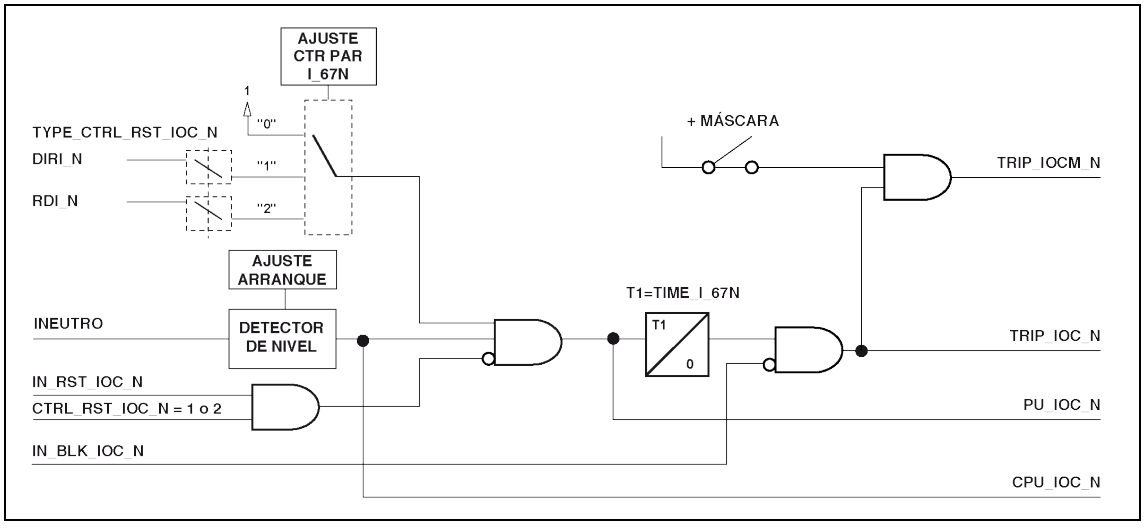


Figura 4.1.27 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Neutro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

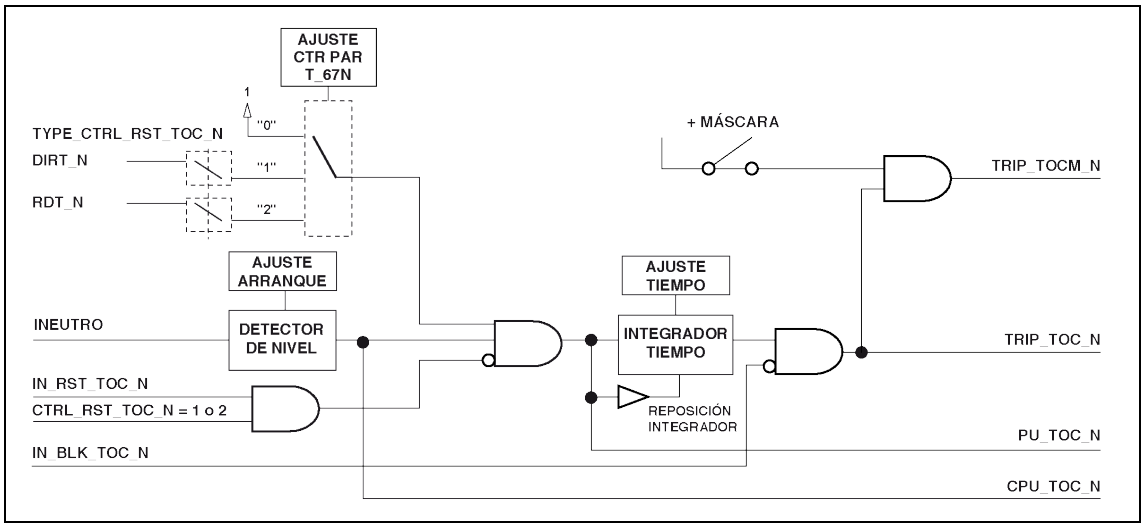


Figura 4.1.28 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Neutro.

4.1.3.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobreintensidad de neutro es la encargada de detectar corrientes de falta que fluyen a tierra.

La unidad de sobreintensidad de neutro detecta faltas a tierra por medio de la intensidad calculada a partir de la suma de las intensidades de fase, es decir, no hace uso de una magnitud directamente leída de un transformador de corriente como es el caso de las unidades de tierra.

4.1.3.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

Para un sistema totalmente compensado, la corriente residual detectada por el relé en la posición con fallo es igual a la corriente de la bobina menos la suma de las corrientes de carga que fluyen desde el resto del sistema. Además, la adición de las dos corrientes de carga de fase sanas en cada posición proporciona una corriente de carga total que tiene una magnitud de tres veces el estado estacionario por valor de fase. Por lo tanto, para un sistema totalmente compensado, la intensidad de desequilibrio detectada es igual a tres veces la corriente de carga por fase del circuito averiado. De esta forma, un ajuste típico puede ser del orden del 30% de este valor, es decir, igual a la corriente de carga por fase del circuito averiado. En la práctica, los ajustes exactos pueden ser determinados en campo, donde pueden aplicarse fallos del sistema y se pueden adoptar ajustes adecuados basados en resultados obtenidos en la práctica.

En la mayoría de las situaciones, el sistema no será totalmente compensado y, en consecuencia, se permitirá que fluya un nivel pequeño de corriente de fallo de estado estable. Por lo tanto, la corriente residual observada por el equipo en la posición defectuosa puede ser de un valor algo mayor, lo que refuerza la idea de que los ajustes del IED deben basarse en niveles prácticos de corriente siempre que sea posible.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.3.f Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Instantáneo / Instantáneo Neutro (unidades 1, 2 y 3)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Inst Neut	Permiso Inst Neut	NPIOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Inst Neut	Arranq Inst Neut	NPIOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Tiempo Inst Neut	Tiempo Inst Neut	NPIOC.OpDITmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Cntr Par Inst Neut	Cntr Par Ins Neut	PHSPIOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Tipo Cntr Par Inst Neut	Tipo C Par Inst N	PHSPIOC.DirUnit	67N 67Q 67G		67N
Blq armónicos Inst Neutro	Blq arm Inst Neutr	PHSPIOC.HBlkEna	SÍ / NO		NO

Protección / Sobreintensidad / Temporizado / Temporizado Neutro (unidades 1, 2 y 3)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Temp Neutr	Permiso Temp Neutr	NPTOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Temp Neutr	Arranq Temp Neutr	NPTOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Curva Temp Neutro	Curva Temp Neutro	NPTOC.TmACrv	Ver lista de curvas		Tiempo Fijo
Indice Temp Neutr	Índice Temp Neutr	NPTOC.TmMult	0,05-10 (inv)	0,01	1
			0,05-1 (IEC)	0,01	1
			0,1-10 (IEEE/US/RI)	0,01	1
Tiempo Fijo Neutr	Tiempo Fijo Neutr	NPTOC.OpDITmms	0,05-300 s	0,01 s	0,05 s
Cntr Par Temp Neutr	Cntr Par Tem Neutr	NPTOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Tipo Cntr Par Temp Fase	Tipo C Par Temp N	NPTOC.DirUnit	67N 67Q 67G		67N
Tipo de reposición	Tipo Reposición	NPTOC.TypRs	Instantáneo Emulación de disco		Instantáneo
Blq armónicos Temp Neutro	Blq arm Temp Neutr	NPTOC.HBlkEna	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.3.g Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobreintensidad de neutro será la suma de las intensidades fundamentales IA, IB e IC. Bien es cierto que la unidad tendrá en cuenta la presencia de armónicos cuando el bloqueo de armónicos se encuentre habilitado, bloqueando la unidad cuando el porcentaje de éstos superen el valor ajustado.

Tabla 4.1-5: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IN	Intensidad calculada de neutro	MMXU1.A.res

$$\bar{I}_N = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$$

4.1.3.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Neutro

Tabla 4.1-6: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Neutro					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_IOC_N1	Entrada lógicas a protección	NPIOC1.Mod	Entrada bloqueo instantáneo neutro 1	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
IN_BLK_IOC_N2		NPIOC2.Mod	Entrada bloqueo instantáneo neutro 2	I	
IN_BLK_IOC_N3		NPIOC3.Mod	Entrada bloqueo instantáneo neutro 3	I	
IN_BLK_TOC_N1		NPTOC1.Mod	Entrada bloqueo temporizados neutro 1	I	
IN_BLK_TOC_N2		NPTOC2.Mod	Entrada bloqueo temporizados neutro 2	I	
IN_BLK_TOC_N3		NPTOC3.Mod	Entrada bloqueo temporizados neutro 3	I	
IN_RST_IOC_N1	Entrada lógicas a protección	NPIOC1.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 1 neutro	I	Repone las funciones de temporización incluidas en las unidades y las mantiene a 0 mientras esté activada. Estando la unidad configurada en modo direccional, si el ajuste de supervisión correspondiente y la entrada están activos, se bloquea el disparo por no determinar dirección.
IN_RST_IOC_N2		NPIOC2.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 2 neutro	I	
IN_RST_IOC_N3		NPIOC3.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 3 neutro	I	
IN_RST_TOC_N1		NPTOC1.DirInh	Entrada de anulación control par temporizados 1 neutro	I	
IN_RST_TOC_N2		NPTOC2.DirInh	Entrada de anulación control par temporizados 2 neutro	I	
IN_RST_TOC_N3		NPTOC3.DirInh	Entrada de anulación control par temporizados 3 neutro	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-6: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Neutro					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BPT_N1	Entrada lógicas a protección	NPTOC1.OpDIInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 1 neutro	I	Convierte una temporización ajustada de un determinado elemento en instantánea.
IN_BPT_N2		NPTOC2.OpDIInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 2 neutro	I	
IN_BPT_N3		NPTOC3.OpDIInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 3 neutro	I	
ENBL_IOC_N1	Órdenes de habilitación / deshabilitación	NPIOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 1 neutro	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.
ENBL_IOC_N2		NPIOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 2 neutro	I	
ENBL_IOC_N3		NPIOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 3 neutro	I	
ENBL_TOC_N1		NPTOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 1 neutro	I	
ENBL_TOC_N2		NPTOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 2 neutro	I	
ENBL_TOC_N3		NPTOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 3 neutro	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.3.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Neutro

Tabla 4.1-7:Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Neutro					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_IOC_N1	Salidas de arranque de protección	NPIOC1.Str	Arranque unidad instantánea 1 neutro	I,F	Lógica AND del arranque de las unidades de intensidad con la entrada de control de par correspondiente.
PU_IOC_N2		NPIOC2.Str	Arranque unidad instantánea 2 neutro	I,F	
PU_IOC_N3		NPIOC3.Str	Arranque unidad instantánea 3 neutro	I,F	
PU_TOC_N1		NPTOC1.Str	Arranque unidad temporizada 1 neutro	I,F	
PU_TOC_N2		NPTOC2.Str	Arranque unidad temporizada 2 neutro	I,F	
PU_TOC_N3		NPTOC3.Str	Arranque unidad temporizada 3 neutro	I,F	
PU_IOC		PTRC1.Str	Arranque de instantáneos (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q)
PU_TOC		PTRC1.Str	Arranque de temporizados (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q)
CPU_IOC_N1		NPIOC1.Str	Condición de arranque de u. instantánea 1 neutro		Arranque de las unidades de intensidad no afectadas por el control de par.
CPU_IOC_N2		NPIOC2.Str	Condición de arranque de u. instantánea 2 neutro		
CPU_IOC_N3		NPIOC3.Str	Condición de arranque de u. instantánea 3 neutro		
CPU_TOC_N1		NPTOC1.Str	Condición de arranque de u. temporizada 1 neutro		
CPU_TOC_N2		NPTOC2.Str	Condición de arranque de u. temporizada 2 neutro		
CPU_TOC_N3		NPTOC3.Str	Condición de arranque de u. temporizada 3 neutro		
TRIP_IOC_N1	Salidas de disparo de protección	NPIOC1.Op	Disparo unidad instantánea 1 neutro	I,F	Disparo de las unidades de intensidad.
TRIP_IOC_N2		NPIOC2.Op	Disparo unidad instantánea 2 neutro	I,F	
TRIP_IOC_N3		NPIOC3.Op	Disparo unidad instantánea 3 neutro	I,F	
TRIP_TOC_N1		NPTOC1.Op	Disparo unidad temporizada 1 neutro	I,F	
TRIP_TOC_N2		NPTOC2.Op	Disparo unidad temporizada 2 neutro	I,F	
TRIP_TOC_N3		NPTOC3.Op	Disparo unidad temporizada 3 neutro	I,F	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-7: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Neutro					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
TRIP_IOC	Salidas de disparo de protección	PTRC1.Op	Disparos de instantáneos (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q)
TRIP_TOC		PTRC1.Op	Disparos de temporizados (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q)
TRIP_IOC_N1M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad instantánea 1 neutro		Disparo de las unidades afectadas por su máscara de disparo correspondiente.
TRIP_IOC_N2M			Disparo enmascarado unidad instantánea 2 neutro		
TRIP_IOC_N3M			Disparo enmascarado unidad instantánea 3 neutro		
TRIP_TOC_N1M			Disparo enmascarado unidad temporizada 1 neutro		
TRIP_TOC_N2M			Disparo enmascarado unidad temporizada 2 neutro		
TRIP_TOC_N3M			Disparo enmascarado unidad temporizada 3 neutro		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.3.j Nodos lógicos IEC 61850

CLASS IRLNPIOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
DirUnit	EXT_ING_ENUM	Type of torque control
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

CLASS IRLNPTOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
TmACrv	CURVEc	Operating Curve characteristic
StrVal	ASG	Start value
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
TypRs	ING	Type of Reset Curve
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirUnit	EXT_ING_ENUM	Type of torque control
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.3.k Ensayo de la unidad de protección

Para el ensayo de las unidades se recomienda proceder unidad por unidad, inhabilitando las que no estén bajo prueba en ese momento. Para realizar esta prueba se recomienda anular la direccionalidad del equipo, para no depender de las tensiones (***Habilitación del bloqueo de arranque*** o ***Control de par*** en **NO**). En caso contrario se deberán inyectar tensiones, para que las unidades se encuentren en la zona de permiso de disparo.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los flags de arranque del menú **Información** - **Estado** – **Unidades** o los sucesos generados por el equipo. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado, así como la indicación de disparo en el HMI.

Tabla 4.1-8:Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas				
Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
X	1,08 **x** X	1,02 **x** X	1,03 **x** X	0,97 **x** X

En los rangos bajos el intervalo de arranque y reposición puede extenderse hasta X ± (5% x In) mA.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación será necesario configurar al menos una salida del equipo con las señales de disparo de la unidad a probar. La configuración de la salida se llevará a cabo con el ***ZIV e-NET tool***® modificando los ajustes de protección de la salida a utilizar tal y como se indica en el apartado de configuración de Entradas, Salidas y LEDs.

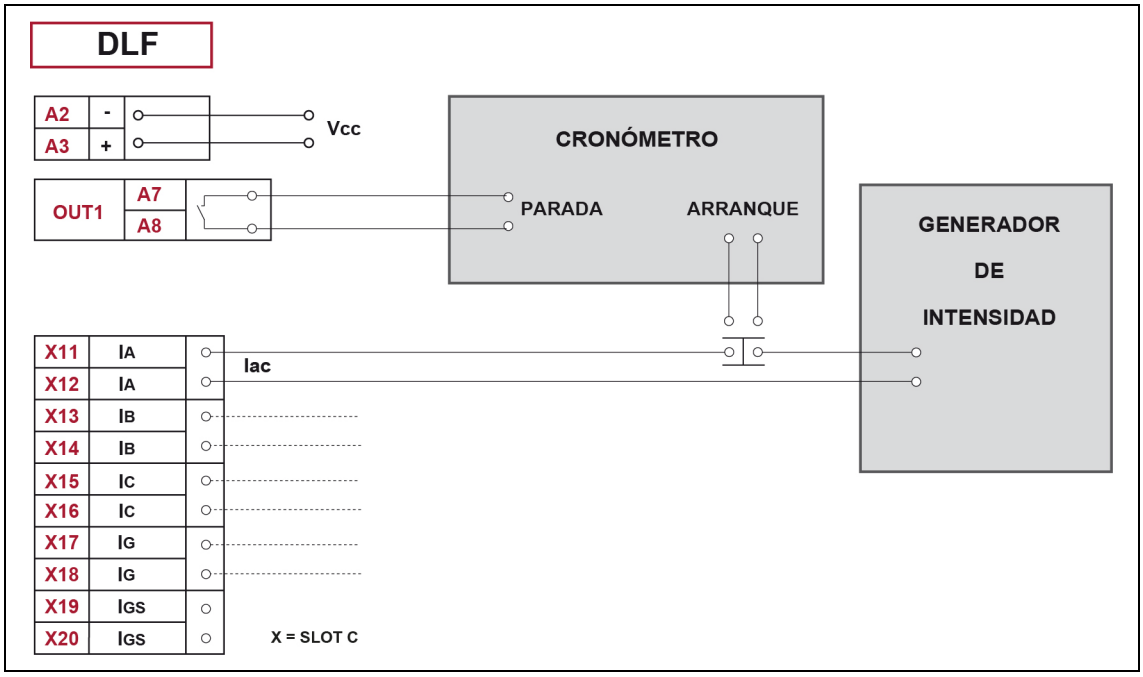


Figura 4.1.29 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Tiempo fijo o instantáneo**

Se aplicará una intensidad igual a 1,5 veces el valor del ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±30ms (para 50Hz) o 25ms (para 60Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación entre 20 y 30 ms (para 50Hz) o entre 15 y 25 ms (para 60Hz). El tiempo de reposición será igual a 1,5 ciclos (30ms para 50Hz y 25ms para 60Hz) tras parar la inyección.

- **Tiempo Inverso**

Para una curva determinada, el tiempo de actuación vendrá dado por el dial seleccionado y la intensidad aplicada (número de veces del valor de arranque ajustado). La tolerancia vendrá dada por el resultado de aplicar un margen de error de ±1% en la medida de intensidad. Esto se traduce en un error de ±2% o ±35ms (el que sea mayor) en la medida de tiempos.

Se podrán comprobar los tiempos de actuación para las curvas señaladas en el apartado 4.1.1.f según normas IEC e IEEE/ANSI. A estas curvas se añade la característica Curva RI inversa, utilizada principalmente para coordinación con relés electromecánicos.

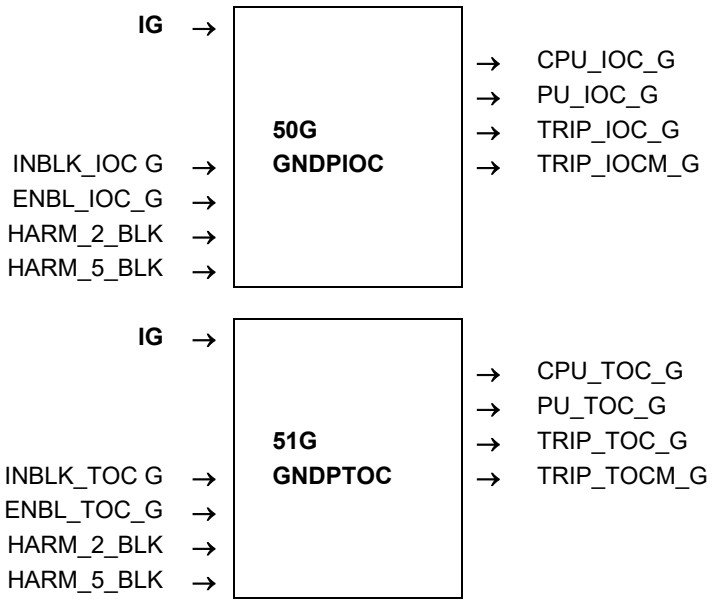
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.4 Unidades de Sobreintensidad de Tierra

4.1.4.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Tierra 1	GNDPIOC1	3Io>>	50G1
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Tierra 2	GNDPIOC2	3Io>>	50G2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Tierra 3	GNDPIOC3	3Io>>	50G3
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Tierra 1	GNDPTOC1	3Io>	51G1
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Tierra 2	GNDPTOC2	3Io>	51G2
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Tierra 3	GNDPTOC3	3Io>	51G3

4.1.4.b Bloque general de la unidad



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.4.c Principio de operación y diagrama de bloques

El arranque de las unidades instantáneas de tierra está supeditado al cumplimiento de las siguientes condiciones:

- La unidad se encuentra habilitada por ajuste de protección.
- El valor de intensidad de tierra supera en 1,05 veces el valor ajustado de arranque de la unidad.
- Si la unidad está ajustada como direccional, la dirección en que fluye la intensidad es acorde al ajuste seleccionado.
- La entrada de bloqueo está desactivada (por defecto si no se configura se encuentra desactivada).
- La entrada de habilitación se encuentra habilitada (por defecto si no se configura se encuentra siempre habilitada).

Una vez la unidad se encuentra arrancada el disparo puede ser instantáneo o se permite su temporización haciendo uso del ajuste de tiempo correspondiente con el fin de ajustar su selectividad teniendo en cuenta otras protecciones o equipos aguas arriba o abajo.

La unidad instantánea se repondrá cuando el valor de intensidad baje a 1 vez el valor ajustado y funcionará acorde a las señales de bloqueo, habilitación, armónicos, saturación y dirección explicadas en el apartado de **Principios comunes**. La unidad temporizada, por su parte, se repondrá bien a 1 vez el valor ajustado bien utilizando una curva de reposición adecuada a la característica de disparo empleada en función del ***Tipo de Reposición*** ajustado tal y como está explicado en el apartado de **Principios comunes**.

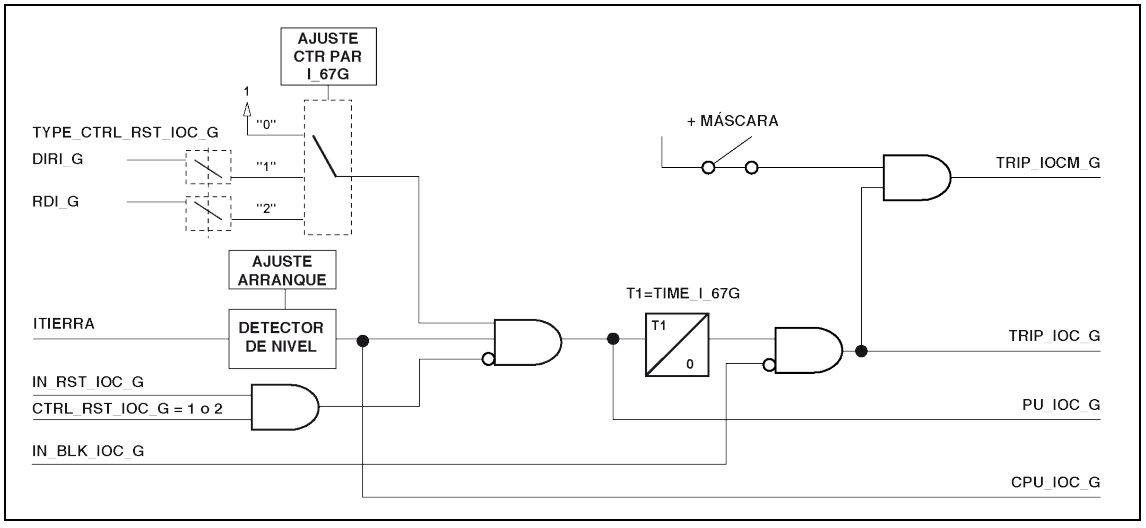


Figura 4.1.30 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Tierra.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

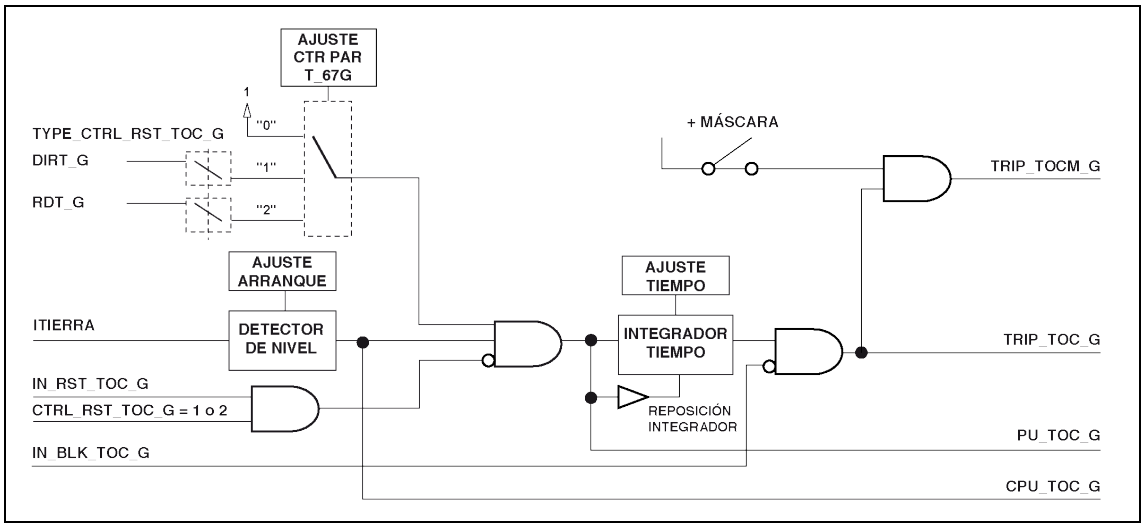


Figura 4.1.31 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Tierra.

4.1.4.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobreintensidad de tierra es la encargada de detectar corrientes de falta que fluyen a tierra.

La unidad de sobreintensidad de tierra detecta faltas a tierra por medio de la intensidad medida del canal de tierra IG, es decir, haciendo uso de una magnitud directamente leída de un transformador de corriente y no a través de una medida calculada a partir de las intensidades de fase como es el caso de las unidades de neutro.

4.1.4.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

Para un sistema totalmente compensado, la corriente residual detectada por el relé en la posición con fallo es igual a la corriente de la bobina menos la suma de las corrientes de carga que fluyen desde el resto del sistema. Además, la adición de las dos corrientes de carga de fase sanas en cada posición proporciona una corriente de carga total que tiene una magnitud de tres veces el estado estacionario por valor de fase. Por lo tanto, para un sistema totalmente compensado, la intensidad de desequilibrio detectada es igual a tres veces la corriente de carga por fase del circuito averiado. De esta forma, un ajuste típico puede ser del orden del 30% de este valor, es decir, igual a la corriente de carga por fase del circuito averiado. En la práctica, los ajustes exactos pueden ser determinados en campo, donde pueden aplicarse fallos del sistema y se pueden adoptar ajustes adecuados basados en resultados obtenidos en la práctica.

En la mayoría de las situaciones, el sistema no será totalmente compensado y, en consecuencia, se permitirá que fluya un nivel pequeño de corriente de fallo de estado estable. Por lo tanto, la corriente residual observada en la posición defectuosa puede ser de un valor algo mayor, lo que refuerza la idea de que los ajustes del IED deben basarse en niveles prácticos de corriente siempre que sea posible.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.4.f Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Instantáneo / Instantáneo Tierra (unidades 1, 2 y 3)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Inst Tierra	Permiso Inst Tierr	GNDPIOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Inst Tierra	Arranq Inst Tierra	GNDPIOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Tiempo Inst Tierra	Tiempo Inst Tierra	GNDPIOC.OpDlTmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Cntr Par Ins Tierra	Cntr Par Ins Tierr	GNDPIOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Tipo Cntr Par Inst Tierra	Tipo C Par Inst T	GNDPIOC.DirUnit	67G 67Q 67N		67G
Blq armónicos Inst Neutro	Blq arm Inst Tierr	GNDPIOC.HBlkEna	SÍ / NO		NO

Protección / Sobreintensidad / Temporizado / Temporizado Tierra (unidades 1, 2, 3 y 4)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Temp Tierra	Permiso Temp Tierr	GNDPTOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Temp Tierra	Arranq Temp Tierra	GNDPTOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Curva Temp Tierra	Curva Temp Tierra	GNDPTOC.TmACrv	Ver lista de curvas		Tiempo Fijo
Indice Temp Tierra	Indice Temp Tierra	GNDPTOC.TmMult	0,05-10 (inv)	0,01	1
			0,05-1 (IEC)	0,01	1
			0,1 - 10 (IEEE/US/RI)	0,01	1
Tiempo Fijo Tierra	Tiempo Fijo Tierra	GNDPTOC.OpDlTmms	0,05-300 s	0,01 s	0,05 s
Cntr Par Tem Tierra	Ctr Par Tem Tierra	GNDPTOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Tipo Cntr Par Temp Tierra	Tipo C Par Temp T	GNDPTOC.DirUnit	67G 67Q 67N		67G
Tipo de reposición	Tipo Reposición	GNDPTOC.TypRs	Instantáneo Emulación de disco		Instantáneo
Blq armónicos Temp Tierra	Blq arm Temp Tierr	GNDPTOC.HBlkEna	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.4.g Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobreintensidad de tierra será la magnitud medida del canal de entrada IG. Bien es cierto que la unidad tendrá en cuenta la presencia de armónicos cuando el bloqueo de armónicos se encuentre habilitado, bloqueando la unidad cuando el porcentaje de éstos superen el valor ajustado.

Tabla 4.1-9: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad

Nombre	Descripción	IEC 61850
IG	Intensidad de tierra	MMXU1.A.neut

4.1.4.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Tierra

Tabla 4.1-10: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Tierra

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_BLK_IOC_G1	Entrada lógicas a protección	GNDPIOC1.Mod	Entrada bloqueo instantáneo tierra 1	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
IN_BLK_IOC_G2		GNDPIOC2.Mod	Entrada bloqueo instantáneo tierra 2	I	
IN_BLK_IOC_G3		GNDPIOC3.Mod	Entrada bloqueo instantáneo tierra 3	I	
IN_BLK_TOC_G1		GNDPTOC1.Mod	Entrada bloqueo temporizados tierra 1	I	
IN_BLK_TOC_G2		GNDPTOC2.Mod	Entrada bloqueo temporizados tierra 2	I	
IN_BLK_TOC_G3		GNDPTOC3.Mod	Entrada bloqueo temporizados tierra 3	I	
IN_RST_IOC_G1	Entrada lógicas a protección	GNDPIOC1.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 1 tierra	I	Repone las funciones de temporización incluidas en las unidades y las mantiene a 0 mientras esté activada. Estando la unidad configurada en modo direccional, si el ajuste de supervisión correspondiente y la entrada están activos, se bloquea el disparo por no determinar dirección.
IN_RST_IOC_G2		GNDPIOC2.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 2 tierra	I	
IN_RST_IOC_G3		GNDPIOC3.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 3 tierra	I	
IN_RST_TOC_G1		GNDPTOC1.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 1 tierra	I	
IN_RST_TOC_G2		GNDPTOC2.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 2 tierra	I	
IN_RST_TOC_G3		GNDPTOC3.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 3 tierra	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-10: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Tierra					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BPT_G1	Entrada lógicas a protección	GNDPTOC1.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 1 tierra	I	Convierte una temporización ajustada de un determinado elemento en instantánea.
IN_BPT_G2		GNDPTOC2.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 2 tierra	I	
IN_BPT_G3		GNDPTOC3.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 3 tierra	I	
ENBL_IOC_G1	Órdenes de habilitación / deshabilitación	GNDPIOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 1 tierra	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.
ENBL_IOC_G2		GNDPIOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 2 tierra	I	
ENBL_IOC_G3		GNDPIOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 3 tierra	I	
ENBL_TOC_G1		GNDPTOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 1 tierra	I	
ENBL_TOC_G2		GNDPTOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 2 tierra	I	
ENBL_TOC_G3		GNDPTOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 3 tierra	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.1.4.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Tierra

Tabla 4.1-11: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Tierra					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_IOC_G1	Salidas de arranque de protección	GNDPIOC1.Str	Arranque unidad instantánea 1 tierra	I,F	Lógica AND del arranque de las unidades de intensidad con la entrada de control de par correspondiente.
PU_IOC_G2		GNDPIOC2.Str	Arranque unidad instantánea 2 tierra	I,F	
PU_IOC_G3		GNDPIOC3.Str	Arranque unidad instantánea 3 tierra	I,F	
PU_TOC_G1		GNDPTOC1.Str	Arranque unidad temporizada 1 tierra	I,F	
PU_TOC_G2		GNDPTOC2.Str	Arranque unidad temporizada 2 tierra	I,F	
PU_TOC_G3		GNDPTOC3.Str	Arranque unidad temporizada 3 tierra	I,F	
PU_IOC		PTRC1.Str	Disparos de instantáneos (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q).
PU_TOC		PTRC1.Str	Disparos de temporizados (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q).

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-11: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Tierra					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
CPU_IOC_G1	Señales de arranque de protección	GNDPIOC1.Str	Condición de arranque de u. instantánea 1 tierra	I	Arranque de las unidades de intensidad no afectadas por el control de par.
CPU_IOC_G2		GNDPIOC2.Str	Condición de arranque de u. instantánea 2 tierra	I	
CPU_IOC_G3		GNDPIOC3.Str	Condición de arranque de u. instantánea 3 tierra	I	
CPU_TOC_G1		GNDPTOC1.Str	Condición de arranque de u. temporizada 1 tierra	I	
CPU_TOC_G2		GNDPTOC2.Str	Condición de arranque de u. temporizada 2 tierra	I	
CPU_TOC_G3		GNDPTOC3.Str	Condición de arranque de u. temporizada 3 tierra	I	
TRIP_IOC_G1	Salidas de disparo de protección	GNDPIOC1.Op	Disparo unidad instantánea 1 tierra	I,F	Disparo de las unidades de intensidad.
TRIP_IOC_G2		GNDPIOC2.Op	Disparo unidad instantánea 2 tierra	I,F	
TRIP_IOC_G3		GNDPIOC3.Op	Disparo unidad instantánea 3 tierra	I,F	
TRIP_TOC_G1		GNDPTOC1.Op	Disparo unidad temporizada 1 tierra	I,F	
TRIP_TOC_G2		GNDPTOC2.Op	Disparo unidad temporizada 2 tierra	I,F	
TRIP_TOC_G3		GNDPTOC3.Op	Disparo unidad temporizada 3 tierra	I,F	
TRIP_IOC		PTRC1.Op	Disparos de instantáneos (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q).
TRIP_TOC		PTRC1.Op	Disparos de temporizados (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q).
TRIP_IOC_G1M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad instantánea 1 tierra		Disparo de las unidades afectadas por su máscara de disparo correspondiente.
TRIP_IOC_G2M			Disparo enmascarado unidad instantánea 2 tierra		
TRIP_IOC_G3M			Disparo enmascarado unidad instantánea 3 tierra		
TRIP_TOC_G1M			Disparo enmascarado unidad temporizada 1 tierra		
TRIP_TOC_G2M			Disparo enmascarado unidad temporizada 2 tierra		
TRIP_TOC_G3M			Disparo enmascarado unidad temporizada 3 tierra		

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.4.j Nodos lógicos IEC 61850

CLASS IRLGNDPIOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
DirUnit	EXT_ING_ENUM	Type of torque control
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

CLASS IRLGNDPTOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
TmACrv	CURVEc	Operating Curve characteristic
StrVal	ASG	Start value
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
TypRs	ING	Type of Reset Curve
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirUnit	EXT_ING_ENUM	Type of torque control
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.4.k Ensayo de la unidad de protección

Para el ensayo de las unidades se recomienda proceder unidad por unidad, inhabilitando las que no estén bajo prueba en ese momento. Para realizar esta prueba se recomienda anular la direccionalidad del equipo, para no depender de las tensiones (***Habilitación del bloqueo de arranque*** o ***Control de par*** en **NO**). En caso contrario se deberán inyectar tensiones, para que las unidades se encuentren en la zona de permiso de disparo.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información** - **Estado** – **Unidades** o los sucesos generados por el equipo. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado, así como la indicación de disparo en el HMI.

Tabla 4.1-12: Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas				
Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
X	1.08 **x** X	1.02 **x** X	1.03 **x** X	0.97 **x** X

En los rangos bajos el intervalo de arranque y reposición puede extenderse hasta X ± (5% x In) mA.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación será necesario configurar al menos una salida del equipo con las señales de disparo de la unidad a probar. La configuración de la salida se llevará a cabo con el ***ZIV e-NET tool***® modificando los ajustes de protección de la salida a utilizar tal y como se indica en el apartado de configuración de Entradas, Salidas y LEDs.

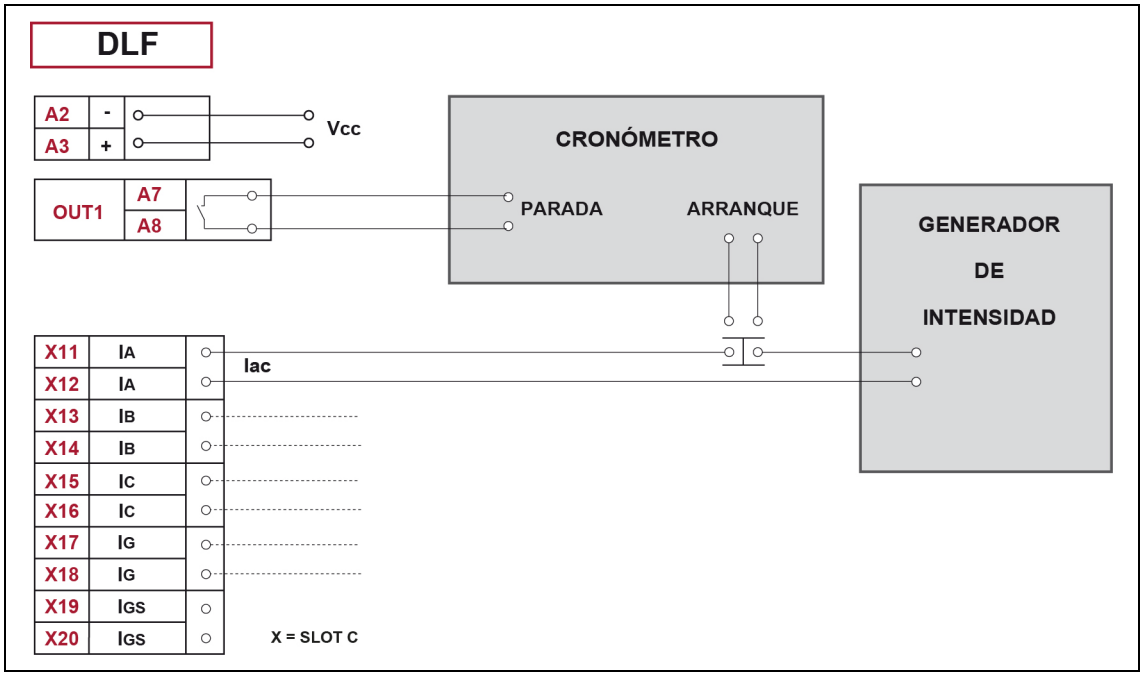


Figura 4.1.32 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Tiempo fijo o instantáneo**

Se aplicará una intensidad igual a 1,5 veces el valor del ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±30ms (para 50Hz) o 25ms (para 60Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación entre 20 y 30 ms (para 50Hz) o entre 15 y 25 ms (para 60Hz). El tiempo de reposición será igual a 1,5 ciclos (30ms para 50Hz y 25ms para 60Hz) tras parar la inyección.

- **Tiempo Inverso**

Para una curva determinada, el tiempo de actuación vendrá dado por el dial seleccionado y la intensidad aplicada (número de veces del valor de arranque ajustado). La tolerancia vendrá dada por el resultado de aplicar un margen de error de ±1% en la medida de intensidad. Esto se traduce en un error de ±2% o ±35ms (el que sea mayor) en la medida de tiempos.

Se podrán comprobar los tiempos de actuación para las curvas señaladas en el apartado 4.1.1.f según normas IEC e IEEE/ANSI. A estas curvas se añade la característica Curva RI inversa, utilizada principalmente para coordinación con relés electromecánicos.

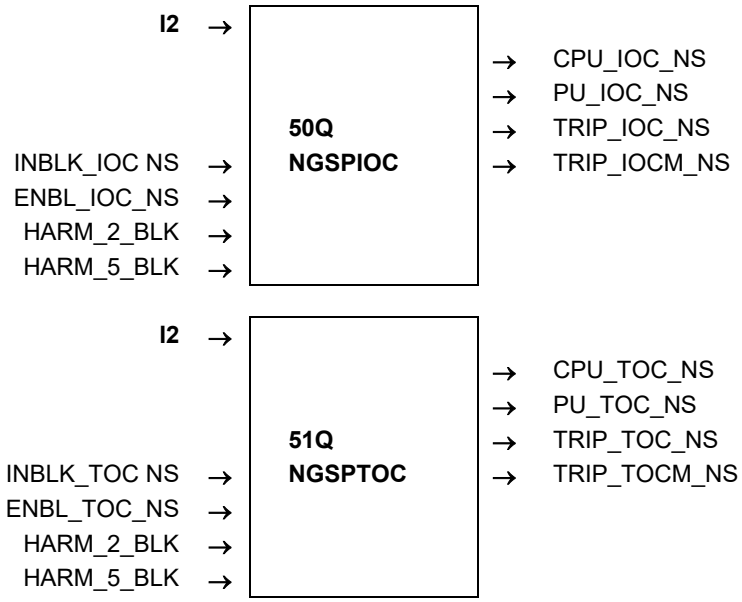
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.5 Unidades de Secuencia Inversa

4.1.5.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Secuencia Inversa 1	NGSPIOC1	I2>>	50Q1
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Secuencia Inversa 2	NGSPIOC2	I2>>	50Q2
Unidad de Sobreintensidad Instantánea de Secuencia Inversa 3	NGSPIOC3	I2>>	50Q3
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Secuencia Inversa 1	NGSPTOC1	I2>	51Q1
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Secuencia Inversa 2	NGSPTOC2	I2>	51Q2
Unidad de Sobreintensidad Temporizada de Secuencia Inversa 3	NGSPTOC3	I2>	51Q3

4.1.5.b Bloque general de la unidad



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.5.c Principio de operación y diagrama de bloques

El arranque de las unidades instantáneas de secuencia inversa está supeditado al cumplimiento de las siguientes condiciones:

- La unidad se encuentra habilitada por ajuste de protección.
- El valor de intensidad de neutro supera en 1,05 veces el valor ajustado de arranque de la unidad.
- Si la unidad está ajustada como direccional, la dirección en que fluye la intensidad es acorde al ajuste seleccionado.
- La entrada de bloqueo está desactivada (por defecto si no se configura se encuentra desactivada).
- La entrada de habilitación se encuentra habilitada (por defecto si no se configura se encuentra siempre habilitada).

Una vez la unidad se encuentra arrancada, el disparo puede ser instantáneo o se permite su temporización, haciendo uso del ajuste de tiempo correspondiente con el fin de ajustar su selectividad teniendo en cuenta otras protecciones o equipos aguas arriba o abajo.

La unidad instantánea se repondrá cuando el valor de intensidad baje a 1 vez el valor ajustado y funcionará acorde a las señales de bloqueo, habilitación, armónicos, saturación y dirección explicadas en el apartado de **Principios comunes**. La unidad temporizada por su parte se repondrá bien a 1 vez el valor ajustado bien utilizando una curva de reposición adecuada a la característica de disparo empleada en función del ***Tipo de reposición*** ajustado tal y como está explicado en el apartado de **Principios comunes**.

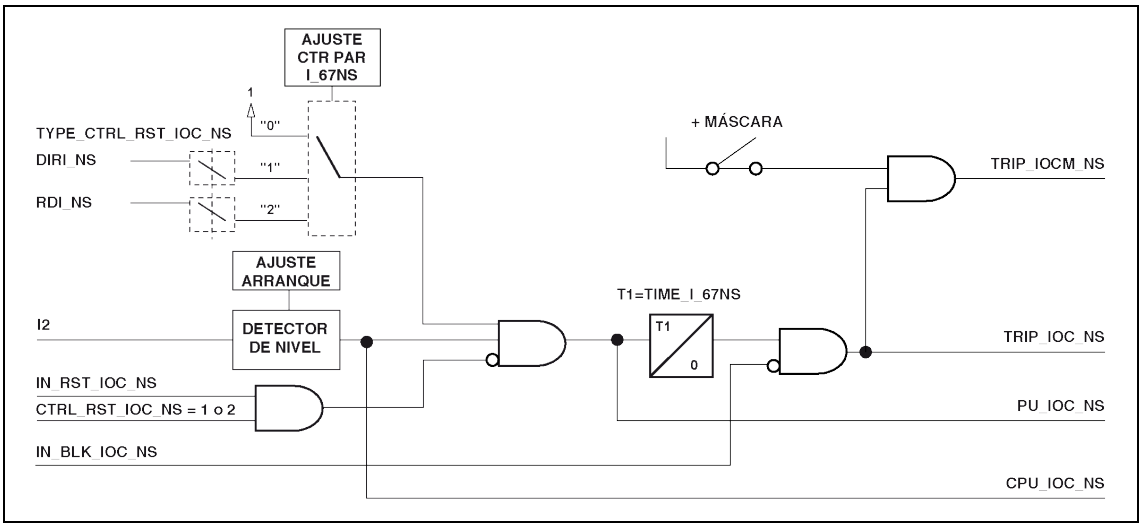


Figura 4.1.33 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Secuencia Inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

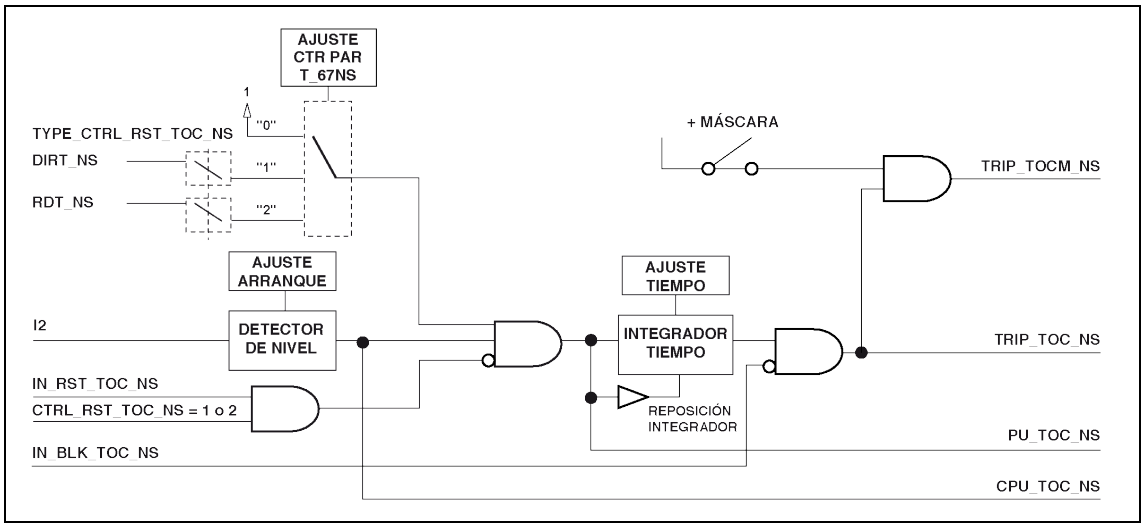


Figura 4.1.34 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Secuencia Inversa.

4.1.5.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobreintensidad de secuencia inversa es la encargada de detectar corrientes de desequilibrio. Cualquier tipo de falta (fase-fase o fase-tierra) genera intensidad de secuencia inversa, por lo que esta unidad ofrece mayor sensibilidad, sensibilidad que se pierde en las unidades de sobreintensidad de fase al tener que ajustarlas por encima del valor máximo de la carga. Las unidades de tierra, y sobre todo las de neutro sensible, ofrecen una buena sensibilidad, pero pueden no llegar a detectar ciertos tipos de faltas.

La unidad de sobreintensidad de secuencia inversa puede ser empleada como un indicativo de alarma que muestre una anomalía en el sistema, o como unidad de protección de *backup* que puede ofrecer una mayor sensibilidad ante faltas resistivas, donde las unidades de fase no operan, o que puede detectar faltas a tierra que, por el tipo de conexión, una unidad de neutro o tierra no detectaría, como puede ser el caso de una falta a tierra en un devanado en estrella operando con una unidad de tierra en el devanado en triángulo.

4.1.5.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

El arranque de la unidad de secuencia inversa debería ser mayor que la intensidad de secuencia inversa generada debido al desequilibrio presente con la carga máxima normal del sistema. Es por ello que el ajuste de esta unidad es aconsejable realizarlo con el equipo instalado y visualizando las medidas presentadas por el relé, siendo el ajuste al menos un 20% mayor a la medida mostrada por el equipo.

Dado que la unidad de secuencia inversa suele ser utilizada como unidad de *backup*, normalmente el tiempo de retardo ajustado será alto, siendo superior al de las unidades de protección principales: unidades de fase, tierra, fase abierta, imagen térmica, etc.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.5.f Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Instantáneo / Instantáneo Sec Inv (unidades 1, 2 y 3)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Inst S.I.	Permiso Inst S.I.	NGSPIOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Inst S.I.	Arranq Inst S.I.	NGSPIOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Tiempo Inst S.I.	Tiempo Inst S.I.	NGSPIOC.OpDlTmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Cntr Par Inst S.I.	Cntr Par Inst S.I.	NGSPIOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Blq armónicos Inst S.I.	Blq arm Inst S.I.	NGSPIOC.HBlkEna	SÍ / NO		NO

Protección / Sobreintensidad / Temporizado / Temporizado Sec Inv (unidades 1, 2 y 3)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Temp S.I.	Permiso Temp S.I.	NGSPTOC.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Arranque Temp S.I.	Arranque Temp S.I.	NGSPTOC.StrVal	(0,01-30) In	0,01 A	5,00 A
Curva Temp S.I.	Curva Temp S.I.	NGSPTOC.TmACrv	Ver lista de curvas		Tiempo Fijo
Indice Temp S.I.	Índice Temp S.I.	NGSPTOC.TmMult	0,05-10 (inv)	0,01	1
			0,05-1 (IEC)	0,01	1
			0,1-10 (IEEE/US/RI)	0,01	1
Tiempo Fijo S.I.	Tiempo Fijo S.I.	NGSPTOC.OpDlTmms	0,05-300 s	0,01 s	0,05 s
Cntr Par Temp S.I.	Cntr Par Temp S.I.	NGSPTOC.DirMod	NO Dirección Contradirección		NO
Tipo de reposición	Tipo Reposición	NGSPTOC.TypRs	Instantáneo Emulación de disco		Instantáneo
Blq armónicos Temp S.I.	Blq arm Temp S.I	NGSPTOC.HBlkEna	NO / SÍ		NO

4.1.5.g Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobreintensidad de secuencia inversa será la intensidad de secuencia inversa (I2) calculada a partir de las intensidades fundamentales IA, IB e IC. Bien es cierto que la unidad tendrá en cuenta la presencia de armónicos cuando el bloqueo de armónicos se encuentre habilitado bloqueando la unidad cuando el porcentaje de éstos superen el valor ajustado.

Tabla 4.1-13: Entradas analógicas de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa

Nombre	Descripción	IEC 61850
I2	Intensidad calculada de secuencia inversa	MSQI1.SeqA.c2

$$|I_2| = \left| \frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 240° + I_C \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.5.h Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Secuencia Inversa

Tabla 4.1-14: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_BLK_IOC_NS1	Entrada lógicas a protección	NGSPIOC1.Mod	Entrada bloqueo instantáneo secuencia inversa 1	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
IN_BLK_IOC_NS2		NGSPIOC2.Mod	Entrada bloqueo instantáneo secuencia inversa 2	I	
IN_BLK_IOC_NS3		NGSPIOC3.Mod	Entrada bloqueo instantáneo secuencia inversa 3	I	
IN_BLK_TOC_NS1		NGSPTOC1.Mod	Entrada bloqueo temporizados secuencia inversa 1	I	
IN_BLK_TOC_NS2		NGSPTOC2.Mod	Entrada bloqueo temporizados secuencia inversa 2	I	
IN_BLK_TOC_NS3		NGSPTOC3.Mod	Entrada bloqueo temporizados secuencia inversa 3	I	
IN_RST_IOC_NS1	Entrada lógicas a protección	NGSPIOC1.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 1 secuencia inversa	I	Repone las funciones de temporización incluidas en las unidades y las mantiene a 0 mientras esté activada. Estando la unidad configurada en modo direccional, si el ajuste de supervisión correspondiente y la entrada están activos, se bloquea el disparo por no determinar dirección.
IN_RST_IOC_NS2		NGSPIOC2.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 2 secuencia inversa	I	
IN_RST_IOC_NS3		NGSPIOC3.DirInh	Entrada de anulación control de par instantáneo 3 secuencia inversa	I	
IN_RST_TOC_NS1		NGSPTOC1.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 1 secuencia inversa	I	
IN_RST_TOC_NS2		NGSPTOC2.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 2 secuencia inversa	I	
IN_RST_TOC_NS3		NGSPTOC3.DirInh	Entrada de anulación control de par temporizados 3 secuencia inversa	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-14: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**		**Función**
IN_BPT_NS1	Entrada lógicas a protección	NGSPTOC1.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 1 secuencia inversa	I	Convierte una temporización ajustada de un determinado elemento en instantánea.
IN_BPT_NS2		NGSPTOC2.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 2 secuencia inversa	I	
IN_BPT_NS3		NGSPTOC3.OpDlInh	Entrada de anulación temporizador unidad temporizada 1 secuencia inversa	I	
ENBL_IOC_NS1	Órdenes de habilitación / deshabilitación	NGSPIOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 1 sec. inversa	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
ENBL_IOC_NS2		NGSPIOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 2 sec. inversa	I	
ENBL_IOC_NS3		NGSPIOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea 3 sec. inversa	I	
ENBL_TOC_NS1		NGSPTOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 1 sec. inversa	I	
ENBL_TOC_NS2		NGSPTOC2.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 2 sec. inversa	I	
ENBL_TOC_NS3		NGSPTOC3.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada 3 sec. inversa	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.5.i Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa

Tabla 4.1-15: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_IOC_NS1	Salidas de arranque de protección	NGSPIOC1.Str	Arranque unidad instantánea 1 secuencia inversa	I,F	Lógica AND del arranque de las unidades de intensidad con la entrada de control de par correspondiente.
PU_IOC_NS2		NGSPIOC2.Str	Arranque unidad instantánea 2 secuencia inversa	I,F	
PU_IOC_NS3		NGSPIOC3.Str	Arranque unidad instantánea 3 secuencia inversa	I,F	
PU_TOC_NS1		NGSPTOC1.Str	Arranque unidad temporizada 1 secuencia inversa	I,F	
PU_TOC_NS2		NGSPTOC2.Str	Arranque unidad temporizada 2 secuencia inversa	I,F	
PU_TOC_NS3		NGSPTOC3.Str	Arranque unidad temporizada 3 secuencia inversa	I,F	
PU_IOC		PTRC1.Str	Arranque de instantáneos (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q).
PU_TOC		PTRC1.Str	Arranque de temporizados (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q).
CPU_IOC_NS1		NGSPIOC1.Str	Condición de arranque de u. instantánea 1 secuencia inversa	I	Arranque de las unidades de intensidad no afectadas por el control de par.
CPU_IOC_NS2		NGSPIOC2.Str	Condición de arranque de u. instantánea 2 secuencia inversa	I	
CPU_IOC_NS3		NGSPIOC3.Str	Condición de arranque de u. instantánea 3 secuencia inversa	I	
CPU_TOC_NS1		NGSPTOC1.Str	Condición de arranque de u. temporizada 1 secuencia inversa	I	
CPU_TOC_NS2		NGSPTOC2.Str	Condición de arranque de u. temporizada 2 secuencia inversa	I	
CPU_TOC_NS3		NGSPTOC3.Str	Condición de arranque de u. temporizada 3 secuencia inversa	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-15: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
TRIP_IOC_NS1	Salidas de disparo de protección	NGSPIOC1.Op	Disparo unidad instantánea 1 secuencia inversa	I,F	Disparo de las unidades de intensidad.
TRIP_IOC_NS2		NGSPIOC2.Op	Disparo unidad instantánea 2 secuencia inversa	I,F	
TRIP_IOC_NS3		NGSPIOC3.Op	Disparo unidad instantánea 3 secuencia inversa	I,F	
TRIP_TOC_NS1		NGSPTOC1.Op	Disparo unidad temporizada 1 secuencia inversa	I,F	
TRIP_TOC_NS2		NGSPTOC2.Op	Disparo unidad temporizada 2 secuencia inversa	I,F	
TRIP_TOC_NS3		NGSPTOC3.Op	Disparo unidad temporizada 3 secuencia inversa	I,F	
TRIP_IOC		PTRC1.Op	Disparos de instantáneos (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q).
TRIP_TOC		PTRC1.Op	Disparos de temporizados (no genera suceso)		Disparo de las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q).
TRIP_IOC_NS1M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad instantánea 1 secuencia inversa		Disparo de las unidades afectadas por su máscara de disparo correspondiente.
TRIP_IOC_NS2M			Disparo enmascarado unidad instantánea 2 secuencia inversa		
TRIP_IOC_NS3M			Disparo enmascarado unidad instantánea 3 secuencia inversa		
TRIP_TOC_NS1M			Disparo enmascarado unidad temporizada 1 secuencia inversa		
TRIP_TOC_NS2M			Disparo enmascarado unidad temporizada 2 secuencia inversa		
TRIP_TOC_NS3M			Disparo enmascarado unidad temporizada 3 secuencia inversa		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.5.j Nodos lógicos IEC 61850

CLASS IRLNGSPIOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

CLASS IRLNGSPTOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
TmACrv	CURVEc	Operating Curve characteristic
StrVal	ASG	Start value
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
TypRs	ING	Type of Reset Curve
DirMod	ING_ENUM	Directional mode
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
DirInh	EXT_SPC	Directional mode inhibition command
HBlkEna	EXT_SPG	Harmonic blocking enable

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.5.k Ensayo de la unidad de protección

Para el ensayo de las unidades se recomienda proceder unidad por unidad, inhabilitando las que no estén bajo prueba en ese momento. Para realizar esta prueba se recomienda anular la direccionalidad del equipo, para no depender de las tensiones (***Habilitación del bloqueo de arranque*** o ***Control de par*** en **NO**). En caso contrario se deberán inyectar tensiones, para que las unidades se encuentren en la zona de permiso de disparo.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información** - **Estado** – **Unidades** o los sucesos generados por el equipo. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado, así como la indicación de disparo en el HMI.

Tabla 4.1-16: Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas

Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
X	1.08 **x** X	1.02 **x** X	1.03 **x** X	0.97 **x** X

En los rangos bajos el intervalo de arranque y reposición puede extenderse hasta X ± (5% x In) mA.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación será necesario configurar al menos una salida del equipo con las señales de disparo de la unidad a probar. La configuración de la salida se llevará a cabo con el ***ZIV e-NET tool***® modificando los ajustes de protección de la salida a utilizar tal y como se indica en el apartado de configuración de Entradas, Salidas y LEDs.

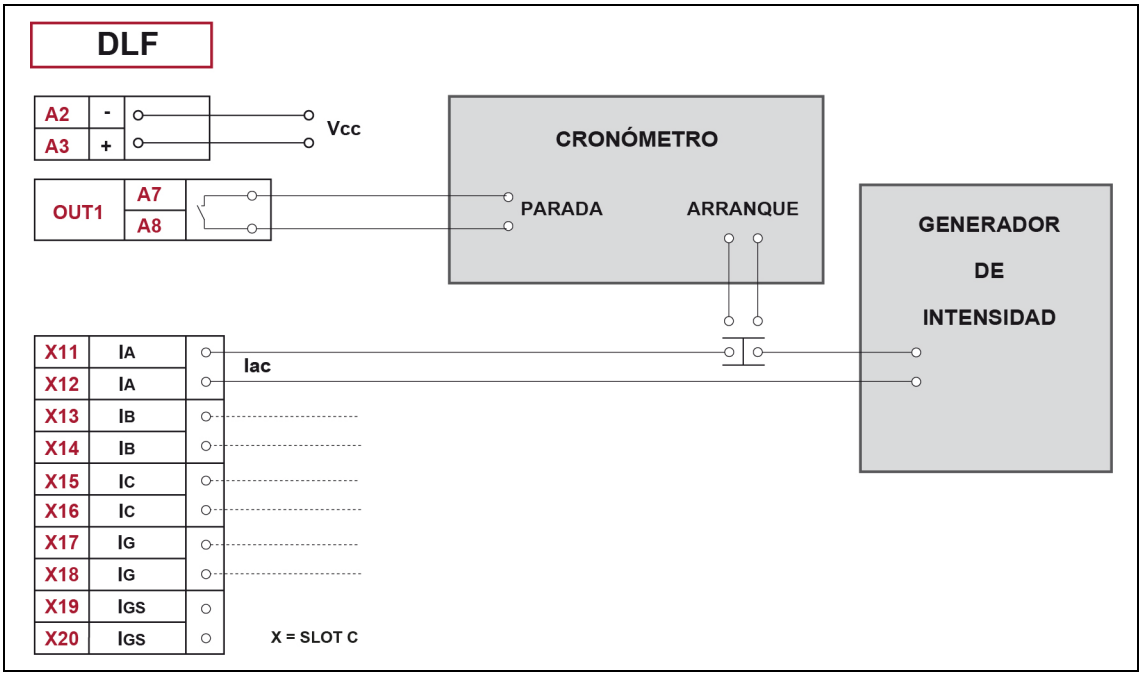


Figura 4.1.35 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Tiempo fijo o instantáneo**

Se aplicará una intensidad igual a 1,5 veces el valor del ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±30ms (para 50Hz) o 25ms (para 60Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación entre 20 y 30 ms (para 50Hz) o entre 15 y 25 ms (para 60Hz). El tiempo de reposición será igual a 1,5 ciclos (30ms para 50Hz y 25ms para 60Hz) tras parar la inyección.

- **Tiempo Inverso**

Para una curva determinada, el tiempo de actuación vendrá dado por el dial seleccionado y la intensidad aplicada (número de veces del valor de arranque ajustado). La tolerancia vendrá dada por el resultado de aplicar un margen de error de ±1% en la medida de intensidad. Esto se traduce en un error de ±2% o ±35ms (el que sea mayor) en la medida de tiempos.

Se podrán comprobar los tiempos de actuación para las curvas señaladas en el apartado 4.1.1.f según normas IEC e IEEE/ANSI. A estas curvas se añade la característica Curva RI inversa, utilizada principalmente para coordinación con relés electromecánicos.

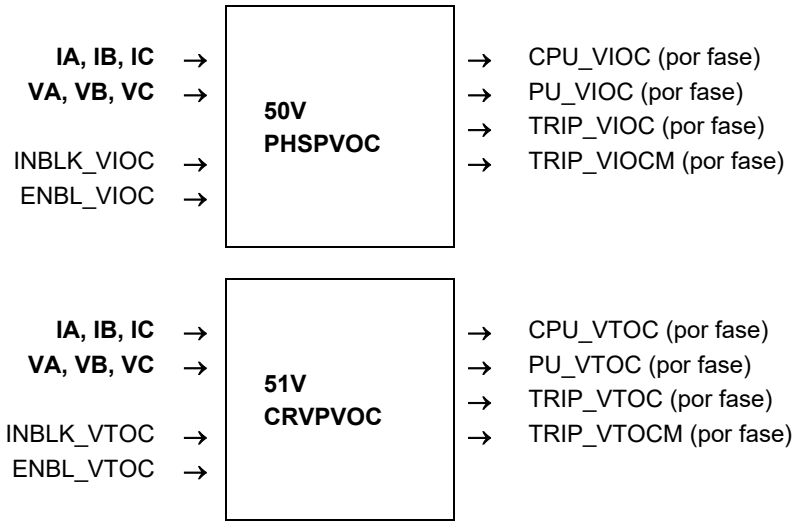
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.6 Unidades Dependientes de la Tensión

4.1.6.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobreintensidad instantánea dependiente de tensión	PHSPVOC	3IV>>	50V
Unidad de sobreintensidad temporizada dependiente de tensión	CRVPVOC	3IV>	51V

4.1.6.b Bloque general de la unidad



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.6.c Principio de operación y diagrama de bloques

El funcionamiento de las unidades dependientes de tensión se basa en un elemento de mínima tensión que detecta la falta y en una unidad de sobreintensidad que se reajusta convenientemente según el nivel de tensión. Pueden operar de dos modos: **Frenada por tensión** o **Controlada por tensión**.

Las unidades dependientes de la tensión consisten en dos unidades: una unidad instantánea o de tiempo fijo y otra temporizada y ajustable mediante curva. En ambos casos las unidades de intensidad arrancan en el 105 % del valor de la intensidad de arranque (bien del ajuste, bien del calculado en función del frenado dependiendo del modo de funcionamiento de la unidad) y se reponen en el 100%. Por su parte, la tensión de operación (siempre fase-fase) da permiso de arranque en el modo **Controlada por tensión** para el 100% de su ajuste y lo repone en el 105%, siendo el valor del ajuste de tensión un porcentaje de la tensión nominal con la que se encuentra trabajando el equipo.

- **Unidad frenada por tensión**

El valor de arranque de esta unidad varía dependiendo del valor de las tensiones medidas, haciéndose más sensible al disminuir la tensión. Hay una por fase y cada intensidad de fase depende de las tensiones compuestas como se muestra a continuación.

Tabla 4.1-17: Unidad de Sobreintensidad Frenada por Tensión		
Intensidad de fase	**Tensión de control(Secuencia de fases ABC)**	**Tensión de control (Secuencia de fases ACB)**
IA	UAB	UAC
IB	UBC	UBA
IC	UCA	UCB

Como consecuencia de esta característica variable, la coordinación con dispositivos instalados aguas abajo se hace más difícil. En cualquier caso, se considera que este modo es el más apropiado cuando el generador se acopla a la red mediante un transformador elevador; caso de producirse una falta entre fases en la conexión a la barra, sólo se produciría una reducción parcial de la tensión de fase a fase en los terminales del generador.

El valor por el que multiplica el ajuste de arranque depende de la tensión como muestra la figura y en la tabla siguiente.

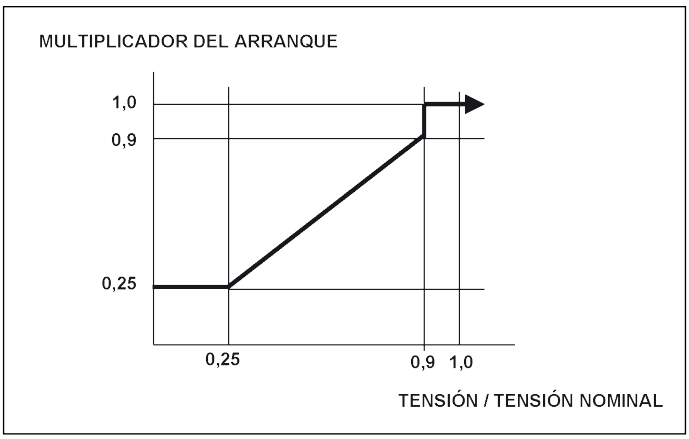


Figura 4.1.36 Unidad Temporizada Frenada por Tensión.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Se permite que el ratio de tensión llegue hasta el 90% sin modificar el arranque. Esto es debido a que pueden aparecer errores de medida inducidos por precisiones en los transformadores, etc. Si el ratio de tensión baja del 25% el ajuste permanece fijo al 25%.

% de Tensión Nominal	Corriente de arranque % del Ajuste de Arranque
100	100
90	100
75	75
50	50
25	25
0	25

- **Unidad controlada por tensión**

Consiste en una unidad de sobreintensidad que no arranca hasta que la tensión cae por debajo del valor de ajuste de tensión; se dispone, por tanto, de un ajuste fijo de intensidad de arranque y de tensión de operación. Hay una por fase y cada intensidad depende de las tensiones compuestas del mismo modo que lo indicado para el modo **Frenada por tensión**.

En este modo es más fácil coordinarse con las protecciones conectadas aguas abajo. Además, es el más apropiado cuando el generador está directamente conectado a la barra colectora.

4.1.6.d Aplicación de la unidad

La aplicación de estas unidades se entiende como un respaldo para la unidad diferencial de generadores. También opera para faltas aguas abajo no despejadas por el fallo de otros relés o de los interruptores, ya que un generador es una fuente de alimentación de cualquier fallo en la red hasta que es eliminado.

Su dependencia de la tensión garantiza que no opera durante condiciones de sobrecarga, proporcionando una gran sensibilidad necesaria por la capacidad limitada del generador para suministrar corriente sostenida de cortocircuito. La intensidad de falta que el generador alimenta va decreciendo con el tiempo, variando la curva de decrecimiento en función de la actuación de los sistemas de control de tensión del generador; en el peor de los casos, la intensidad de falta caerá por debajo de la corriente de carga máxima, por lo que las protecciones simples de sobreintensidad no actuarán.

Es imprescindible que se coordine su actuación con la de los relés de sobreintensidad conectados aguas abajo, permitiendo una actuación rápida, pero evitando actuaciones en condiciones de carga.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.6.e Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad Frenada por Tensión / Instantánea					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Dependiente V	Perm dependiente V	PHSPVOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Modo dependiente V	Modo dependiente V	PHSPVOC.EvMod	Frenado V Controlado		Frenado V
Arr dependiente V	Arr dependiente V	PHSPVOC.StrVal1	(0,2-20) In	0,01A	1A
Tensión operación	Tensión operacion	PHSPVOC.StrVal2	10-100%	1%	50%
Tmp dependiente V	Tmp dependiente V	PHSPVOC.OpDlTmms	05-300	0,01s	1s

Protección / Sobreintensidad Frenada por Tensión / Temporizada					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Dependiente V	Perm dependiente V	CRVPVOC.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Modo dependiente V	Modo dependiente V	CRVPVOC.EvMod	Frenado V Controlado		Frenado V
Arr dependiente V	Arr dependiente V	CRVPVOC.StrVal1	(0,2-25) In	0,01A	1A
Curva Temp Fase	Curva Temp Fase	CRVPTOC.TmACrv	Ver lista de curvas		Tiempo Fijo
Indice Temp Fase	Índice Temp Fase	CRVPTOC.TmMult	0,05-10 (inv)	0,01	1
			0,05-1 (IEC)	0,01	1
			0,1-10 (IEEE/US/RI)	0,01	1
Tensión operación	Tensión operacion	CRVPVOC.StrVal2	10 - 100%	1%	50%
Tiempo Fijo Fase	Tiempo Fijo Fase	CRVPVOC.OpDlTmms	05 - 300	0,01s	1s

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.6.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobreintensidad dependiente de tensión será la intensidad fundamental IA, IB e IC del devanado de referencia y las tensiones compuestas.

Tabla 4.1-18: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC
VA	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC
VAB	Tensión compuesta AB (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsAB
VBC	Tensión compuesta BC (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsBC
VCA	Tensión compuesta CA (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsCA
VAC	Tensión compuesta AC (secuencia ACB)	
VBA	Tensión compuesta BA (secuencia ACB)	
VCB	Tensión compuesta CB (secuencia ACB)	

4.1.6.g Entradas digitales a la unidad de Sobreintensidad de Dependiente de la Tensión

Tabla 4.1-19: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_VIOC	Entrada lógicas a protección	PHSPVOC1.Mod	Entrada bloqueo unidad instantánea frenada por tensión	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
IN_BLK_VTOC		CRVPVOC1.Mod	Entrada bloqueo unidad temporizada frenada por tensión	I	
ENBL_VIOC	Órdenes de habilitación / deshabilitación.	PHSPVOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad instantánea frenada por tensión	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
ENBL_VTOC		CRVPVOC1.Mod	Entrada de habilitación unidad temporizada frenada por tensión	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.6.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión

Tabla 4.1-20: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_VIOC_A	Salidas de arranque de protección	PHSPVOC1.Str	Arranque unidad instantánea frenada por tensión fase A	I,F	Lógica AND del arranque de las unidades de intensidad con la entrada de control de par correspondiente.
PU_VIOC_B		PHSPVOC1.Str	Arranque unidad instantánea frenada por tensión fase B	I,F	
PU_VIOC_C		PHSPVOC1.Str	Arranque unidad instantánea frenada por tensión fase C	I,F	
PU_VTOC_A		CRVPVOC1.Str	Arranque unidad temporizada frenada por tensión fase A	I,F	
PU_VTOC_B		CRVPVOC1.Str	Arranque unidad temporizada frenada por tensión fase B	I,F	
PU_VTOC_C		CRVPVOC1.Str	Arranque unidad temporizada frenada por tensión fase C	I,F	
PU_IOC		PTRC1.Str	Arranque de instantáneos (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q, 50Ns).
PU_TOC		PTRC1.Str	Arranque de temporizados (no genera suceso)		Arranque de todas las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q, 51Ns).
TRIP_VIOC_A	Salidas de disparo de protección	PHSPVOC1.Op	Disparo unidad instantánea frenada por tensión fase A	I,F	Disparo de las unidades de intensidad.
TRIP_VIOC_B		PHSPVOC1.Op	Disparo unidad instantánea frenada por tensión fase B	I,F	
TRIP_VIOC_C		PHSPVOC1.Op	Disparo unidad instantánea frenada por tensión fase C	I,F	
TRIP_VTOC_A		CRVPVOC1.Op	Disparo unidad temporizada frenada por tensión fase A	I,F	
TRIP_VTOC_B		CRVPVOC1.Op	Disparo unidad temporizada frenada por tensión fase B	I,F	
TRIP_VTOC_C		CRVPVOC1.Op	Disparo unidad temporizada frenada por tensión fase C	I,F	
TRIP_IOC		PTRC1.OP	Disparo de instantáneos (no genera suceso)		Disparo de todas las unidades de Intensidad agrupados (50, 50N, 50G, 50Q, 50Ns).
TRIP_TOC		PTRC1.OP	Disparo de temporizados (no genera suceso)		Disparo de todas las unidades de Intensidad agrupados (51, 51N, 51G, 51Q, 51Ns).

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.1-20: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
TRIP_VIOC_AM	Disparos enmascarados.		Disparo enmascarado unidad instantánea frenada por tensión fase A		Disparo de las unidades de intensidad afectadas por su más cara de disparo correspondiente.
TRIP_VIOC_BM			Disparo enmascarado unidad instantánea frenada por tensión fase B		
TRIP_VIOC_CM			Disparo enmascarado unidad instantánea frenada por tensión fase C		
TRIP_VTOC_AM			Disparo enmascarado unidad temporizada frenada por tensión fase A		
TRIP_VTOC_BM			Disparo enmascarado unidad temporizada frenada por tensión fase B		
TRIP_VTOC_CM			Disparo enmascarado unidad temporizada frenada por tensión fase C		
VIOC_ ENBL	Salidas de protección de unidades habilitadas	PHSPVOC1.Mod	Salida de habilitación unidad instantánea frenada por tensión	I	Indicación del estado habilitado o inhabilitado de los elementos de intensidad.
VTOC_ ENBL		CRVPVOC1.Mod	Salida de habilitación unidad temporizada frenada por tensión	I	

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.6.i Nodos lógicos IEC 61850

CLASS IDFPHSPVOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
OpDlInh	EXT_SPC	Operation delay inhibit command
EvMod	EXT_ING_ENUM	V dependency type: restraint/blocked
StrVal1	EXT_ASG	Current start value
StrVal2	EXT_ASG	Operation voltage

CLASS IDFCRVPVOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
TmACrv	CURVEc	Operating Curve characteristic
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
EvMod	EXT_ING_ENUM	V dependency type: restraint/blocked
StrVal1	EXT_ASG	Current start value
StrVal2	EXT_ASG	Operation voltage
OpDlTmms	EXT_ING	Delay time

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1.6.j Ensayo de la unidad de protección

Se ajusta la unidad del siguiente modo:

Habilitación de la unidad (Permiso)	SI
Modo	0: Frenada por V
Arranque de la unidad	1A
Tensión de operación (modo Controlada por Tensión)	50% de Un
Temporización de la unidad	0,05 s

- **Arranque y reposición**

Con el ajuste de tensión nominal en 110 Vca, se aplica una tensión por la fase A de 22Vca; esto representa un 20% de la tensión nominal.

En estas condiciones, se comprueba que inyectando intensidad por la fase A la unidad arranca en (1,05 * 0,25A) ± 3%, reponiéndose para 0,25A ± 3%.

Se quita la tensión de la fase A y se aplica una tensión por la fase B de 55Vca; esto representa un 50% de la tensión nominal.

En estas condiciones, se comprueba que inyectando intensidad por la fase B la unidad arranca en (1,05 * 0,5A) ± 3%, reponiéndose para 0,5A ± 3%.

Y por último, se quita la tensión de la fase B y se aplica una tensión por la fase C de 104,5Vca; esto representa un 95% de la tensión nominal.

En estas condiciones, se comprueba que inyectando intensidad por la fase C la unidad arranca en (1,05 * 1A) ± 3%, reponiéndose para 1A ± 3%.

- **Tiempos de actuación**

Aplicar las intensidades y tensiones indicadas en el apartado de comprobación de arranques y reposiciones y comprobar que el disparo se produce dentro del margen ±1% o ±30ms (para 50Hz) o 25ms (para 60Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación entre 20 y 30 ms (para 50Hz) o entre 15 y 25 ms (para 60Hz).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2 Unidades Direccionales

4.2.1 Principios comunes 4.2-3
4.2.2 Unidad Direccional de Fases 4.2-4
4.2.2.a Identificación 4.2-4
4.2.2.b Bloque general de la unidad 4.2-4
4.2.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-5
4.2.2.d Polarización propia 4.2-6
4.2.2.e Aplicación de la unidad 4.2-7
4.2.2.f Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-7
4.2.2.g Rangos de ajuste 4.2-8
4.2.2.h Entradas analógicas a la unidad 4.2-8
4.2.2.i Entradas digitales a la unidad Direccional de Fases 4.2-9
4.2.2.j Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Fases 4.2-9
4.2.2.k Nodos lógicos IEC 61850 ..... 4.2-10
4.2.2.l Ensayo de la unidad de protección 4.2-10
4.2.3 Unidad Direccional de Neutro 4.2-11
4.2.3.a Identificación 4.2-11
4.2.3.b Bloque general de la unidad 4.2-11
4.2.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-11
4.2.3.d Polarización por intensidad 4.2-13
4.2.3.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-14
4.2.3.f Rangos de ajuste 4.2-15
4.2.3.g Entradas analógicas a la unidad 4.2-15
4.2.3.h Entradas digitales a la unidad Direccional de Neutro 4.2-16
4.2.3.i Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Neutro 4.2-16
4.2.3.j Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-17
4.2.3.k Ensayo de la unidad de protección 4.2-17
4.2.4 Unidad Direccional de Tierra 4.2-18
4.2.4.a Identificación 4.2-18
4.2.4.b Bloque general de la unidad 4.2-18
4.2.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-18
4.2.4.d Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-20
4.2.4.e Rangos de ajuste 4.2-21
4.2.4.f Entradas analógicas a la unidad 4.2-21
4.2.4.g Entradas digitales a la unidad Direccional de Tierra 4.2-22
4.2.4.h Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Tierra 4.2-22

4.2.4.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-23
4.2.4.j Ensayo de la unidad de protección 4.2-23
4.2.5 Unidad Direccional de Secuencia Inversa 4.2-24
4.2.5.a Identificación 4.2-24
4.2.5.b Bloque general de la unidad 4.2-24
4.2.5.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-24
4.2.5.d Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad 4.2-25
4.2.5.e Rangos de ajuste 4.2-26
4.2.5.f Entradas analógicas a la unidad 4.2-26
4.2.5.g Entradas digitales a la unidad Direccional de Secuencia Inversa 4.2-27
4.2.5.h Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Secuencia Inversa 4.2-27
4.2.5.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-28
4.2.5.j Ensayo de la unidad de protección 4.2-28
4.2.6 Unidad Direccional de Secuencia Directa 4.2-29
4.2.6.a Identificación 4.2-29
4.2.6.b Bloque general de la unidad 4.2-29
4.2.6.c Principio de operación y diagrama de bloques 4.2-29
4.2.6.d Rangos de ajuste 4.2-31
4.2.6.e Entradas analógicas a la unidad 4.2-31
4.2.6.f Entradas digitales a la unidad Direccional de Secuencia Directa 4.2-31
4.2.6.g Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Secuencia Directa 4.2-32
4.2.6.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.2-32
4.2.6.i Ensayo de la unidad de protección 4.2-33

Los equipos disponen de las siguientes unidades direccionales para el control de las unidades de sobreintensidad:

Unidades Direccionales		
1	Unidad direccional de fases	**67**
1	Unidad direccional de neutro	**67N**
1	Unidad direccional de tierra	**67G**
1	Unidad direccional de secuencia inversa	**67Q**
1	Unidad direccional de secuencia directa	**67P**

4.2.1 Principios comunes

La unidad direccional tiene como misión determinar la dirección del flujo de la intensidad de operación para realizar el control de la unidad de sobreintensidad asociada a ella. La dirección se determina por comparación de su fase con la de una magnitud de referencia, cuya fase se mantiene con independencia de la dirección del flujo de la intensidad de operación.

Cada unidad direccional tiene el control sobre las unidades de sobreintensidad correspondientes siempre que el ajuste de ***Control de par*** sea distinto de **Cero**. El control sobre la unidad de sobreintensidad se hace impidiendo la operación de las unidades de arranque en el caso de que la intensidad fluya en sentido contrario al elegido. Si la unidad direccional inhibe la operación de la unidad de sobreintensidad, no se iniciará la función de temporización. Si la inhibición se produce una vez iniciada la temporización, ésta se repondrá de forma que, si la inhibición desaparece, la temporización se realizará de nuevo desde cero. Un disparo requiere en cualquier caso la realización ininterrumpida de la función de temporización. En el caso de las unidades temporizadas se debe cumplir el ***Tiempo de coordinación*** para que se permita el disparo de las mismas.

Si el ***Control de par*** es igual a **Cero** el control direccional está inhibido y se permite el arranque de las unidades de sobreintensidad para flujos de intensidad en las dos direcciones: dirección y contradirección.

En todos los casos, la unidad direccional es capaz de dar permisos y bloqueos para las dos direcciones (dirección y contradirección) en función del ajuste de ***Control de par*** (**1** para disparos en dirección y **2** para disparos en contradirección). Activada la entrada de **Anulación del par**, no se permite el arranque de la unidad direccional correspondiente.

La entrada de **Inversión de la dirección de disparo** (**IN_INV_TRIP**) invierte, si se activa, la dirección de operación de todas las unidades direccionales.

Todas las unidades direccionales generan salidas de dirección y contradirección, tanto instantáneas como temporizadas, y éstas ejercen el control direccional sobre las unidades de sobreintensidad instantáneas y temporizadas, respectivamente. La temporización de las salidas temporizadas de las unidades direccionales viene dada por el ajuste ***Tiempo de coordinación***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El ***Tiempo de coordinación*** evita disparos erróneos ante inversiones de intensidad que se produzcan en dobles circuitos. Consideremos el caso de dos líneas paralelas; la detección de una falta y su posterior disparo secuencial en una de ellas puede ocasionar la inversión de intensidad en uno de los terminales de la línea en paralelo, arrancado por efecto de la misma falta. En este caso, la unidad direccional invertirá su estado y pasará de no permitir a permitir el disparo. Si por causa del esquema de **Sobrealcance permisivo** el temporizador estuviera anulado, se produciría un disparo instantáneo ya que la señal de recepción de canal tiene un tiempo de reposición distinto de cero. Para evitar esta posibilidad, se puede hacer uso del ***Tiempo de coordinación***, que retrasa la aplicación del permiso direccional hasta que haya desaparecido la señal de recepción de canal. Este retardo sólo afecta a las unidades temporizadas, siempre y cuando estén configuradas como direccionales.

El ajuste correspondiente al ***Ángulo característico Neutro/Tierra*** es común para los tres tipos de neutro (Neutro Calculado, Tierra y Neutro Sensible). Por otro lado, hay que tener en cuenta que el ángulo característico para las fases es capacitivo.

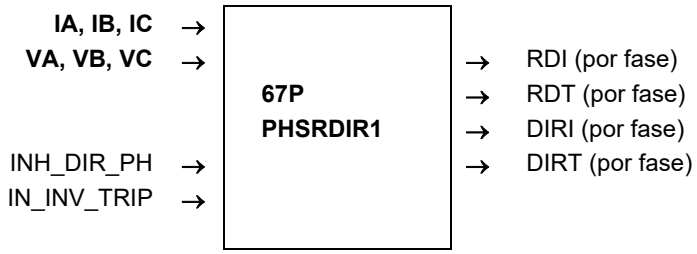
El ajuste correspondiente al ***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra*** afectará a la polarización de las unidades de Neutro, Neutro Sensible y Tierra, ya que la tensión de polarización para estas unidades podrá ser la seleccionada en dicho ajuste, es decir, la tensión de neutro calculada **VN** (siendo esta tensión de neutro la calculada a partir de las tres tensiones de fases) o la tensión de tierra **VG** (obtenida directamente a través de una conexión de transformador de tensión en triángulo abierto conectándolo a las bornas dedicadas para tal fin). Este ajuste no tendrá ningún efecto en las unidades direccionales de neutro cuando estén configuradas para ser polarizadas por **67Q**.

4.2.2 Unidad Direccional de Fases

4.2.2.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobreintensidad direccional de fases	PHSRDIR1	3I →	67P

4.2.2.b Bloque general de la unidad



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.2.c Principio de operación y diagrama de bloques

Existe una unidad direccional para cada una de las fases. En una cualquiera de ellas, la magnitud de operación es la intensidad de fase y la de polarización es la tensión compuesta correspondiente a las otras dos fases tomadas 2 ciclos antes del momento actual.

En la Tabla 4.2-1 (Unidad Direccional de Fases) pueden verse las magnitudes de operación y polarización aplicadas a cada una de las tres fases.

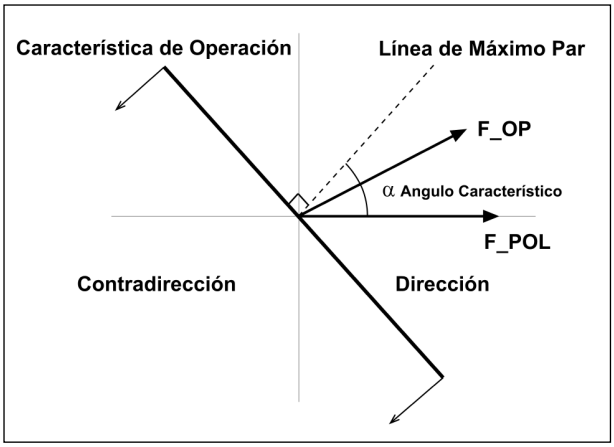


Figura 4.2.1 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Fase.

Las unidades direccionales de fase comprueban que la intensidad y las tensiones de las fases superen unos determinados valores. Este valor es ajustable para la tensión (ajuste ***Tensión mínima fases***) y de **60 mA** para la intensidad. Si la intensidad o la tensión no superan sus valores umbrales, se deja de comprobar el criterio de operación antes comentado y se mira el ajuste de ***Bloqueo por falta de polarización***. Si este ajuste está a **NO** actúa como en el caso de la inhibición del direccional, permitiendo el disparo independientemente de la dirección del flujo de intensidad, pero si está a **SÍ** la unidad indica bloqueo por falta de polarización y se bloquean los disparos en ambas direcciones.

En la tabla que se muestra a continuación se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en la unidad direccional de fases, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 4.2-1: Unidad Direccional de Fases			
Secuencia de fases ABC			
Fase	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
A	I_A	$U_{BCM} = (V_B - V_C)_M$	$-(90^o - ANG_67) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le (90^o + ANG_67)$
B	I_B	$U_{CAM} = (V_C - V_A)_M$	
C	I_C	$U_{ABM} = (V_A - V_B)_M$	
Secuencia de fases ACB			
Fase	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
A	I_A	$U_{CBM} = (V_C - V_B)_M$	$-(90^o - ANG_67) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le (90^o + ANG_67)$
B	I_B	$U_{ACM} = (V_A - V_C)_M$	
C	I_C	$U_{BAM} = (V_B - V_A)_M$	

La característica de operación, dibujada sobre un diagrama polar, es una recta, cuya perpendicular (línea de máximo par) se encuentra girada un cierto ángulo en sentido anti-horario, llamado ángulo característico de fases, respecto a la magnitud de polarización. Dicha recta, así formada, divide al plano en dos semiplanos. Destacar que dicho ángulo característico resulta ser el complementario del valor del argumento de la impedancia de secuencia directa de la línea (ver el ejemplo de aplicación).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La unidad direccional, si está configurada en **Dirección**, habilita a la unidad de sobreintensidad cuando el fasor de la magnitud de operación se encuentre en la zona de operación, ±90° respecto la línea de máximo par, e inhibiéndola cuando se encuentre en el semiplano opuesto. Cuando la unidad está configurada en **Contradirección**, habilita a la unidad de sobreintensidad cuando no se cumple dicho criterio, es decir, en el semiplano contrario. Como se ha mencionado anteriormente, el control direccional se realiza fase a fase.

El diagrama lógico de operación de la unidad direccional de fases se muestra en la Figura 4.2.2.

La activación de la entrada de **Inhibición de la unidad direccional de fases** (**INH_DIR_IN**) convierte a la unidad en **No direccional**.

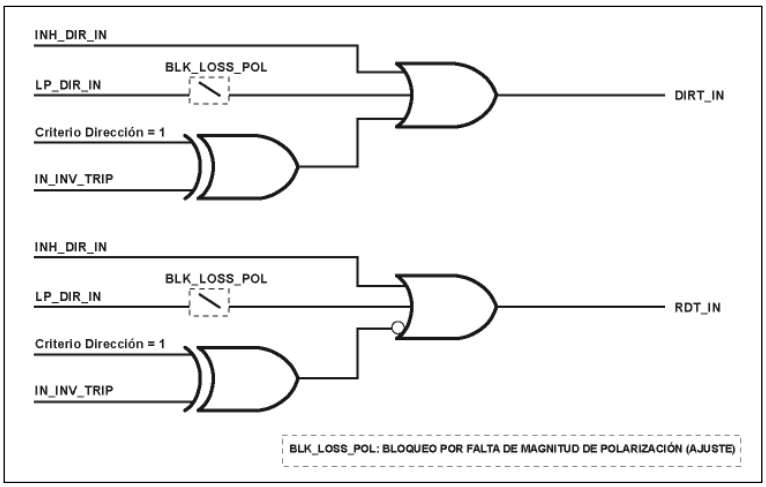


Figura 4.2.2 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Fases.

La entrada de **Inversión de la dirección de disparo** (**IN_INV_TRIP**) invierte, si se activa, la dirección de operación de la unidad direccional.

4.2.2.d Polarización propia

La unidad direccional de fases dispone del ajuste ***Tipo de polarización fases*** que permite cambiar el fasor de polarización, por defecto polarización cruzada (según la Tabla 4.2-2), para trabajar con polarización propia (tensión de la fase en falta).

En el caso de trabajar con polarización propia, el ángulo característico que utiliza la unidad es 90 – ajuste **Ángulo característico de fases**.

Tabla 4.2-2: Unidad Direccional de Neutro		
Fop	**Fpol**	**Criterio**
IA	VA	$-(180^{o} - ANG_67) \leq [arg(Fop) - arg(Fpol)] \leq (ANG_67)$
IB	VB	
IC	VC	

La polarización propia depende de una magnitud de polarización que puede ser muy débil, debido a que la fase en falta puede sufrir una caída considerable de tensión, mientras que la polarización cruzada garantiza una magnitud de polarización más fuerte, al involucrar las tensiones de las dos fases que son distintas a la fase de la magnitud de operación.

Por este motivo se recomienda dejar el ajuste ***Tipo de polarización fases*** en su valor por defecto (polarización cruzada).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.2.e Aplicación de la unidad

En sistemas con transformadores en paralelo y acoplamiento de barras, las unidades de sobreintensidad instantáneas normalmente se aplican en primera instancia con direccionalidad para impedir la apertura dejando la barra sin alimentar en faltas presentes en uno de los transformadores, pudiéndose utilizar unidades no direccionales con tiempos de retraso mayores como *backup*.

En sistemas montados en anillo, como pudieran ser los centros de transformación que alimentan un aeropuerto o metro, la corriente puede fluir en cualquier dirección y es por ello que se utilizan unidades direccionales para detectar faltas entre posiciones.

4.2.2.f Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

En este apartado se va a realizar un análisis relativo al valor de ajuste del ***Angulo característico*** para las fases respecto de la ***Magnitud de polarización*** que el equipo emplea para establecer la **Línea de máximo par** que da lugar a las zonas de **Operación** y **Bloqueo** de las unidades diferenciales de fase en modo **Dirección**.

Partiendo del caso más sencillo, que puede ser una línea trifásica abierta en uno de sus extremos, suponemos una falta monofásica de la **fase A** a tierra y sin impedancia de defecto. Si la impedancia de la línea es $\mathbf{Z_{la}}$, la intensidad $\mathbf{I_A}$ que circulará por la falta vendrá generada por la presencia de tensión $\mathbf{V_A}$ y en retraso con respecto a ella un ángulo α.

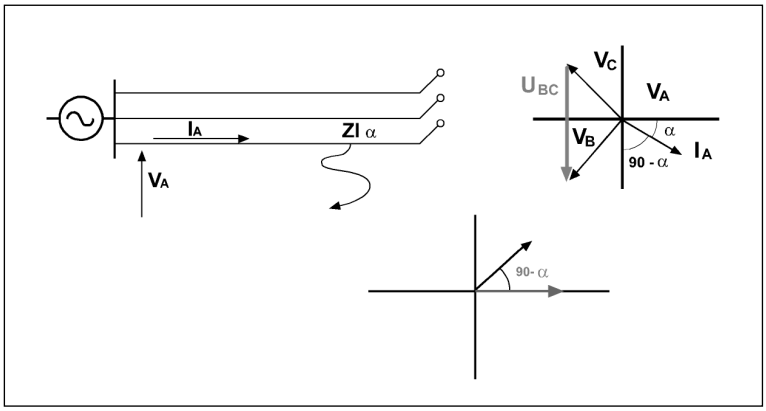


Figura 4.2.3 Gráficas para el ejemplo de aplicación.

Los equipos con unidades direccionales para las fases no utilizan las tensiones simples de fase como magnitud de polarización para cada una de sus correspondientes magnitudes de operación (las intensidades de cada fase). Las **Magnitudes de polarización** empleadas son las tensiones compuestas entre las otras dos fases no implicadas en la posible falta monofásica (ver Tabla 4.2-1, Unidad Direccional de Fases).

Tal y como se aprecia en los gráficos anteriores, para un defecto en la fase A como el descrito inicialmente, la magnitud de polarización que el equipo utiliza para decidir si hay o no disparo es la tensión $U_{BC} = V_B - V_C$, que se encuentra retrasada en cuadratura respecto de la tensión simple de la fase en falta V_A.

Dado que el ángulo característico (**ANG_67**) que se ajusta en el equipo es el que hay entre la magnitud de operación y la magnitud de polarización (ver Figura 4.2.1), el valor que ha de asignársele debe ser el ángulo complementario al argumento de la **Impedancia de la línea**.

Todo lo comentado hasta este punto para la fase A es directamente extrapolable para las fases B y C.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Como conclusión, si la impedancia de la línea es **ZIα**, el ángulo característico (**ANG_67**) que hay que ajustar para las fases es:

$$\mathbf{ANG_67 = 90 - \alpha}$$

4.2.2.g Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Direccional					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Angulo Carac Fase	Ángulo Car. Fase	PHSRDIR1.ChrAng	-90º - +90º	1º	15º
Bloq. Falta Pol	Bloq. Falta Pol	GNDRDCF1.BlkLosPol	SÍ / NO		NO
Tensión Mín Fases	Tensión Mín Fases	PHSRDIR1.BlkValV	0,05 - 10V	0,01V	0,2V
Tiempo Coordinación	Tiempo Coordinaci.	GNDRDCF1.CrdTmms	0 - 30ms	1ms	0ms
Tipo Polarización de Fases	Tipo pol Fases		Cruzada Propia		Cruzada

4.2.2.h Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades direccionales de fases será la intensidad fundamental IA, IB e IC. Así mismo hará uso de las tensiones de fase memorizadas como magnitud de polarización

Tabla 4.2-3: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC
VA	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC
VAB	Tensión compuesta AB (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsAB
VBC	Tensión compuesta BC (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsBC
VCA	Tensión compuesta CA (secuencia ABC)	MMXU1.PPV.phsCA
VAC	Tensión compuesta AC (secuencia ACB)	
VBA	Tensión compuesta BA (secuencia ACB)	
VCB	Tensión compuesta CB (secuencia ACB)	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.2.i Entradas digitales a la unidad Direccional de Fases

Tabla 4.2-4: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad Direccional de Fases

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
INH_DIR_PH	Entradas lógicas a protección	PHSRDIR1.Mod	Inhibición Direccional de Fases	I	La activación de esta entrada convierte a la unidad direccional en no direccional.
IN_INV_TRIP		RDCF1.ChgTrDir	Inversión de Polarización	I	Cuando la entrada está en reposo, las zonas de operación es la definida en ajustes. Si se activa, se invierte la zona de operación.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.2.2.j Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Fases

Tabla 4.2-5: Salidas digitales de los módulos de sobreintensidad Direccional de Fases

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
RDI_A	Salidas unidades direccionales.	PHSRDIR1.Dir1	Contradirección Instantáneo Fase A	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección opuesta a la de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
RDI_B		PHSRDIR1.Dir1	Contradirección Instantáneo Fase B	I,F	
RDI_C		PHSRDIR1.Dir1	Contradirección Instantáneo Fase C	I,F	
RDT_A		PHSRDIR1.Dir2	Contradirección Temporizado Fase A	I,F	
RDT_B		PHSRDIR1.Dir2	Contradirección Temporizado Fase B	I,F	
RDT_C		PHSRDIR1.Dir2	Contradirección Temporizado Fase C	I,F	
DIRI_A		PHSRDIR1.Dir1	Dirección Instantáneo Fase A	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
DIRI_B		PHSRDIR1.Dir1	Dirección Instantáneo Fase B	I,F	
DIRI_C		PHSRDIR1.Dir1	Dirección Instantáneo Fase C	I,F	
DIRT_A		PHSRDIR1.Dir2	Dirección Temporizado Fase A	I,F	
DIRT_B		PHSRDIR1.Dir2	Dirección Temporizado Fase B	I,F	
DIRT_C		PHSRDIR1.Dir2	Dirección Temporizado Fase C	I,F	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.2.k Nodos lógicos IEC 61850

CLASS IRLRDCF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Extended Data		
ChgTrdir	EXT_SPC	Polarization inversion command
BlkLosPol	EXT_SPG	Block due to loss of polarization
CrdTmms	EXT_ING	Coordination time

CLASS IRLPHSRDIR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Dir1	ACD	Phase instantaneous units direction
Dir2	ACD	Phase time units direction
Settings		
ChrAng	ASG	Characteristic angle
BlkValV	ASG	Minimum operating polarization voltage

4.2.2.l Ensayo de la unidad de protección

Comprobar que el ajuste de ***Habilitación del bloqueo de arranque*** o el de ***Control de par*** está en **Dirección** antes de realizar la prueba, así como que la entrada de inversión de direccionalidad no esté operativa.

El ensayo se puede realizar fase a fase: Ia con Vb, Ib con Vc e Ic con Va. En la Tabla 4.2-6 (Direccionalidad fases) se presentan los ángulos entre los cuales el equipo debe dar permiso de dirección. Para comprobar si el equipo está viendo dirección o no se debe ir al menú de **Información - Estado - Unidades de medida – Sobreintensidad - Int. Direccional** y contrastar los estados de los *flags* correspondientes a la fase ensayada.

Tabla 4.2-6: Direccionalidad fases

V APLICADA	I APLICADA
Vb = 64V $\angle$0º	Ia = 1A $\angle$(270º+α caract a 90º + α caract) $\pm$ 2º
Vc = 64V $\angle$0º	Ib = 1A $\angle$(270º+α caract a 90º + α caract) $\pm$ 2º
Va = 64V $\angle$0º	Ic = 1A $\angle$(270º+α caract a 90º + α caract) $\pm$ 2º

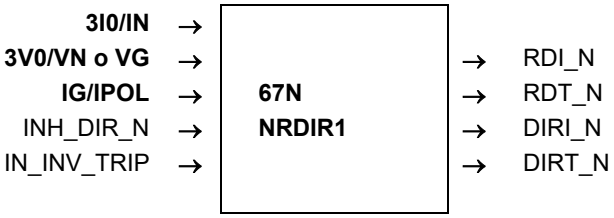
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.3 Unidad Direccional de Neutro

4.2.3.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobreintensidad direccional de neutro	NRDIR1	3Io →	67N

4.2.3.b Bloque general de la unidad



4.2.3.c Principio de operación y diagrama de bloques

La operación de la unidad direccional de neutro está basada en la utilización de magnitudes de neutro calculada. Se toma como magnitud de operación la intensidad de neutro (3I0) calculada por el equipo a partir de las intensidades de fase y compensada mediante el ajuste ***Factor Compensación Tensión de Neutro*** (K Comp Tensión Neutro: K_{COMP_67N}).

$$\bar{I}_N = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$$

La magnitud de polarización será la tensión de neutro medida por el equipo mediante del canal dedicado para medir **VG**, cuando el ajuste ***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra*** sea **VG**, mientras que el equipo hará uso de la tensión homopolar de neutro calculada, a partir de las tensiones de fase, cuando el ajuste ***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra*** sea **VN**.

$$\overline{V_N} = \overline{VA} + \overline{VB} + \overline{VC}$$ (***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra = VN***)

El principio de operación de la unidad direccional de neutro descansa sobre la determinación del desfase relativo entre la intensidad homopolar compensada y la tensión homopolar. En la Figura 4.2.4 se muestra el diagrama vectorial asociado a la unidad direccional de neutro.

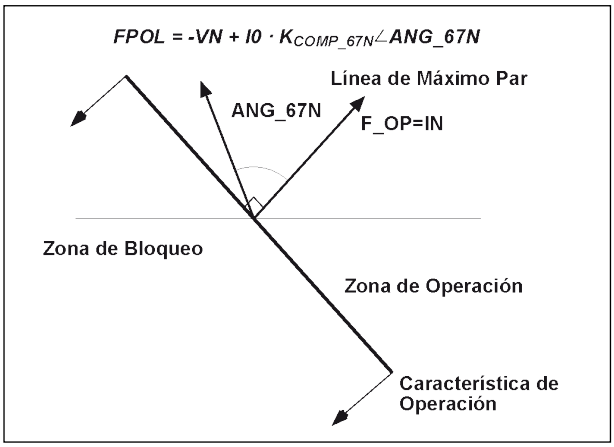


Figura 4.2.4 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Neutro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La unidad direccional de neutro comprueba que los fasores de operación y polarización superen unos determinados valores. Este valor es de **6,9 mA** para el fasor de operación, independientemente del valor que tome el ajuste de ***Control de par*** (***67N*** o ***67G***), siendo ajustable, por otro lado, el valor a superar para el fasor de polarización dependiendo el ***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra*** seleccionado.

- En caso de seleccionar la opción ***VN***, deberá superarse el ajuste ***Tensión mínima neutro*** (dado que el ajuste hace referencia a la tensión de neutro calculada).
- En caso de seleccionar la opción ***VG***, deberá superarse el ajuste ***Tensión mínima Tierra*** (dado que el ajuste hace referencia a la tensión medida de tierra).

Si el fasor de operación o polarización no supera sus valores se mira el ajuste de ***Bloqueo por falta de polarización***. Si este ajuste está a **NO** actúa como en el caso de la inhibición del direccional, pero si está a **SÍ** indica bloqueo por falta de polarización y se bloquean los disparos en ambas direcciones.

En la Tabla 4.2-7 (Unidad Direccional de Tierra), que se muestra a continuación, se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en la unidad direccional de neutro, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 4.2-7:Unidad Direccional de Tierra

Fop	Fpol	Criterio
IG	$-VN + IG \cdot K_{COMP_67G} \angle ANG_67N/G$	$-\left(90º + ANG_67N/G\right) \le \left[\arg\left(Fop\right) - \arg\left(Fpol\right)\right] \le \left(90º - ANG_67N/G\right)$

El ajuste K_{COMP_67N} presenta dos finalidades:

- **Aumentar el módulo del fasor de polarización**, con el fin de que éste supere el ajuste ***Mínima tensión de neutro***:
  Cuando la impedancia de secuencia cero de la fuente local es pequeña, ante una falta hacia delante, la tensión $3V0$ que mide el relé podrá presentar valores por debajo del ajuste ***Mínima tensión de neutro*** [se dedujo antes que $3V0 = ZA0 \cdot (-3I0)$]. Con el fin de disponer de tensión suficiente para polarizar la unidad direccional de neutro, al fasor $-3V0$ se le suma una nueva tensión con igual fase, que se corresponderá con la caída de tensión en una impedancia con ángulo **ANG_67N/G** (se supone que dicho ajuste será igual al ángulo de $ZA0$) y con módulo igual K_{COMP_67N}. El efecto del nuevo fasor de polarización es el de ampliar el módulo de la impedancia de secuencia homopolar de la fuente local un valor igual a K_{COMP_67N}.
- **Compensar la inversión que la tensión V0** pueda experimentar en líneas con compensación serie:
  Ante faltas hacia delante en una línea con compensación serie, $3V0$ se invertirá (aproximadamente 180º considerando que el ángulo de la impedancia de fuente es cercano a 90º) siempre que la impedancia de secuencia cero existente entre el transformador de tensión y la fuente local sea capacitiva. En ese caso, la unidad direccional actuará erróneamente pues considerará que la falta es en contradirección. Con el fin de girar 180º la tensión $-3V0$ invertida, de forma que la unidad direccional pueda ver la falta hacia delante, se deberá aplicar un factor K_{COMP_67N} cuyo valor supere el valor de la reactancia capacitiva introducida.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La activación de la entrada de **Inhibición de la unidad direccional de neutro** (**INH_DIR_N**) convierte a la unidad en no direccional.

El diagrama lógico de operación de la unidad direccional de neutro se muestra en las Figura 4.2.5.

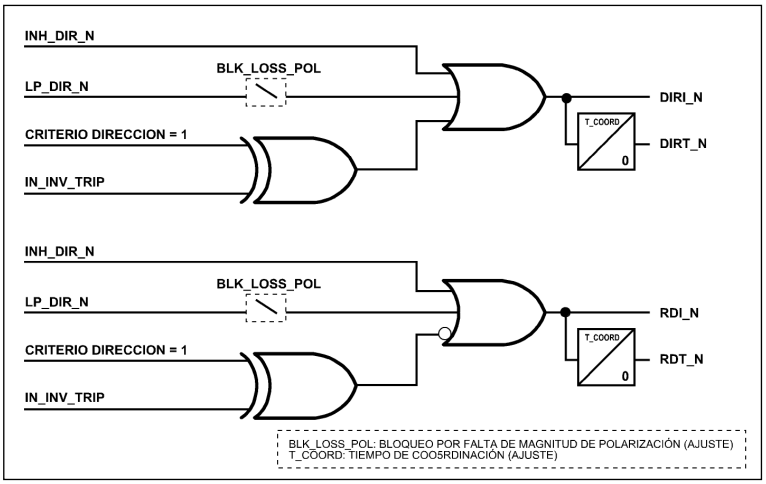


Figura 4.2.5 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Neutro.

4.2.3.d Polarización por intensidad

Se trata de determinar el desfase existente entre la intensidad residual y la que circula por la puesta a tierra. El análisis es simple ya que los desfases entre ambas magnitudes no pueden ser otros que 0º y 180º o, lo que es lo mismo, el ángulo característico debe ser siempre de 0º.

Cuando está configurada en dirección, la zona de operación corresponde a la zona en donde la intensidad de falta o de operación In está en fase 0º respecto a la que circula por la puesta a tierra, como en la figura **F_POL** es igual a **IPT**, por lo tanto, **F_POL** e **In** deben estar en fase para estar en la zona de operación. Cuando está configurada en contradirección, habilita a la unidad de sobreintensidad en el semiplano contrario. En la Figura 4.2.6 se muestra el diagrama vectorial asociado a la unidad direccional de neutro cuando se utiliza una polarización por intensidad.

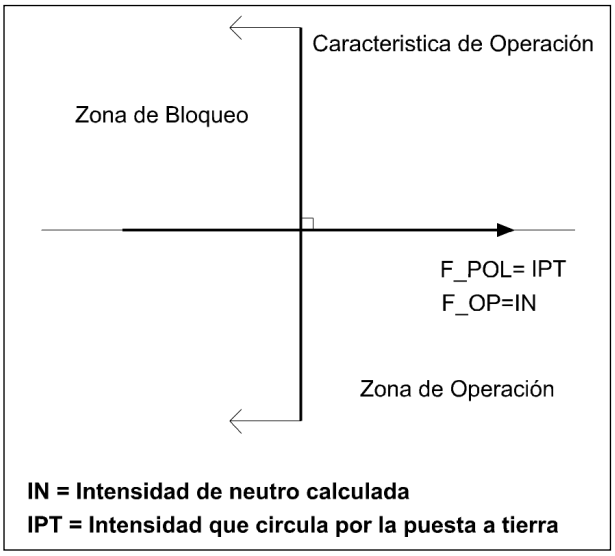


Figura 4.2.6 Diagrama vectorial de la unidad direccional de neutro (polarización por intensidad).

Nota: La polarización por intensidad podrá estar presente en caso de ajustar el *TIPO de IG* como IG, en caso contrario, cuando el *TIPO de IG* se ajuste como IN, la polarización por intensidad no hará efecto sobre la unidad direccional de neutro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.3.e Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

Las figuras 4.2.7 y 4.2.8 muestran la red de secuencia homopolar para una falta a tierra (monofásica o bifásica) hacia adelante y hacia atrás respectivamente.

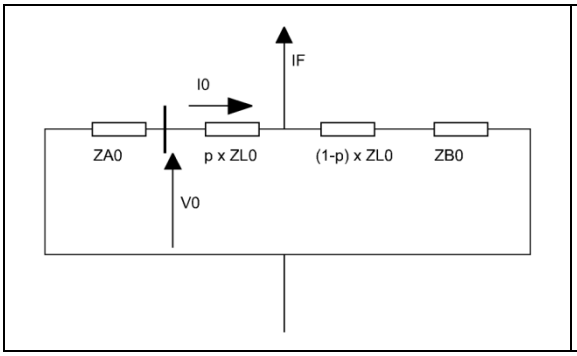


Figura 4.2.7 Red de secuencia cero para falta hacia adelante.

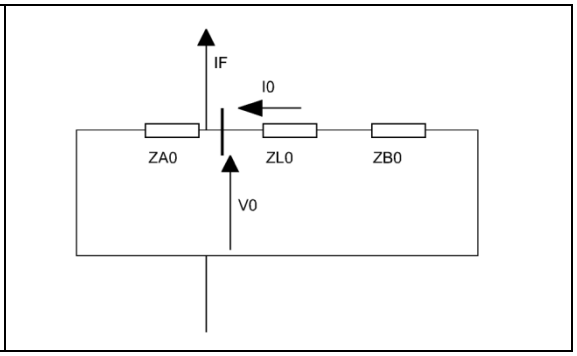


Figura 4.2.8 Red de secuencia cero para falta hacia atrás.

Dado que la unidad direccional de neutro opera con **3V0** (VN) y **3I0** (IN), las fórmulas deducidas a continuación incluirán en ambos miembros de la ecuación el factor 3.

Si la falta es hacia delante, se puede deducir que $3V0 = ZA0 \cdot (-3I0)$, donde $ZA0$ es la impedancia de secuencia cero de la fuente local. Se ve, por tanto, que el ángulo entre $-3V0$ y $3I0$ será el correspondiente a dicha impedancia. Por ello, ese debe ser el ángulo característico de la unidad direccional de neutro (ajuste ***ANG_67N/G***).

Si la falta es en contradirección, se obtendrá la siguiente expresión: $3V0 = (ZL0 + ZB0) \cdot 3I0$, donde $ZL0$ y $ZB0$ son las impedancias de secuencia cero de la línea y la fuente remota respectivamente. Por lo tanto, el ángulo entre $-3V0$ y $3I0$ será el suplementario del ángulo de la impedancia $ZL0 + ZB0$ (que será parecido al ángulo de $ZA0$).

Mediante el desfase relativo entre $-3V0$ y $3I0$ se puede deducir, por tanto, la direccionalidad de la falta.

El valor de K_{COMP_67N} debe restringirse con el fin de que la unidad direccional de neutro no tome decisiones direccionales erróneas ante faltas en contradirección. Cuando la falta es hacia atrás $3V0 = (ZL0 + ZB0) \cdot 3I0$, tal y como se dedujo anteriormente. Si suponemos que el ángulo de $ZL0 + ZB0$ es similar al ajuste ***ANG_67N/G*** (supuesto igual al ángulo de $ZA0$), $-3V0$ y $3I0 \cdot K_{COMP_67N}$ estarán en contrafase, por lo que la suma de $3I0 \cdot K_{COMP_67N}$ reduce el valor del fasor de polarización, pudiendo incluso invertir su dirección. Esto último ocurrirá si $K_{COMP_67N} > (ZL0 + ZB0)$; en ese caso, la unidad direccional considerará que la falta es hacia delante. Por ello el valor de K_{COMP_67N} viene restringido por el valor de $ZL0 + ZB0$.

Con el fin de evitar decisiones direccionales erróneas ante faltas en contradirección, tal y como se comentó anteriormente, K_{COMP_67N} deberá ser menor que $ZL0 + ZB0$ (impedancia existente entre el transformador de tensión y la fuente remota).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.3.f Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Direccional					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Angulo Carac Neutro/Tierra	Ángulo Car Neu/gnd	RDCF1.ChrAngNGnd	-90º - +90º	1º	75º
Bloq. Falta Pol	Bloq. Falta Pol	RDCF1.BlkLosPol	SÍ / NO		NO
Tensión Mín Neutro	Tensión Mín Neutro	NRDIR1.BlkValV	0,05 - 10V	0,01V	0,2V
Tensión Mín Tierra	Tension Min Tierra	GNDRDIR1.BlkValV	0,05 - 10V	0,01V	0,2V
K Comp Tension Neutro	K Comp Tens Neutro	NRDIR1.KFactPol	0 - 50	0,01	0
Tiempo Coordinación	Tiempo Coordinaci.	GNDRDCF1.CrdTmms	0 - 30ms	1ms	0ms
Tipo de V_POL de Neutro/Tierra	Tipo V_POL Neu/gnd	RDCF1.VPolTyp	VN VG		VN

4.2.3.g Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de la unidad direccional de neutro será la intensidad calculada de neutro a partir de las intensidades fundamentales IA, IB e IC. Así mismo, hará uso de la tensión de neutro medida o calculada a partir de las tensiones de fase en función del ajuste ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra*** y la **IG** como magnitudes de polarización.

La magnitud de polarización por intensidad para la unidad direccional de neutro será la intensidad medida de tierra (IG) en función del ajuste ***Tipo IG***.

Tabla 4.2-8: Entradas analógicas del módulo Direccional de Neutro		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
3I0 / IN	Intensidad calculada de neutro	MMXU1.A.res
IG / IPOL	Intensidad de polarización de neutro	MMXU1.A.neut
VG	Tensión de neutro medida	MMXU1.PhV.neut
3V0 / VN	Tensión de neutro calculada	MMXU1.PhV.res

$$\bar{I}_N = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$$

$$\overline{V_N} = \overline{V_A} + \overline{V_B} + \overline{V_C} \quad (\textbf{\textit{Tipo de V_POL Neutro/Tierra = VN}})$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.3.h Entradas digitales a la unidad Direccional de Neutro

Tabla 4.2-9: Entradas digitales del módulo Direccional de Neutro					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INH_DIR_N	Entradas lógicas a protección.	NRDIR1.Mod	Inhibición Direccional de Neutro	I	La activación de esta entrada convierte a la unidad direccional en no direccional.
IN_INV_TRIP		RDCF1.ChgTrDir	Inversión de Polarización	I	Cuando la entrada está en reposo, las zonas de operación es la definida en ajustes. Si se activa, se invierte la zona de operación.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.2.3.i Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Neutro

Tabla 4.2-10: Salidas digitales del módulo Direccional de Neutro					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
RDI_N	Salidas unidades direccionales.	NRDIR1.Dir1	Contradirección Instantáneo Neutro	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección opuesta a la de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
RDT_N		NRDIR1.Dir2	Contradirección Temporizado Neutro	I,F	
DIRI_N		NRDIR1.Dir1	Dirección Instantáneo Neutro	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
DIRT_N		NRDIR1.Dir2	Dirección Temporizado Neutro	I,F	
	Salidas genéricas de protección	NRDIR1.LosPol	Falta Polarización	I	Indicación de que la magnitud de polarización no supera los valores mínimos

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.3.j Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLNRDIR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Dir1	ACD	Instantaneous units direction
Dir2	ACD	Time units direction
Settings		
ChrAng	ASG	Characteristic angle
BlkValV	ASG	Minimum operating polarization voltage
Extended Data		
KFactPol	EXT_ASG	Compensation factor
LosPol	EXT_ACT	Polarization signal is lost

4.2.3.k Ensayo de la unidad de protección

Comprobar que el ajuste de ***Habilitación del bloqueo de arranque*** o el de ***Control de par*** está en **Dirección** antes de realizar la prueba, así como que la entrada de inversión de direccionalidad no esté operativa.

El ensayo se puede realizar fase a fase: In con Va (siempre y cuando ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra*** = **VN**) o con el canal **VG** (siempre y cuando ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra*** = **VG**). En la Tabla 4.2-11 (Direccionalidad neutro) se presentan los ángulos entre los cuales el equipo debe dar permiso de dirección. Para comprobar si el equipo está viendo dirección o no se debe ir al menú de **Información - Estado - Unidades de medida – Sobreintensidad - Int. Direccional** y contrastar los estados de los *flags* correspondientes a la fase ensayada.

Tabla 4.2-11: Direccionalidad neutro			
Direcc. Neutro y Neutro sensible por Vpol		**Direcc. Neutro por Ipol**	
V APLICADA	I APLICADA	I APLICADA	
Vpol = 64V⌊0º	In = 1A⌊ (90º - α caract a 270º - α caract) $\pm$ 2º	Ip = 1A⌊180º	In = 1A⌊-90º a 90º

Dependiendo el valor del ajuste ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra***, la **Vpol** pasará a ser lo inyectado en **VA** o en **VG**.

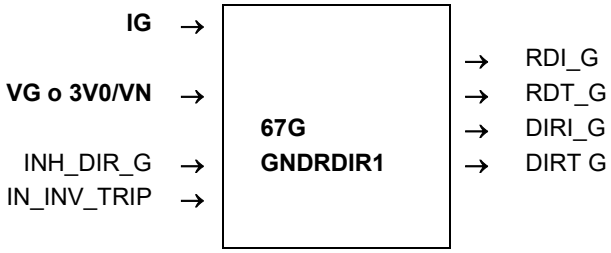
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.4 Unidad Direccional de Tierra

4.2.4.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobreintensidad direccional de tierra	GNDRDIR1	3Io →	67G

4.2.4.b Bloque general de la unidad



4.2.4.c Principio de operación y diagrama de bloques

La operación de la unidad direccional de neutro está basada en la utilización de magnitudes de secuencia homopolar. Se toma como magnitud de operación la intensidad de tierra (**IG**) medida y compensada mediante el ajuste ***Factor Compensación Tensión de Tierra*** (***K Comp Tensión Tierra***: K_{COMP_67G}).

La magnitud de polarización será la tensión de neutro medida por el equipo mediante del canal dedicado para medir **VG**, cuando el ajuste ***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra*** sea **VG**, mientras que el equipo hará uso de la tensión homopolar de neutro calculada, a partir de las tensiones de fase, cuando el ajuste ***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra*** sea **VN**.

$$\overline{V_N} = \overline{V_A} + \overline{V_B} + \overline{V_C} \quad (\textbf{\textit{Tipo de V_POL de Neutro/Tierra = VN}})$$

El principio de operación de la unidad direccional de neutro descansa sobre la determinación del desfase relativo entre la intensidad homopolar compensada y la tensión homopolar. En la Figura 4.2.9 se muestra el diagrama vectorial asociado a la unidad Direccional de Tierra.

Nota: Si el canal de puesta a tierra (IG) es utilizado para la polarización por intensidad en la unidad direccional de neutro, se recomienda en las unidades direccionales de tierras, al carecer de sentido, que no se utilice la función de direccionalidad.

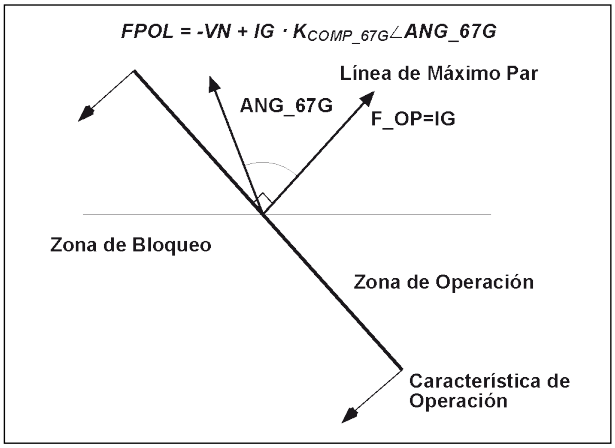


Figura 4.2.9 Diagrama vectorial de la unidad direccional de Tierra.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La unidad direccional de tierra comprueba que los fasores de operación y polarización superen unos determinados valores. Este valor es de **6,9 mA** para el fasor de operación, independientemente del valor que tome el ajuste de ***Control de par*** (***67N*** o ***67G***), siendo ajustable, por otro lado, el valor a superar para el fasor de polarización dependiendo el ***Tipo de V_POL de Neutro/Tierra*** seleccionado.

- En caso de seleccionar la opción ***VG***, deberá superarse el ajuste ***Tensión mínima Tierra*** (dado que el ajuste hace referencia a la tensión medida de tierra).
- En caso de seleccionar la opción ***VN***, deberá superarse el ajuste ***Tensión mínima neutro*** (dado que el ajuste hace referencia a la tensión de neutro calculada).

Si el fasor de operación o polarización no supera sus valores se mira el ajuste de ***Bloqueo por falta de polarización***. Si este ajuste está a **NO** actúa como en el caso de la inhibición del direccional, pero si está a **SÍ** indica bloqueo por falta de polarización y se bloquean los disparos en ambas direcciones.

En la Tabla 4.2-12 (Unidad Direccional de Tierra), que se muestra a continuación, se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en la unidad direccional de neutro, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 4.2-12: Unidad Direccional de Tierra

Fop	Fpol	Criterio
IG	$-VN + IG \cdot K_{COMP_67G} \angle ANG_67N/G$	$-\left(90º + ANG_67N/G\right) \le \left[\arg\left(Fop\right) - \arg\left(Fpol\right)\right] \le \left(90º - ANG_67N/G\right)$

El ajuste K_{COMP_67G} presenta dos finalidades:

- **Aumentar el módulo del fasor de polarización**, con el fin de que éste supere el ajuste ***Mínima tensión de tierra***:
  Cuando la impedancia de secuencia cero de la fuente local es pequeña, ante una falta hacia delante, la tensión $V0$ que mide el relé podrá presentar valores por debajo del ajuste ***Mínima tensión de tierra*** [se dedujo antes que $3V0 = ZA0 \cdot (-IG)$]. Con el fin de disponer de tensión suficiente para polarizar la unidad direccional de neutro, al fasor $-3V0$ se le suma una nueva tensión con igual fase, que se corresponderá con la caída de tensión en una impedancia con ángulo **ANG_67N/G** (se supone que dicho ajuste será igual al ángulo de $ZA0$) y con módulo igual K_{COMP_67G} . El efecto del nuevo fasor de polarización es el de ampliar el módulo de la impedancia de secuencia homopolar de la fuente local un valor igual a K_{COMP_67G} .

- **Compensar la inversión que la tensión V0** pueda experimentar en líneas con compensación serie:
  Ante faltas hacia delante en una línea con compensación serie, $3V0$ se invertirá (aproximadamente 180º considerando que el ángulo de la impedancia de fuente es cercano a 90º) siempre que la impedancia de secuencia cero existente entre el transformador de tensión y la fuente local sea capacitiva. En ese caso, la unidad direccional actuará erróneamente pues considerará que la falta es en contradirección. Con el fin de girar 180º la tensión $-3V0$ invertida, de forma que la unidad direccional pueda ver la falta hacia delante, se deberá aplicar un factor K_{COMP_67G} cuyo valor supere el valor de la reactancia capacitiva introducida.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La activación de la entrada de **Inhibición de la unidad direccional de tierra** (**INH_DIR_G**) convierte a la unidad en no direccional.

El diagrama lógico de operación de la unidad Direccional de Tierra se muestra en las Figura 4.2.10.

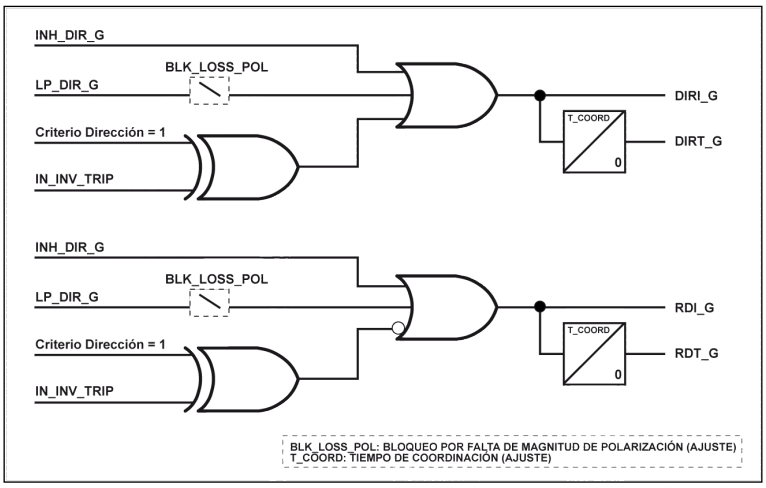


Figura 4.2.10 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Tierra.

4.2.4.d Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

Las figuras 4.2.11 y 4.2.12 muestran la red de secuencia homopolar para una falta a tierra (monofásica o bifásica) hacia adelante y hacia atrás respectivamente.

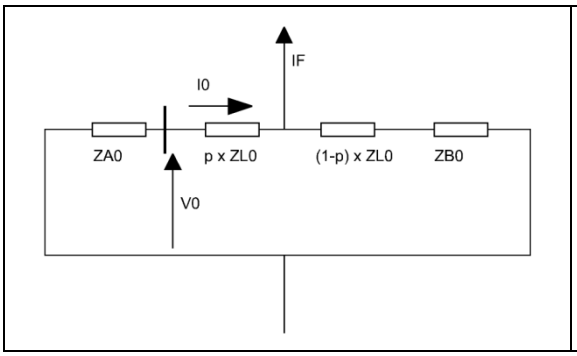


Figura 4.2.11 Red de secuencia cero para falta hacia adelante.

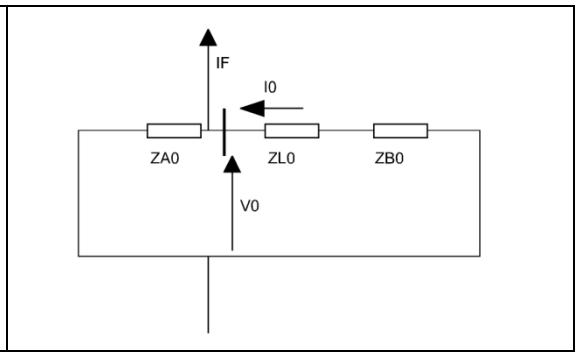


Figura 4.2.12 Red de secuencia cero para falta hacia atrás.

Dado que la unidad direccional de neutro opera con **3V0** (VN) e **IG**, las fórmulas deducidas a continuación incluirán en uno de los miembros de la ecuación el factor 3 y en el otro miembro de la ecuación **IG** en vez de **I0**.

Si la falta es hacia delante, se puede deducir que $3V0 = ZA0 \cdot (-IG)$, donde $ZA0$ es la impedancia de secuencia cero de la fuente local. Se ve, por tanto, que el ángulo entre $-3V0$ e IG será el correspondiente a dicha impedancia. Por ello, ese debe ser el ángulo característico de la unidad direccional de neutro (ajuste ***ANG_67N/G***).

Si la falta es en contradirección, se obtendrá la siguiente expresión: $3V0 = (ZL0 + ZB0) \cdot IG$, donde $ZL0$ y $ZB0$ son las impedancias de secuencia cero de la línea y la fuente remota respectivamente. Por lo tanto, el ángulo entre $-3V0$ e IG será el suplementario del ángulo de la impedancia $ZL0 + ZB0$ (que será parecido al ángulo de $ZA0$).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Mediante el desfase relativo entre $-3V0$ e IG se puede deducir, por tanto, la direccionalidad de la falta.

El valor de K_{COMP_67G} debe restringirse con el fin de que la unidad direccional de neutro no tome decisiones direccionales erróneas ante faltas en contradirección. Cuando la falta es hacia atrás $3V0 = (ZL0 + ZB0) \cdot IG$, tal y como se dedujo anteriormente. Si suponemos que el ángulo de $ZL0 + ZB0$ es similar al ajuste ***ANG_67N/G*** (supuesto igual al ángulo de $ZA0$), $-3V0$ e $IG \cdot K_{COMP_67G}$ estarán en contrafase, por lo que la suma de $IG \cdot K_{COMP_67G}$ reduce el valor del fasor de polarización, pudiendo incluso invertir su dirección. Esto último ocurrirá si $K_{COMP_67G} > (ZL0 + ZB0)$; en ese caso, la unidad direccional considerará que la falta es hacia delante. Por ello el valor de K_{COMP_67G} viene restringido por el valor de $ZL0 + ZB0$.

Con el fin de evitar decisiones direccionales erróneas ante faltas en contradirección, tal y como se comentó anteriormente, K_{COMP_67G} deberá ser menor que $ZL0 + ZB0$ (impedancia existente entre el transformador de tensión y la fuente remota).

4.2.4.e Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Direccional					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Angulo Carac Neutro/Tierra	Ángulo Car Neu/gnd	RDCF1.ChrAngNGnd	-90º - +90º	1º	75º
Bloq. Falta Pol	Bloq. Falta Pol	RDCF1.BlkLosPol	SÍ / NO		NO
Tensión Mín Neutro	Tensión Mín Neutro	GNDRDIR1.BlkValV	0,05 - 10V	0,01V	0,2V
Tensión Mín Tierra	Tension Min Tierra	NRDIR1.BlkValV	0,05 - 10V	0,01V	0,2V
Tiempo Coordinación	Tiempo Coordinaci.	RDCF1.CrdTmms	0 - 30ms	1ms	0ms
Tipo de V_POL de Neutro/Tierra	Tipo V_POL Neu/gnd	RDCF1.VPolTyp	VN VG		VN

4.2.4.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de la unidad direccional de tierra será la intensidad medida de tierra. Así mismo hará uso de la tensión de neutro medida o calculada a partir de las tensiones de fase en función del ajuste ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra***.

Tabla 4.2-13: Entradas analógicas del módulo Direccional de Tierra		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IG	Intensidad medida de tierra	MMXU1.A.neut
VG	Tensión de neutro medida	MMXU1.PhV.neut
3V0/VN	Tensión de neutro calculada	MMXU1.PhV.res

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.4.g Entradas digitales a la unidad Direccional de Tierra

Tabla 4.2-14: Entradas digitales del módulo Direccional de Tierra					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INH_DIR_G	Entrada lógicas a protección.	GNDRDIR1.Mod	Inhibición Direccional de Tierra	I	La activación de esta entrada convierte a la unidad direccional en no direccional.
IN_INV_TRIP		RDCF1.ChgTrDir	Inversión de Polarización	I	Cuando la entrada está en reposo, las zonas de operación es la definida en ajustes. Si se activa, se invierte la zona de operación.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.2.4.h Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Tierra

Tabla 4.2-15: Salidas digitales del módulo Direccional de Tierra					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
RDI_G	Salidas unidades direccionales	GNDNRDIR1.Dir1	Contradirección Instantáneo Tierra	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección opuesta a la de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
RDT_G		GNDRDIR1.Dir2	Contradirección Temporizado Tierra	I,F	
DIRI_G		GNDNRDIR1.Dir1	Dirección Instantáneo Tierra	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
DIRT_G		GNDRDIR1.Dir2	Dirección Temporizado Tierra	I,F	
	Salidas genéricas de protección	GNDRDIR1.LosPol	Falta Polarización	I	Indicación de que la magnitud de polarización no supera los valores mínimos

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.4.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLGNDRDIR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Dir1	ACD	Instantaneous units direction
Dir2	ACD	Time units direction
Settings		
ChrAng	ASG	Characteristic angle
BlkValV	ASG	Minimum operating polarization voltage
Extended Data		
KFactPol	EXT_ASG	Compensation factor
LosPol	EXT_ACT	Polarization signal is lost

4.2.4.j Ensayo de la unidad de protección

Comprobar que el ajuste de ***Habilitación del bloqueo de arranque*** o el de ***Control de par*** está en **Dirección** antes de realizar la prueba, así como que la entrada de inversión de direccionalidad no esté operativa.

El ensayo se puede realizar fase a fase: Ig con Va (siempre y cuando ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra = VN***) o con el canal **VG** (siempre y cuando ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra = VG***). En la Tabla 4.2-16, Direccionalidad tierra, se presentan los ángulos entre los cuales el equipo debe dar permiso de dirección. Para comprobar si el equipo está viendo dirección o no se debe ir al menú de **Información - Estado - Unidades de medida – Sobreintensidad - Int. Direccional** y contrastar los estados de los flags correspondientes a la fase ensayada.

Tabla 4.2-16:Direccionalidad tierra			
Direcc. Tierra y Neutro sensible por Vpol		**Direcc. Tierra por Ipol**	
V APLICADA	I APLICADA	I APLICADA	
Vpol = 64V⌊0º	IG = 1A⌊ (90º - α caract a 270º - α caract) $\pm$ 2º	Ip = 1A⌊180º	IG = 1A⌊-90º a 90º

Dependiendo el valor del ajuste ***Tipo de V_POL Neutro/Tierra***, la **Vpol** pasara a ser lo inyectado en **VA** o en **VG**.

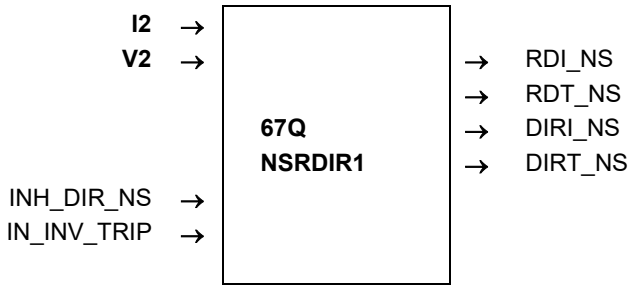
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.5 Unidad Direccional de Secuencia Inversa

4.2.5.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobreintensidad direccional de secuencia inversa	NSRDIR1	I2 →	67Q

4.2.5.b Bloque general de la unidad



4.2.5.c Principio de operación y diagrama de bloques

El principio de operación de la unidad direccional de secuencia inversa descansa sobre la determinación del desfase relativo entre la intensidad de secuencia inversa compensada y la tensión de secuencia inversa. En la Figura 4.2.13 se muestra el diagrama vectorial asociado a la unidad Direccional de Secuencia Inversa.

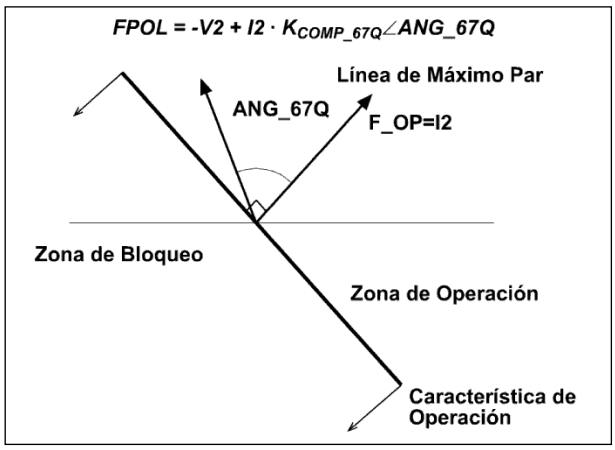


Figura 4.2.13 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Secuencia Inversa.

Se emplea como fasor de polarización de la unidad Direccional de Secuencia Inversa la tensión de secuencia inversa compensada mediante el ajuste ***Factor compensación tensión secuencia inversa*** (K_{COMP_67Q}): $-V2 + I2 \cdot K_{COMP_67Q}\angle ANG_67Q$.

Tabla 4.2-17: Unidad direccional de secuencia inversa		
Fop	**Fpol**	**Criterio**
I2	$-V2 + I2 \cdot K_{COMP_67Q}\angle ANG_67Q$	$-(90º + ANG_67Q) \le [\arg(Fop) - \arg(Fpol)] \le (90º - ANG_67Q)$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Todo lo comentado para al ***Factor de compensación de tensión homopolar*** es aplicable al ***Factor de compensación de tensión de secuencia***, si se tiene en cuenta la red de secuencia inversa en lugar de la red de secuencia homopolar. La finalidad del factor K_{COMP_67Q} es la siguiente:

- Aumentar el módulo del fasor de polarización, con el fin de que éste supere el ajuste ***Mínima tensión secuencia inversa***.
- Compensar la inversión que la tensión V2 pueda experimentar en líneas con compensación serie.

El diagrama lógico de operación de la unidad Direccional de Secuencia Inversa se muestra en la Figura 4.2.14.

Si está activa la entrada de **Inversión de la direccionalidad** (**IN_INV_TRIP**), se le cambia el sentido de la dirección calculada.

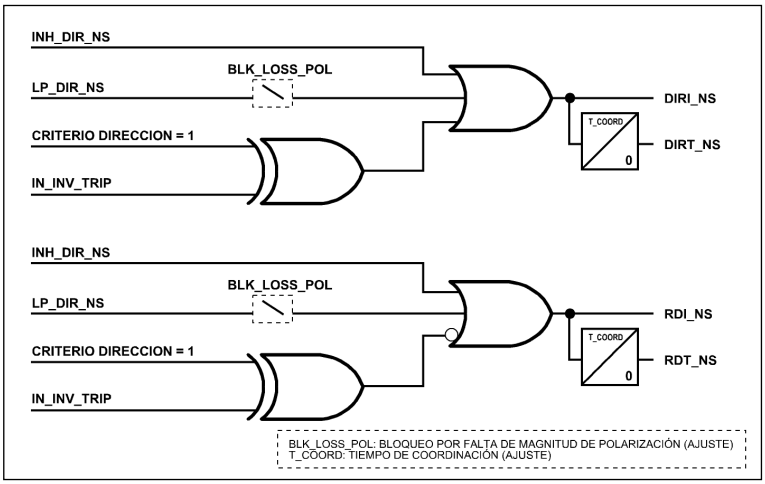


Figura 4.2.14 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Secuencia Inversa.

La activación de la entrada de **Inhibición de la unidad direccional de secuencia inversa** (**INH_DIR_NS**) convierte a la unidad en no direccional.

4.2.5.d Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad

Las figuras 4.2.15 y 4.2.16 muestran la red de secuencia inversa para una falta desequilibrada (monofásica o bifásica) hacia adelante y hacia atrás respectivamente.

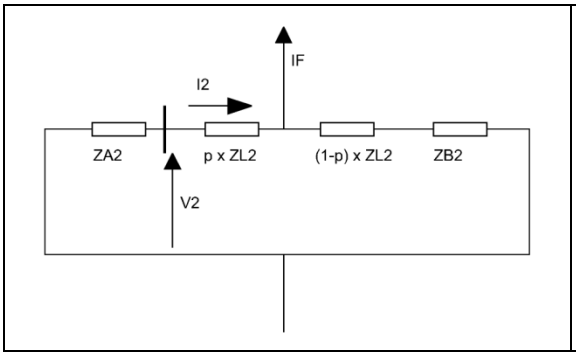


Figura 4.2.15 Red de secuencia inversa para falta hacia adelante.

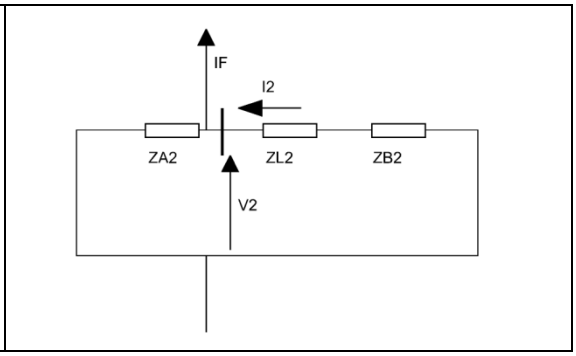


Figura 4.2.16 Red de secuencia inversa para falta hacia atrás.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si la falta es hacia adelante, se puede deducir que $-V2 = ZA2 \cdot (-I2)$, donde $ZA2$ es la impedancia de secuencia inversa de la fuente local. Se ve, por tanto, que el ángulo entre $-V2$ e $I2$ será el correspondiente a dicha impedancia. Por ello, ese debe ser el ángulo característico de la unidad direccional de secuencia inversa (ajuste ***ANG_67Q***).

En cuanto al ***Factor de compensación de tensión de secuencia*** todo lo comentado para al ***Factor de compensación de tensión homopolar*** en el apartado correspondiente a la direccional de neutro y neutro sensible es aplicable también en este caso.

4.2.5.e Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Direccional					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Angulo Carac Seq Inv	Ángulo Car Seq Inv	NSRDIR1.ChrAng	-90º - +90º	1º	75º
Bloq. Falta Pol	Bloq. Falta Pol	RDCF1.BlkLosPol	SÍ / NO		NO
Tensión Mín Seq Inv	Tensi. Mín Seq Inv	NSRDIR1.MinVN	0,05 - 10V	0,01V	1V
Tiempo Coordinación	Tiempo Coordinaci.	RDCF1.CrdTmms	0 - 30ms	1ms	0ms

4.2.5.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de la unidad direccional de secuencia inversa será la intensidad calculada de secuencia inversa. Así mismo hará uso de la tensión calculada de secuencia inversa como magnitud de polarización.

Tabla 4.2-18: Entradas analógicas del módulo direccional de secuencia inversa		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
I2	Intensidad calculada de secuencia inversa	MSQI1.SeqA.c2
V2	Tensión calculada de secuencia inversa	MSQI1.SeqV.c2

$$|I_2| = \left| \frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 240° + I_C \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

$$|V_2| = \left| \frac{V_A + V_B \cdot 1\angle 240° + V_C \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.5.g Entradas digitales a la unidad Direccional de Secuencia Inversa

Tabla 4.2-19: Entradas digitales del módulo Direccional de Secuencia Inversa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INH_DIR_NS	Entrada lógicas a protección	NSRDIR1.Mod	Inhibición Direccional de Secuencia Inversa	I	La activación de esta entrada convierte a la unidad direccional en no direccional.
IN_INV_TRIP		RDCF1.ChgTrDir	Inversión de Polarización	I	Cuando la entrada está en reposo, las zonas de operación es la definida en ajustes. Si se activa, se invierte la zona de operación.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.2.5.h Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Secuencia Inversa

Tabla 4.2-20: Salidas digitales del módulo Direccional de Secuencia Inversa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
RDI_NS	Salidas unidades direccionales.	NSRDIR1.Dir1	Contradirección Instantáneo Secuencia Inversa	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección opuesta a la de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
RDT_NS		NSRDIR1.Dir2	Contradirección Temporizado Secuencia Inversa	I,F	
DIRI_NS		NSRDIR1.Dir1	Dirección Instantáneo Secuencia Inversa	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
DIRT_NS		NSRDIR1.Dir2	Dirección Temporizado Secuencia Inversa	I,F	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.5.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLNSRDIR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Dir1	ACD	Instantaneous units direction
Dir2	ACD	Time units direction
Settings		
ChrAng	ASG	Characteristic angle
BlkValV	ASG	Minimum operating polarization voltage
Extended Data		
KFactPol	EXT_ASG	Compensation factor
LosPol	EXT_ACT	Polarization signal is lost

4.2.5.j Ensayo de la unidad de protección

Comprobar que el ajuste de ***Habilitación del bloqueo de arranque*** o el de ***Control de par*** está en **Dirección** antes de realizar la prueba, así como que la entrada de inversión de direccionalidad no esté operativa.

El ensayo se puede realizar fase a fase: Ia con Va. En la Tabla 4.2-21, Direccionalidad secuencia inversa, se presentan los ángulos entre los cuales el equipo debe dar permiso de dirección. Para comprobar si el equipo está viendo dirección o no se debe ir al menú de **Información - Estado - Unidades de medida – Sobreintensidad - Int. Direccional** y contrastar los estados de los flags correspondientes a la fase ensayada.

Tabla 4.2-21: Direccionalidad secuencia inversa	
V APLICADA	I APLICADA
Va = 64V∟180º	Ia = 1A∟(270º - α caract a 90º - α caract) ± 2º

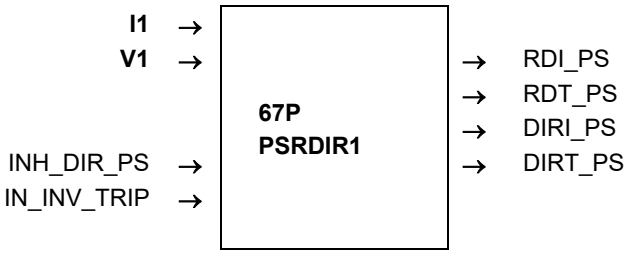
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.6 Unidad Direccional de Secuencia Directa

4.2.6.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobreintensidad direccional de secuencia directa	PSRDIR1	I1 →	67P

4.2.6.b Bloque general de la unidad



4.2.6.c Principio de operación y diagrama de bloques

El principio de operación de la unidad direccional de secuencia directa descansa sobre la determinación del desfase relativo entre la intensidad de secuencia directa y la tensión de secuencia directa memorizada dos ciclos antes de la activación del detector de falta. En la Figura 4.2.17 se muestra el diagrama vectorial asociado a la unidad direccional de secuencia directa.

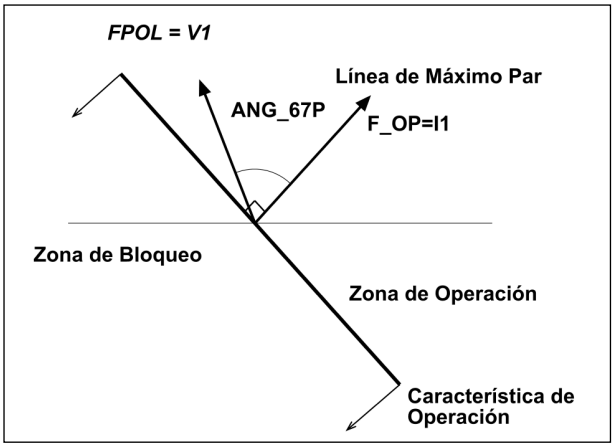


Figura 4.2.17 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Secuencia Directa.

La unidad direccional de secuencia directa comprueba que los fasores de operación y polarización superen unos determinados valores. Este valor es ajustable para el fasor de polarización (ajuste ***Tensión mínima secuencia directa***) y de **0,02 In** (siendo **In** la intensidad nominal del equipo) para el fasor de operación. Si los fasores de operación o polarización no superan sus valores umbrales se activará la señal **Falta polarización secuencia directa** (**LP_DIR_PS**) y se mira el ajuste de ***Bloqueo por falta de polarización***. Si este ajuste está a **NO** actúa como en el caso de la inhibición del direccional, pero si está a **SÍ** indica bloqueo por falta de polarización y se bloquean los disparos en ambas direcciones.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la Tabla 4.2-22, se detallan los fasores de operación y polarización que intervienen en la unidad direccional de secuencia inversa, así como el criterio de operación aplicado.

Tabla 4.2-22: Unidad Direccional de Secuencia Directa		
Fop	**Fpol**	**Criterio**
I1	V1	$-\left(90^{o}+ANG_67P\right) \le \left[\arg\left(Fop\right)-\arg\left(Fpol\right)\right] \le \left(90^{o}-ANG_67P\right)$

La unidad direccional, si está configurada en dirección, habilita a la unidad de sobreintensidad cuando se cumple el criterio anterior (zona de operación indicada en el diagrama), mientras que si está configurada en contradirección, habilita a la unidad de sobreintensidad cuando no se cumple dicho criterio (zona de bloqueo indicada en el diagrama).

La unidad direccional de secuencia directa puede supervisar la actuación de las unidades de sobreintensidad de fases, si el ajuste ***Tipo control de par*** que incluyen estas últimas toma el valor **67P**. Gracias al tipo de polarización empleado (tensión de secuencia directa con memoria), la unidad direccional de secuencia directa opera correctamente ante inversiones de tensión que se produzcan en líneas con compensación serie.

El diagrama lógico de operación de la unidad direccional de secuencia directa se muestra en la Figura 4.2.18.

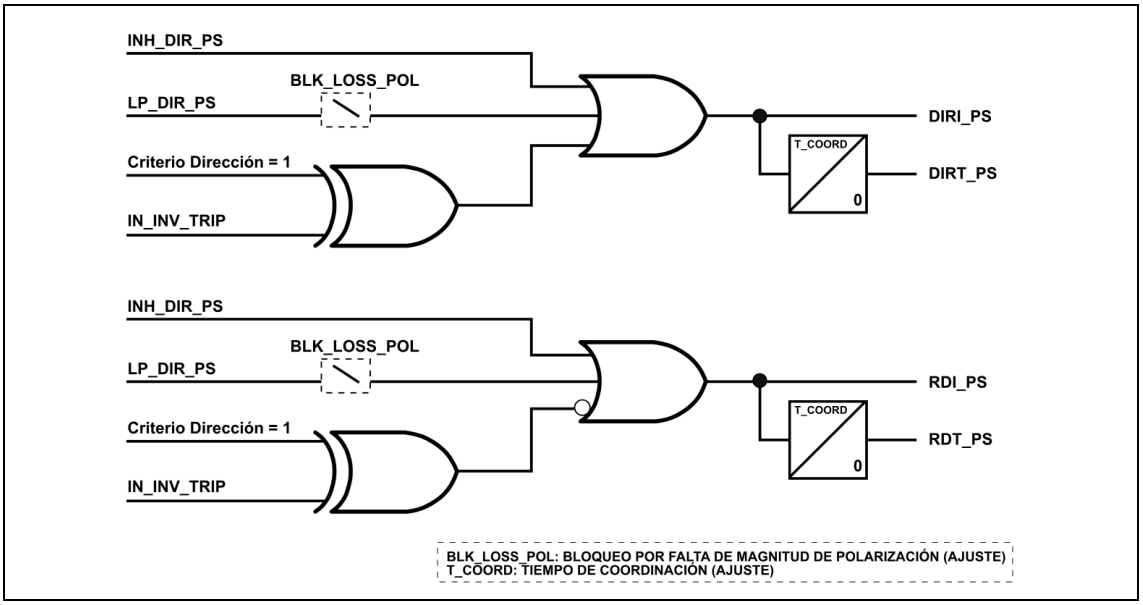


Figura 4.2.1 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Secuencia Directa.

Si está activa la entrada de **Inversión de la direccionalidad** (**IN_INV_TRIP**), se le cambia el sentido de la dirección calculada.

La activación de la entrada de **Inhibición de la unidad direccional de secuencia directa** (**INH_DIR_PS**) convierte a la unidad en no direccional.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.6.d Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Direccional					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Angulo Carac Seq Dir	Ángulo Car. Seq D	PSRDIR1.ChrAng	-90º - +90º	1º	75º
Bloq. Falta Pol	Bloq. Falta Pol	RDCF1.BlkLosPol	SÍ / NO		NO
Tensión Mín Seq Inv	Tensi. Mín Seq Inv	PSRDIR1.MinVN	0,05 - 10V	0,01V	1V
Tiempo Coordinación	Tiempo Coordinaci.	RDCF1.CrdTmms	0 - 30ms	1ms	0ms

4.2.6.e Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de la unidad direccional de secuencia directa será la intensidad calculada de secuencia directa. Así mismo hará uso de la tensión calculada de secuencia directa como magnitud de polarización

Tabla 4.2-23: Entradas analógicas del módulo direccional de secuencia directa		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
I1	Intensidad calculada de secuencia directa	MSQI1.SeqA.c1
V1	Tensión calculada de secuencia directa	MSQI1.SeqV.c1

$$|I_1| = \left| \frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 120° + I_C \cdot 1\angle 240°}{3} \right|$$

$$|V_1| = \left| \frac{V_A + V_B \cdot 1\angle 120° + V_C \cdot 1\angle 240°}{3} \right|$$

4.2.6.f Entradas digitales a la unidad Direccional de Secuencia Directa

Tabla 4.2-24: Entradas digitales del módulo Direccional de Secuencia Directa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INH_DIR_PS	Entradas lógicas a protección.	PSRDIR1.Mod	Inhibición Direccional de Secuencia Directa	I	La activación de esta entrada convierte a la unidad direccional en no direccional.
IN_INV_TRIP		RDCF1.ChgTrDir	Inversión de Polarización	I	Cuando la entrada está en reposo, las zonas de operación es la definida en ajustes. Si se activa, se invierte la zona de operación.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.6.g Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Secuencia Directa

Tabla 4.2-25: Salidas digitales del módulo Direccional de Secuencia Directa					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
RDI_PS	Salidas unidades direccionales	PSRDIR1.Dir1	Contradirección Instantáneo Secuencia Directa	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección opuesta a la de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
RDT_PS		PSRDIR1.Dir2	Contradirección Temporizado Secuencia Directa	I,F	
DIRI_PS		PSRDIR1.Dir1	Dirección Instantáneo Secuencia Directa	I,F	Indicación de que la intensidad fluye en la dirección de disparo. Las señales de unidades temporizadas se activan tras contarse el "tiempo de coordinación".
DIRT_PS		PSRDIR1.Dir2	Dirección Temporizado Secuencia Directa	I,F	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.2.6.h Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPSRDIR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Dir1	ACD	Instantaneous units direction
Dir2	ACD	Time units direction
Settings		
ChrAng	ASG	Characteristic angle
BlkValV	ASG	Minimum operating polarization voltage
Extended Data		
LosPol	EXT_ACT	Polarization signal is lost

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.2.6.i Ensayo de la unidad de protección

Comprobar que el ajuste de ***Habilitación del bloqueo de arranque*** o el de ***Control de par*** está en **Dirección** antes de realizar la prueba, así como que la entrada de inversión de direccionalidad no esté operativa.

El ensayo se puede realizar fase a fase: Ia con Va. En la Tabla 4.2-26, Direccionalidad secuencia directa, se presentan los ángulos entre los cuales el equipo debe dar permiso de dirección. Para comprobar si el equipo está viendo dirección o no se debe ir al menú de **Información - Estado - Unidades de medida – Sobreintensidad - Int. Direccional** y contrastar los estados de los flags correspondientes a la fase ensayada.

Tabla 4.2-26: Direccionalidad secuencia directa

V APLICADA	I APLICADA
Va = 64V∟0º	Ia = 1A∟ (270º - α caract a 90º - α caract) ± 2º

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3 Esquemas de Protección de Sobreintensidad

4.3.1	Esquemas de protección de sobreintensidad	4.3-2
4.3.1.a	Identificación	4.3-2
4.3.2	Descripción	4.3-2
4.3.2.a	Esquemas programables	4.3-2
4.3.3	Lógicas comunes a los esquemas de protección	4.3-3
4.3.3.a	Lógica de alimentación débil	4.3-3
4.3.3.b	Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad	4.3-5
4.3.4	Disparo por subalcance permisivo	4.3-6
4.3.4.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)	4.3-6
4.3.4.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)	4.3-6
4.3.4.c	Operación	4.3-7
4.3.5	Disparo transferido directo	4.3-7
4.3.5.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)	4.3-7
4.3.5.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)	4.3-8
4.3.5.c	Operación	4.3-8
4.3.6	Disparo por sobrealcance permisivo	4.3-9
4.3.6.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)	4.3-9
4.3.6.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)	4.3-9
4.3.6.c	Operación	4.3-10
4.3.7	Desbloqueo por comparación direccional	4.3-11
4.3.7.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)	4.3-12
4.3.7.b	Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)	4.3-12
4.3.7.c	Operación	4.3-12
4.3.8	Bloqueo por comparación direccional	4.3-14
4.3.8.a	Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)	4.3-14
4.3.8.b	Condiciones de parada de canal (“Parada canal sobreintensidad”)	4.3-15
4.3.8.c	Condiciones de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)	4.3-15
4.3.8.d	Operación	4.3-15
4.3.9	Rangos de ajuste	4.3-16
4.3.10	Entradas digitales al módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad	4.3-17
4.3.11	Salidas digitales y sucesos del módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad	4.3-18
4.3.12	Nodo lógico IEC61850	4.3-19

4.3.1 Esquemas de protección de sobreintensidad

4.3.1.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Esquemas de protección de sobreintensidad	PSCH1	-	85

4.3.2 Descripción

Los equipos presentan la posibilidad de complementar las unidades de sobreintensidad direccional de neutro y secuencia inversa con esquemas de protección.

Todos los esquemas emplearán una unidad en sobrealcance cuyo arranque coincidirá con la activación de la entrada lógica **Entrada arranque unidad en sobrealcance**, a la cual se le podrá asignar, mediante la lógica programable, la señal de arranque de cualquier unidad de sobreintensidad. La unidad en subalcance, por su parte, coincidirá con la unidad 1 de sobreintensidad instantánea de neutro o secuencia inversa (OR de ambas).

Las unidades en subalcance y sobrealcance deberán vigilar hacia adelante. La unidad en subalcance debe actuar solamente ante faltas internas a la línea, por lo que su temporización será nula, mientras que la unidad en sobrealcance cubrirá también faltas externas a la línea, por lo que deberá temporizarse.

El ajuste ***Esquema protección sobreintensidad*** presenta las siguientes opciones:

1. Ninguno.
2. Subalcance permisivo.
3. Transferido directo.
4. Sobrealcance permisivo.
5. Desbloqueo Comp. Direc. (Desbloqueo del disparo por comparación direccional).
6. Bloq Comp Dir (Bloqueo del disparo por comparación direccional).

Los equipos incorporan, asimismo, lógicas de **Alimentación débil** y de **Bloqueo por inversión de intensidad** las cuales podrán complementar a aquellos esquemas de protección que las requieran. Dichas lógicas y el esquema de **Bloqueo por comparación direccional** requieren el uso de una unidad vigilando en contradirección. El arranque de dicha unidad coincidirá con la activación de la entrada lógica **Entrada arranque unidad en contradirección**.

4.3.2.a Esquemas programables

Aparte de los Esquemas de protección disponibles, existe la posibilidad de configurar cualquier otro tipo de esquema de protección mediante la lógica programable incorporada en el equipo.

En ese caso se pueden generar esquemas de teleprotección que requieran el envío de varias señales entre ambos extremos de la línea (indicación de la fase en falta, permisos monofásicos y trifásicos, etc), para lo cual el medio de comunicación empleado puede ser una red digital.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.3 Lógicas comunes a los esquemas de protección

4.3.3.a Lógica de alimentación débil

La **Lógica de alimentación débil**, si se habilita, podrá trabajar en paralelo con todos los esquemas de teleprotección permisivos.

Si se selecciona un esquema en sobrealcance permisivo (o de desbloqueo por comparación direccional) y uno de los extremos de la línea se encuentra en condiciones de alimentación débil, de forma que no se activa la unidad en sobrealcance en dicho extremo, ninguno de los terminales de la línea podrá disparar de forma instantánea. Para ello, el esquema de teleprotección deberá ir acompañado de la **Lógica de alimentación débil**, que presenta dos opciones: ***Envío de eco*** y ***Disparo por alimentación débil***.

- **Envío de eco**

Esta función se habilita poniendo el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** en **Eco**.

La función de eco permite enviar una señal de permiso de disparo al extremo “fuerte” (como eco de la señal enviada por dicho extremo).

La señal de eco se activará siempre que se haya recibido señal del otro extremo y no haya arrancado la unidad en contradirección.

- **Disparo por alimentación débil**

Esta función se habilita poniendo el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** en **Eco + Disparo**.

El envío del eco permite el disparo (instantáneo) del extremo “fuerte”, pero no el del extremo “débil”. El disparo por alimentación débil permite disparar este último extremo cuando se detectan condiciones de subtensión, se ha recibido la señal de permiso de disparo y no está arrancada la unidad en contradirección ni la unidad en sobrealcance.

La función de disparo por alimentación débil siempre lleva asociada el envío de eco.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Operación**

El diagrama lógico de funcionamiento se muestra en la Figura 4.3.1.

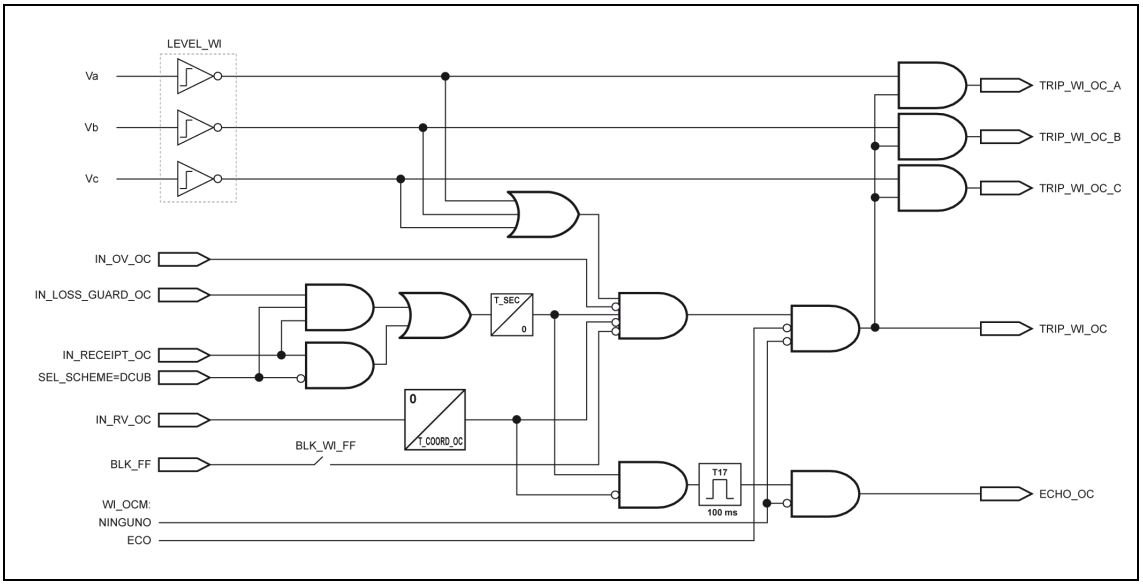


Figura 4.3.1 Diagrama de bloques de la lógica de alimentación débil.

LEYENDA:	
LEVEL_WI: UMBRAL DE TENSIÓN LÓGICA DE ALIMENTACIÓN DÉBIL (AJUSTE).	T_SEC: TIEMPO DE SEGURIDAD (AJUSTE).
BLK_WI_FF: BLOQUEO DE ALIMENTACIÓN DÉBIL POR FALLO DE FUSIBLE (AJUSTE).	T_COORD_OC: TIEMPO DE COORDINACIÓN SOBREINTENSIDAD (AJUSTE).
SEL_SCHEME: SELECCIÓN DE ESQUEMA DE TELEPROTECCIÓN (AJUSTE).	

Los detectores de subtensión (representados como detectores de sobretensión negados) arrancan y se reponen con un único valor, igual al ajuste ***Nivel Subtens Alim Deb*** (***Nivel subtensión alimentación débil***, en los ajustes del Selector de Fases).

El ajuste ***Tiempo de seguridad*** tiene como finalidad asegurar un tiempo de recepción de canal, para evitar envíos de eco ante ruidos en el canal.

Si se ha seleccionado un esquema de **Desbloqueo por comparación direccional**, la **Recepción de canal** (**IN_RECEIPT_OC**), debe ir acompañada de la activación de la entrada de **Entrada Pérdida de guarda Sobreintensidad** (**IN_LOSS_GUARD_OC**).

El ajuste ***Temp Coord Sobreint (Tiempo coordinación sobreintensidad)*** se utiliza para evitar disparos por alimentación débil ante inversiones de intensidad en dobles circuitos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.3.b Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad

En dobles circuitos, la apertura secuencial de los interruptores asociados a una de las líneas, como consecuencia del despeje de una falta en la misma, puede dar lugar a una inversión de la dirección de la intensidad en la línea paralela. Dicha inversión de intensidad provocará la activación de la unidad en sobrealcance desactivada hasta el momento en uno de los extremos y la reposición de dicha unidad en el extremo opuesto. Dado que estos fenómenos en ambos extremos no tienen lugar en el mismo tiempo, los esquemas de teleprotección en sobrealcance pueden dar lugar a disparos incorrectos en la línea sana.

En la Figura 4.3.2 se representa un fenómeno de inversión de intensidad. En el caso de un esquema en sobrealcance permisivo, ante la apertura del interruptor del extremo B1 se produce una inversión de la dirección de la intensidad en la línea 2, activándose la unidad en sobrealcance del relé en el extremo B2. Si la señal de permiso de disparo procedente del relé en el extremo A2 todavía no ha repuesto se producirá un disparo por canal en B2. Para evitar este tipo de disparos erróneos se debería bloquear transitoriamente la unidad en sobrealcance del relé en B2.

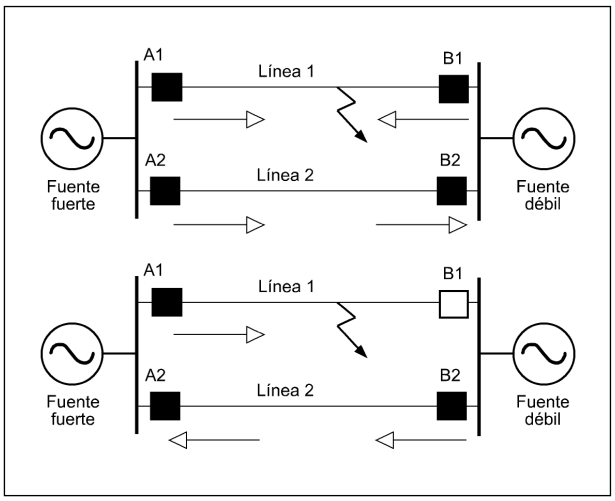


Figura 4.3.2 Fenómeno de inversión de intensidad.

- **Operación**

La **Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad** genera la señal de **Bloqueo inversión intensidad sobreintensidad** (**BLK_INV_A_OC**) cuando se activa la unidad en contradirección. Dicha señal **BLK_INV_A_OC** se mantendrá activa durante el ajuste de ***Temp Coord Sobreint (Tiempo coordinación sobreintensidad)*** desde la reposición de la unidad en contradirección.

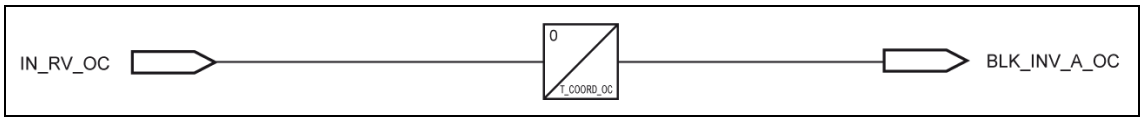


Figura 4.3.3 Diagrama de bloques de la lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad.

LEYENDA:
T_COORD_OC: TIEMPO DE COORDINACIÓN DE SOBREINTENSIDAD (AJUSTE).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.4 Disparo por subalcance permisivo

El esquema de **Disparo por subalcance permisivo** se activa cuando el ajuste ***Esquema de protección sobreintensidad*** toma el valor **Subalcance permisivo**.

En este esquema, el arranque de la unidad en subalcance en un extremo, además de producir disparo (instantáneo), envía la señal de permiso de disparo al otro extremo. La recepción de dicha señal produce el disparo inmediato si se encuentra arrancada la unidad en sobrealcance.

Si en uno de los extremos de la línea hay condiciones de alimentación débil o nula y no se activa la unidad en sobrealcance, se podrá disparar dicho extremo de forma instantánea, mediante la **Lógica de alimentación débil**, siempre que haya arrancado la unidad en subalcance en el extremo "fuerte" y haya, por lo tanto, enviado señal de permiso de disparo hacia el extremo "débil". Para ello, el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** debería estar en **Eco + Disparo**, aunque en el esquema en subalcance permisivo la señal de **Eco** no se empleará por carecer de utilidad.

Si por la existencia de condiciones de alimentación débil o nula en uno de los extremos se puede dar el caso de que en ningún extremo arranque la unidad en subalcance, sería más adecuado seleccionar un esquema en sobrealcance permisivo acompañado de la lógica de alimentación débil.

4.3.4.a Condiciones de activación de canal ("Envío canal sobreintensidad")

Se activará el canal de comunicaciones cuando se dé alguna de las condiciones siguientes:

1. Arranque de la unidad en subalcance.
2. Arranque de la unidad en sobrealcance, siempre y cuando se haya activado la entrada de recepción de canal.
3. La apertura de los tres polos del interruptor si está en **SI** el ajuste **Envío por 52 abierto**.

4.3.4.b Condición de disparo ("Disparo esquema protección sobreintensidad")

El disparo por canal se dará si tiene lugar la recepción de canal y el arranque de la unidad en sobrealcance o bien si se ha activado la señal de **Disparo alimentación débil sobreintensidad** (**TRIP_WI_I**), para lo cual el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** debe estar en **Eco + Disparo**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.4.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en la Figura 4.3.4.

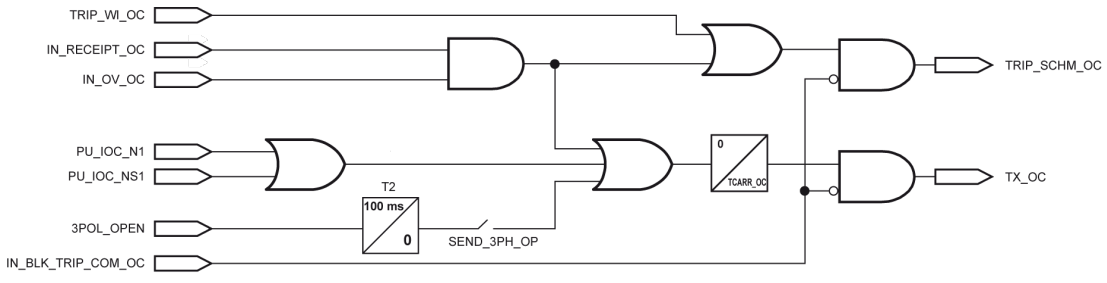


Figura 4.3.4 Diagrama de bloques del esquema de disparo por subalcance permisivo.

LEYENDA:	
SEND_3PH_OP: ENVIO DE CARRIER POR INTERRUPTOR ABIERTO (AJUSTE).	TCARR_OC: TIEMPO DE CARRIER SOBREINTENSIDAD (AJUSTE).

El ajuste ***Temp Carrier Sobreint*** (***Tiempo Carrier sobreintensidad)*** que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en la activación del canal (**TX_OC**).

El ajuste de ***Envío por 52 abierto*** permite activar el canal cuando haya abierto el interruptor. La temporización **T2** de 100ms tiene como objetivo retrasar el envío de *carrier* cuando éste se produce por haberse abierto el interruptor.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Entrada bloqueo disparo canal sobreintensidad** (**IN_BLK_TRIP_COM_OC**).

4.3.5 Disparo transferido directo

El esquema de **Disparo transferido directo** se activa cuando el ajuste ***Esquema de protección sobreintensidad*** toma el valor **Transferido directo**.

Se caracteriza porque la recepción de señal del otro extremo produce un disparo directo, sin supervisar la activación de ninguna unidad de protección en ese extremo.

4.3.5.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)

Se activará el canal de comunicaciones cuando se de alguna de las condiciones siguientes:

1. Arranque de la unidad en subalcance.
2. La apertura del interruptor si está en SI el ajuste **Envío por 52 abierto**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.5.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)

El disparo por canal se dará siempre que tenga lugar la recepción de canal.

4.3.5.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en la Figura 4.3.5.

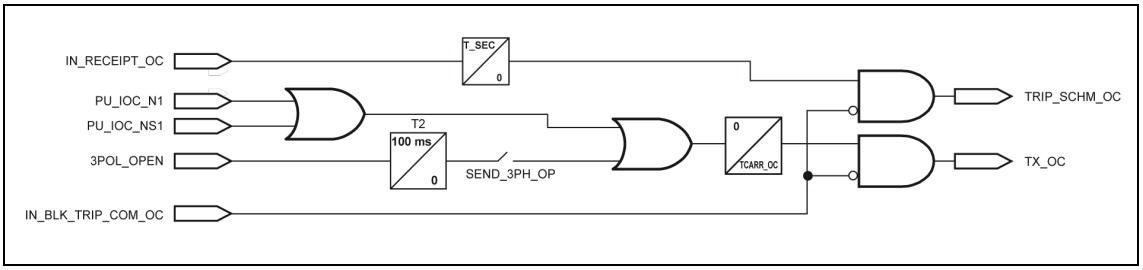


Figura 4.3.5 Diagrama de bloques del esquema de disparo transferido directo para sobreintensidad.

LEYENDA:	
SEND_3PH_OP: ENVIO DE CARRIER POR INTERRUPTOR ABIERTO (AJUSTE).	TCARR_OC: TIEMPO DE CARRIER SOBREINTENSIDAD (AJUSTE).
T_SEC: TIEMPO DE SEGURIDAD (AJUSTE).	

El ajuste ***Temp Carrier Sobreint (Tiempo carrier sobreintensidad)*** que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en la activación del canal (**TX_OC**).

El ajuste de ***Envío por 52 abierto*** permite activar el canal cuando haya abierto el interruptor. La temporización **T2** de 100 ms tiene como objetivo retrasar el envío de *carrier* cuando éste se produce por haberse abierto el interruptor.

El ajuste ***Tiempo de seguridad*** tiene como finalidad garantizar un mínimo en la duración de la señal recibida, para evitar actuaciones intempestivas ante ruidos en el canal.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital Entrada **Bloqueo disparo canal sobreintensidad** (**IN_BLK_TRIP_COM_OC**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.6 Disparo por sobrealcance permisivo

El esquema de **Disparo por sobrealcance permisivo** se activa cuando el ajuste ***Esquema de protección sobreintensidad*** toma el valor **Sobrealcance permisivo**.

En este esquema, el arranque de la unidad en sobrealcance en un extremo envía la señal de permiso de disparo al otro extremo. La recepción de dicha señal produce el disparo inmediato si se encuentra arrancada la unidad en sobrealcance.

La señal **Bloqueo inversión intensidad sobreintensidad** (**BLK_INV_A_OC**), que proviene de la **Lógica de inversión de intensidad**, bloquea, mientras esté activa, la entrada procedente del arranque de la unidad en sobrealcance, con el fin de evitar disparos erróneos ante inversiones de intensidad que se den como consecuencia del despeje secuencial de faltas sobre una línea paralela.

Si en uno de los extremos de la línea existen condiciones de alimentación débil o nula, de forma que en él no arranque la unidad en sobrealcance, ninguno de los extremos podrá disparar con este esquema (lo harían de forma temporizada). En ese caso, el esquema en sobrealcance permisivo puede ir acompañado de la **Lógica de alimentación débil**, la cual permite enviar una señal de permiso de disparo al extremo "fuerte" (como eco de la señal enviada por dicho extremo) para conseguir el disparo de éste (el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint -Salida alimentación débil sobreintensidad-*** debe estar en **Eco** o **Eco + disparo**), además de dar la opción de disparar el extremo "débil" (el ajuste denominado ***Sal Log Alim Deb Sobreint -Salida alimentación débil sobreintensidad-*** debe estar en **Eco + disparo**).

4.3.6.a Condiciones de activación de canal ("Envío canal sobreintensidad")

Para que en un terminal se produzca la activación del canal de comunicaciones (envío de la señal de permiso), se tiene que dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Arranque de las unidades en subalcance o sobrealcance.
2. La apertura del interruptor si está en *SÍ* el ajuste ***Envío por 52 abierto***.
3. La activación de la señal **Envío Eco Sobreintensidad** (**ECHO_OC**), salida de **Lógica de alimentación débil**, para lo cual el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** de dicha lógica debe estar en **Eco** o **Eco + disparo**.

4.3.6.b Condición de disparo ("Disparo esquema protección sobreintensidad")

El disparo por canal se dará si tiene lugar la recepción de canal y el arranque de la unidad en sobrealcance o si se ha activado la señal **Disparo alimentación débil sobreintensidad** (**TRIP_WI_OC**), para lo cual el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** de la **Lógica de alimentación débil** (para las unidades de sobreintensidad) debe estar en **Eco + disparo**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.6.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en la Figura 4.3.6.

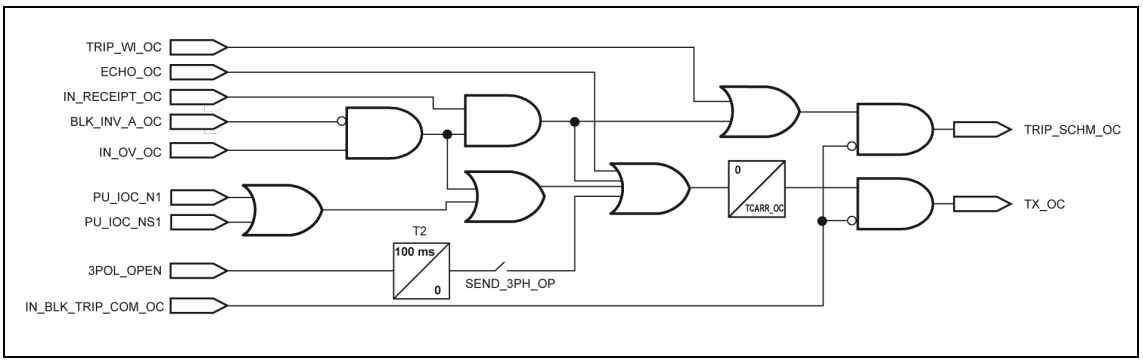


Figura 4.3.6 Diagrama de bloques del esquema de disparo por sobrealcance permisivo para sobreintensidad.

LEYENDA:	
SEND_3PH_OP: ENVIO DE CARRIER POR INTERRUPTOR ABIERTO (AJUSTE).	TCARR_OC: TIEMPO DE CARRIER SOBREINTENSIDAD (AJUSTE).

El ajuste ***Temp Carrier Sobreint*** (***Tiempo carrier sobreintensidad)*** que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en la activación del canal (**TX_OC**).

El ajuste de ***Envío por 52 abierto*** permite activar el canal cuando hayan abierto el interruptor. La temporización **T2** de 100 ms tiene como objetivo retrasar el envío de *carrier* cuando éste se produce por haberse abierto el interruptor.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Entrada bloqueo disparo canal sobreintensidad** (**IN_BLK_TRIP_COM_OC**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.7 Desbloqueo por comparación direccional

El esquema de **Desbloqueo por comparación direccional** se activa cuando el ajuste ***Esquema protección sobreintensidad*** toma el valor **Desbloq Comp Direc**.

En los esquemas permisivos que emplean canales de onda portadora la señal de permiso de disparo se transmite en muchas ocasiones a través de la/s fase/s en falta, produciéndose una atenuación de la misma hasta el nivel, en determinados casos, de ni siquiera llegar al otro extremo. Aquel extremo que no reciba la señal de permiso de disparo no podrá disparar según el esquema de sobrealcance permisivo (lo hará de forma temporizada). Para evitar disparos temporizados ante este tipo de situaciones, se emplea el esquema de desbloqueo por comparación direccional, el cual es una extensión del esquema de disparo por sobrealcance permisivo.

El esquema de **Desbloqueo por comparación direccional** está pensado para ser utilizado con equipos de onda portadora de frecuencia conmutada. Cuando no hay falta en la línea, estos equipos envían continuamente una señal a una frecuencia llamada “de guarda” (señal de guarda) para monitorizar el canal. Ante la detección de una falta, el relé ordena al equipo de onda portadora una conmutación de la frecuencia de guarda a otra frecuencia llamada “de disparo” (señal de disparo). El equipo de teleprotección, por lo tanto, nunca enviará ambas señales a la vez, salvo durante el tiempo que dura el proceso de conmutación.

Si en un extremo se recibe la señal de disparo y no se recibe la señal de guarda, dicho extremo disparará según los mismos criterios que establece un esquema en sobrealcance permisivo (siempre que esté arrancada la unidad en sobrealcance). Si, por el contrario, no se recibe la señal de disparo, pero tampoco se recibe la señal de guarda, el esquema de desbloqueo por comparación direccional permitirá, durante una ventana de tiempo, el disparo instantáneo de la unidad en sobrealcance.

La señal **Bloqueo inversión intensidad sobreintensidad** (**BLK_INV_A_OC**) que proviene de la **Lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad** (asociada a esquemas de sobreintensidad), bloquea, mientras esté activa, la entrada procedente del arranque de la unidad en sobrealcance, con el fin de evitar disparos erróneos ante inversiones de intensidad que se den como consecuencia del despeje de faltas en una línea paralela en caso de dobles circuitos.

Al igual que en el esquema en sobrealcance permisivo, si en uno de los extremos de la línea existen condiciones de alimentación débil o nula, de forma que en él no arranque la unidad en sobrealcance, ninguno de los extremos podrá disparar con este esquema (lo harían de forma temporizada). En ese caso, el esquema de **Desbloqueo por comparación direccional** debería ir acompañado de la **Lógica de alimentación débil**, la cual permite enviar una señal de permiso de disparo al extremo “fuerte” (como eco de la señal enviada por dicho extremo) para conseguir el disparo de éste (el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint -Salida alimentación débil sobreintensidad-)*** debe estar en **Eco** o **Eco + disparo**), además de dar la opción de disparar el extremo “débil” (el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint -Salida alimentación débil sobreintensidad-)*** debe estar en **Eco + disparo**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.7.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)

Para que en un terminal se produzca la activación del canal de comunicaciones (envío de la señal de permiso), se tiene que dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Arranque de las unidades en subalcance o sobrealcance.
2. Apertura del interruptor si está en **SÍ** el ajuste ***Envío por 52 abierto***.
3. Activación de la señal **Envío Eco sobreintensidad** (**ECHO_OC**), salida de la **Lógica de alimentación débil**, para lo que el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** de dicha lógica debe ser **Eco** o **Eco + disparo**.

4.3.7.b Condición de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)

El disparo por canal se dará cuando se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

1. Recepción de canal y pérdida de guarda junto con arranque de la unidad en sobrealcance.
2. Pérdida de guarda, sin activación de canal, junto con arranque de la unidad en sobrealcance antes de que trascurra el tiempo **T_TRIP**.
3. Activación de la señal **Disparo por alimentación débil sobreintensidad** (**TRIP_WI_OC**), para lo que el ajuste ***Sal Log Alim Deb Sobreint*** (***Salida alimentación débil sobreintensidad)*** de la **Lógica de alimentación débil** (para las unidades de sobreintensidad) debe ser **Eco + disparo**.

4.3.7.c Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en la Figura 4.3.7.

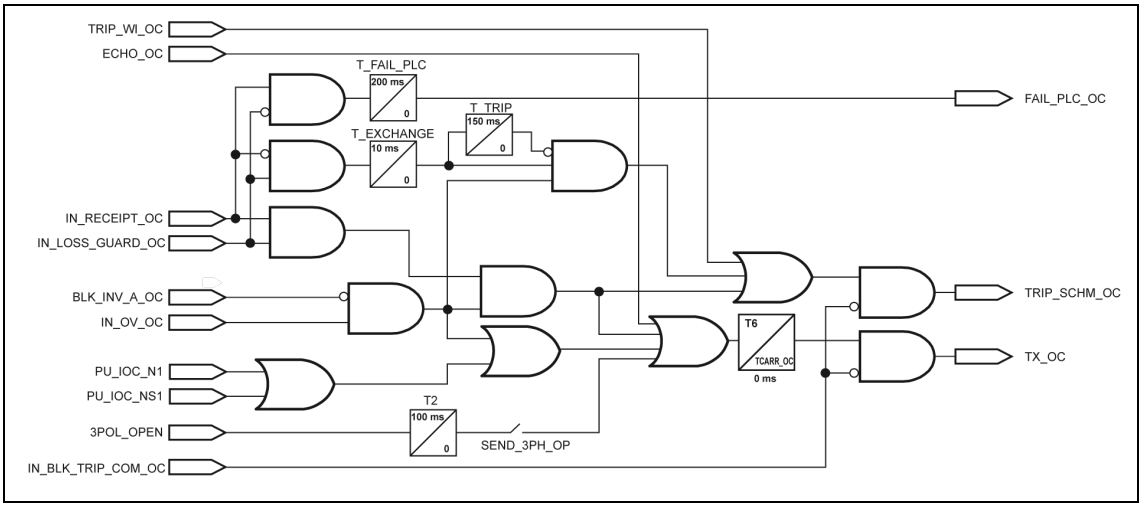


Figura 4.3.7 Diagrama de bloques del esquema de desbloqueo por comparación direccional.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

LEYENDA:	
T_FAIL_PLC: TIEMPO DE FALLO EQUIPO ONDA PORTADORA	SEND_3PH_OP: ENVIO DE CARRIER POR INTERRUPTOR ABIERTO (AJUSTE).
T_EXCHANGE: TIEMPO DE CONMUTACIÓN.	TCARR_OC: TIEMPO DE CARRIER SOBREINTENSIDAD (AJUSTE).
T_TRIP: TIEMPO DE DISPARO.	

El ajuste ***Temp Carrier Sobreint*** (***Tiempo carrier sobreintensidad)*** que aparece en el diagrama tiene el objeto de poder garantizar un tiempo mínimo en la activación del canal (**TX_OC**).

El ajuste de ***Envío por 52 abierto*** permite activar el canal cuando haya abierto el interruptor. La temporización **T2** de 100 ms tiene como objetivo retrasar el envío de *carrier* cuando éste se produce por haberse abierto el interruptor.

El equipo de onda portadora presenta los dos siguientes contactos de salida: uno normalmente cerrado (que llamaremos **guarda**), que permanece abierto cuando se está recibiendo la señal de guarda y otro normalmente abierto (que llamaremos **disparo**) que se cierra ante la recepción de la señal de disparo del otro extremo. El contacto guarda deberá cablearse a la señal **Entrada pérdida guarda sobreintensidad** (**IN_LOSS_GUARD_OC)**, mientras que el contacto disparo se cableará a la señal **Entrada recepción canal sobreintensidad (IN_RECEIPT_OC).** Por otra parte, debería cablearse la señal de **Envío canal sobreintensidad (TX_OC)** a la entrada del equipo de onda portadora que dará orden de efectuar la conmutación de frecuencia.

Cuando se activan las dos entradas **IN_LOSS_GUARD_OC** e **IN_RECEIPT_OC**, la respuesta es exactamente igual que en un esquema en sobrealcance permisivo, produciéndose un disparo instantáneo si ha arrancado la unidad en sobrealcance.

En el caso en que se haya activado únicamente la entrada **IN_LOSS_GUARD_OC**, lo que podría ser indicativo de una atenuación total de la señal de permiso de disparo procedente del otro extremo, si dicha situación se mantiene durante el ***Tiempo de conmutación*** del equipo de onda portardora **T_EXCHANGE**=10 ms (suficiente para que el equipo de onda portadora conmute de la frecuencia de guarda a la frecuencia de disparo), durante el tiempo **T_TRIP**=150 ms se dejará que la unidad en sobrealcance dispare de forma instantánea.

Si únicamente se ha activado la entrada **IN_RECEIPT_OC**, al cabo del tiempo **T_FAIL_PLC**, se activará la señal **FAIL_PLC**=200 ms, indicando un fallo en el equipo de onda portadora.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Entrada bloqueo disparo canal sobreintensidad** (**IN_BLK_TRIP_COM_OC**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.8 Bloqueo por comparación direccional

El esquema de **Bloqueo por comparación direccional** se activa cuando el ajuste ***Esquema protección sobreintensidad*** toma el valor **Bloq Comp Direc**.

La diferencia fundamental de este esquema con respecto a los anteriores (esquemas permisivos) es que la señal enviada a través del canal se emplea para impedir el disparo de la protección en el extremo remoto, en lugar de para acelerarlo.

Para la correcta operación de este esquema es necesario disponer de una unidad de sobreintensidad de neutro o secuencia inversa vigilando en contradirección, que será empleada para activar el canal. El arranque de la unidad vigilando en contradirección coincidirá con la activación de la entrada lógica **Entrada arranque unidad en contradirección**, a la cual se le podrá asignar la señal de arranque de cualquier unidad de sobreintensidad.

El arranque de la unidad en contradirección en el terminal de un extremo enviará una señal de bloqueo al terminal del extremo remoto para impedir el disparo del mismo por la unidad en sobrealcance. De esta forma, el disparo sólo se produce si no se recibe la señal de bloqueo desde el terminal del extremo remoto de la línea.

Se han de tener en cuenta dos condiciones para la correcta aplicación de este esquema:

1. El ajuste de arranque de la unidad en contradirección debe ser más bajo que el correspondiente a la unidad en sobrealcance en el resto de los terminales, con objeto de garantizar el bloqueo para todas las faltas externas a la línea para las que arranquen dicha/s unidad/es en sobrealcance.
2. Debe considerarse un tiempo de retardo del disparo de la unidad en sobrealcance que permita dar tiempo al equipo de comunicaciones a transmitir la señal de bloqueo desde el terminal remoto al local. Dicho retardo vendrá dado por el ajuste ***Temp Ret Sobreint*** (***Tiempo retardo sobreintensidad)***.

La lógica de eco y disparo por alimentación débil carece de sentido en este esquema. Por otra parte, este esquema no requiere ser complementado por la lógica de bloqueo por inversión de intensidad porque él mismo puede detectar el fenómeno de inversión de intensidad, gracias al uso de la unidad en contradirección.

4.3.8.a Condiciones de activación de canal (“Envío canal sobreintensidad”)

Para que en un terminal se produzca la activación del canal de comunicaciones (envío de la señal de bloqueo) se ha de dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de la unidad en contradirección, sin activación de la unidad en sobrealcance y siempre que no se den las condiciones de parada del envío.
2. Activación de la **Entrada bloqueo disparo canal sobreintensidad** y que no se den las condiciones de parada del envío. En este caso, dado que es un sistema de bloqueo, la activación del canal significa bloqueo del disparo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.8.b Condiciones de parada de canal (“Parada canal sobreintensidad”)

Para que en un terminal se produzca la desactivación o parada del canal de comunicaciones (final del envío de la señal de bloqueo) se ha de dar alguna de las condiciones siguientes:

1. Activación de la señal **Entrada parada canal sobreintensidad**.
2. Activación de la unidad en sobrealcance sin recepción de canal ni detección de contradirección ni activación de la entrada de bloqueo de disparo por canal.
3. Activación de la unidad en subalcance.

4.3.8.c Condiciones de disparo (“Disparo esquema protección sobreintensidad”)

Para que se produzca un disparo con este esquema se habrán de cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

1. La activación de la unidad en sobrealcance.
2. La no recepción de canal (señal de bloqueo, procedente del otro terminal).
3. La no activación de la unidad en contradirección.

4.3.8.d Operación

Las condiciones de activación del canal y de disparo aparecen reflejadas en el diagrama de bloques de la Figura 4.3.8.

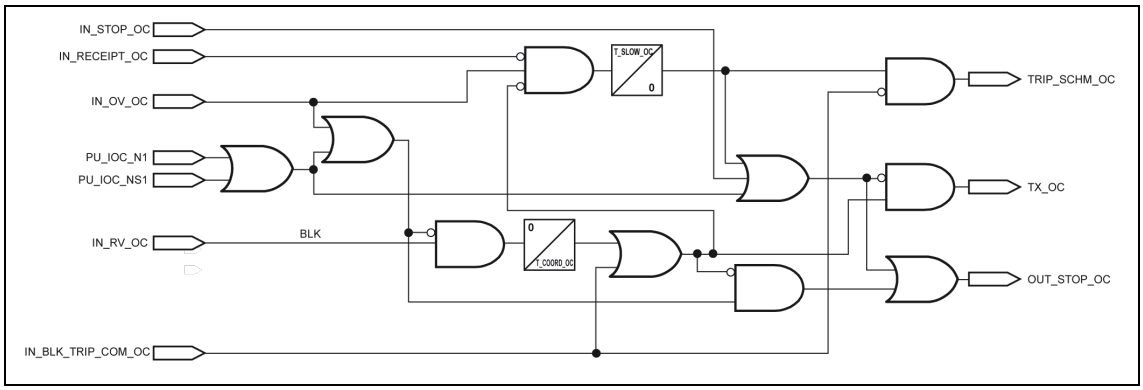


Figura 4.3.8 Diagrama de bloques del esquema de bloqueo por comparación direccional.

LEYENDA:	
T_SLOW_OC: TIEMPO DE RETARDO DE SOBREINTENSIDAD (AJUSTE)	T_COORD_OC: TIEMPO DE COORDINACIÓN DE SOBREINTENSIDAD (AJUSTE).

El objetivo del ajuste ***Temp Ret Sobreint (Tiempo retardo sobreintensidad)***, tal y como se comentó antes, es proporcionar, para faltas externas, un tiempo para la recepción de la señal de bloqueo desde el terminal del lado remoto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El ajuste de ***Temp Coord Sobreint (Tiempo coordinación sobreintensidad)*** establece un tiempo de reposición de la señal de arranque de la unidad en contradirección, que tiene como finalidad prevenir la parada del canal ante inversiones de intensidad en dobles circuitos como consecuencia de aperturas secuenciales de los interruptores de la línea paralela ante una falta en la misma. Cabe destacar que la unidad en subalcance sí podrá parar el envío de bloqueo, sin tener en cuenta la activación de la unidad en contradirección, pues la primera se activa solamente ante faltas internas a la línea.

La señal de salida **Parada canal sobreintensidad** (**OUT_STOP_OC**) tiene por objeto ir cableada a la entrada **IN_STOP_OC** del equipo de teleprotección con el fin de producir la parada de canal. No obstante, dicha salida anula también la salida de activación de canal como medida de prevención, en el caso de que la entrada **IN_STOP_OC** no se haya configurado en el equipo de teleprotección como prioritaria frente a la entrada **IN_RECEIPT_OC**, cuando ambas estén activas.

El disparo por canal y la activación del mismo podrán verse bloqueados por la activación de la entrada digital **Entrada bloqueo disparo canal sobreintensidad** (**IN_BLK_TRIP_COM_OC**).

4.3.9 Rangos de ajuste

Protección / Esquema protección sobreintensidad					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Envío por 52 Abierto	Envío por 52 Abier	PSCF1.CarOpnCB	SÍ / NO		SÍ
Tiempo de Seguridad	Temp Seguridad	PSCF1.SecTmms	0 - 50 ms	1 ms	0 ms
Esquema de Protección Sobreintensidad	Esq Prot Sobreint	OCPSCH1.SchTyp	Ningun.o Subalcance permisivo. Transferido directo. Sobrealcance permisivo. Desbloq Comp Direc. Bloq Comp Direc.		Ninguno
Temp Carrier Sobreint	Temp Carr Sobreint	OCPSCH1.DurTmms	0 - 200 ms	10 ms	50 ms
Temp Coord Sobreint	Temp Coor Sobreint	OCPSCH1.RvRsTmms	0 - 50 ms	1 ms	25 ms
Temp Ret Sobreint	Temp Ret Sobreint	OCPSCH1.CrdTmms	0 - 200 ms	10 ms	50 ms
Sal Log Alim Deb Sobreint	Sal Alim Deb Sobre	OCPSCH1.WeiMod	Ninguno Eco Eco + Disparo		
Perm Bloq Inv Int Sobreint	H Blq Inv Int Sobr	OCPSCH1.RvAMod	SÍ / NO		SÍ
Bloq Alim Deb FF	Bloq Alim Deb FF	PSCF1.WeiBlkFF	SÍ / NO		SÍ

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.10 Entradas digitales al módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad

Table 4.3-1: Entradas digitales al módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_RECEIPT_OC	Entradas lógicas a protección.	OCPSCH1.ProRx	Entrada recepción canal sobreintensidad	I	La activación de esta entrada indica que se ha recibido la señal (de permiso o de bloqueo del disparo, en función del esquema seleccionado) del otro extremo.
IN_BLK_TRIP_COM_OC		OCPSCH1.Mod	Entrada bloqueo disparo canal sobreintensidad	I	La activación de esta entrada bloquea el disparo por cualquier esquema de protección de sobreintensidad.
IN_LOSS_GUARD_OC		OCPSCH1.LosOfGrd	Entrada pérdida guarda sobreintensidad	I	La activación de esta entrada indica que se ha dejado de recibir la señal de guarda. Se emplea en el esquema de Desbloqueo por Comparación Direccional.
IN_STOP_OC		OCPSCH1.CarStop	Entrada parada canal sobreintensidad	I	La activación de esta entrada genera la salida Parada Canal. Se emplea en el esquema de Bloqueo por Comparación Direccional.
IN_OV_OC		OCPSCH1.OvStr	Entrada arranque unidad en sobrealcance	I	Arranque de la unidad de sobreintensidad en sobrealcance.
IN_RV_OC		OCPSCH1.RvStr	Entrada arranque unidad en contradirección	I	Arranque de la unidad de sobreintensidad en contradirección.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.11 Salidas digitales y sucesos del módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad

Table 4.3-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
TX_OC	Salidas genéricas de protección.	OCPSCH1.ProTx	Envío canal sobreintensidad	I	Activación del canal por el esquema de protección de sobreintensidad seleccionado.
ECHO_OC		OCPSCH1.Echo	Envío eco sobreintensidad	I	Envío de eco en esquema de protección de sobreintensidad.
FAIL_PLC_OC		OCPSCH1.CarWavFail	Fallo equipo onda portadora sobreintensidad	I	Fallo en el equipo de onda portadora.
BLK_INV_A_OC		OCPSCH1.RvABlk	Bloqueo inversión intensidad sobreintensidad	I	Bloqueo de la unidad en sobrealcance en esquema de protección de sobreintensidad por detección de inversión de intensidad.
OUT_STOP_OC		OCPSCH1.CarStopOut	Parada canal sobreintensidad	I	Salida para parar el canal empleado en el esquema de Bloqueo por Comparación Direccional.
TRIP_SCHM_OC	Salidas de disparo de protección	OCPSCH1.Op	Disparo esquema protección sobreintensidad	I,F	Disparo por el esquema de protección de sobreintensidad seleccionado.
TRIP_WI_OC		OCPSCH1.WeiOp	Disparo alimentación débil sobreintensidad	I	Disparo por condición de alimentación débil en esquema de protección de sobreintensidad.
TRIP_WI_OC_A		OCPSCH1.WeiOp	Disparo alimentación débil sobreintensidad fase A	I	Disparo por condición de alimentación débil en la fase correspondiente en esquema de protección de sobreintensidad.
TRIP_WI_OC_B		OCPSCH1.WeiOp	Disparo alimentación débil sobreintensidad fase B	I	
TRIP_WI_OC_C		OCPSCH1.WeiOp	Disparo alimentación débil sobreintensidad fase C	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.3.12 Nodo lógico IEC61850

CLASS IRLPSCH		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
ProTx	SPS	Teleprotection signal transmitted
ProRx	SPS	Teleprotection signal received
Str	ACD	Carrier send
Op	ACT	Operate
LosOfGrd	SPS	Loss of guard
Echo	ACT	Echo signal from weak end infeed function
WeiOp	ACT	Operate signal from weak end infeed function
RvABlk	ACT	Block signal from current reversal function
Settings		
SchTyp	ENG	Scheme Type
CrdTmms	ING	Co-ordination timer for blocking scheme
DurTmms	ING	Minimum duration of carrier send signal
SecTmms	ING	Pickup security timer on loss of carrier guard signal
WeiMod	ENG	Mode of weak end infeed function
RvAMod	ENG	Enable of current reversal function
RvRsTmms	ING	Delay time for coordination
Extended Data		
CarStop	EXT_SPC	Stop of the channel input in directional comparison block scheme
OvStr	EXT_ACD	Start of the overreach overcurrent unit input
RvStr	EXT_ACD	Start of the inverse overcurrent unit input
CarWavFail	EXT_SPS	Fail in the communication equipment
CarStopOut	EXT_SPS	Stop of the channel in directional comparison block scheme
CarOpnCB	EXT_SPG	Sent due to breaker open status
PhGndVal	EXT_ASG	Undervoltage level for weak infeed function

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

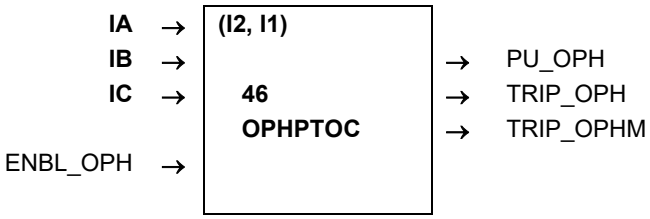
4.4 Detector de Fase Abierta

4.4.1	Identificación	4.4-2
4.4.2	Bloque general de la unidad	4.4-2
4.4.3	Principio de operación y diagrama de bloques	4.4-2
4.4.4	Aplicación de la unidad	4.4-3
4.4.5	Rangos de ajuste	4.4-3
4.4.6	Entradas analógicas a la unidad	4.4-3
4.4.7	Entradas digitales a la unidad de Fase Abierta	4.4-4
4.4.8	Salidas digitales y sucesos del módulo de Fase Abierta	4.4-4
4.4.9	Nodo lógico IEC 61850	4.4-5
4.4.10	Ensayo del Detector de Fase Abierta	4.4-5

4.4.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Fase Abierta	OPHPTOC1	I2/I1>	46

4.4.2 Bloque general de la unidad



4.4.3 Principio de operación y diagrama de bloques

La unidad de Fase Abierta tiene por objetivo la detección del desequilibrio de las fases de la línea protegida, actuando mediante la medida del contenido de secuencia inversa en la corriente circulante. Para ello, se calculan tanto la secuencia inversa (I2) como la secuencia directa (I1) y se obtiene su cociente (I2/I1). Una vez arrancada, la unidad actúa si el arranque se mantiene durante un tiempo igual o superior al ajustado.

La operación de esta función está condicionada a la posición del interruptor y al nivel de la corriente de secuencia directa: si el interruptor está abierto o la corriente de secuencia directa es inferior al ajuste de ***Sensibilidad S.D.***, la unidad se encontrará inhabilitada. Así mismo, la función queda anulada cuando se produce un arranque de cualquiera de las unidades de medida de tiempo o instantáneo, de fases o neutro.

El arranque tiene lugar cuando el valor medido supera 1,05 veces el valor del ajuste, reponiéndose a 1,00 veces su valor.

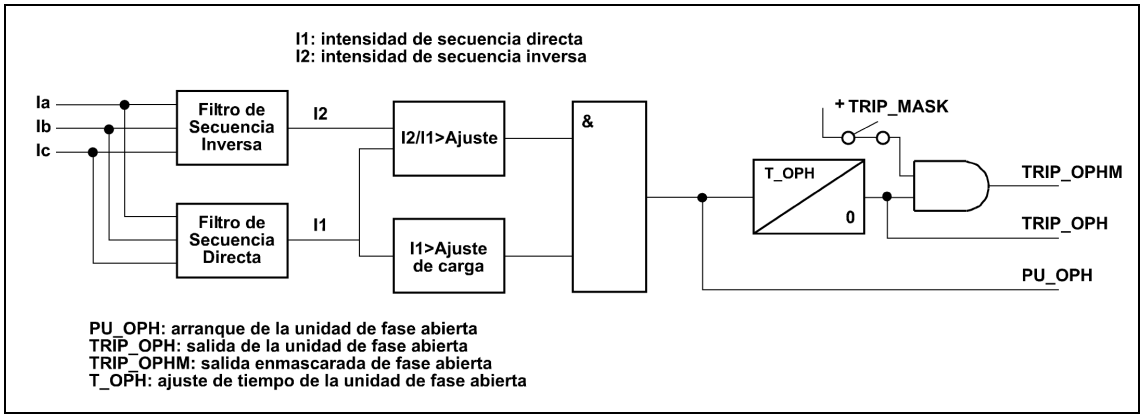


Figura 4.4.1 Diagrama de bloques del Detector de Fase Abierta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.4.4 Aplicación de la unidad

La función de la unidad de Fase abierta es la detección de conductor caído o roto. Para ello emplea la relación entre la intensidad de secuencia inversa, **I2**, respecto a la intensidad de secuencia directa **I1**. Cuando la carga es normal y equilibrada dicha relación es nula o muy baja, mientras que cuando se produce una falta severa en carga aparece un desequilibrio que eleva esta relación.

Para evitar disparos o arranques en vacío o con cargas muy bajas, esta función se inhibe cuando el valor de la corriente de secuencia directa **I1** sea inferior al ajuste de ***Sensibilidad S.D***.

4.4.5 Rangos de ajuste

Protección / Fase Abierta					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso F.Abierta	Permiso F.Abierta	OPHPTOC1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque F.Abierta	Arranq F.Abierta	OPHPTOC1.StrVal1	0,05 - 0,4	0,01	0,05 I2/I1
Tiempo F.Abierta	Tiempo F.Abierta	OPHPTOC1.OpDITmms	0,05 - 300 s	0,01 s	0,05 s
Sensibilidad S.D.	Sensibilidad S.D.	OPHPTOC1.StrVal2	0,02 - 5 A	0,01 A	0,10 A

4.4.6 Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de la unidad de Fase Abierta es el ratio entre la intensidad de secuencia inversa, **I2**, y la intensidad de secuencia directa, **I1**, calculadas a partir de las intensidades de fase.

Tabla 4.4-1: Entradas analógicas del módulo de Fase Abierta

Nombre	Descripción	IEC 61850
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC
I2	Intensidad de secuencia inversa	MSQI1.SeqA.c2
I1	Intensidad de secuencia directa	MSQI1.SeqA.c1

$$|I_2| = \left| \frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 240° + I_C \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

$$|I_1| = \left| \frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 120° + I_C \cdot 1\angle 240°}{3} \right|$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.4.7 Entradas digitales a la unidad de Fase Abierta

Tabla 4.4-2: Entradas digitales a la unidad de Fase Abierta					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_OPH	Órdenes de habilitación / deshabilitación.	OPHPTOC1.Mod	Entrada de Habilitación Detector Fase Abierta	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.4.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de Fase Abierta

Tabla 4.4-3: Salidas digitales del módulo de Fase Abierta					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_OPH	Salidas de arranque de protección	OPHPTOC1.Str	Arranque Detector Fase Abierta	I,F	Arranque de la unidad de Fase Abierta e inicio de la cuenta de tiempo.
TRIP_OPH	Salidas de disparo de protección	OPHPTOC1.Op	Disparo Detector Fase Abierta	I,F	Disparo de la unidad de Fase Abierta.
TRIP_OPHM	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Detector Fase Abierta		Disparo de la unidad de Fase Abierta afectado por su correspondiente máscara.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.4.9 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLOPHPTOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
StrVal1	ASG	Start value I2/I1
StrVal2	ASG	Start value direct sequence sensibility

4.4.10 Ensayo del Detector de Fase Abierta

Poner fuera de servicio todas las unidades de fase y neutro y aplicar un sistema de dos intensidades como sigue:

Ia = 1/0º y Ib = 1/60º (se entiende que los ángulos expresados son inductivos).

Ajustar la unidad en 0,2 I2/I1 y comprobar que no está arrancada. Aumentar la intensidad de la fase B y comprobar que la unidad arranca (el flag de arranque a "1") con un valor de intensidad, en la fase B, comprendido entre 1,493 Aac y 1,348 Aac.

Ajustar el tiempo de disparo en 10 s. Aplicar una intensidad en la fase B de 2 A / 60º y comprobar que se produce un disparo en un tiempo comprendido entre 10,1 s y 9,9 s. Comprobar, por último, que se cierran los contactos de disparo.

También se comprobará que ajustando la unidad en 0,2 I2/I1 y ajustando la “carga mínima en la línea” (ajuste ***Sensibilidad S.D***.) en 1,2 A, si aplicamos Ia = 1/0º e Ib = 2/60º la unidad no actúa; si en las mismas condiciones ajustamos la ***Carga mínima en la línea*** *(*ajuste ***Sensibilidad S.D****.)* en 0,8 A, la unidad arranca.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

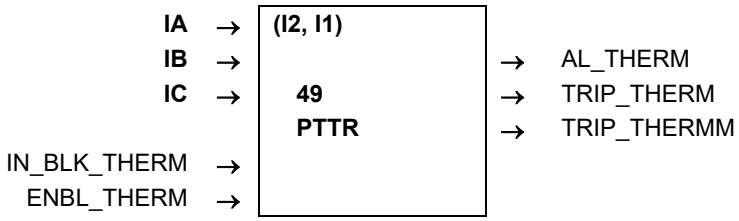
4.5 Unidad de Imagen Térmica

4.5.1	Identificación	4.5-2
4.5.2	Bloque general de la unidad	4.5-2
4.5.3	Principio de operación	4.5-2
4.5.3.a	Curvas de operación	4.5-5
4.5.4	Diagrama de bloques	4.5-7
4.5.5	Aplicación de la función de Imagen Térmica	4.5-7
4.5.6	Rangos de ajuste	4.5-8
4.5.7	Entradas analógicas a la unidad de Imagen Térmica	4.5-8
4.5.8	Entradas digitales a la unidad de Imagen Térmica	4.5-9
4.5.9	Salidas digitales y sucesos de la unidad de Imagen Térmica	4.5-10
4.5.10	Nodo lógico IEC 61850	4.5-11
4.5.11	Ensayo de la unidad de Imagen Térmica	4.5-11

4.5.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Imagen Térmica	PTTR1	3Ith>	49

4.5.2 Bloque general de la unidad



4.5.3 Principio de operación

Por medio de algoritmos matemáticos basados en la física de los materiales, la unidad de Imagen térmica calcula la temperatura de la máquina/dispositivo/línea a proteger a partir de las intensidades circulantes. La unidad estima el estado térmico por medio de la medida de la intensidad circulante y de la resolución de la ecuación diferencial térmica para producir un disparo cuando se han alcanzado niveles de temperatura elevados

Los algoritmos se basan en modelizar el calentamiento de un elemento resistivo ante el paso de una corriente eléctrica. No se considera el efecto de la radiación, ya que, para las temperaturas que alcanzan los elementos a proteger (inferiores a 400º C), su repercusión se considera despreciable, ni otras fuentes de disipación de calor diferentes de la derivada del efecto Joule. Si, tras un periodo de sobrecarga relativamente corto, el valor de la intensidad vuelve a valores nominales, se simula también el enfriamiento del equipo.

La unidad de Imagen Térmica no tiene un umbral a partir del cual arrancar: siempre está "arrancada". El tiempo de disparo depende de la intensidad que circule desde un instante dado hasta que se alcance la temperatura límite y del valor de la temperatura en un instante concreto. La temperatura previa depende de lo ocurrido con anterioridad, de la intensidad que se haya medido y del tiempo que haya sido aplicada.

La ecuación diferencial que controla cualquier fenómeno térmico es la siguiente:

$$I^2 = \theta + \tau \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

Donde:

I: Es el valor eficaz de la intensidad medida

τ: Es la constante de tiempo de calentamiento y enfriamiento (ajustes ***Constante t1*** y ***Constante t2***).

Imax: Valor de la intensidad máxima admisible en régimen permanente. Ajuste ***Max.Int.Reg.Perm***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Se denomina constante de tiempo y se representa por τ al tiempo necesario para que un cuerpo que va a pasar de una temperatura inicial θ_0 a una temperatura final θ_∞ adquiera el 63% del incremento de temperatura necesario para θ_∞ ; es decir, el tiempo que tardará en alcanzar, partiendo de θ_0, la temperatura intermedia θ_i donde:

$\theta_i = \theta_0 + (\theta_\infty - \theta_0) * 0,63$

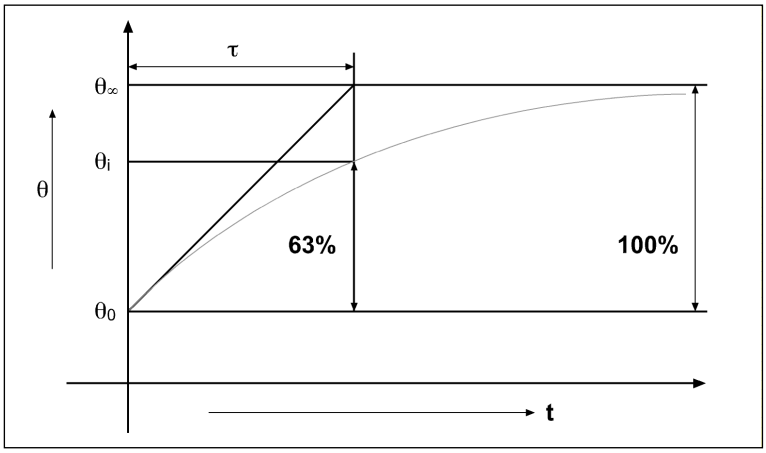


Figura 4.5.1 Constante de tiempo.

Los valores de temperatura (θ) se almacenan siempre por si hay un fallo en la alimentación del equipo. Existe un ajuste de ***Memoria térmica*** que puede ser ajustado en **SÍ**, de forma que ante una reinicialización del equipo, el valor inicial de temperatura será el almacenado. El valor almacenado puede ser reseteado activando la señal digital **Entrada de reposición Imagen Térmica**.

Esta unidad está preparada para proteger de sobrecalentamientos a líneas, motores o transformadores. Por medio del ajuste ***Tipo máquina*** se puede elegir cuál de estos tipos se quiere proteger. Según esta selección la unidad utilizará diferentes maneras de calcular el estado térmico.

- **Líneas**. En el caso de las líneas se toma como intensidad de medida la suma del cuadrado de la máxima intensidad (la unidad utilizará la corriente máxima que fluye, esto es, el valor máximo entre la corriente de la fase A, fase B o fase C). Tiene dos constantes de tiempo, una de calentamiento (mientras hay intensidad, ajuste ***Constante t1***) y otra de enfriamiento (cuando la intensidad de la secuencia directa está por debajo de 0,1 A, ajuste ***Constante t2***).

- **Motores**. En el caso de los motores se utiliza como intensidad de medida la suma del cuadrado de la secuencia positiva con el cuadrado de la secuencia negativa multiplicado este último factor por un factor de sobrevaloración (***Sobrevalor***). Tiene dos constantes de tiempo, una para motor parado (cuando la secuencia positiva está por debajo de 0,15 veces la intensidad máxima, ajuste ***Constante t2***) y otra para motor en marcha (cuando la secuencia positiva está por encima de 0,30 veces la intensidad máxima, ajuste ***Constante t1***).

- **Transformadores**. En el caso de transformadores se utiliza como intensidad de medida el cuadrado de la intensidad circulante por el devanado de referencia (la unidad utilizará la corriente máxima que fluye, esto es, el valor máximo entre la corriente de la fase A, fase B o fase C del devanado de referencia). Tiene dos constantes de tiempo, una para el caso de estar ventilado (***Constante t1***) y otra para el caso de no estarlo (***Constante t2***). Se pasa de una a otra por medio de una entrada digital denominada **Cambio de constante térmica**. Por defecto, la constante de tiempo es **Con ventilación**. Para cambiarla se debe de configurar la entrada de **Cambio de constante térmica**. Al activar esta entrada la constante pasa a ser la de **Sin ventilación**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cuando la unidad está utilizando la intensidad circulante máxima, utilizará el valor eficaz máximo del valor de corriente máxima fundamental para los cálculos según el ajuste ***Tipo magnitud***.

La unidad térmica estima el estado térmico en cada caso (línea / motor / trafo) y, cuando éste alcanza el ***Nivel alarma*** ajustado activa la señal **Alarma imagen térmica**. Cuando alcanza el nivel equivalente al obtenido por la circulación permanente de Imax (***Max.Int.Reg.Perm***), proporciona una salida de disparo.

La estimación del estado térmico se realiza del siguiente modo:

- Se parte de un valor inicial de $\theta = 0$ o $\theta \neq 0$ en función del estado térmico inicial
- Se activa la unidad de Imagen Térmica cada 500 milisegundos, y en cada una de estas activaciones se toma el valor al cuadrado de la intensidad y se le resta el valor de θ de la muestra anterior:

$$A = I^2 - \theta$$

- Se divide el valor obtenido por la constante de tiempo y se multiplica por 500 milisegundos:

$$B = A\frac{0{,}5s}{\tau(s)}$$

- Se suma este valor a la θ anterior y obtenemos la actual

$$\theta = \theta + B$$

El valor de θ se calcula en % del valor máximo. Como se ha señalado anteriormente, la salida de **Disparo imagen térmica** se activa cuando el valor θ correspondiente alcanza la máxima intensidad:

$$\theta_{trip} = Imax^2$$

La reposición de la señal **Disparo imagen térmica** se produce teniendo en cuenta el ajuste ***Reposic. disparo***:

$$\theta_{Reset_trip} = \theta_{trip}\frac{Reposic.disparo(\%)}{100}$$

La salida **Alarma imagen térmica** se activa cuando el valor de θ alcanza el valor definido en el ajuste ***Nivel alarma***:

$$\theta_{alarma} = \theta_{trip}\frac{Nivel\ alarma(\%)}{100}$$

La reposición de la señal de alarma se produce cuando θ desciende por debajo de 95%:

$$\theta_{Reset_alarma} = 0{,}95 * \theta_{alarma}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.5.3.a Curvas de operación

Se pueden seleccionar dos tipos diferentes de curvas en función del ajuste ***Tipo de curva***. Posteriormente, el tiempo de disparo se calculará de la siguiente forma:

- **Curva 1 (Curva estándar)**

$$t = \tau \cdot Ln \frac{I^2 - I_p^2}{I^2 - Imax^2}$$

Donde:

I: Medida de intensidad utilizada por la unidad.
I_p: Corriente de pre-carga en estado estacionario antes de la aplicación de la sobrecarga.
τ: Es la constante de tiempo de calentamiento y enfriamiento (ajustes ***Constante 1*** y ***Constante 2***).
Imax: Valor de la intensidad máxima admisible en régimen permanente. Ajuste ***Max.Int.Reg.Perm***.

Como τ está definido en minutos, el resultado de la ecuación, es decir, el tiempo calculado, también será en minutos.

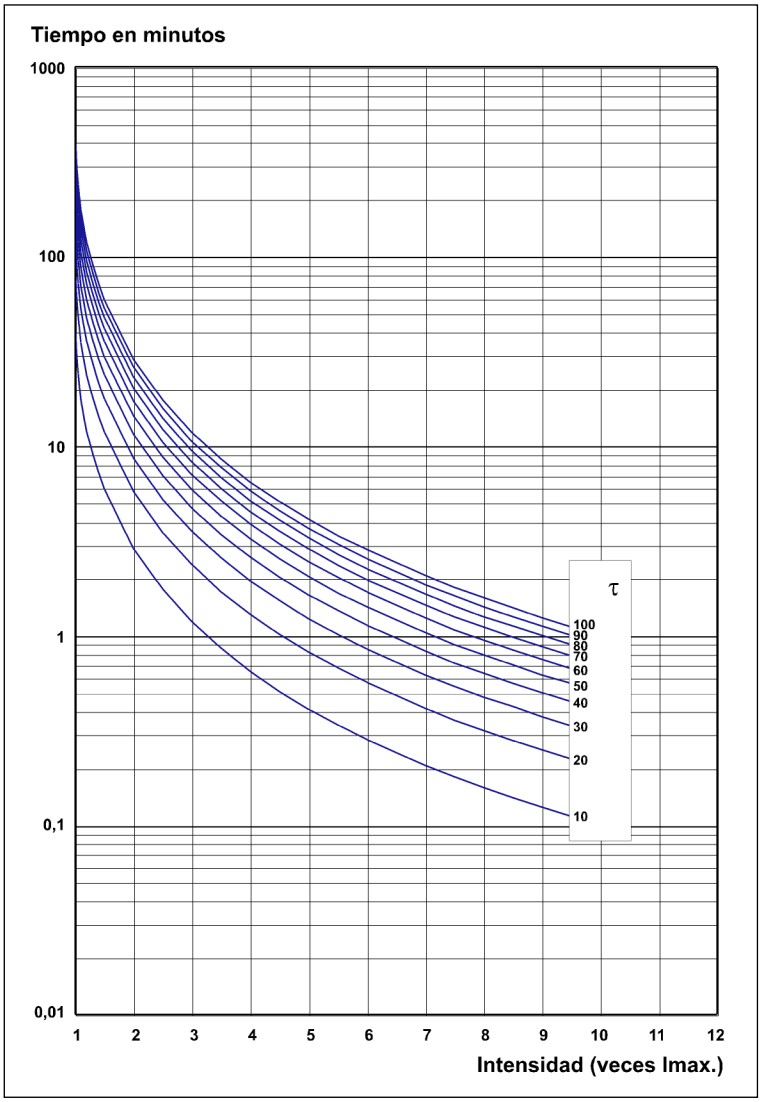


Figura 4.5.2 Curvas características del tiempo de operación de la unidad térmica

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Curva 2 (TDL2002 Single Curve)**

$$t = -\tau \cdot Ln\frac{I^2 - (K * Imax)^2}{I^2 - I_p^2}$$

Donde:

I: Medida de intensidad utilizada por la unidad.
I_p: Corriente de pre-carga en estado estacionario antes de la aplicación de la sobrecarga.
K: constante ajustable que limita la operación de la unidad.
τ: Es la constante de tiempo (ajuste ***Constante 1***).
Imax: Valor de la intensidad máxima admisible en régimen permanente. Ajuste ***Max.Int.Reg.Perm***.

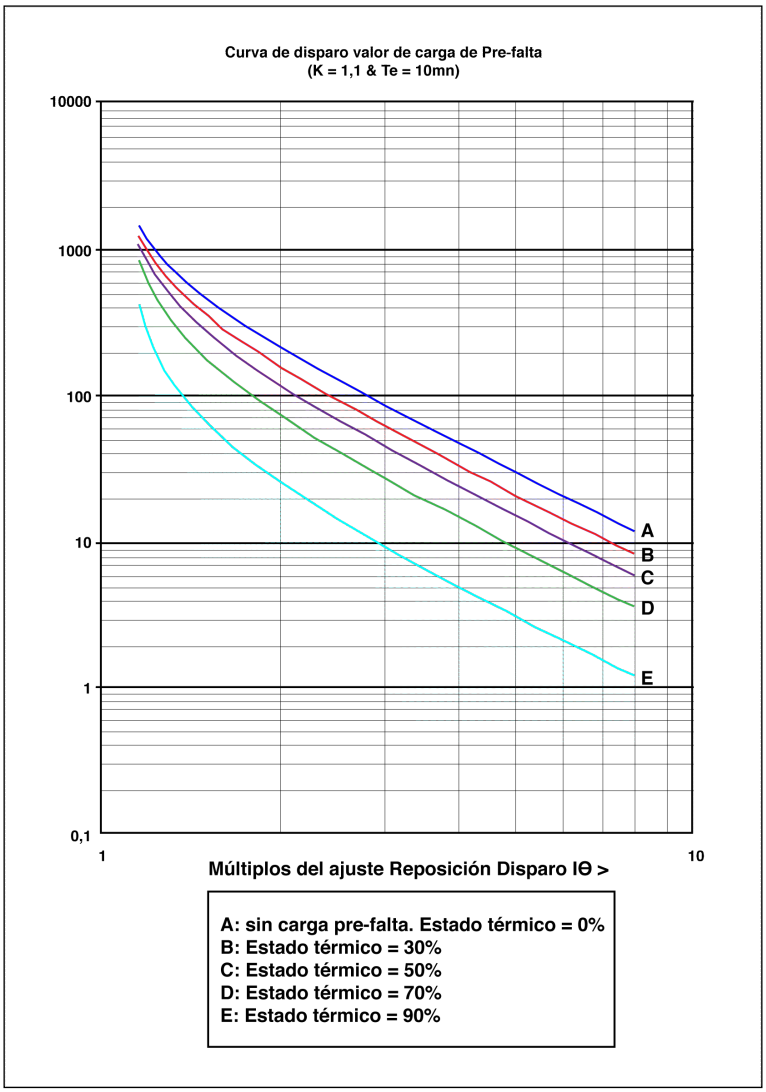


Figura 4.5.3 Curva 2 (TDL2002 Single Curve).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.5.4 Diagrama de bloques

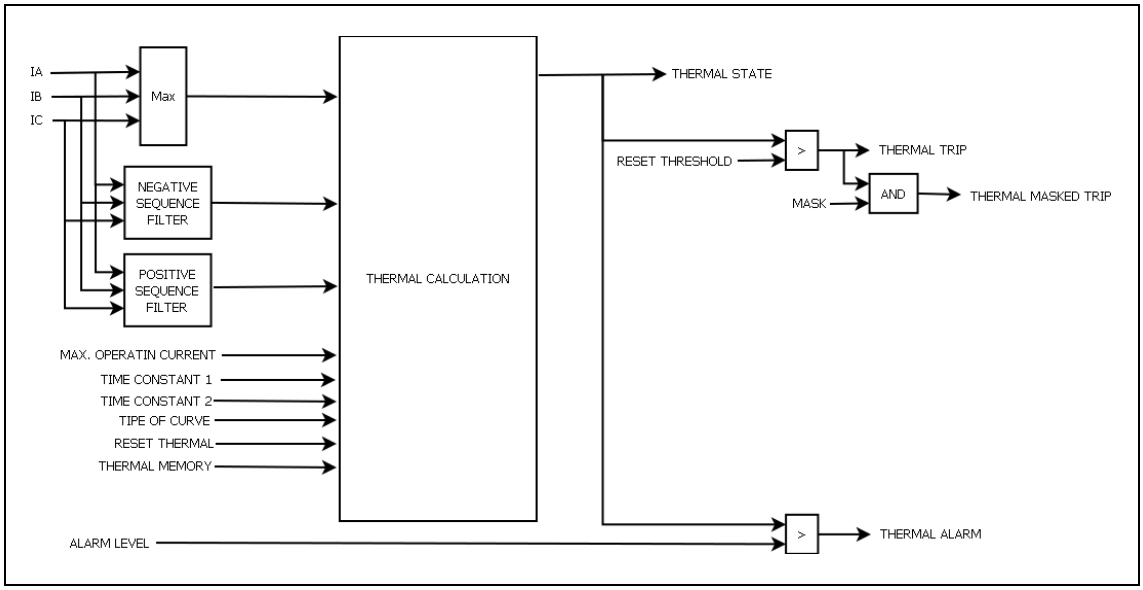


Figura 4.5.4 Diagrama de bloques de la unidad de Imagen Térmica.

4.5.5 Aplicación de la función de Imagen Térmica

Las faltas en el sistema eléctrico generan, en la mayoría de las ocasiones, intensidades muy superiores a las de diseño de los elementos que lo conforman, pudiendo originar un rápido deterioro de las instalaciones por los efectos térmicos.

Las protecciones que habitualmente se emplean utilizan la sobreintensidad, dando disparos tanto de forma instantánea como tras una temporización mediante características inversas “intensidad / tiempo” o tiempos fijos. Sin embargo, en algunas aplicaciones, este sistema de protección presenta ciertas limitaciones.

Un ejemplo puede ser un sistema con dos transformadores en paralelo que alimentan una misma barra trabajando cada uno de ellos a una carga por debajo de la nominal. Si uno de los transformadores queda fuera de servicio, el otro pasa a trabajar soportando toda la carga y, muy probablemente, a un nivel de carga por encima de su nominal.

Con una protección de sobreintensidad se podría producir su desconexión en poco tiempo incluso a pesar de que, por diseño, los transformadores de potencia pueden trabajar con sobrecargas durante algunos minutos sin sufrir daños. No habría opción de realizar acción alguna para restablecer la situación durante dicho periodo de tiempo.

La unidad de Imagen Térmica, por su principio de funcionamiento, es muy indicada en este tipo situaciones. Se puede afirmar, en general, que esta función es complementaria a otro tipo de protecciones tanto en cables como en máquinas (transformadores, generadores, etc.).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.5.6 Rangos de ajuste

Protección / Imagen Térmica					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso I. Térmica	Permiso I.Térmica	PTTR.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Tipo Magnitud	Tipo Magnitud	PTTR.MagTyp	Fundamental. RMS.		Fund.
Tipo Máquina	Tipo Máquina	PTTR.ProTyp	Líneas. Motor. Trafo.		Líneas
Tipo Curva	Tipo Curva	PTTR.CrvTyp	Estándar. Curva simple TDL2002.		Estándar
Constante 1 (calentamiento)	Constante t1	PTTR.ConsTms1	0,5-300 min	0,01min	0,5min
Constante 2 (enfriamiento)	Constante t2	PTTR.ConsTms2	0,5-300 min	0,01min	0,5min
Max.Int.Reg.Perm	Max.Int.Reg.Perm.	PTTR.StrVal	0,2-12,5	0,01A	1A
Nivel Alarma	Nivel Alarma	PTTR.AlmVal	50-100%	1%	50%
Reposic. Disparo	Reposic. Disparo	PTTR.RsLev	50-100%	1%	80%
Sobrevalor	Sobrevalor	PTTR.SetMot	1 -10	1	1
Memoria Térmica	Memoria Térmica	PTTR.ThmMem	SÍ / NO	-	NO
K Factor	K Factor	PTTR.KFact	1-1,5	0,01	1,05

4.5.7 Entradas analógicas a la unidad de Imagen Térmica

Tabla 4.5-1: Entradas analógicas a la unidad de Imagen Térmica

Nombre	Descripción	IEC 61850
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC
I1	Intensidad de secuencia directa	MSQI1.SeqA.c1
I2	Intensidad de secuencia inversa	MSQI1.SeqA.c2

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.5.8 Entradas digitales a la unidad de Imagen Térmica

Tabla 4.5-2: Entradas digitales a la unidad de Imagen Térmica

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
C_CONST_T	Entradas lógicas a protección.	PTTR.ChgSet	Cambio de constante térmica	I	Su activación provoca cambio de constante en la unidad térmica.
RST_MEM_T		PTTR.RsThm	Entrada de reposición de Imagen Térmica	I	Su activación repone el valor memorizado
IN_BLK_THERM		PTTR.LNBlk	Entrada de bloqueo Imagen Térmica	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
ENBL_THERM	Órdenes de habilitación / Deshabilitación	PTTR.LNEna	Entrada de habilitación Imagen Térmica	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.5.9 Salidas digitales y sucesos de la unidad de Imagen Térmica

Tabla 4.5-3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de Imagen Térmica

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
AL_THERM	Salidas genéricas de protección.	PTTR.AlmThm	Alarma Imagen Térmica	I	Alarma de la unidad térmica.
TRIP_THERM	Salidas de disparo de protección.	PTTR.Op	Disparo Imagen Térmica	I,F	Disparo de la unidad térmica.
TRIP_THERMM	Disparos enmascarados.		Disparo enmascarado unidad Imagen Térmica		Disparo de la unidad térmica afectado por su máscara de disparo.
THERM_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas.		Unidad Imagen Térmica habilitada	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.5.10 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRVHGNDPIOCsg		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Op	ACTnotr	Trip
AlmThm	ACTg	Thermal Alarm
Settings		
StrVal	ASGsg	Start value
ConsTms1	INGsg	Time constant of the thermal model (heating)
ConsTms2	INGsg	Time constant of the thermal model (cooling)
AlmVal	ASGsg	Alarm Value
Measured Values		
TmpRl	MVro	Relation between temperature and max. temperature
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPGsg	In service
LNEna	EXT_SPC	Unit enable command
LNBlk	EXT_SPC	Unit blocking command
MagTyp	EXT_ING_ENUMsg	Magnitude type
ProTyp	EXT_ING_ENUMsg	Device type
CrvTyp	EXT_ING_ENUMsg	Curve Type
RsLev	EXT_ASGsg	Reset Threshold
SetMot	EXT_INGsg	Motor Scaling Factor
ThmMem	EXT_SPGsg	Thermal Memory Enable setting
ChgSet	EXT_SPCtr	Constant change command
ThmRs	EXT_SPCtr	Thermal Image value reposition command
KFact	EXT_ASGsg	K Factor

4.5.11 Ensayo de la unidad de Imagen Térmica

Antes de realizar esta prueba conviene apagar y encender la protección para reponer el nivel térmico. Aplicar por la fase A una intensidad mayor que el ajuste de máxima intensidad en régimen permanente (I_{max}) y comprobar que el tiempo de disparo es:

$$t = \tau \cdot \mathrm{Ln} \frac{(I \pm 1\%)^2}{(I \pm 1\%)^2 - I_{max}^{\ 2}}$$

siendo τ la constante de tiempo ajustada ζ1.

Por ejemplo, si consideramos una constante de tiempo sin ventilación de 0,5 minutos y una intensidad máxima de 5 A, e inyectamos en la fase A del primer devanado una intensidad de 6 A, el tiempo transcurrido hasta producirse el disparo de la unidad ha de estar comprendido entre 33,05s y 38,18s.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

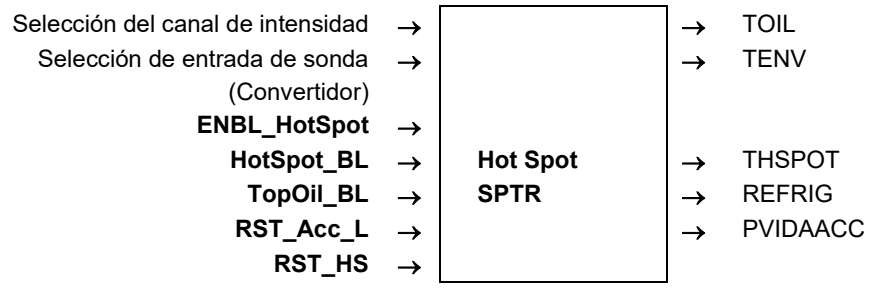
4.6 Unidad de Imagen Térmica de Hot Spot

4.6.1	Identificación	4.6-2
4.6.2	Bloque general de la unidad	4.6-2
4.6.3	Principios de operación	4.6-2
4.6.3.a	Medida de temperaturas	4.6-3
4.6.3.b	Cálculo de la temperatura de Hot Spot	4.6-3
4.6.3.c	Disparo por temperatura de Hot Spot y temperatura de la capa superior de aceite	4.6-4
4.6.3.d	Pérdida de vida acumulada	4.6-5
4.6.3.e	Eficiencia del sistema de refrigeración	4.6-6
4.6.4	Ajustes recomendados según la guía de carga IEC60076-7	4.6-7
4.6.5	Rangos de ajuste	4.6-7
4.6.6	Entradas analógicas a la unidad térmica de Hot Spot	4.6-8
4.6.7	Entradas digitales del módulo de imagen térmica de Hot Spot	4.6-9
4.6.8	Salidas digitales y sucesos de la imagen térmica de Hot Spot	4.6-10
4.6.9	Nodo lógico IEC 61850	4.6-11
4.6.10	Ensayo de la unidad térmica de Hot Spot	4.6-12
4.6.10.a	Alarma y disparo por temperatura de la capa superior de aceite	4.6-13
4.6.10.b	Alarma y disparo por temperatura de Hot Spot	4.6-13

4.6.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Hot Spot	SPTR		26

4.6.2 Bloque general de la unidad



4.6.3 Principios de operación

El funcionamiento de esta unidad se basa en la guía de carga IEC 60076-7.

La degradación o envejecimiento de un transformador de potencia inmerso en aceite es función del estado térmico de sus componentes y, principalmente, de la temperatura del punto más caliente del bobinado (denominado Hot Spot), y de la temperatura del aceite (refrigerante). La explotación de un transformador por encima de sus condiciones nominales puede llevar a una temperatura excesiva en dichos componentes, lo que producirá el envejecimiento acelerado de la máquina (degradación prematura del material aislante, pérdida temporal de rigidez dieléctrica por formación de burbujas de gas, aumento de pérdidas, etc.). Estas condiciones llevadas al extremo producirían el fallo del transformador. Sin embargo, dependiendo del grado de temperatura alcanzado, es preferible mantener el transformador sobrecargado y asumir una pérdida de vida admisible a producir un corte en el suministro eléctrico. Así, se podrían definir tres regímenes de funcionamiento según la carga y la temperatura de Hot Spot:

- Régimen normal: condiciones nominales, o temporalmente superiores, que a lo largo del tiempo no suponen una pérdida de vida considerable del transformador.
- Régimen de emergencia de larga duración: condiciones de sobrecarga y alta temperatura de Hot Spot que suponen una pérdida de vida considerable pero pueden persistir durante periodos largos de tiempo (semanas, meses).
- Régimen de emergencia de corta duración: condiciones de sobrecarga y alta temperatura de Hot Spot que deben reducirse en un corto periodo de tiempo (disparo en 30 minutos).

La unidad de imagen térmica de Hot Spot (punto caliente) mide la carga del transformador (relación entre la intensidad circulante y la intensidad nominal del transformador) y la temperatura de la capa superior de aceite a través de una sonda térmica y determina la temperatura de Hot Spot con una fidelidad mayor que las unidades de imagen térmica basadas únicamente en la medida de la carga del transformador.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La aplicación de la unidad de imagen térmica de Hot Spot está orientada al régimen de emergencia de larga duración, quedando el régimen de emergencia de corta duración cubierto por la unidad de sobrecarga.

4.6.3.a Medida de temperaturas

La unidad opera con la medida de la temperatura de la capa superior de aceite (para el cálculo del Hot Spot) y con la medida de la temperatura ambiente (para el cálculo de la eficiencia del sistema de refrigeración). Estas medidas de temperatura se recogen con sondas PT100 instaladas en el transformador y conectadas al equipo a través de dos entradas de convertidor (configurables como convertidores de -2,5 a 2,5 mA o de 0 a 5 mA). La asignación de la temperatura de la capa superior de aceite y temperatura ambiente a cada entrada de convertidor se realiza mediante el ajuste ***Selección de entrada de sonda***.

El rango de temperatura de las sondas se relaciona con el rango de las entradas de convertidor mediante ajustes, asignando los valores máximos y mínimos de temperatura de las sondas a los valores máximos y mínimos de cada entrada de convertidor. De este modo, es posible utilizar diferentes sondas modificando tan sólo los ajustes de la unidad.

4.6.3.b Cálculo de la temperatura de Hot Spot

El cálculo del Hot Spot (HS_TEMP) se realiza partiendo de la medida directa de la temperatura de la capa superior de aceite (TopOilProbe) en cada instante, considerando el incremento de temperatura de Hot Spot (ΔThs) que se ha producido entre el instante actual y el instante anterior según la expresión:

$$HS_TEMP_i = TopOilProbe_i + \Delta Ths_i,$$

donde: $\Delta Ths_i = \Delta Ths1_i - \Delta Ths2_i$

Y a su vez:

$$\Delta Ths1_i := \frac{\Delta t}{k22 \cdot \tau w}\left[k21 \cdot HS_Grad \cdot (k_i)^{Win_Exp} - \Delta Ths1_{i-1}\right] + \Delta Ths1_{i-1}$$

$$\Delta Ths2_i := \frac{\Delta t \cdot k22}{\tau o}\left[(k21 - 1) \cdot HS_Grad \cdot (k_i)^{Win_Exp} - \Delta Ths2_{i-1}\right] + \Delta Ths2_{i-1}$$

A continuación se describen los distintos parámetros utilizados en las expresiones anteriores:

TopOilProbe: temperatura de la capa superior de aceite.
HS_TEMP: temperatura actual de Hot Spot.
i : número de muestra del instante actual del cálculo.
i-1: número de muestra en el instante del cálculo anterior.
Δt : intervalo de tiempo entre el instante actual y el instante anterior (1 minuto).
K11, K21, K22: constantes del modelo térmico del transformador.
τo : constante térmica del aceite
τw : constante térmica del bobinado
Wind_Exp: exponente del bobinado
HS_Grad: gradiente de temperatura entre el aceite y el bobinado, medido en condiciones de carga nominal.
K: carga (IDevX/Inom_XF). Relación entre la intensidad medida a través del canal seleccionado en el ajuste ***Canal de intensidad*** y la intensidad nominal del transformador.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Las condiciones iniciales del cálculo del Hot Spot se definen suponiendo que la temperatura y carga del transformador se mantienen estables (régimen permanente), siguiendo las ecuaciones:

$$\Delta Ths1_0 := k21 \cdot HS_Grad \cdot \left(k_0\right)^{Win_Exp}$$

$$\Delta Ths2_0 := (k21 - 1) \cdot HS_Grad \cdot \left(k_0\right)^{Win_Exp}$$

La inicialización de esta unidad antes de alcanzar el régimen permanente provocaría un transitorio en la imagen térmica que calcula el relé que podría, si la inicialización se produce sin carga, generar un disparo intempestivo al cabo de cierto tiempo. Para evitar un disparo intempestivo, la unidad cuenta con el ajuste ***Intensidad umbral de inicio de Hot Spot***, que evita la inicialización de la unidad hasta que la carga (intensidad de fase X del devanado n seleccionado en el ajuste, donde n=1, 2 o 3) supera el valor ajustado. Este ajuste sólo se tiene en cuenta en el momento de la inicialización de la unidad.

Puede darse el caso en el que, durante la puesta en servicio del relé, el transformador esté en régimen permanente sin carga (trafo frío), o que el transformador esté en régimen permanente con carga, pero la imagen térmica del relé no haya alcanzado el régimen permanente (debido a una inicialización en régimen transitorio). En estos casos, la activación de la señal **Orden de inicio de Hot Spot** (configurable mediante la lógica programable) inicializa la unidad en cualquier situación, siendo el usuario el responsable de activar dicha señal cuando el transformador se encuentre en régimen permanente de temperatura y carga.

También cabe resaltar que la modificación del ajuste ***Canal de intensidad*** (en caliente/frío) podría obligar también a realizar un cambio de la intensidad nominal (dado que la magnitud considerada es la carga **K= IDevX/Inom**, donde **Inom** es la intensidad nominal ajustada en la unidad de imagen térmica), pudiendo generar un disparo intempestivo al cabo de cierto tiempo. Por ello, una vez que se determine modificar este ajuste (***Canal de intensidad***), el usuario tiene que ser capaz de comprobar cuándo es el momento (si la situación lo requiere) de activar la señal **Orden de inicio de Hot Spot** y así adecuar el algoritmo del relé a la situación real.

Como caso particular en el cálculo de Hot Spot, en situaciones de falta donde la intensidad puede aumentar varias veces su nominal durante cortos periodos de tiempo (ms), la temperatura de Hot Spot podría aumentar considerablemente, pudiendo llegar a disparar esta unidad incluso después de haberse despejado la falta. Algo similar ocurriría en situación de régimen de emergencia de corta duración, donde la unidad térmica de Hot Spot podría disparar antes que la unidad de sobrecarga, ocasionando el corte de suministro antes de lo esperado. La unidad de Hot Spot es inmune a estas situaciones, adaptando el cálculo de la temperatura de Hot Spot mientras la intensidad de fase X del devanado n (donde n=1, 2 o 3) según ajuste ***Canal de intensidad*** sea igual o supere el valor del ajuste ***Intensidad de detección de falta***. Se considera que la situación de falta ha finalizado cuando la intensidad de fase X es menor al ajuste ***Intensidad de detección de falta***.

4.6.3.c Disparo por temperatura de Hot Spot y temperatura de la capa superior de aceite

Una vez calculada la temperatura de Hot Spot, ésta se compara con el nivel de disparo ajustado, produciéndose el disparo en cuanto se alcanza dicho nivel. El valor de reposición del disparo por Hot Spot es ajustable, de modo que el usuario puede definir el valor de temperatura de Hot Spot en el que se puede volver a conectar el transformador (este ajuste se expresa en % del valor de disparo por temperatura de Hot Spot).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Además del nivel de disparo por Hot Spot, la unidad cuenta con un nivel de alarma de Hot Spot que activará una señal de alarma en cuanto se alcanza dicho nivel. La reposición de la alarma se produce cuando la temperatura de Hot Spot desciende por debajo del 95% del nivel de alarma ajustado.

Como complemento a los niveles de alarma y disparo por temperatura de Hot Spot, la unidad dispone de un nivel de alarma y un nivel de disparo por temperatura de la capa superior de aceite. La activación de estas señales se producirá en cuanto la temperatura de la capa de aceite (medida directamente mediante la sonda) alcance los respectivos niveles ajustados. La reposición del disparo es ajustable (expresado en % del valor de disparo por temperatura de la capa superior de aceite), mientras que la alarma se repondrá cuando la temperatura de la capa de aceite descienda por debajo del 95% del nivel de alarma ajustado.

Tanto el disparo por temperatura de aceite como por temperatura de Hot Spot pueden ser inhabilitados mediante el ajuste de máscara de disparo correspondiente.

La lógica de disparo de la unidad cuenta con una señal de bloqueo de disparo por Hot Spot y una señal de bloqueo de disparo por temperatura de la capa superior de aceite. La activación de las señales de bloqueo evita el correspondiente disparo, si éste no se ha producido, o repone el disparo en caso de que éste permanezca activado. Estos dos bloqueos pueden aplicarse en situaciones en las que tras un disparo es necesario volver a conectar el transformador antes de que la temperatura haya descendido por debajo del nivel de reposición del disparo.

4.6.3.d Pérdida de vida acumulada

Con la temperatura calculada de Hot Spot como referente (HS_TEMP) y dependiendo del tratamiento térmico del aislante del bobinado (celulosa), se estima la pérdida de vida, o envejecimiento acelerado, del transformador (Acc_L) según las expresiones:

$$Acc_L_i := \left(\Delta t \cdot 2^{\frac{HS_TEMP_i - 98}{6}} \right) + Acc_L_{i-1}$$ si la celulosa no tiene tratamiento térmico, y

$$Acc_L_i := \left(\Delta t \cdot e^{\frac{15000}{110+273} - \frac{15000}{HS_TEMP_i + 273}} \right) + Acc_L_{i-1}$$ en el caso de celulosa tratada térmicamente.

Así, un día de funcionamiento a la temperatura de Hot Spot límite (98ºC o 110ºC según el caso) supone un día de envejecimiento, de modo que un aumento de la temperatura de Hot Spot acelera el envejecimiento del transformador, mientras que el funcionamiento a temperaturas inferiores al Hot Spot reduce el grado de envejecimiento del transformador.

Existen numerosas situaciones en las que la puesta en marcha del transformador no coincide con la puesta en marcha del equipo de protección (renovación de protecciones, sustitución de equipos averiados). El ajuste de ***Pérdida de vida inicial*** permite inicializar el cálculo de la pérdida de vida acumulada con el valor ajustado. La inicialización se hace efectiva cuando se activa la señal **Orden de inicialización de pérdida de vida acumulada** (esta señal debe ser configurada en la lógica programable).

La pérdida de vida acumulada es una magnitud que se guarda en memoria no volátil, de modo que permanece inmune a cortes de alimentación en el equipo. El valor máximo de esta magnitud es 432000 horas (límite inalcanzable para cualquier transformador).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.6.3.e Eficiencia del sistema de refrigeración

La medida de la eficiencia del sistema de refrigeración se basa en comparar la temperatura de la capa superior de aceite medida, directamente mediante sonda (TopOilProbe), con la estimación de la temperatura de la capa superior de aceite, calculada a partir de la intensidad de carga y de la temperatura ambiente (Topoil_cal); para esto es necesario una segunda sonda térmica que recoge la medida de la temperatura ambiente (AmbientProbe).

Cuando se produce un fallo en el sistema de refrigeración, la medida directa de temperatura de la capa de aceite aumentará, mientras que la medida calculada permanecerá constante, ya que se puede suponer que la carga y la temperatura ambiente permanecerán constantes. El equipo activará la señal de **Alarma del sistema de refrigeración** cuando la diferencia entre la medida directa de la temperatura de aceite (TopOilProbe) y la calculada (Topoil_cal) supere el valor ajustado como ***Nivel de alarma del sistema de refrigeración***. La reposición de la alarma se produce al 95% del valor ajustado.

El cálculo de la temperatura de la capa de aceite a partir de la temperatura ambiente sigue la expresión:

$$Topoil_cal_i := \frac{\Delta t}{k11 \cdot \tau o} \cdot \left[\left[\frac{1 + (k_i)^2 \cdot R}{1 + R} \right]^{Oil_Exp} \cdot Oil_Grad + AmbientProbe_i - Topoil_cal_{i-1} \right] + Topoil_cal_{i-1}$$

Donde, además de los parámetros descritos anteriormente, se definen:

R: relación entre las pérdidas a carga nominal y las pérdidas sin carga.
Oil_Exp: exponente del aceite.
Oil_Grad: gradiente de temperatura entre el aire y el aceite, medido en condiciones de carga nominal.

La condición inicial supuesto un régimen estable de temperatura y carga atiende a la expresión:

$$Topoil_cal_0 := \left[\left[\frac{1 + (k_0)^2 \cdot R}{1 + R} \right]^{Oil_Exp} \cdot Oil_Grad + AmbientProbe_0 \right]$$

La inicialización de la temperatura de aceite calculada se produce en el mismo instante que la inicialización del cálculo del Hot Spot.

Entre las magnitudes monitorizadas por la unidad de imagen térmica de Hot Spot se encuentran: la temperatura de la capa superior de aceite, la temperatura de Hot Spot, la temperatura ambiente, la medida de la eficiencia de la refrigeración y la pérdida de vida acumulada del transformador. Todas ellas (al igual que el resto de las magnitudes del equipo) pueden ser configuradas como magnitudes en el registro de sucesos o en el registro de históricos, estando a su vez disponibles en la lógica programable del equipo, donde se pueden configurar como medidas para un sistema SCADA o bien tomar parte en algoritmos que defina el usuario (lógicas de control para mandos, bloqueos, etc.).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.6.4 Ajustes recomendados según la guía de carga IEC60076-7

	Trafos Distribución	Trafos Media y Alta potencia						
	ONANd	ONANr(*)	ONAN	ONAFr(*)	ONAF	OFr(*)	OF	OD
Oil_Exp	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	1
Wind_Exp	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	2
K11	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1
K21	1	3	2	3	2	1,45	1,3	1
K22	2	2	2	2	2	1	1	1
τo	180	210	210	150	150	90	90	90
τw	4	10	10	7	7	7	7	7

(*) Aplicable a devanados en zig-zag donde la circulación del aceite puede verse limitada debido a separadores radiales de menos de 3 mm.

4.6.5 Rangos de ajuste

Protección / Unidad Térmica					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Canal de Intensidad	Canal intensidad	SPTR1.ACh (ENG) SP	0 - IA 1 - IB 2 - IC		
Habilitación	Permiso	SPTR1.LnInSvc (SPG)	SÍ / NO		NO
Selección de entrada de sonda 0-TR-IN1 aceite / TR-IN2 ambiente 1-TR-IN1 ambiente / TR-IN2 aceite 2-TR-IN1 aceite 3-TR-IN2 aceite	Sonda Aceite	SPTR1.TmpAlmVal (ING)	0 - 3	1	0
Temp mínima de sonda para aceite	Temp Min Aceite	SPTR1.TmpTripVal (ING)	-20 - 20 ºC	0,01	-20 ºC
Temp máxima de sonda para aceite		SPTR1. TmpRsLev (ING)	95-200 ºC	0,01	140ºC
Temp mínima de sonda ambiente	Temp Min Ambiente	SPTR1.OilTmpVal1 (ING)	-50 - 10 ºC	0,01	-20ºC
Temp máxima de sonda ambiente	Temp Max Ambiente	SPTR1.OilTmpVal2 (ING)	30 - 85 ºC	0,01	50 ºC
Intensidad nominal del transformador	Int nominal	SPTR1.OilTmpRsLev (ING)	0,5 - 10 A	0,01	5 A
Constante k11 del modelo térmico del trafo	Constante K11	SPTR1.CECtlAlmVal (ING)	0,1 - 3	0,01	0,5
Constante k21 del modelo térmico del trafo	Constante K21	SPTR1.AHPStrVal (ASG)	0,1 - 3	0,01	2
Constante k22 del modelo térmico del trafo	Constante K22	SPTR1.AFltStrVal (ASG)	0,1 - 3	0,01	2

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protección / Unidad Térmica					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Cte tiempo calentamiento de aceite	Cte Tiempo Aceite	SPTR1.ProbInSel (ENG) SP	20-250 min	0,01	150 min
Cte tiempo calentamiento del bobinado	Cte Tiempo Bobina	SPTR1.MinOilTmp (ASG) SP	2 - 20 min	0,1	7 min
Exponente del Bobinado	Exp Bobinado	SPTR1.MaxOilTmp (ASG) SP	1 - 3	0,01	1,3
Gradiente temperatura de bobinado sobre aceite a carga nominal	Grad Bobin Aceite	SPTR1.MinEnvTmp (ASG) SP	10 - 60 ºC	0,1	20 ºC
Intensidad umbral de inicio de Hot Spot	I umbral Inicio HS	SPTR1.MaxEnvTmp (ASG) SP	0,05 - 5 A	0,01	0,1 A
Nivel alarma temperatura Hot Spot	Alarma Hot Spot	SPTR1.ARtg (ASG) SP	80-200 ºC	1	100 ºC
Nivel disparo temperatura Hot Spot	Disparo Hot Spot	SPTR1.ConsThmK11 (ASG) SP	80-200 ºC	1	120 ºC
Nivel reposición disparo temp en bobinado	Repos. Hot Spot	SPTR1.ConsThmK21 (ASG) SP	50-100 **%**	1	79 **%**
Nivel alarma temperatura en capa de aceite	Alarma Aceite	SPTR1.ConsThmK22 (ASG) SP	50-200 ºC	1	90 ºC
Nivel disparo temperatura en capa de aceite	Disparo Aceite	SPTR1.ConsTmmsOil (ASG) SP	50-200 ºC	1	105 ºC
Nivel reposición disparo temp en capa de aceite	Repos Aceite	SPTR1.ConsTmmsCol (ASG) SP	50-100 **%**	1	90 **%**
Nivel alarma de control de refrigeración	Alr Refrigeracion	SPTR1.ColFact (ASG) SP	5-100 ºC	1	30 ºC
Exponente del aceite	Exp aceite	SPTR1.ColTmpGra (ASG) SP	0,5-1,5	0,01	0,8
Gradiente de temperatura capa superior aceite sobre ambiente a carga nominal	Grad Aceite Ambien	SPTR1.OilFact (ASG) SP	10-100 ºC	0.1	60 ºC
Relación entre pérdidas en carga nominal y pérdidas sin carga	Relacion Perdidas	SPTR1.OilTmpGra (ASG) SP	1-20	0.1	6
Tratamiento térmico del papel	Trat Celulosa	SPTR1.LodLodOLosRat (ASG) SP	SÍ / NO		NO
Pérdida de vida inicial	Vida Inicial	SPTR1.ThmPap (SPG) SP	0-131400 h	1	0 horas

4.6.6 Entradas analógicas a la unidad térmica de Hot Spot

Tabla 4.6-1: Entradas analógicas a la unidad térmica de Hot Spot		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IAx (Note1)	Intensidad de fase Ax	MMXU1.AWdgx.phsA
IBx (Note1)	Intensidad de fase Bx	MMXU1.AWdgx.phsB
ICx (Note1)	Intensidad de fase Cx	MMXU1.AWdgx.phsC
TRANS.IN1 (Note2)	Convertidor de entrada 1	
TRANS.IN2 (Note2)	Convertidor de entrada 2	

Note 1: Seleccionable según el ajuste *Canal de Intensidad*.
Note 2: Seleccionable según el ajuste *Selección de entrada de sonda*.
X= puede ser 1, 2 o 3.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.6.7 Entradas digitales del módulo de imagen térmica de Hot Spot

Tabla 4.6-2:Entradas digitales del módulo de imagen térmica de Hot Spot					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_HotSpot			Entrada de habilitación de unidad térmica de Hot Spot		La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
HotSpot_BL			Entrada bloqueo de disparo por Hot Spot		La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
TopOil_BL			Entrada bloqueo de disparo por temperatura aceite		
RST_Acc_L			Orden inicialización de pérdida de vida acumulada		Inicializa la pérdida de vida con el valor del ajuste. Este mando debe configurarse en la lógica programable.
RST_HS			Orden de inicio de Hot Spot		Inicializa el cálculo del Hot Spot.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.6.8 Salidas digitales y sucesos de la imagen térmica de Hot Spot

Tabla 4.6-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de imagen térmica de Hot Spot					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
HS_ALR			Alarma por temperatura Hot Spot		Alarmas de la unidad por exceso de temperatura.
L1_Oil			Alarma por temperatura aceite		
HS_TRIP			Disparo por temperatura Hot Spot		Disparos de la unidad por exceso de temperatura.
L2_ Oil_TRIP			Disparo por temperatura aceite		
HS_TRIPM			Disparo enmascarado por temperatura Hot Spot		Disparos de la unidad condicionados por sus máscaras de disparo.
L2_ Oil_TRIPM			Disparo enmascarado por temperatura aceite		
Cool_Ef_ALR			Alarma sistema de refrigeración		Indica un problema en la refrigeración, por diferencia entre temperatura de aceite medida y calculada.
HotSpot_ ENBLD			Unidad térmica de Hot Spot habilitada		Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
ENBL_HotSpot			Entrada de habilitación de unidad térmica de Hot Spot		Lo mismo que para las Entradas Digitales.
HotSpot_BL			Entrada bloqueo de disparo por Hot Spot		
TopOil_BL			Entrada bloqueo de disparo por temperatura aceite.		
RST_Acc_L			Orden inicialización de pérdida de vida acumulada		
RST_HS			Orden de inicio de Hot Spot		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.6.9 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IDFSPTRsg		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Op	ACTnotr	Trip
AlmThm	ACTg	Thermal Alarm
Settings		
StrVal	ASGsg	Start value
ConsTms1	INGsg	Time constant of the thermal model (heating)
ConsTms2	INGsg	Time constant of the thermal model (cooling)
AlmVal	ASGsg	Alarm Value
Measured Values		
TmpRl	MVro	Relation between temperature and max. temperature
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPGsg	In service
LNEna	EXT_SPC	Unit enable command
LNBlk	EXT_SPC	Unit blocking command
MagTyp	EXT_ING_ENUMsg	Magnitude type
ProTyp	EXT_ING_ENUMsg	Device type
CrvTyp	EXT_ING_ENUMsg	Curve Type
RsLev	EXT_ASGsg	Reset Threshold
SetMot	EXT_INGsg	Motor Scaling Factor
ThmMem	EXT_SPGsg	Thermal Memory Enable setting
ChgSet	EXT_SPCtr	Constant change command
ThmRs	EXT_SPCtr	Thermal Image value reposition command

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.6.10 Ensayo de la unidad térmica de Hot Spot

Para el ensayo de la unidad se recomienda inhabilitar las unidades que no estén bajo prueba en ese momento.

Ajustar las entradas de convertidor como convertidores de 0 a 5 mA.

Ajustar la unidad de imagen térmica de Hot Spot según la siguiente tabla:

Canal de Intensidad	IA1
Habilitación de la unidad (Permiso)	SÍ
Selección de entrada de sonda	0
Temperatura mínima de sonda para aceite	-20 ºC
Temperatura máxima de sonda para aceite	140ºC
Intensidad nominal del transformador (i_nomxf)	5 A
Constante k11 del modelo térmico del trafo	0.5
Constante k21 del modelo térmico del trafo	2
Constante k22 del modelo térmico del trafo	2
Cte. Tiempo calentamiento de aceite	150 min
Cte. Tiempo calentamiento del bobinado	7 min
Exponente del bobinado	1.3
Gradiente temperatura de bobinado sobre aceite a carga nominal	35 ºC
Intensidad umbral de inicio de Hot Spot	0,1 A
Intensidad de detección de falta	25 A
Nivel alarma temperatura Hot Spot	110 ºC
Nivel disparo temperatura Hot Spot	130 ºC
Nivel reposición disparo temperatura en bobinado	96 **%**
Nivel alarma temperatura en capa de aceite	100 ºC
Nivel disparo temperatura en capa de aceite	120 ºC
Nivel reposición disparo temperatura en capa de aceite	95 **%**

La relación entre la temperatura de la sonda y su equivalencia en el convertidor de mA es:

$$\frac{T - Tmin}{Tmax - Tmin} := \frac{mA - Cmin}{Cmax - Cmin}$$

Para el caso que nos ocupa (ajustes de la tabla anterior):

Cmin = 0 mA. Cmax = 5 mA. Tmin = -20ºC Tmax = 140ºC

La relación entre la intensidad de fase A y la carga es la siguiente:

K = IA / I_nomXF

En nuestro caso, según los ajustes de la tabla anterior, la intensidad nominal del transformador es:

I_nomXF = 5 A

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.6.10.a Alarma y disparo por temperatura de la capa superior de aceite

Inyectando por el convertidor 1 (TR-IN1) una rampa de corriente continua desde 3 mA a 4,5 mA, y de 4,5 mA a 3 mA (*):

- La alarma por temperatura de la capa superior de Aceite se activará a 3,75 mA ± 0,2% y se repondrá en 3,594 mA ± 0,2%.
- El Disparo por Temperatura de la capa superior de Aceite se activará a 4,375 mA ± 0,2% y se repondrá en 4,188 mA ± 0,2%.

(*) Hay que tener en cuenta que la unidad realiza los cálculos cada minuto.

4.6.10.b Alarma y disparo por temperatura de Hot Spot

Inhabilitar la unidad e inyectar 2,82 mA (cc) por TR-IN1 y 5 A (ac) por el canal IA1. Habilitar la unidad (momento en el que se calculan las condiciones iniciales) y variar, con una cadencia de 1 minuto, los valores inyectados según la siguiente tabla:

Tabla 4.6-4: Valores para el ensayo de alarma y disparo por temperatura de Hot Spot

TR-IN1	2,82 mA cc	2,82 mA cc	2,82 mA cc	2,82 mA cc	2,82 mA cc	2,34 mA cc
IA1	5 A ac	7,5 A ac	7,5 A ac	18,5 A ac	0 A	0 A
Hot Spot	105,24 ºC	108,39 ºC	111,29 ºC	131,12 ºC	124,58 ºC	103,3 ºC

Verificar la activación y reposición de la alarma y el disparo por Hot Spot según los valores ajustados.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

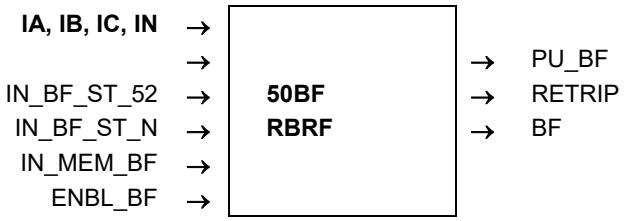
4.7 Unidad de FI con Función de Redisparo

4.7.1	Identificación	4.7-2
4.7.2	Bloque general de la unidad	4.7-2
4.7.3	Principio de operación	4.7-2
4.7.3.a	Fallo de interruptor monofásico	4.7-3
4.7.3.b	Fallo de interruptor trifásico	4.7-4
4.7.3.c	Disparo trifásico sin carga	4.7-5
4.7.3.d	Redisparo	4.7-6
4.7.4	Modo de arranque configurable	4.7-6
4.7.4.a	Detector de Arco Interno	4.7-6
4.7.4.b	Salida de fallo de interruptor sellado	4.7-6
4.7.5	Diagramas de bloques	4.7-7
4.7.6	Rangos de ajuste	4.7-9
4.7.7	Entradas analógicas a la unidad de FI	4.7-9
4.7.8	Entradas digitales a la unidad de FI	4.7-10
4.7.9	Salidas digitales y sucesos de la unidad de FI	4.7-11
4.7.10	Nodos lógicos IEC 61850	4.7-13
4.7.11	Ensayo de la unidad de FI	4.7-14

4.7.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Fallo de Interruptor	RBRF1	3I>/Io>BF	50BF

4.7.2 Bloque general de la unidad



4.7.3 Principio de operación

La protección de Fallo de Interruptor trabaja con dos unidades de medida de sobreintensidad para las fases y otra para la intensidad de neutro. Las dos unidades de medida de fases y la unidad de medida de neutro disponen de niveles de arranque independientes, existiendo los siguientes ajustes: ***Arranque monofásico fases*** (arranque 1 fases), ***Arranque trifásico fases*** (arranque 2 fases) y ***Arranque neutro***.

El arranque de las unidades de medida de intensidad del fallo de interruptor se produce para 1,05 veces el valor ajustado, dándose la reposición en el valor ajustado. La unidad de fallo de interruptor incorpora una función de redisparo cuyo propósito es el de enviar una nueva orden de disparo al interruptor fallido antes de que se active la señal de Fallo de interruptor, según el correspondiente ajuste.

La principal característica de los detectores de arranque es su rápido tiempo de reposición (alrededor de 5ms), basado en la consideración de los valores instantáneos de la corriente en lugar de trabajar con el cálculo de los valores eficaces. También se considera el valor eficaz de la corriente para la reposición de los mismos en los casos de caída exponencial de la corriente tras la apertura del interruptor.

Una vez que se ha cumplido la condición de reposición debido a valores instantáneos (5 muestras consecutivas dentro del margen), el arranque basado en valores eficaces se bloquea hasta el momento en que una muestra está por encima del umbral. La razón del bloqueo del arranque por valor eficaz es evitar la posibilidad de generar múltiples arranques (debidos a valores eficaces) y reponer (debido al valor instantáneo) aquellas señales que podrán darse por debajo del umbral de arranque.

Como se ha dicho antes, junto con el rápido tiempo de reposición también se produce una reposición basada en valores eficaces de intensidad que se utilizará en aquellos casos en los que la intensidad de falta tenga una componente de continua en el momento en que se interrumpa cuando el interruptor abra. El restablecimiento del valor eficaz generará una reposición más rápida que la reposición de los valores instantáneos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

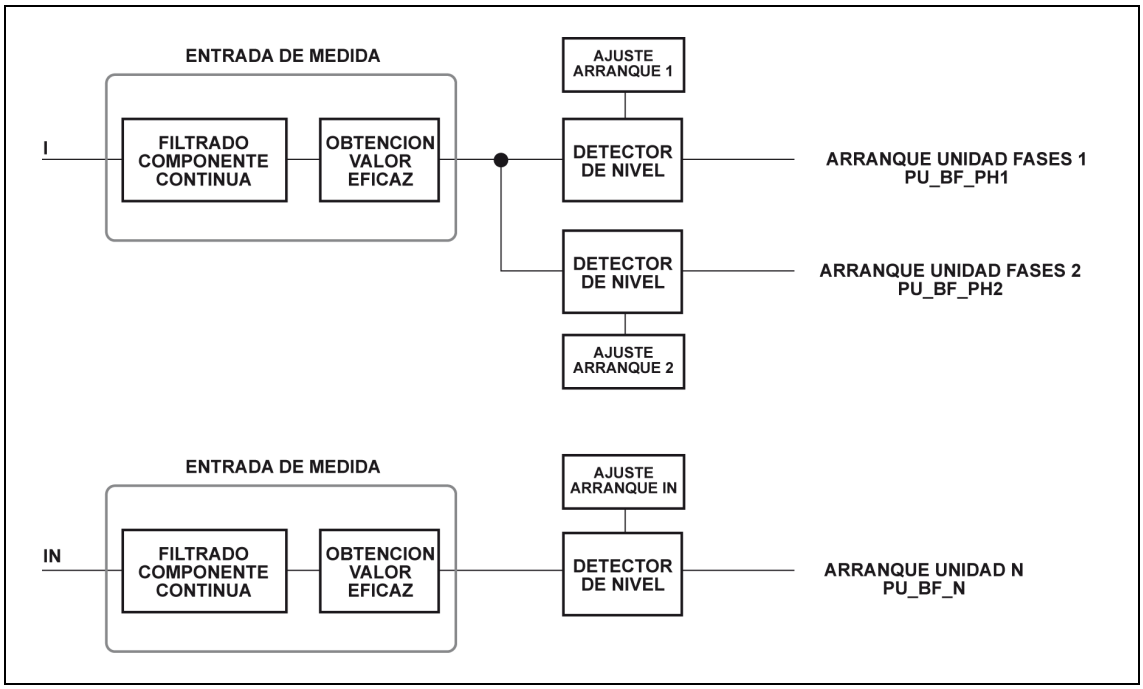


Figura 4.7.1 Diagrama de bloques de las unidades de medida de fase y neutro de la unidad de FI.

4.7.3.a Fallo de interruptor monofásico

El inicio del fallo de interruptor monofásico se produce por la activación de una señal de disparo monofásico generada por el propio equipo —señales **Disparo Polo A** (**TRIP_A**), **Disparo Polo B** (**TRIP_B**) y **Disparo Polo C** (**TRIP_C**)— o provenir de un equipo externo mediante la activación de las entradas lógicas **Disparo Externo Polo A** (**IN_EXT_A**), **Disparo Externo Polo B** (**IN_EXT_B**) y **Disparo Externo Polo C** (**IN_EXT_C**).

Dependiendo del estado del ajuste ***Supervisión del Arranque por sobreintensidad*** (**PU_BF_SUP_EN**), la unidad presenta dos comportamientos distintos:

Supervisión del Arranque por sobreintensidad = SÍ

Además del inicio del fallo de interruptor monofásico (**IN_EXT_A**, **IN_EXT_B**, **IN_EXT_C**, **TRIP_A**, **TRIP_B**, **TRIP_C**), debe existir un flujo de corriente en la misma fase que supere el valor del correspondiente ajuste (***Arranque Monofásico Fases***), para que se inicie el ***Tiempo de fallo de interruptor monofásico T1*** (***Temp FI Mono***) y el correspondiente ***Tiempo de redisparo monofásico T2*** (***Temp Redisp Mono***). Si **T2** llega a su fin mientras están activos el inicio de fallo de interruptor y la salida del detector de intensidad de fase, se activará la salida de **Redisparo** correspondiente a dicha fase: **Redisparo Polo A** (**RETRIP_A**), **Redisparo Polo B** (**RETRIP_B**), **Redisparo Polo C** (**RETRIP_C**). Si **T1** llega a su fin mientras están activos el inicio de fallo de interruptor y la salida del detector de intensidad de fase, se activará la salida de fallo de interruptor correspondiente a dicha fase: **Fallo de Interruptor Monofásico fase A** (**BF_PHA**), **Fallo de Interruptor Monofásico fase B** (**BF_PHB**), **Fallo de Interruptor Monofásico fase C** (**BF_PHC**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Supervisión del Arranque por sobreintensidad = NO

El inicio del fallo de interruptor monofásico **(IN_EXT_A**, **IN_EXT_B**, **IN_EXT_C**, **TRIP_A**, **TRIP_B**, **TRIP_C**) arranca el inicio del ***Tiempo de fallo de interruptor monofásico T1*** (***Temp Fl Mono***) y el del correspondiente ***Tiempo de redisparo monofásico T2*** (***Temp Redisp Mono***). Si **T2** llega a su fin mientras está activo el inicio de fallo de interruptor y la salida del detector de intensidad de la misma fase se encuentra activada (debe haber un flujo de corriente que supere el valor del ajuste ***Arranque Monofásico Fases***), se activará la salida de Redisparo correspondiente a dicha fase: **RETRIP_A**, **RETRIP_B**, **RETRIP_C**. Si **T1** llega a su fin mientras está activo el inicio de fallo de interruptor y la salida del detector de intensidad de la misma fase se encuentra activada (debe haber un flujo de corriente que supere el valor del ajuste ***Arranque Monofásico Fases***), se activará la salida de **Fallo de Interruptor** correspondiente a dicha fase: **BF_PHA**, **BF_PHB**, **BF_PHC**.

4.7.3.b Fallo de interruptor trifásico

El inicio del fallo de interruptor trifásico se produce con la activación de la señal **Entrada disparo externo trifásico** asociada a esta función, **IN_EXT_3PH**, con la activación de las tres señales de inicio de fallo monofásico por disparo externo asociadas a las entradas lógicas (**IN_EXT_A**, **IN_EXT_B, IN_EXT_C**) o con la activación de cualquier señal interna de disparo trifásico, **TRIP**.

Dependiendo del estado del ajuste "**Supervisión del Arranque por sobreintensidad**" (**PU_BF_SUP_EN**), la unidad presenta dos comportamientos distintos:

Supervisión del Arranque por sobreintensidad = SÍ

Además del inicio del fallo de interruptor (**IN_EXT_3PH** o **TRIP3PH**), debe existir un flujo de corriente que supere el valor del correspondiente ajuste (***Arranque Trifásico Fases***) para que se inicie el ***Tiempo de fallo de interruptor trifásico T3*** (***Temp Fl Trif***) y el correspondiente ***Tiempo de redisparo trifásico T4*** (***Temp Redisp Trif***). Si los dos tiempos llegan a su fin mientras están activos el inicio de fallo de interruptor y la salida del detector de intensidad de fase, se activarán las salidas de **Redisparo trifásico** (**RETRIP_3PH**) y **Fallo de Interruptor** (**BF**).

Supervisión del Arranque por sobreintensidad = NO

El inicio del fallo de interruptor (**IN_EXT_3PH** o **TRIP3PH**) arranca el inicio del ***Tiempo de fallo de interruptor trifásico T3*** (***Temp Fl Trif***) y el del correspondiente ***Tiempo de redisparo trifásico T4*** (***Temp Redisp Trif***). Si los dos tiempos llegan a su fin mientras está activo el inicio de fallo de interruptor y la salida del detector de intensidad de fase se encuentra activada (debe haber un flujo de corriente que supere el valor del ajuste ***Arranque Trifásico Fases***), entonces se activarán las salidas de **Redisparo trifásico** (**RETRIP_3PH**) y **Fallo de Interruptor** (**BF**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.7.3.c Disparo trifásico sin carga

Existen dos caminos alternativos para detectar un fallo de interruptor sin sobreintensidad:

- **Detección basada en la posición de los contactos del interruptor**

Las condiciones de inicio de fallo interruptor sin carga se cumplen con la activación de la señal **Entrada inicio fallo interruptor posición contactos** (**IN_BF_ST_52**) y algún polo del interruptor permanezca cerrado. Para conocer el estado del interruptor, la unidad supervisa que la AND de las tres entradas de posición de interruptor abierto (**IN_52bA**, **IN_52bB** e **IN_52bC**) esté desactivada o bien que la entrada de tres polos abiertos (**IN_3POL_AND**) esté a cero.

Con el arranque del fallo interruptor trifásico sin carga, se activarán los temporizadores correspondientes al ***Tiempo de fallo de interruptor trifásico sin carga T5*** (***Temp FI Trif sin Sobreint***) y el correspondiente ***Tiempo de redisparo trifásico sin carga T6*** (***Temp Redisp Trif sin Sobreint***). Si los dos tiempos llegan a su fin mientras están activos la señal de entrada y algún polo cerrado del interruptor, se activarán las salidas de **Redisparo trifásico**, (**RETRIP_3PH**) y **Fallo de Interruptor** (**BF**).

La **Entrada inicio fallo interruptor posición contactos** puede ser configurada con las salidas de disparo de las unidades de frecuencia, sobretensión, lógica de alimentación débil, a través de una lógica de usuario, etc. Si esta señal (**IN_BF_ST_52)** no se configura en la lógica de usuario (no se le asigna ninguna señal que la active), nunca se activará el **Fallo de interruptor por disparo trifásico sin carga** (supervisado por la posición de los contactos del interruptor).

- **Detección basada en una unidad de medida de intensidad de neutro**

El inicio del fallo de interruptor se produce con la activación de la señal **Entrada fallo interruptor unidad neutro** (**IN_BF_ST_N**).

Dependiendo del estado del ajuste ***Supervisión del Arranque por sobreintensidad*** (**PU_BF_SUP_EN**), la unidad presenta dos comportamientos distintos:

Supervisión del Arranque por sobreintensidad = SÍ

Además del inicio del fallo de interruptor (**IN_BF_ST_N**), debe existir un flujo de corriente de neutro que supere el valor del correspondiente ajuste (***Arranque de Neutro***) para que se inicie la cuenta de los temporizadores correspondientes al ***Tiempo de fallo de interruptor trifásico sin carga T5*** (***Temp FI Trif sin Sobreint***), y al ***Tiempo de redisparo trifásico sin carga T6*** (***Temp Redisp Trif sin Sobreint***). Si los dos tiempos llegan a su fin mientras están activos la señal de entrada y la salida del detector de intensidad de neutro, se activarán las salidas de **Redisparo trifásico** (**RETRIP_3PH**) y **Fallo de Interruptor** (**BF**).

Supervisión del Arranque por sobreintensidad = NO

El inicio del fallo de interruptor (**IN_BF_ST_N**) arranca los temporizadores correspondientes al ***Tiempo de fallo de interruptor trifásico sin carga T5*** (***Temp FI Trif sin Sobreint***) y el correspondiente ***Tiempo de redisparo trifásico sin carga T6*** (***Temp Redisp Trif sin Sobreint***). Si los dos tiempos llegan a su fin mientras está activa la señal de inicio de fallo de interruptor y la salida del detector de intensidad de neutro se encuentra activada (debe haber un flujo de corriente de neutro que supere el valor del ajuste ***Arranque de Neutro***), se activarán las salidas de **Redisparo trifásico** (**RETRIP_3PH**) y **Fallo de Interruptor** (**BF**).

La **Entrada fallo interruptor unidad neutro** puede ser configurada con la salida de disparo general del equipo (**TRIP**), con una entrada de disparo externo, con señales internas de las unidades de protección, a través de una lógica de usuario, etc. Si esta señal (**IN_BF_ST_N**) no se configura en la lógica de usuario (no se le asigna ninguna señal que la active), nunca se activará el **Fallo de interruptor por disparo trifásico sin carga** (supervisado por sobre intensidad de neutro).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.7.3.d Redisparo

La función de **Redisparo** puede ser utilizada para abrir el interruptor de la línea en la que se ha detectado un problema antes de que se envíe la orden de disparo a toda la zona de protección mediante la activación del fallo de interruptor correspondiente. Para lograr este objetivo, la temporización de la unidad de Fallo de Interruptor debe ser mayor que la ajustada en la función de Redisparo.

Cuentan con posibilidad de redisparo el fallo interruptor monofásico, el fallo interruptor trifásico y el fallo interruptor trifásico sin carga, cada cual con un ajuste de temporización independiente.

La funcionalidad de redisparo se encuentra siempre habilitada.

4.7.4 Modo de arranque configurable

Este ajuste permite al usuario inhabilitar las Condiciones de Arranque de Fallo de Interruptor (disparo monofásico, disparo trifásico, disparos externos, etc.) y habilitar la activación del Arranque de Fallo de Interruptor a través de las señales configurables **Entrada de Fallo de Interruptor Monofásico A**, **Entrada de Fallo de Interruptor Monofásico B**, **Entrada de Fallo de Interruptor Monofásico C** y **Entrada de Fallo de Interruptor Trifásico**. De esta forma, el usuario puede seleccionar cada una de las unidades para activar el Arranque de fallo de interruptor.

4.7.4.a Detector de Arco Interno

Como complemento de la unidad de Fallo de Interruptor, los equipos incorporan una lógica que permite detectar la existencia de un arco interno no apagado.

La presencia de un arco eléctrico no apagado en una fase se puede detectar si los contactos de posición del polo asociado a esa fase indican que éste está abierto y sin embargo la intensidad en dicha fase supera un determinado umbral (ajuste de ***Arranque Det Arco***).

4.7.4.b Salida de fallo de interruptor sellado

La unidad de fallo interruptor cuenta con dos salidas, **Fallo de interruptor** y **Fallo de interruptor memorizado**. Mientras que la señal de **Fallo de interruptor** se repone con la reposición de la unidad, la señal **Fallo de interruptor memorizado** permanece activa hasta que la unidad reciba la activación de la señal **Entrada reposición fallo interruptor memorizado**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.7.5 Diagramas de bloques

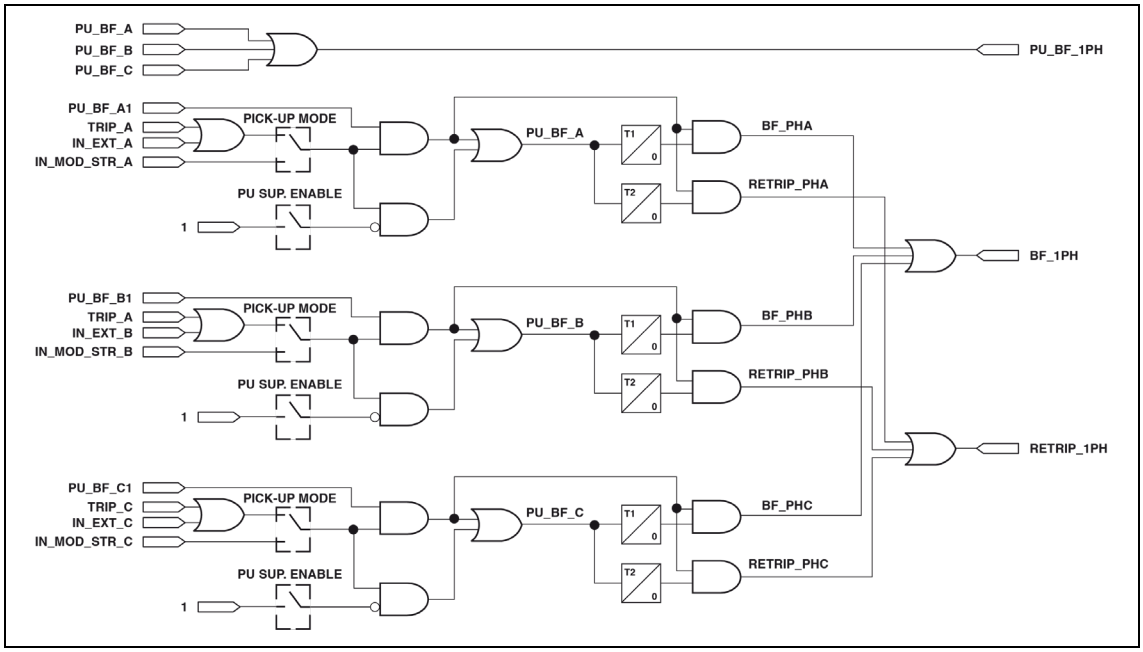


Figura 4.7.2 Diagrama lógico de fallo de interruptor y redisparo monofásico.

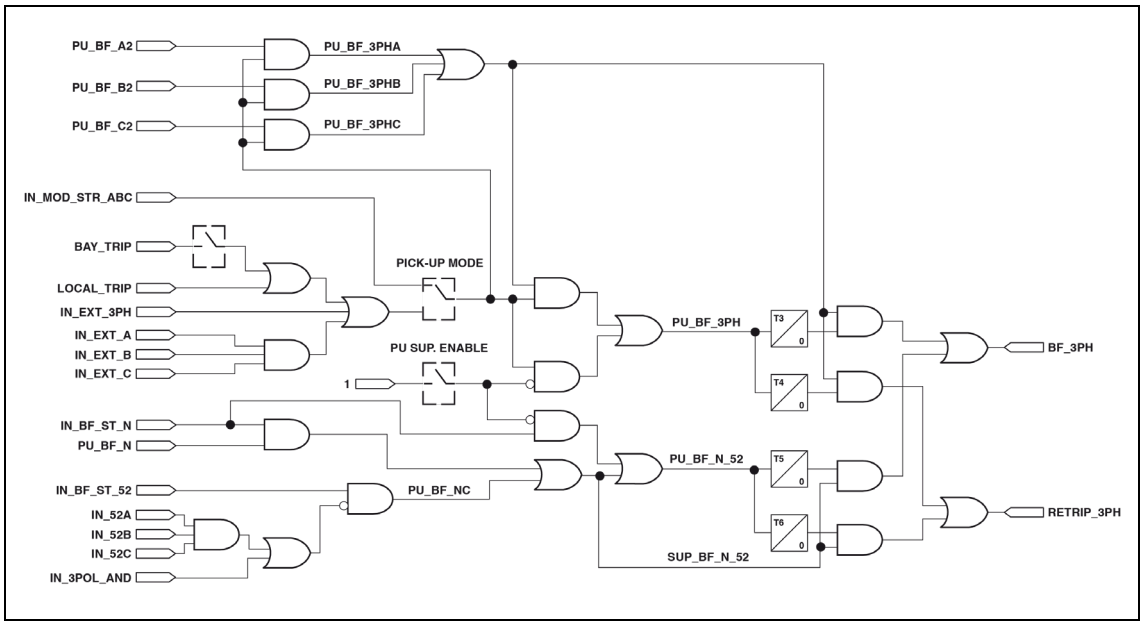


Figura 4.7.3 Diagrama lógico de fallo de interruptor y redisparo trifásico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

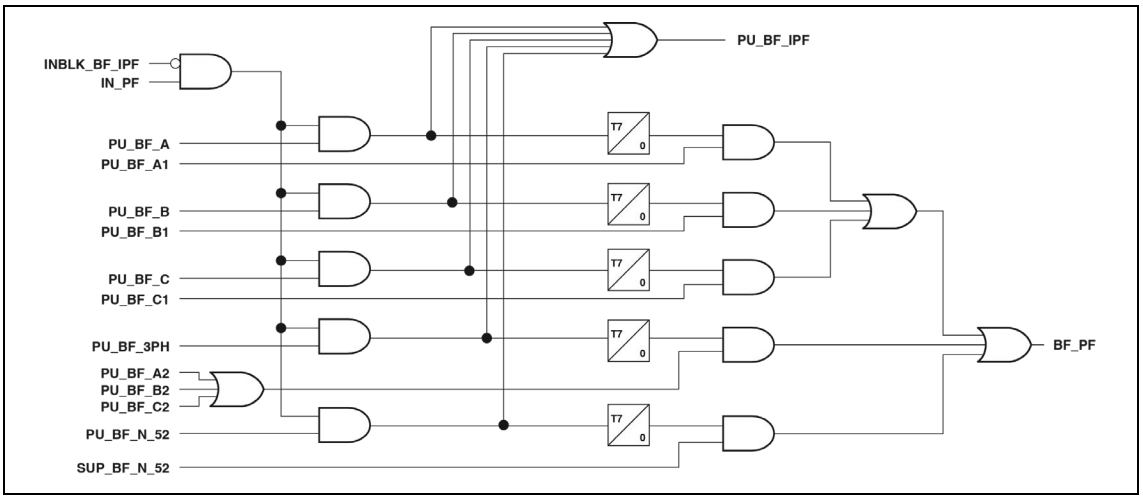


Figura 4.7.4 Diagrama de bloques del fallo de interruptor previamente fallado.

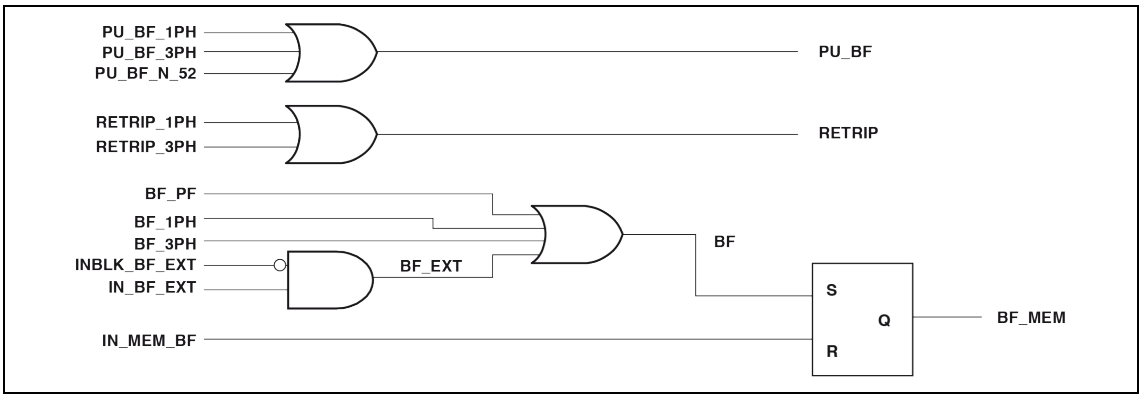


Figura 4.7.5 Diagrama lógico de fallo de interruptor y redisparo.

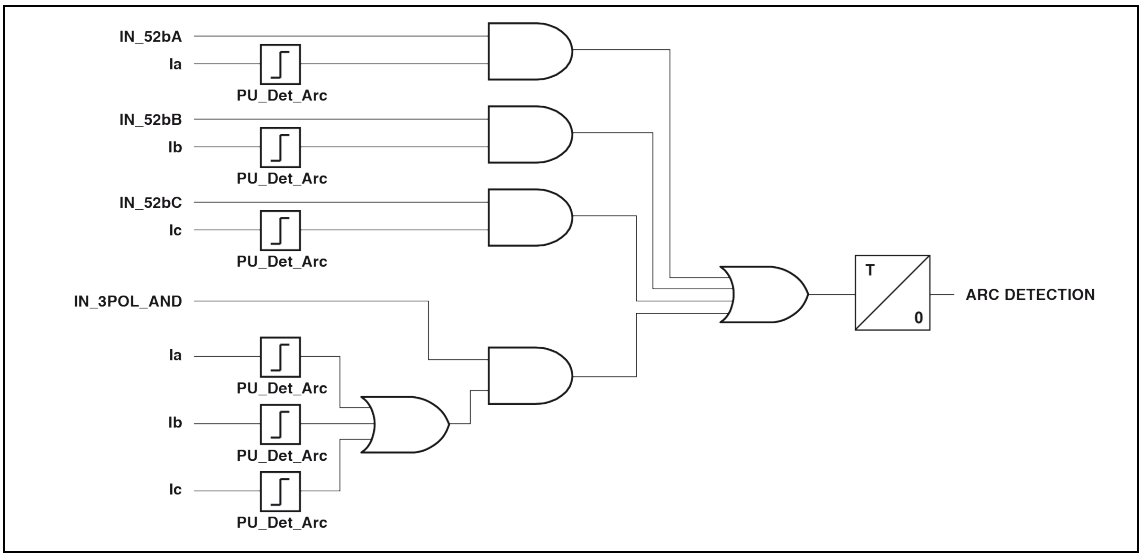


Figura 4.7.6 Detector de arco interno.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.7.6 Rangos de ajuste

Protección / Fallo de Interruptor					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Fallo Int	Permiso Fallo Int.	RBRF1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Modo de arranque configurable	Pickup Mode	RBRF.StrMod	SÍ / NO		NO
Arranque FI Supervisado	Arranque FI Supervisado	RBRF1.StrSup	SÍ / NO		SÍ
Arranque Mono Fases	Arranque Monofásico	RBRF1.SP1DetValA	0,02-12 A	0,01	0,2A
Arranque Trif Fases	Arranque Trifásico	RBRF1.DetValA	0,02 - 12 A	0,01	0,2A
Arranque Neutro	Arranque Neutro	RBRF1.DetValA2	0,02 - 6 A	0,01	0,1A
Temp FI Mono	Temp FI Mono		0,05 - 2 s	0,01	0,5s
Temp FI Trif	Temp FI Trif	RBRF1.FailTmms1	0,05 - 2 s	0,01	0,5s
Temp FI Trif sin Sobreint	Tp FI Tri sin Sob	RBRF1.FailTmms2	0,05 - 2 s	0,01	0,5s
Temp Redisp Mono	Temp Redisp Mono		0,05 - 2 s	0,01	0,5s
Temp Redisp Trif	Temp Redisp Trif	RBRF1.TPTrTmms1	0,05 - 2 s	0,01	0,5s
Temp Redisp Trif sin Sobreint	Tp Redi Tri sn Sob	RBRF1.TPTrTmms2	0,05 - 2 s	0,01	0,5s
Permiso Det Arco	Permiso Det Arco	ADPTOC1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Det Arco	Arr Det Arco	ADPTOC1.StrVal	0,01 - 1 A	0,01	0,01A
Temp Det Arco	Temp Det Arco	ADPTOC1.OpDlTmms	0,01 - 2 s	0,01	0,1s

4.7.7 Entradas analógicas a la unidad de FI

Tabla 4.7-1: Entradas analógicas a la unidad de FI		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC
IN	Intensidad calculada de neutro	MMXU1.A.res

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.7.8 Entradas digitales a la unidad de FI

Tabla 4.7-2: Entradas digitales a la unidad de FI

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
ENBL_BF	Órdenes de habilitación / Deshabilitación	RBRF1.Mod	Entrada de habilitación de Fallo Interruptor	I	Su activación pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".
ENBL_ARC		ADPTOC1.Mod	Entrada de habilitación detector de arco interno	I	Su activación pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".
IN_EXT_3PH	Entradas lógicas a protección	RBRF1.TPStrIn	Entrada disparo externo trifásico	I	La activación de esta entrada indica la existencia de un disparo trifásico del interruptor generado por una protección externa.
IN_EXT_A		RBRF1.ExP1StrIn	Entrada disparo externo polo A	I	La activación de esta entrada indica la existencia de un disparo monofásico de la fase A del interruptor generado por una protección externa.
IN_EXT_B		RBRF1.ExP2StrIn	Entrada disparo externo polo B	I	La activación de esta entrada indica la existencia de un disparo monofásico de la fase B del interruptor generado por una protección externa.
IN_EXT_C		RBRF1.ExP3StrIn	Entrada disparo externo polo C	I	La activación de esta entrada indica la existencia de un disparo monofásico de la fase C del interruptor generado por una protección externa.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.7-2: Entradas digitales a la unidad de FI					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_MEM_BF		RBRF1.RsMem	Entrada reposición fallo interruptor memorizado	I	La activación de esta entrada repone la salida memorizada del fallo de interruptor.
IN_BF_ST_52		RBRF1.CBPosStrIn	Entrada inicio fallo interruptor posición contactos	I	La activación de esta entrada produce el inicio del fallo de interruptor sin sobreintensidad, siempre que exista algún polo del interruptor cerrado.
IN_BF_ST_N		RBRF1.GndStrIn	Entrada inicio fallo interruptor unidad de neutro	I	La activación de esta entrada produce el inicio del fallo de interruptor sin sobreintensidad, siempre que esté arrancada la unidad de detección de intensidad de neutro.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.7.9 Salidas digitales y sucesos de la unidad de FI

Tabla 4.7-3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de FI					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_BF_A1	Salidas de arranque de Protección	RBRF1.StrSP1	Arranque unidad FI Monofásico Fase A	I	Arranque de la unidad de medida de intensidad para la detección del fallo de interruptor monofásico.
PU_BF_B1		RBRF1.StrSP1	Arranque unidad FI Monofásico Fase B	I	
PU_BF_C1		RBRF1.StrSP1	Arranque unidad FI Monofásico Fase C	I	
PU_BF_A2		RBRF1.StrTP	Arranque unidad FI Trifásico Fase A	I	Arranque de la unidad de medida de intensidad para la detección del fallo de interruptor trifásico de fases.
PU_BF_B2		RBRF1.StrTP	Arranque unidad FI Trifásico Fase B	I	
PU_BF_C2		RBRF1.StrTP	Arranque unidad FI Trifásico Fase C	I	
PU_BF_3PH			Arranque unidad FI trifásico	I	
PU_BF_N		RBRF1.StrGnd	Arranque unidad FI neutro	I	Arranque de la unidad de medida de intensidad de neutro para la detección del fallo de interruptor sin sobreintensidad de fases.
PU_BF		RBRF1.Str	Arranque unidad Fallo Interruptor	I	Arranque del fallo de interruptor.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.7-3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de FI					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
RETRIP_3PH	Salidas disparo de protección	RBRF1.OpIn	Redisparo trifásico	I	Salida de redisparo.
RETRIP_A		RBRF1.OpIn	Redisparo polo A	I	
RETRIP_B		RBRF1.OpIn	Redisparo polo B	I	
RETRIP_C		RBRF1.OpIn	Redisparo polo C	I	
BF		RBRF1.OpEx	Fallo de interruptor	I	Activación de fallo del interruptor.
BF_MEM		RBRF1.OpExMem	Fallo de interruptor memorizado	I	
ACT_ARC_DET	Salidas genéricas de protección	ADPTOC1.Op	Activación detector de arco interno	I	Activación del detector de arco interno
BF_ENBLD	Salidas genéricas de protección	RBRF1.Mod	Indicación unidad FI habilitada	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
ENBL_BF	Salidas de protección de unidades habilitadas	RBRF1.Mod	Salida de habilitación de Fallo Interruptor		Indicación de puesta en servicio de la unidad.
ENBL_ARC		ADPTOC1.Mod	Salida de habilitación detector de arco interno		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.7.10 Nodos lógicos IEC 61850

CLASS RBRF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Start
OpEx	ACT	Trip
OpIn	ACT	Retrip
Settings		
SP1F1Tmms	ING	Delay time single-phase
FailTmms	ING	Delay time three-phase
NLodFlTmms	ING	Delay time three-phase no load
SP1TrTmms	ING	Sigle pole retrip time delay
TPTrTmms	ING	Three pole retrip time delay
NLodTrTmms	ING	Three pole no load retrip time delay
SP1DetValA	ASG	Current detector value for single-phase
DetValA	ASG	Current detector value for three-phase
DetValAGnd	ASG	Current detector value for ground
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
StrSup	EXT_SPG	Pickup Supervision
StrMod	EXT_SPG	Configurable Pickup Mode
StrSP1	EXT_ACD	Pickup of the single phase BF unit
StrTP	EXT_ACD	Pickup of the three phase BF unit
StrGnd	EXT_ACD	Pickup of the ground BF unit
ExTPStrIn	EXT_SPS	Three-phase external Protection trip
ExP1StrIn	EXT_SPS	Single-phase A external Protection trip
ExP2StrIn	EXT_SPS	Single-phase B external Protection trip
ExP3StrIn	EXT_SPS	Single-phase C external Protection trip
RsMem	EXT_SPC	Memorized breaker failure reset
CBPosStrIn	EXT_SPS	No Load Breaker failure contact position start
GndStrIn	EXT_SPS	No Load Breaker failure ground unit start
OpExMem	EXT_ACT	Memorized breaker failure

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

CLASS IRLADPTOC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service

4.7.11 Ensayo de la unidad de FI

Para comprobar esta unidad, configurar una de las salidas auxiliares para la función de fallo interruptor. Inhabilitar a continuación todas las unidades, excepto las unidades de instantáneo de fase y neutro y la de fallo de interruptor.

Ajustar el arranque de los instantáneos de fase y de neutro en 0,5 A y su tiempo de disparo en cero. Ajustar los niveles de reposición de las unidades de fallo de interruptor al valor deseado de reposición de intensidad y de tiempo de actuación. Provocar un disparo aplicando una intensidad de 1 A por fases y neutro y mantener la intensidad después del disparo. La unidad de fallo de interruptor se activará en un tiempo comprendido entre ±1% o ±20 ms del valor ajustado. Para la comprobación del funcionamiento de esta unidad se deberá configurar una salida auxiliar como fallo de interruptor sellado y una entrada digital como reposición del fallo de interruptor sellado.

Disminuir paulatinamente la intensidad hasta que se reponga, de forma estable, la unidad de fallo de interruptor. Comprobar que esto ocurre para un valor comprendido entre ±1% del valor ajustado.

Configurar la señal de inicio de fallo de interruptor previamente fallado y el bloqueo del fallo de interruptor previamente fallado en dos entradas digitales. Provocar el disparo de una unidad de sobreintensidad de fase. Verificar la activación de la señal fallo de interruptor sellado y su reposición. Activar la entrada digital de bloqueo de fallo de interruptor previamente fallado, repetir el ensayo y verificar que el fallo de interruptor no se activa.

Configurar la señal de **Inicio de fallo de interruptor posición contactos** (**IN_BF_ST_52**) y la posición de interruptor abierto en una entrada configurada como Entrada Tres Polos Abiertos. Activar la entrada **IN_BF_ST_52** con el interruptor cerrado y verificar la activación de la señal fallo de interruptor sellado y su reposición. Abrir el interruptor, repetir el ensayo y verificar que el fallo de interruptor no se activa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

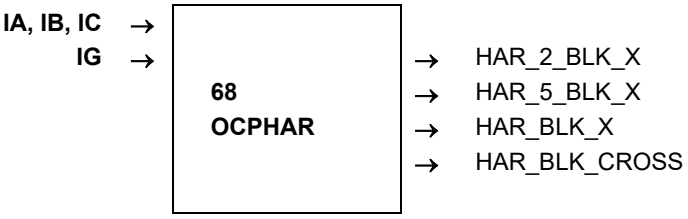
4.8 Bloqueo por Armónicos

4.8.1 Identificación 4.8-2
4.8.2 Bloque general de la unidad 4.8-2
4.8.3 Principio de operación 4.8-2
4.8.4 Rangos de ajuste 4.8-4
4.8.5 Salidas digitales y sucesos del Bloqueo por Armónicos 4.8-5
4.8.6 Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.8-6

4.8.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Bloqueo por Armónicos	OCPHAR1	3I2f5f>	68

4.8.2 Bloque general de la unidad



4.8.3 Principio de operación

La energización de un transformador provoca una saturación transitoria del mismo como consecuencia de la componente de continua que se genera en el flujo magnético. Esto da lugar a la aparición de intensidades de magnetización elevadas (intensidades de *inrush*), las cuales pueden llegar a ser del orden de varias veces la intensidad nominal de la máquina.

En condiciones de sobreexcitación del transformador, como consecuencia de sobretensiones o subfrecuencias, también se pueden producir intensidades de magnetización importantes.

Con el fin de evitar la operación de unidades de sobreintensidad y/o distancia ante las citadas intensidades de magnetización se incluye la función de Bloqueo por Armónicos. Para distinguir una intensidad de falta de una intensidad de *inrush*, ambas con una componente fundamental elevada, se analiza la componente de 2º y 5º armónico.

Las intensidades de energización presentan un alto contenido de 2º armónico y las intensidades de sobrexcitación un alto contenido de 5º armónico. El bloqueo por 2º y por 5º armónico se habilita con los ajustes ***Permiso bloqueo 2º armónico*** y ***Permiso bloqueo 5º armónico***. El contenido de 2º y 5º armónico se calcula en las tres intensidades de fase, en la intensidad de tierra y en la intensidad de neutro sensible. Cuando la relación entre la intensidad de 2º armónico y la intensidad fundamental supera, en tanto por ciento, el ajuste de *Arranque bloqueo 2º armónico*, se activarán las señales ***Bloqueo por 2º armónico fase A***, ***Bloqueo por 2º armónico fase B***, ***Bloqueo por 2º armónico fase C*** y ***Bloqueo por 2º armónico tierra***, dependiendo del tipo de intensidad analizada. De igual forma, cuando la relación entre la intensidad de 5º armónico y la intensidad fundamental supera el ajuste de ***Arranque bloqueo 5º armónico***, se activarán las señales ***Bloqueo por 5º armónico fase A***, ***Bloqueo por 5º armónico fase B***, ***Bloqueo por 5º armónico fase C*** *y* ***Bloqueo por 5º armónico tierra***. Las señales ***Bloqueo por armónicos fase A***, ***Bloqueo por armónicos fase B***, ***Bloqueo por armónicos fase C*** *y* ***Bloqueo por armónicos tierra*** son una OR de las correspondientes señales de bloqueo por 2º y 5º armónico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Todas las unidades de sobreintensidad y distancia incorporan el ajuste ***Bloqueo por armónicos***. Cuando dicho ajuste se pone a **SÍ**, la unidad en cuestión se bloqueará con la señal correspondiente de bloqueo por armónicos. La unidad de sobreintensidad de fase A y la unidad de distancia para faltas AG, AB, y CA se bloqueará con la señal ***Bloqueo por armónico fase A***, la unidad de sobreintensidad de tierra se bloqueará con la señal ***Bloqueo por armónicos tierra***, etcétera.

El cálculo de la relación intensidad de armónico / intensidad fundamental solamente se efectuará cuando la intensidad fundamental supere el ajuste ***Intensidad mínima*** (de fases o de neutro). Dicho ajuste debe ser igual al mínimo nivel de arranque ajustado en la unidad de sobreintensidad correspondiente (fases o neutro).

Para las unidades de sobreintensidad de fase y unidades de distancia existe la posibilidad de habilitar una lógica de bloqueo cruzado o *Cross-Blocking* (como se conoce normalmente en la literatura anglosajona). Dicha lógica permite extender el bloqueo por armónicos al resto de fases cuando en al menos una de las fases (opción ***OR***) o en dos de las fases (opción ***2 de 3***) el nivel de armónicos es elevado. La lógica de bloqueo cruzado permite mantener la seguridad ante situaciones de *inrush* en las que una de las fases no presente suficiente nivel de armónicos. La opción ***2 de 3*** es más obediente que la opción ***OR***. Cuando el devanado del transformador que se energiza tiene el neutro puesto a tierra y otro de los devanados está conectado en triángulo, la lógica ***2 de 3*** no se cumplirá nunca si se cierra sobre falta el transformador (falta interna al mismo tiempo que el *inrush*). Si la falta es monofásica, la intensidad homopolar que sube por la puesta a tierra del neutro reducirá notablemente el contenido armónico en las fases sanas. Si la falta es polifásica tampoco se cumplirá la opción ***2 de 3***.

La opción ***AND*** del ajuste ***Tipo de bloqueo por armónicos*** inhabilita la lógica de bloqueo cruzado.

El ajuste ***Tiempo de bloqueo cruzado*** limita la duración de la lógica de bloqueo cruzado, es decir, aunque la señal de **Bloqueo por armónicos cruzado** se mantenga activa, al finalizar el tiempo de bloqueo cruzado solo se mantendrán activas las señales de bloqueo de las fases cuyo porcentaje armónico supere el ajuste

La intensidad de *inrush* en los nuevos transformadores presenta un porcentaje de segundo armónico menor que en los transformadores antiguos. Como consecuencia del diferente ángulo de cierre del interruptor en las tres fases (las tensiones de fase están desfasadas 120º entre sí), que genera diferente nivel de continua en el flujo asociado a cada fase, puede existir una fase en la que el nivel de armónico de la intensidad de *inrush* sea muy bajo. En ese caso es necesario emplear la lógica de bloqueo cruzado para mantener la seguridad. No obstante, dicha lógica será necesaria únicamente durante los primeros 4 o 5 ciclos de la energización, dado que, al cabo de ese tiempo, como consecuencia del amortiguamiento de la intensidad de *inrush*, el nivel de 2º armónico se habrá elevado. Por ello, un tiempo recomendado para el bloqueo cruzado es de 100 ms. No obstante, como ya se ha comentado antes, si el transformador es estrella puesta a tierra / triángulo y la energización se efectúa desde el lado de la estrella, la lógica ***2 de 3*** mantendrá la obediencia continuamente. En ese caso se puede extender el tiempo de bloqueo cruzado hasta varios segundos.

La señal ***Bloqueo por armónicos cruzado*** indicará que se cumple la lógica de bloqueo cruzado ajustada: ***OR*** o ***2 de 3***. Dicha señal será utilizada para bloquear las unidades de sobreintensidad de secuencia inversa, siempre que en ellas se habilite el ajuste **de *Bloqueo por armónicos***. La señal **Bloqueo por armónicos cruzado** no depende del tiempo de bloqueo cruzado, es decir, mientras la señal esté activada las unidades de sobreintensidad de secuencia inversa permanecerán bloqueadas. Cuando la señal de **Bloqueo por armónicos cruzado** se reponga, se desbloquearán las unidades de secuencia inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.8.4 Rangos de ajuste

Protección / Sobreintensidad / Bloqueo por Armónicos					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso bloqueo arm 2	Perm bloq arm 2	OCPHAR1.BlkEna1	SÍ / NO		NO
Arr bloqueo arm 2	Arr bloqueo arm2	OCPHAR1.BlkValPct1	5% - 100%	0,01%	20%
Permiso bloqueo arm 5	Perm bloq arm 5	OCPHAR1.BlkEna2	SÍ / NO		NO
Arr bloqueo arm 5	Arr bloqueo arm5	OCPHAR1.BlkValPct1	5% - 100%	0,01%	20%
Tipo bloqueo arm	Tipo bloqueo arm	OCPHAR1.HBlkTyp	OR AND 2 de 3		OR
Tiempo bloqueo cruzado	Tiempo blq cruzado	OCPHAR1.BlkOrTmms	0,05 - 300s	0,01s	0,1s
Int Mínima Fases	Int Mín Fases	OCPHAR1.BlkValA1	0,01 - 120 A	0,01 A	0,2 A
Int Mínima Neutro	Int Mín Neutro	OCPHAR1.BlkValA2	0,01 - 90 A	0,01 A	0,2 A
Int Mínima Tierra	Int Min Tierra	OCPHAR1.BlkValA4	0,01 - 90 A	0,01 A	0,2 A

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.8.5 Salidas digitales y sucesos del Bloqueo por Armónicos

Tabla 4.8-1: Salidas digitales y sucesos del Bloqueo por Armónicos

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
HAR_2_BLK_A	Bloqueo armónicos y detector de saturación	OCPHAR1.Str1	Bloqueo por 2º armónico fase A	I	Bloqueo por armónicos de fases, neutro y tierra.
HAR_2_BLK_B		OCPHAR1.Str1	Bloqueo por 2º armónico fase B	I	
HAR_2_BLK_C		OCPHAR1.Str1	Bloqueo por 2º armónico fase C	I	
HAR_2_BLK_N		OCPHAR1.Str2	Bloqueo por 2º armónico neutro	I	
HAR_2_BLK_G		OCPHAR1.Str3	Bloqueo por 2º armónico tierra	I	
HAR_5_BLK_A		OCPHAR1.Str4	Bloqueo por 5º armónico fase A	I	
HAR_5_BLK_B		OCPHAR1.Str4	Bloqueo por 5º armónico fase B	I	
HAR_5_BLK_C		OCPHAR1.Str4	Bloqueo por 5º armónico fase C	I	
HAR_5_BLK_N		OCPHAR1.Str5	Bloqueo por 5º armónico neutro	I	
HAR_5_BLK_G		OCPHAR1.Str6	Bloqueo por 5º armónico tierra	I	
HAR_BLK_A		OCPHAR1.Str8	Bloqueo por armónicos fase A	I	
HAR_BLK_B		OCPHAR1.Str8	Bloqueo por armónicos fase B	I	
HAR_BLK_C		OCPHAR1.Str8	Bloqueo por armónicos fase C	I	
HAR_BLK_N		OCPHAR1.Str9	Bloqueo por armónicos neutro	I	
HAR_BLK_G		OCPHAR1.Str10	Bloqueo por armónicos tierra	I	
HAR_BLK_CROSS		OCPHAR1.Str7	Bloqueo por armónicos cruzado	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.8.6 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPHAR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str1	ACD	Second harmonic blocking phase pickup
Str2	ACD	Second harmonic blocking neutral pickup
Str4	ACD	Fifth harmonic blocking phase pickup
Str5	ACD	Fifth harmonic blocking neutral pickup
Str7	ACD	Harmonic cross blocking pickup
Str8	ACD	Harmonic blocking phase pickup
Str9	ACD	Harmonic blocking neutral pickup
Extended Data		
HBlkTyp	EXT_ENG	Harmonic blocking logic type
BlkOrTmms	EXT_ING	Cross blocking time
BlkEna1	EXT_SPG	Second harmonic blocking enable
BlkEna2	EXT_SPG	Fifth harmonic blocking enable
BlkValPct1	EXT_ASG	Second harmonic blocking pickup
BlkValPct2	EXT_ASG	Fifth harmonic blocking pickup
BlkValA1	EXT_ASG	Phase minimum current
BlkValA2	EXT_ASG	Neutral minimum current

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.9 Detector de Saturación

4.9.1 Identificación 4.9-2
4.9.2 Bloque general de la unidad 4.9-2
4.9.3 Principio de operación 4.9-2
4.9.4 Rangos de ajuste 4.9-3
4.9.5 Salidas digitales y sucesos del Detector de Saturación 4.9-3
4.9.6 Nodo lógico IEC 61850 ..... 4.9-4

4.9.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Saturación	PHSTCTR1		

4.9.2 Bloque general de la unidad

4.9.3 Principio de operación

El detector de saturación está basado en el cálculo de la derivada de la intensidad medida. En el momento en el que se produce la saturación de un TI, se produce un fuerte crecimiento en la derivada. Teniendo en cuenta que el valor máximo de la derivada de la intensidad es:

$$A \cdot \frac{2\pi}{N},$$

donde ***A*** es el valor máximo de la intensidad y ***N*** el número de muestras por ciclo, cuando

$$I_i' > k \cdot A \cdot \frac{2\pi}{N}$$

siendo ***k*** una constante, se detectará la saturación. ***A*** se calculará como el mayor de dos máximos consecutivos. El detector de saturación solamente operará cuando ***A*** sea mayor que la intensidad nominal de fase local, en valor de pico, y cuando esté activo el detector de falta. Incluirá un tiempo de reposición de un ciclo.

Además, el **DLF** puede recibir señales de detección de saturación de las unidades del extremo remoto conectadas a través del sistema de comunicaciones 87L.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.9.4 Rangos de ajuste

Protección / Detector de Saturación					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso	Permiso		SÍ / NO		SÍ
Intensidad Mínima	Intensidad Mínima	PHSTCTR1.SatMimA	0,1 - 100 A	0,1	2 A

4.9.5 Salidas digitales y sucesos del Detector de Saturación

Tabla 4.9-1: Salidas digitales y sucesos del Detector de Saturación

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
SAT_A	Bloqueo armónicos y Detector de saturación	PHSTCTR1.Sat	Saturación TI fase A		El TI asociado a la fase correspondiente se encuentra en condiciones de saturación.
SAT_B		PHSTCTR1.Sat	Saturación TI fase B		
SAT_C		PHSTCTR1.Sat	Saturación TI fase C		
SAT_A2		PHSTCTR2.Sat	Saturación TI fase A desde Remoto E2	I	El TI asociado a la fase correspondiente en el extremo remoto E2 está en condiciones de saturación.
SAT_B2		PHSTCTR2.Sat	Saturación TI fase B desde Remoto E2	I	
SAT_C2		PHSTCTR2.Sat	Saturación TI fase C desde Remoto E2	I	
SAT_A3		PHSTCTR3.Sat	Saturación TI fase A desde Remoto E3	I	El TI asociado a la fase correspondiente en el extremo remoto E3 está en condiciones de saturación.
SAT_B3		PHSTCTR3.Sat	Saturación TI fase B desde Remoto E3	I	
SAT_C3		PHSTCTR3.Sat	Saturación TI fase C desde Remoto E3	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.9.6 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IDFPHSTCTR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured Values		
Amp	SAV	Current. (Optional data as Tissue 80)
Settings		
ARtg	ASG	Rated current
Rat	ASG	CT Ratio
Measured Values		
Amp	SAV	Current
Extended Data		
Sat	EXT_ACT	CT saturated
SatMinA	EXT_ASG	Minimum Current for Saturation Detector
SupSvc	EXT_SPG	CT supervision in service setting
SupEna	EXT_SPC	CT supervision enable command
SupBlk	EXT_SPC	CT supervision block command
SupFail	EXT_ACT	CT supervision failure
SupTmms	EXT_ING	CT supervision delay
SupFailIn	EXT_SPS	CT supervision failure input

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

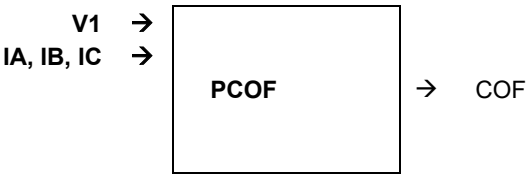
4.10 Detector de Cierre sobre Falta

4.10.1 Identificación 4.10-2
4.10.2 Bloque general de la unidad 4.10-2
4.10.3 Principios de operación 4.10-2
4.10.4 Rangos de ajuste 4.10-6
4.10.5 Entradas analógicas a la unidad 4.10-7
4.10.6 Entradas digitales al módulo de Cierre sobre Falta 4.10-7
4.10.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Cierre sobre Falta 4.10-8
4.10.8 Nodo Lógico IEC 61850 ..... 4.10-8
4.10.9 Ensayo del Detector de Cierre sobre Falta 4.10-9

4.10.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de cierre sobre falta	PCOF		

4.10.2 Bloque general de la unidad



4.10.3 Principios de operación

Los equipos disponen de una unidad de detección de cierre sobre falta que tiene como objeto dar un disparo instantáneo ante faltas que aparezcan en el momento del cierre del interruptor.

La unidad entrará en funcionamiento con órdenes tanto de cierre manual como de reenganche, ya sean estas internas (activación de la salida de **Orden de cierre manual** (**IN_CLOSE_MAN**), de la lógica de mando, o activación de la salida **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**), del reenganchador) o externas (activación de la entrada **Cierre manual externo** (**IN_CLOSE_EXT**) o activación de la entrada **Reenganche externo** (**IN_EXT_RCLS**). La generación de alguna de las órdenes anteriores mantiene la unidad en funcionamiento durante un pulso de duración ajustable en base al ajuste ***Tiempo CSF***.

Aunque las órdenes de cierre manual o de reenganche del interruptor sean externas, el detector de cierre sobre falta puede entrar en funcionamiento sin necesidad de supervisar el estado de ninguna entrada digital. Para ello, se puede hacer uso de la salida que genera el Detector de línea muerta. Con el fin de que el Detector de cierre sobre falta se active en el momento del cierre del interruptor, es decir, en el momento de energización de la línea, la desactivación de la señal **Alguna fase muerta** (paso de 1 a 0, que se obtendrá aplicando la función flanco ascendente que incorpora la lógica programable al negado de dicha señal) se puede asignar a las entradas tanto de **Cierre manual externo** como de **Reenganche externo**. Para distinguir una situación de cierre manual de una situación de reenganche (la operación del Detector de cierre sobre falta puede ser diferente en cierres manuales y reenganches: extensión de zona 1, etc), se puede tener en cuenta el tiempo que la línea ha permanecido desenergizada. Para ello, la entrada lógica **Cierre manual externo** solo se debería activar si la señal **Alguna fase muerta** ha permanecido activa durante un tiempo lo suficientemente superior al de cualquier ciclo de reenganche. Un tiempo de 50 segundos puede ser aconsejable.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Es posible seleccionar las señales que activan el funcionamiento de la unidad. Para ello disponen del ajuste **Máscara inicio detector de cierre sobre falta**. La unidad puede entrar en funcionamiento con órdenes tanto de cierre manual como de reenganche, ya sean éstas:

Internas
Activación de la salida de **Orden de cierre manual** (**IN_CLOSE_MAN**), de la lógica de mando.
Activación de la salida **Cierre manual por desactivación línea muerta** (**CLOSE_DL**).
Activación de la salida **Cierre manual por desactivación polo abierto** (**CLOSE_OP**).
Activación de la salida **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**), del reenganchador.
Activación de la salida **Reenganche por desactivación de línea muerta** (**RCLS_DL**).
Activación de la salida **Reenganche por desactivación de polo abierto** (**RCLS_OP**).
Externas
Activación de la entrada **Cierre manual externo** (**IN_CLOSE_EXT**).
Activación de la entrada **Reenganche externo** (**IN_EXT_RCLS**).

La activación de **Cierre manual por desactivación línea muerta** (**CLOSE_DL**) se genera en el momento en que la señal **Alguna fase muerta** (**DL_OR**) se desactive, tras haber estado activa durante al menos el valor del ajuste ***Tiempo de espera de cierre manual***.

La activación de **Cierre manual por desactivación polo abierto** (**CLOSE_OP**) se genera en el momento en que la señal **Algún polo abierto** (**OR_P_OP**) se desactive, tras haber estado activa durante al menos el valor del ajuste ***Tiempo de espera de cierre manual***.

La activación de **Reenganche por desactivación línea muerta** (**RCLS_DL**) se genera en el momento en que la señal **Alguna fase muerta** (**DL_OR**) se desactive, tras haber estado activa durante al menos el valor del ajuste ***Tiempo de espera reenganche***.

La activación de **Reenganche por desactivación polo abierto** (**RCLS_OP**) se genera en el momento en que la señal **Algún polo abierto** (**OR_P_OP**) se desactive, tras haber estado activa durante al menos el valor del ajuste ***Tiempo de espera reenganche***.

Cuando la unidad de **Cierre sobre falta** se activa con una orden de cierre manual, producirá siempre disparos trifásicos no reenganchables. Sin embargo, si la unidad comienza a funcionar con una orden de reenganche su activación permitirá también disparos trifásicos, pero generará un nuevo inicio del ciclo de reenganche (que dará lugar a una nueva orden de reenganche o a un disparo definitivo en función de las decisiones que tome el automatismo de reenganche).

La unidad de **Cierre sobre falta** presenta unidades de sobreintensidad de fase adireccionales con niveles de arranque ajustables (ajuste ***Arranque intensidad CSF***). Dichas unidades tienen la finalidad de despejar faltas con tensión inferior a la mínima para polarizar las unidades de distancia, cuando no exista memoria de tensión. Solamente podrán actuar cuando la tensión de secuencia directa haya descendido por debajo del ajuste ***Arranque Tensión CSF***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La operación de esta unidad aparece reflejada en la Figura 4.10.1.

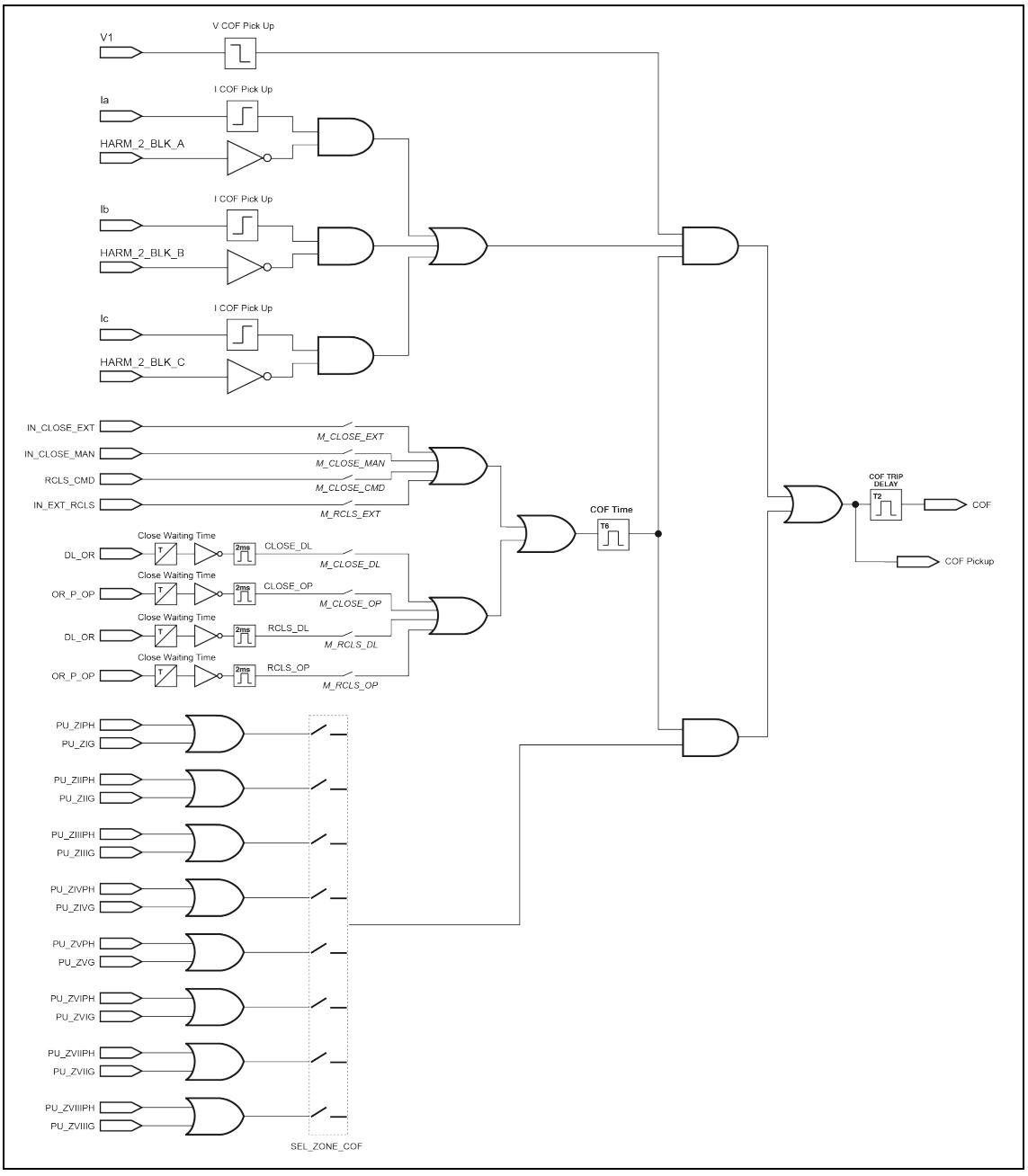


Figura 4.10.1 Diagrama lógico del Detector de Cierre sobre Falta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
V COF Pickup: nivel de arranque de tensión de cierre sobre falta.	I COF Pickup: nivel de arranque de intensidad de cierre sobre falta.
V1: tensión de secuencia directa.	CLOSE_DL: cierre manual por línea muerta.
Ix: fase X intensidad.	CLOSE_OP: cierre manual por polo abierto.
HARM_2_BLK_X: bloqueo de 2nd armónico de fase X.	RCLS_DL: reenganche por línea muerta.
IN_CLOSE_EXT: entrada cierre manual externo.	RCLS_OP: reenganche por polo abierto.
IN_CLOSE_MAN: orden de cierre manual.	M_CLOSE_EXT: permiso de cierre externo de cierre sobre falta.
RCLS_CMD: orden de reenganche.	M_CLOSE_MAN: permiso de cierre manual de cierre sobre falta.
IN_EXT_RCLS: entrada reenganche externo.	M_RCLS_CMD: permiso de orden de Reenganche de cierre sobre falta.
DL_OR: alguna fase muerta.	M_RCLS_EXT: permiso de reenganche externo de cierre sobre falta.
OR_P_OP: algún polo abierto.	COF_TIME: tiempo de cierre sobre falta.
PU_ZnX: arranque unidades fase/tierra Zona n	COF_TRIP_DELAY: temporización de disparo de cierre sobre falta.
SEL_ZONE_COF: zona de supervisión del cierre sobre falta (ajuste)	COF: disparo de cierre sobre falta.

En ocasiones puede ocurrir que el cerrar el interruptor de línea suponga la energización de un trafo. Como ya sabemos, en las energizaciones de los transformadores suele producirse un incremento brusco de la intensidad, y en equipos en los que la tensión se coge del lado de línea, la baja tensión y el incremento de intensidad podrían dar lugar a que el equipo disparase, cuando realmente no ha habido falta. Para evitar este tipo de fenómenos, se introduce un bloqueo por armónicos de la intensidad, ya que las energizaciones de los transformadores además de producir incrementos de intensidad producen armónicos de segundo orden.

Para casos en los que haya transformadores cerca de la línea, hay que tener en cuenta la presencia de armónicos de segundo orden para diferenciar incrementos de intensidad debidos a una falta de los debidos a la energización del transformador.

Por otra parte, la unidad de cierre sobre falta permite que la zona elegida mediante el ajuste ***Zona supervisión cierre sobre falta*** genere un disparo instantáneo. Permite, por tanto, efectuar una extensión de la zona 1. Esta se dará siempre ante cierres manuales.

En posiciones de doble interruptor y a través del ajuste de ***Interruptor CSF*** se puede seleccionar si el cierre sobre falta se activa con el cierre del primer interruptor o de ambos interruptores. Hay que tener en cuenta que en posiciones de interruptor y medio o de anillo la intensidad que circula por cada TI puede variar mucho. Si el cierre del primer interruptor conecta la línea a una fuente muy débil, es posible que los elementos de sobreintensidad de fase mencionados anteriormente no se activen al producirse una condición de cierre sobre falta.

Adicionalmente, se puede ajustar un retardo del disparo de la unidad mediante el ajuste Temporización para activación de la unidad (***COF Trip Delay***), representado como T2 en el diagrama lógico de la unidad. El inicio de este timer, vendrá indicado con la señal de **COF_Pickup**, de esta manera, en la cuanta de este timer, se podrá identificar que existen condiciones de falta activas. Por otro lado, esta señal de arranque se utilizará para el sellado del Detector de Falta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.10.4 Rangos de ajuste

Protección / Detector de Cierre sobre Falta					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Detec CSF	Permiso Det CSF	PCOF1.LnInSvc	SÍ / NO		NO
Zona Sup CSF	Zona Sup CSF	PCOF1.SOFZn	Zona 2 Zona 3 Zona 4 Zona 5 Zona 6 Zona 7 Zona 8		Zona 2
Arranque I CSF	Arranque I CSF	PCOF1.StrVal	0,2 - 30 A	0,05 A	10A
Arranque V CSF	Arranque V CSF	PCOF1.PSVLev	5 - 100 V	0,01 V	50 V
Tiempo de retardo CSF	Retardo CSF	PSOF1.OpTmms	0-300s	0,01	0
Tiempo CSF	Tiempo CSF	PSOF1.EnaTmms	0-300 s	0,01s	0,3 s
Interruptor CSF*	Interruptor CSF	PCOF1.CBClsTyp (ENG)	0: Primer cierre. 1: Ambos.		0
T Espera Cierre	T Espera Cierre	PCOF1.ClsTmms	0,05-300 s	0,01 s	50 s
T Espera Reeng	T Espera Reng	PCOF1.RecTmms	0,05-300 s	0,01 s	0,2 s
Mascara Inicio Detector de Cierre Sobre Falta	Mascara Inicio CSF				
Cierre Manual por Desactivación Línea Muerta	Cierre Manual LM	PCOF1.DELCls	SÍ / NO		SÍ
Cierre Manual por Desactivación de Polo Abierto	Cierre Manual PA	PCOF1.OpnPCls	SÍ / NO		SÍ
Cierre Manual Externo	Cierre Manual Ext	PCOF1.ExtCls	SÍ / NO		SÍ
Orden de Cierre Manual	Ord Cierre Manual	PCOF1.ClsCmd	SÍ / NO		SÍ
Reenganche por Desactivación de Línea Muerta	Reenganche LM	PCOF1.DELRec	SÍ / NO		SÍ
Reenganche por Desactivación de Polo Abierto	Reenganche PA	PCOF1.OpnPRec	SÍ / NO		SÍ
Reenganche Externo	Reenganche Ext	PCOF1.ExtRec	SÍ / NO		SÍ
Orden de Reenganche	Orden Reenganche	PCOF1.RecCmd	SÍ / NO		SÍ

(*) Ajuste incluido para relés con capacidad de doble interruptor o interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.10.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 4.10-1: Entradas analógicas al Detector de Cierre sobre Falta		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de fase C	MMXU1.A.phsC
V1	Tensión calculada de secuencia directa	MSQI1.SeqV.c1

$$|V_1| = \left| \frac{V_A + V_B \cdot 1\angle 120° + V_C \cdot 1\angle 240°}{3} \right|$$

4.10.6 Entradas digitales al módulo de Cierre sobre Falta

Tabla 4.10-2: Entradas digitales al módulo de Cierre sobre Falta					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_COF	Entradas		Entrada de habilitación detector de cierre sobre falta		Su activación pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".
IN_CLOSE_EXT			Entrada cierre manual externo		Su activación indica que se ha efectuado un cierre manual externo; dicha entrada pone en funcionamiento el detector de cierre sobre falta.
IN_EXT_RCLS			Entrada reenganche externo		Su activación indica que se ha efectuado un reenganche por medio de un equipo externo; dicha entrada pone en funcionamiento el detector de cierre sobre falta.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.10.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Cierre sobre Falta

Tabla 4.10-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Cierre sobre Falta					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
COF	Salidas	PCOF1.Op	Disparo por cierre sobre falta		Disparo de la unidad.
COF_ENBLD			Detector de cierre sobre falta habilitado		Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
COF_PU			Arranque de Cierre sobre falta		Indicación del estado de Arranque de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.10.8 Nodo Lógico IEC 61850

CLASS PCOF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
PCOF		
Data Objects		
Status information		
Op	ACT	Tripping due to close onto a fault
Settings		
LnInSvc	SPG	COF Enable
SOFZn	ENG	COF Supervision Zone
StrVal	ASG	I COF Pickup
PSVLev	ASG	V COF Pickup
EnaTmms	ING	COF Time
ClsTmms	ASG	Close Waiting Time
RecTmms	ASG	Reclosing Wait Time
DELCls	SPG	DL Deactiv Manual Close
OpnPCls	SPG	OP Deactiv Manual Close
ExtCls	SPG	External Manual Close
ClsCmd	SPG	Manual Close Command
DELRec	SPG	DL Deactiv Reclose
OpnPRec	SPG	OP Deactiv Reclose
ExtRec	SPG	External Reclose
RecCmd	SPG	Reclose Command

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.10.9 Ensayo del Detector de Cierre sobre Falta

Durante la prueba se consultarán los indicadores:

Display en la pantalla de **Información** - **Estado** - **Unidades de Medida** - **Cierre sobre falta**

ZivercomPlus® en la pantalla de estado (**Estado** - **Unidades** - **Cierre sobre falta**).

Se introducirán unas condiciones de subtensión y sobreintensidad elevadas, como puede ser un sistema trifásico equilibrado de 25 VCA y ángulos 0º, 120º y 240º inductivos en las fases A, B y C respectivamente para las tensiones y de 15 ACA e idénticos ángulos para las intensidades.

Se activará la entrada **Cierre manual externo** (**IN_CLOSE_EXT**), comprobándose que los indicadores de estado de la unidad de medida se activan durante el tiempo de cierre sobre falta y que el equipo dispara, siendo la indicación de último disparo, tanto en el display como en el ***ZivercomPlus***®, de una falta trifásica con disparo por cierre sobre falta (**COF**).

Se comprobará que el comportamiento del relé es el mismo si en lugar de activar la entrada de **Cierre manual externo** (**IN_CLOSE_EXT**) realizamos una orden de cierre en las mismas condiciones.

Se comprobará que el cierre sobre falta también funciona tras un reenganche (reenganche sobre falta), es decir, se obtendrá un disparo por reenganche sobre falta si ante las mismas condiciones mencionadas anteriormente se realiza un reenganche o se activa la entrada **Reenganche externo** (**IN_EXT_RCLS**). En el caso de reenganche sobre falta, además, es posible inhabilitar la extensión de zona 1.

Se ajustarán todas las zonas hacia atrás (para que el cierre / reenganche sobre falta no actúe por extensión de zona 1) y se aplicarán al relé condiciones de falta con contenido de segundo armónico. Se comprobará que el cierre / reenganche sobre falta actúa (en cuanto se active alguna de las señales mencionadas anteriormente) o no en función de los ajustes ***Arranque intensidad cierre sobre falta*** y ***Frenado por 2º armónico*** (siempre que la tensión de secuencia directa se encuentre por debajo de 50 V).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

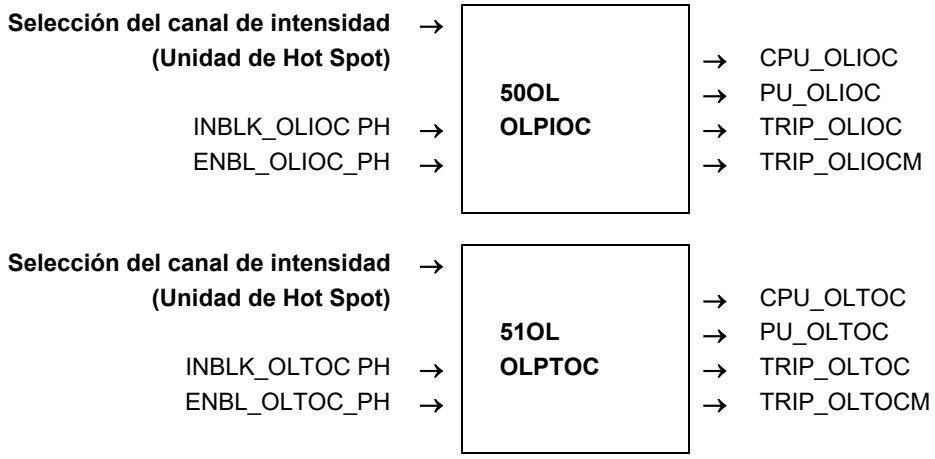
4.11 Unidades de Sobrecarga

4.11.1 Identificación 4.11-2
4.11.2 Bloque general de la unidad 4.11-2
4.11.3 Principios de operación 4.11-2
4.11.4 Rangos de ajuste 4.11-3
4.11.5 Entradas digitales del módulo de sobrecarga 4.11-4
4.11.6 Salidas digitales y sucesos de los módulos de sobrecarga 4.11-5
4.11.7 Ensayo de las unidades de sobrecarga 4.11-5

4.11.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Sobreintensidad instantánea de sobrecarga	OLPIOC	50OL>>	50OL
Sobreintensidad temporizada de sobrecarga	OLPTOC	51OL>	51OL

4.11.2 Bloque general de la unidad



4.11.3 Principios de operación

Los equipos están provistos de dos unidades de sobrecarga (una instantánea y otra temporizada), cuya aplicación principal es proteger el transformador en situaciones de régimen de carga de emergencia de corta duración, según se describe en la guía de carga IEC60076-7.

La explotación de un transformador de potencia puede clasificarse en tres regímenes de funcionamiento (normal, emergencia de larga duración y emergencia de corta duración) según las condiciones de carga y calentamiento.

- El régimen normal supone la explotación del transformador en las condiciones nominales para las que fue diseñado.
- El régimen de emergencia de larga duración supone un envejecimiento acelerado del trafo (esta situación se puede prolongar durante días, semanas o incluso meses) y está cubierto por la unidad de imagen térmica de Hot Spot, que dispara el transformador si se alcanzan valores de riesgo para la máquina.
- El régimen de carga de emergencia de corta duración contempla valores de sobrecarga y calentamiento que producen una pérdida de rigidez dieléctrica que puede dar lugar al fallo del transformador. Sin embargo, es preferible asumir el riesgo de fallo durante un corto periodo de tiempo (30 minutos), antes de dar un corte de suministro. Es en este caso donde se aplica la unidad de sobrecarga.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Estas unidades son independientes de la imagen térmica de Hot Spot, por lo que pueden utilizarse para otras aplicaciones. Los principios de operación de las unidades de sobrecarga son los mismos que los de las unidades de sobreintensidad instantáneas y temporizadas de fases (operando sólo por la fase seleccionada en el ajuste ***Canal de intensidad*** ubicada en unidad de Hot Spot), con la particularidad de disponer de un ajuste de ***Tiempo fijo*** de hasta 2 horas.

4.11.4 Rangos de ajuste

Protección / Sobrecarga / Sobrecarga temporizada					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Habilitación de la unidad (Permiso)	Permiso Tem Sobrec		SÍ / NO		NO
Arranque de la unidad	Arranq Tem Sobrec		(0,02-25) In	0,01 A	6,50 A
Curva de tiempo	Curva Sobrecarga		Ver lista de curvas		T. Fijo
Índice de tiempo de curva inversa	Indice Sobrecarga		0,05 - 10	0,01	1
Rango efectivo para curvas IEC			0,05 - 1	0,01	1
Rango efectivo para curvas IEEE/US/RI			0,1 - 10	0,01	1
Tiempo fijo	Tiempo Fijo T SC		0,05-7200 s	0,01 s	1800 s

Protección / Sobrecarga / Sobrecarga instantánea					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Habilitación de la unidad (Permiso)	Permiso Ins Sobrec	OLPIOC1.LNInSvc (SPG)	SÍ / NO		NO
Arranque de la unidad	Arranq Ins Sobrec	OLPIOC1.StrVal (ASG)	(0,02-25) In	0,01 A	7,50 A
Temporización	Tiempo Fijo I SC	OLPIOC1.OpDlTmms (ING)	0,05-7200 s	0,01 s	5 s

M0DLFA1907E
DLF: Protección Diferencial de Línea
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.11.5 Entradas digitales del módulo de sobrecarga

Tabla 4.11-1: Entradas digitales del módulo de sobrecarga					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_TOL		OLPTOC1.Mod (ENC)	Entrada bloqueo unidad temporizada de sobrecarga		La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
IN_BLK_IOL		OLPIOC1.OpDIInh (SPC)	Entrada bloqueo unidad instantánea de sobrecarga		
IN_BPT_TOL		OLPTOC1.OpDIInh (SPC)	Entrada anulación de temporización de sobrecarga		Convierte la temporización ajustada en la unidad, en instantánea. Sólo afecta a la unidad temporizada.
ENBL_TOL		OLPTOC1.Mod (ENC)	Entrada de habilitación unidad temporizada de sobrecarga		La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se puede asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.
ENBL_IOL		OLPIOC1.Mod (ENC)	Entrada de habilitación unidad instantánea de sobrecarga		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.11.6 Salidas digitales y sucesos de los módulos de sobrecarga

Tabla 4.11-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de sobrecarga					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_TOL			Arranque unidad temporizada de sobrecarga		Lógica del arranque de la unidad de sobrecarga.
PU_IOL			Arranque unidad instantánea de sobrecarga		
TRIP_TOL			Disparo unidad temporizada de sobrecarga		Disparo unidad de sobrecarga.
TRIP_IOL			Disparo unidad instantánea de sobrecarga		
TRIP_TOL_M			Disparo enmascarado unidad temporizada de sobrecarga		Disparo de la unidad condicionada por su máscara de disparo correspondiente.
TRIP_IOL_M			Disparo enmascarado unidad instantánea de sobrecarga		
IN_BLK_TOL			Entrada bloqueo unidad temporizada de sobrecarga		Lo mismo que para las Entradas Digitales.
IN_BLK_IOL			Entrada bloqueo unidad instantánea de sobrecarga		
ENBL_OL			Entrada de habilitación unidad de sobrecarga		Lo mismo que para las Entradas Digitales.
ENBL_IOL			Entrada de habilitación unidad instantánea de sobrecarga		
OL_ENBLD			Unidad de sobrecarga habilitada		Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de las unidades de intensidad.
IOL_ENBLD			Unidad instantánea de sobrecarga habilitada		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

4.11.7 Ensayo de las unidades de sobrecarga

Para el ensayo de cada unidad se recomienda inhabilitar las unidades que no estén bajo prueba en ese momento.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los flags de arranque del menú **Información** - **Estado** - **Unidades**. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado.

Tabla 4.11-3: Arranque y reposición de las unidades de sobrecarga				
Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
	máximo	mínimo	máximo	mínimo
X	1,08 **x** X	1,02 **x** X	1,03 **x** X	0,97 **x** X

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En los rangos bajos el intervalo de arranque y reposición puede extenderse hasta X ± (5% x In) mA.

- **Tiempos de actuación**

Para la prueba, al menos una salida de relé debe configurarse con las señales de disparo del elemento bajo prueba. La configuración de salida se llevará a cabo con la herramienta ***ZIV e-NET tool***® cambiando los ajustes de protección de la salida que se utilizará, tal como se muestra en la sección de configuración de Entradas, Salidas y LEDs.

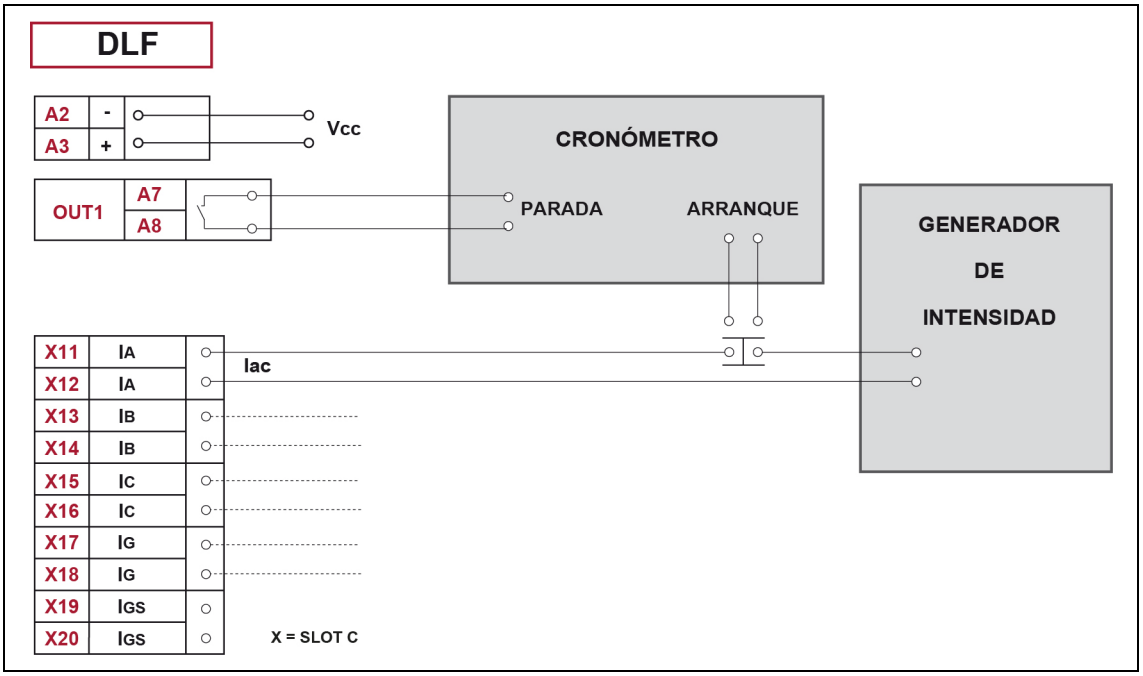


Figura 4.11.1 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos.

Tiempo fijo

Se aplicará un 20% más del valor de ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±1% o ±30ms (el que sea mayor) del valor de ajuste de tiempo seleccionado.

Tiempo inverso

Para una curva determinada, el tiempo de actuación vendrá dado por el dial seleccionado y la intensidad aplicada (número de veces del valor de arranque ajustado). La tolerancia vendrá dada por el resultado de aplicar un margen de error de ±1% en la medida de intensidad. Esto se traduce en un error de ±2% o ±35ms (el que sea mayor) en la medida de tiempos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 5.

Unidades de Protección de Tensión y Frecuencia

5.1 Unidades de Tensión

5.1.1 Principios comunes 5.1-3
5.1.1.a Operación y reposición 5.1-3
5.1.1.b Bloqueo de disparo 5.1-4
5.1.1.c Habilitación e inhabilitación de la unidad 5.1-4
5.1.1.d Ajustes de reposición 5.1-4
5.1.1.e Nodo lógico: características comunes (ajustes de reposición de las unidades de tensión) 5.1-4
5.1.2 Unidades de Subtensión de Fases 5.1-5
5.1.2.a Identificación 5.1-5
5.1.2.b Bloque general de la unidad 5.1-5
5.1.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-5
5.1.2.d Aplicación de la unidad 5.1-7
5.1.2.e Rangos de ajuste 5.1-8
5.1.2.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-9
5.1.2.g Entradas digitales a los módulos de Subtensión de Fases 5.1-9
5.1.2.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Subtensión de Fases 5.1-10
5.1.2.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-11
5.1.2.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-12
5.1.3 Unidades de Sobretensión de Fases 5.1-13
5.1.3.a Identificación 5.1-13
5.1.3.b Bloque general de la unidad 5.1-13
5.1.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-13
5.1.3.d Aplicación de la unidad 5.1-15
5.1.3.e Rangos de ajuste 5.1-16
5.1.3.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-17
5.1.3.g Entradas digitales a la unidad de Sobretensión de Fases 5.1-17
5.1.3.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Fases 5.1-18
5.1.3.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-19
5.1.3.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-20
5.1.4 Unidades de Sobretensión de Neutro 5.1-21
5.1.4.a Identificación 5.1-21
5.1.4.b Bloque general de la unidad 5.1-21
5.1.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-21
5.1.4.d Aplicación de la unidad 5.1-24
5.1.4.e Rangos de ajuste 5.1-24

5.1.4.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-26
5.1.4.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-27
5.1.4.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-28
5.1.4.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-29
5.1.4.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-29
5.1.5 Unidades de Sobretensión de Tierra 5.1-30
5.1.5.a Identificación 5.1-30
5.1.5.b Bloque general de la unidad 5.1-30
5.1.5.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-30
5.1.5.d Aplicación de la unidad 5.1-32
5.1.5.e Rangos de ajuste 5.1-32
5.1.5.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-34
5.1.5.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Tierra 5.1-34
5.1.5.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-35
5.1.5.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-36
5.1.5.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-36
5.1.6 Unidades de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-37
5.1.6.a Identificación 5.1-37
5.1.6.b Bloque general de la unidad 5.1-37
5.1.6.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.1-37
5.1.6.d Aplicación de la unidad 5.1-39
5.1.6.e Rangos de ajuste 5.1-39
5.1.6.f Entradas analógicas a la unidad 5.1-39
5.1.6.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-40
5.1.6.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-41
5.1.6.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.1-42
5.1.6.j Ensayo de la unidad de protección 5.1-42

Unidades de Protección de Tensión		
4	Unidades de sobretensión de fases	**59-1 / 59-2 / 59-3 / 59-4***
4	Unidades de sobretensión de neutro	**59N1 / 59N2 / 59N3 / 59N4***
4	Unidades de sobretensión de tierra	**64-1 / 64-2 / 64-3 / 64-4***
1	Unidad de sobretensión de secuencia inversa	**47**
4	Unidades de subtensión de fases	**27-1 / 27-2 / 27-3 / 27-4***

*- Según modelo. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.1.1 Principios comunes

5.1.1.a Operación y reposición

Para una determinada unidad de tensión, el arranque tiene lugar cuando el valor medido es igual o mayor/menor que una vez el valor ajustado, y la reposición se realiza con un valor porcentual seleccionable (inferior/superior) sobre el ajuste.

Las unidades de tensión de fases disponen de un ajuste que permite seleccionar entre trabajar con tensiones **Fase-Tierra** o **Fase-Fase**. La actuación se produce cuando los valores eficaces de las tensiones medidas alcancen un determinado valor, pudiendo por lo tanto seleccionar si se ajusta como tensión **Fase-Tierra** o **Fase-Fase**.

Además, las unidades de tensión de fases cuentan con una lógica asociada controlable por medio de un ajuste en el que se selecciona el tipo de actuación entre las siguientes posibilidades (ver Figura 5.1.1):

- **AND**: la unidad dispara cuando las tres unidades asociadas a cada fase cumplen la condición de disparo.
- **OR**: la unidad dispara cuando alguna de las tres unidades asociadas a cada fase cumple la condición de disparo.

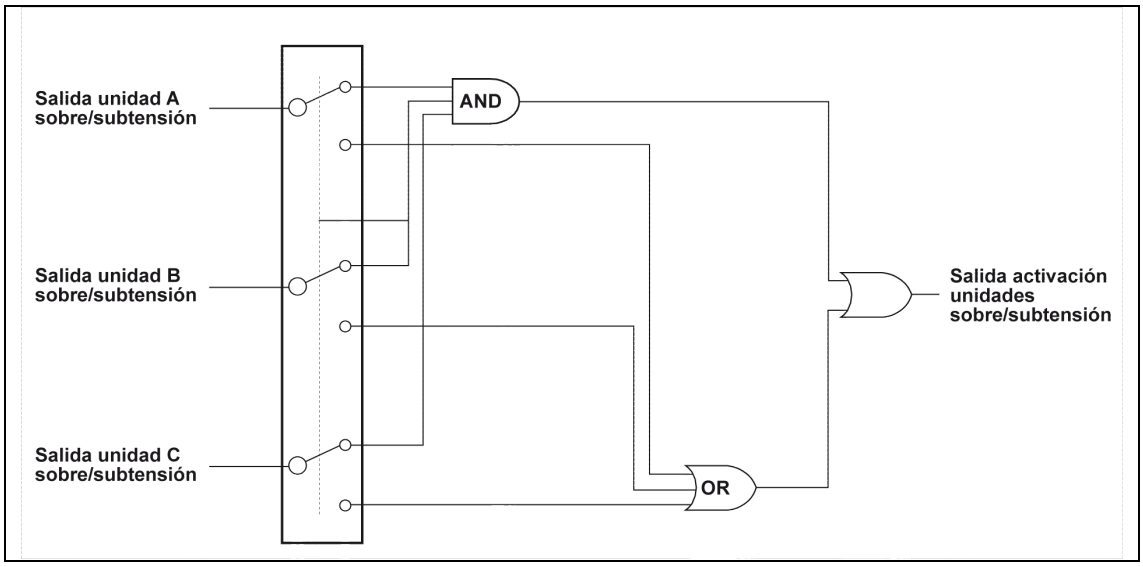


Figura 5.1.1 Diagrama de bloques de la operación AND/OR de las unidades 27 y 59.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.1.b Bloqueo de disparo

Las unidades de tensión tienen la posibilidad de programar unas entradas de bloqueo de disparo, lo que impide la actuación de la unidad si esta entrada se activa antes de que se genere el disparo. Si se activa después del disparo, éste se repone. La unidad aunque se encuentre bloqueada sigue operativa de tal manera que si el equipo se encuentra en condiciones de disparo en el momento en el que la entrada de bloqueo se desactiva el relé emitirá orden de disparo de forma instantánea.

Para poder usar esta lógica de bloqueos se deben programar las entradas definidas como bloqueo de disparo.

5.1.1.c Habilitación e inhabilitación de la unidad

Todas las unidades cuentan con una entrada de habilitación y de inhabilitación de tal manera que, estando la unidad habilitada por ajuste de protección, ésta se puede deshabilitar mediante lógica ante determinadas circunstancias. De esta manera cuando la entrada de habilitación esté desactivada la unidad no se encuentra operativa y es en el momento en el que la entrada de habilitación se active cuando la unidad comienza a operar partiendo desde cero.

5.1.1.d Ajustes de reposición

El valor de reposición de cada conjunto de unidades de tensión (sobretensión de fases, subtensión de fases, sobretensión de neutro o tierra y sobretensión de secuencia inversa) es ajustable y para ello se cuenta con un ajuste por conjunto.

Protección / Tensión / Reposición Tensión					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Repos Subten. F.	`Repos Subten. F.`	PVCF1.PhUnVRs	101-150%	1	105%
Repos Sobret. F.	`Repos Sobret. F.`	PVCF1.PhOvVRs	50-99%	1	95%
Repos Sobret. N.	`Repos Sobret. N.`	PVCF1.GndOvVRs	50-99%	1	95%
Repos Sobret. V2	`Repos Sobret. V2.`	PVCF1.NgSeqOvVRs	50-99%	1	95%

5.1.1.e Nodo lógico: características comunes (ajustes de reposición de las unidades de tensión)

CLASS PVCF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Settings		
PhUnVRs	ASG	Phase undervoltage reset
PhOvVRs	ASG	Phase overvoltage reset
GndOvVRs	ASG	Ground overvoltage reset
NgSeqOvVRs	ASG	Negative sequence overvoltage reset

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

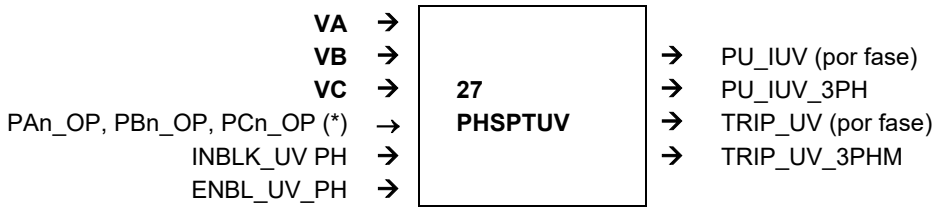
5.1.2 Unidades de Subtensión de Fases

5.1.2.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de subtensión de fases *n*	PHSPTUV *n*	3U<	27- *n*

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.1.2.b Bloque general de la unidad



5.1.2.c Principio de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de tres unidades de subtensión de fases (4 unidades para los modelos con dígitos X27+X28 = 30 o superior). Cada unidad está asociada a las tres entradas analógicas de tensión y dispone de un ajuste que permite seleccionar entre trabajar con tensiones ***Fase-Tierra*** o ***Fase-Fase***. La actuación se produce cuando los valores de las tensiones medidas alcancen un determinado valor, el ajustado en la unidad correspondiente. Este valor se ajusta simultáneamente para las tres tensiones en cada unidad, pudiéndose seleccionar, como se ha comentado anteriormente, si se ajusta como tensión ***Fase-Tierra*** o ***Fase-Fase***.

Para una determinada unidad de subtensión, el arranque tiene lugar cuando el valor medido es igual o menor que una vez el valor ajustado, y la reposición se realiza con un valor porcentual seleccionable (superior) sobre el ajuste.

El arranque de la unidad de subtensión habilita la función de temporización. Esta se realiza aplicando incrementos sobre un contador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo. El ajuste de tiempo incluido permite seleccionar una temporización a ***Tiempo fijo***, ***Curva inversa*** o ***Curva inversa IEC60255-127***.

La opción ***Curva inversa*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \frac{0.482 * Tp}{\left(1 - \frac{V}{Vp}\right)^{2.145}}$$

La opción ***Curva inversa IEC60255-127*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Tp}{\left(1 - \left(\frac{V}{Vp}\right)\right)}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Donde:

t	Tiempo de operación.	***V***	Tensión medida.
Tp	Dial.	***Vp***	Ajuste de arranque de tensión.

Cuando el valor medido sobrepasa el arranque ajustado se produce una reposición rápida del integrador. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo de integración. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Si el ajuste **Bloqueo por interruptor abierto** está habilitado, el disparo de la unidad queda condicionado a la posición del interruptor, de modo que con interruptor abierto el arranque de la unidad de subtensión queda bloqueado (trabajando con tensiones Fase-Tierra el bloqueo se aplica por cada fase según el estado del polo de dicha fase y, trabajando con tensiones Fase-Fase, el bloqueo se produce cuando se detectan los 3 polos del interruptor abiertos).

Además, las unidades de subtensión de fases cuentan con una lógica asociada controlable por medio del ajuste ***Logica Subten. F.*** en el que se selecciona el tipo de actuación OR/AND (ver Figura 5.1.1).

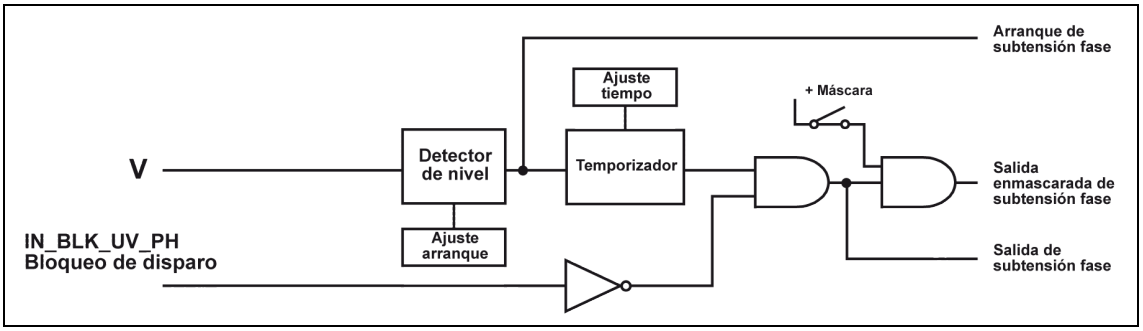


Figura 5.1.2 Diagrama de bloques de la unidad de subtensión de fases.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.2.d Aplicación de la unidad

La unidad de subtensión de fases es la encargada de detectar condiciones de baja tensión en elementos del sistema de potencia tales como generadores, transformadores, líneas de transmisión y distribución, motores, etc. Dichas condiciones de baja tensión pueden ser ocasionadas por muy diversos factores:

- Malfuncionamiento de los equipos de regulación de tensión.
- Sobrecargas en el sistema de potencia que implican un decrecimiento en la tensión suministrada que no pueden ser compensadas por los equipos de regulación de tensión.
- Disparos que provocan una reducción de la tensión de la fase en condiciones de falta.
- Ausencia completa de tensión en una barra generada por la actuación del esquema de protección implementado en el transformador o en la propia barra en sí.

De esta manera, la unidad de subtensión de fases puede ser utilizada para desconectar de la red equipos que puedan sufrir daños al trabajar en condiciones de baja tensión o en condiciones que puedan generar sobrecalentamientos.

Al disponer de varias unidades de subtensión, es posible determinar distintas condiciones de baja tensión (distintos escalones), ajustando el tiempo de operación según el escalón de tensión, o incluso bloqueando una o varias unidades de tensión con la activación de otra unidad, proporcionando una mayor selectividad a las unidades que deben operar.

Un ejemplo de este tipo de selectividad sería la configuración de las unidades temporizadas de subtensión 1 y 2 para la detección de sobrecargas (con ajustes de disparo al 80% y 70% de la tensión nominal) junto a la unidad instantánea de subtensión 3 (con el ajuste de arranque al 5% de la tensión nominal), de modo que el arranque de la unidad instantánea de subtensión 3 (ante la detección de pérdida total de tensión en una o varias fases) bloquee la activación de las unidades temporizadas de subtensión 1 y 2 (en este ejemplo, estas solo deberían actuar ante sobrecargas que implican una caída gradual de tensión en las fases).

El bloqueo de las unidades temporizadas 1 y 2 debe realizarse en la lógica de usuario, asignando la señal de arranque o disparo de la unidad de subtensión 3 a las señales de entrada de bloqueo (**IN_BLK_UV_PH**) de las unidades 1 y 2.

Por otra parte, esta unidad es de uso común en automatismos implementados de forma local en los equipos de protección o de forma remota y que actúan sobre el sistema de potencia.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.2.e Rangos de ajuste

Protección / Tensión / Subtensión de Fases (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Subten. F.	Permiso Subten. F.	PHSPTUV.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Tipo Tensión	Tipo Tensión	PHSPTUV.VTyp	Fase-Fase Fase-Tierra		Fase-Fase
Arranque Subten. F.	Arranq Subten. F.	PHSPTUV.StrVal	2-300 V	0,01 V	40 V
Curva Subten. F.	Curva Subten. F	PHSPTUV.TmVCrv	- Tiempo fijo. - Curva inversa.		Tiempo fijo
Dial Subten. F.	Índice Subten. F	PHSPTUV.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Subten. F.	Tiempo Subten. F.	PHSPTUV.OpDlTmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Lógica Subten. F.	Lógica Subten. F.	PHSPTUV.EvTyp	OR AND		OR

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 30 o Superior**

Protección / Tensión / Subtensión de Fases (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Subten. F.	Permiso Subten. F.	PHSPTUV.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Tipo Tensión	Tipo Tensión	PHSPTUV.VTyp	Fase-Fase Fase-Tierra		Fase-Fase
Arranque Subten. F.	Arranq Subten. F.	PHSPTUV.StrVal	2-300 V	0,01 V	40 V
Curva Subten. F.	Curva Subten. F	PHSPTUV.TmVCrv	- Tiempo fijo. - Curva inversa. - Curva inversa IEC60255-127.		Tiempo fijo
Dial Subten. F.	Índice Subten. F	PHSPTUV.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Subten. F.	Tiempo Subten. F.	PHSPTUV.OpDlTmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Lógica Subten. F.	Lógica Subten. F.	PHSPTUV.EvTyp	OR AND		OR
Bloqueo por interruptor abierto	Bloqueo por interruptor abierto	PHSPTUV.CBopEna	NO / SÍ		SI

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.2.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de subtensión de fases será la tensión VA, VB y VC. Bien es cierto que la unidad tendrá en cuenta la tensión ***Fase-Fase*** o ***Fase-Tierra*** en función del ajuste ***Tipo Tensión***.

Tabla 5.1-1: Entradas analógicas de los módulos de subtensión de fases

Nombre	Descripción	IEC 61850
VA	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC

5.1.2.g Entradas digitales a los módulos de Subtensión de Fases

Tabla 5.1-2: Entradas digitales a los módulos de Subtensión de Fases

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_BLK_UVn_PH	Entradas lógicas a protección	PHSPTUVn.Mod	Entrada Bloqueo Subtensión Fases n	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
ENBL_UV_PHn	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PHSPTUVn.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Subtensión Fases n	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.2.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Subtensión de Fases

Tabla 5.1-3: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Subtensión de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_IUVn_A	Salidas de arranque de protección	PHSPTUVn.Str	Arranque Unidad Subtensión Fase A n	I,F	Arranque de las unidades de subtensión e inicio de la cuenta de tiempo. Los arranques trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida
PU_IUVn_B		PHSPTUVn.Str	Arranque Unidad Subtensión Fase B n	I,F	
PU_IUVn_C		PHSPTUVn.Str	Arranque Unidad Subtensión Fase C n	I,F	
PU_IUVn_3PH		PHSPTUVn.Str	Arranque Unidad Subtensión Trifásica n	I,F	
TRIP_UVn_A	Salidas de disparo de protección	PHSPTUVn.Op	Disparo Unidad Subtensión Fase A n	I,F	Disparo de las unidades de subtensión y sobretensión. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_UVn_B		PHSPTUVn.Op	Disparo Unidad Subtensión Fase B n	I,F	
TRIP_UVn_C		PHSPTUVn.Op	Disparo Unidad Subtensión Fase C n	I,F	
TRIP_UV1_3PH		PHSPTUV1.Op	Disparo Unidad Subtensión Trifásica 1	I,F	Disparo de las unidades de subtensión y sobretensión. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_UV1_3PHM	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Unidad Subtensión Trifásica 1		Disparo de las unidades de subtensión afectados por su máscara correspondiente. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida, y son las salidas que van a los contactos de disparo.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.2.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPHSPTUV		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
TmVCrv	CURVE	Operating Curve characteristic
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
VTyp	EXT_ENG	Type of voltage
EvTyp	EXT_ENG	Trip logic

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.2.j Ensayo de la unidad de protección

El equipo dispone de varias unidades de Subtensión de Fases (27-*n*) y es posible seleccionar entre tensión ***Fase-Neutro*** o tensión ***Fase-Fase*** para ajustar los arranques de las unidades.

Antes de proceder al ensayo de la unidad de subtensión se recomienda inhabilitar las demás unidades de tensión que no están bajo prueba en este momento.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información - Estado - Unidades**. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado.

Tabla 5.1-4: Arranque y reposición de las unidades de Subtensión de Fases

Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
X	máximo	mínimo	máximo	mínimo
	1,03 x X	0,97 x X	(Ajuste rep + 0,03) x X	(Ajuste rep - 0,03) x X

Donde el valor "*Ajuste rep*" corresponde al valor del ajuste en tanto por uno de la ***Reposición de la unidad*** correspondiente a las unidades de Subtensión.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación utilizar una salida configurada con la señal de disparo de la unidad.

Tiempo fijo o instantáneo

Se aplicará un 20% menos del valor de ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±1% o ±32 ms (para 50Hz) o 28ms (para 60Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación de aproximadamente 20 y 32 ms (para 50Hz) o entre 15 y 28 ms (para 60Hz).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

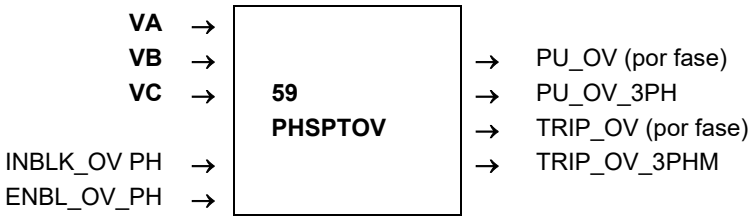
5.1.3 Unidades de Sobretensión de Fases

5.1.3.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobretensión de fases *n*	PHSPTOV *n*	3U>	59- *n*

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.1.3.b Bloque general de la unidad



5.1.3.c Principio de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de tres unidades de sobretensión de fases (4 unidades para los modelos con dígitos X27+X28 = 30 o Superior). Cada unidad está asociada a las tres entradas analógicas de tensión y dispone de un ajuste que permite seleccionar entre trabajar con tensiones ***Fase-Tierra*** o ***Fase-Fase***. La actuación se produce cuando los valores de las tensiones medidas alcancen un determinado valor, el ajustado en la unidad correspondiente. Este valor se ajusta simultáneamente para las tres tensiones en cada unidad, pudiéndose seleccionar, como se ha comentado anteriormente, si se ajusta como tensión ***Fase-Tierra*** o ***Fase-Fase***.

Para una determinada unidad de sobretensión, el arranque tiene lugar cuando el valor medido es igual o mayor que una vez el valor ajustado, y la reposición se realiza con un valor porcentual seleccionable (inferior) sobre el ajuste. El arranque de la unidad de sobretensión habilita la función de temporización. Esta se realiza aplicando incrementos sobre un contador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo. El ajuste de tiempo incluido permite seleccionar una temporización a ***Tiempo fijo***, ***Curva inversa*** o ***Curva inversa IEC60255-127***.

La opción ***Curva inversa*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \left[\frac{1.372 * 10^{13}}{\left(1.323 * 10^{3} \left(\left(\frac{V}{Vp} \right) - 1 \right) - 0.5\right)^{4.385}} + 0.099 \right] Tp$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La opción ***Curva inversa IEC60255-127*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Tp}{\left(\left(\frac{V}{Vp}\right) - 1\right)}$$

Donde:

t	Tiempo de operación.	***V***	Tensión medida.
Tp	Dial.	***Vp***	Ajuste de arranque de tensión.

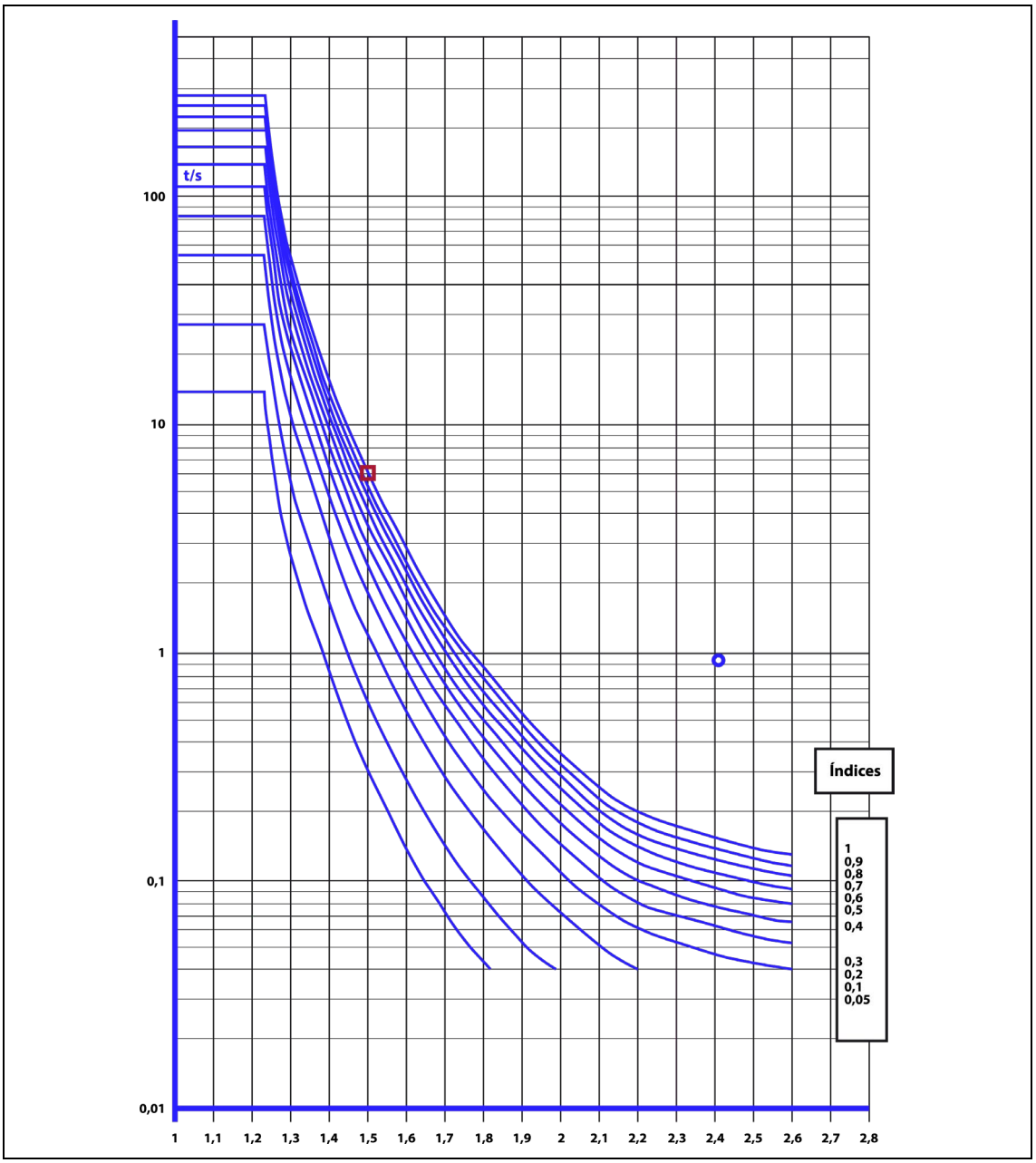


Figura 5.1.3 Curva inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cuando el valor medido cae por debajo del arranque ajustado se produce una reposición rápida del integrador. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo de integración. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

Además, las unidades de sobretensión de fases cuentan con una lógica asociada controlable por medio del ajuste ***Logica Sobreten. F.*** en el que se selecciona el tipo de actuación OR/AND (ver Figura 5.1.1).

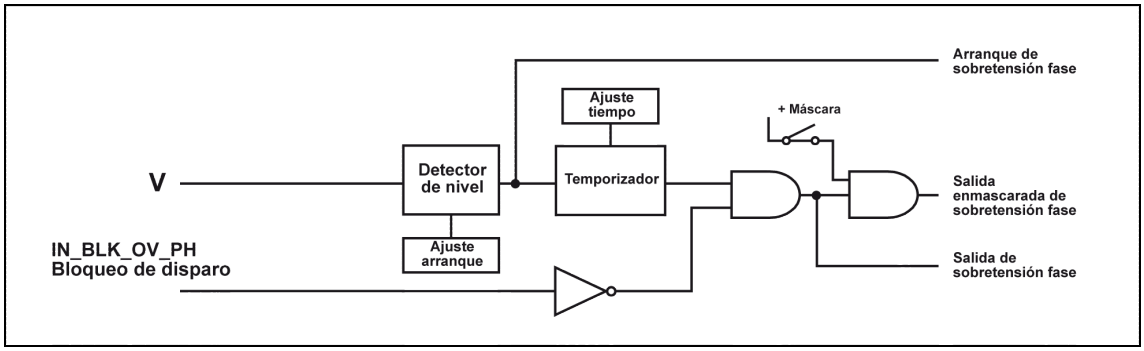


Figura 5.1.4 Diagrama de bloques de una unidad de sobretensión de fases.

5.1.3.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobretensión de fases es la encargada de detectar condiciones de sobretensión en elementos del sistema de potencia tales como generadores, transformadores, líneas de transmisión y distribución, motores, etc. que puedan ocasionar daños de aislamiento en los equipos protegidos. Dichas condiciones de sobretensión pueden estar ocasionadas por diferentes factores tales como:

- Pérdida de carga no compensada por equipos de regulación.
- Operación errónea en equipos de regulación de tensión.
- Sobretensiones en fases sanas derivadas de despejes de faltas a tierra, aunque bien es cierto que el sistema debería estar diseñado para soportarlas.
- Pérdida de carga repentina debido al disparo de posiciones de línea.

De esta manera, la unidad de sobretensión de fases puede ser utilizada para desconectar de la red equipos que puedan sufrir daños al trabajar en condiciones de tensión elevada.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.3.e Rangos de ajuste

Protección / Tensión / Sobretensión de fases (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. F.	Permiso Sobret. F.	PHSPTOV.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Tipo Tensión	Tipo Tensión	PHSPTOV.VTyp	Fase-Fase Fase-Tierra		Fase-Fase
Arranque Sobret. F.	Arranq Sobret. F.	PHSPTOV.StrVal	2 - 300 V	0,01 V	70 V
Curva Sobret. F.	Curva Sobret. F	PHSPTOV.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa		Tiempo Fijo
Dial Sobret. F.	Índice Sobret. F	PHSPTOV.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. F.	Tiempo Sobret. F.	PHSPTOV.OpDlTmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Lógica Sobret. F.	Lógica Sobret. F.	PHSPTOV.EvTyp	OR AND		OR

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 30 o Superior**

Protección / Tensión / Sobretensión de fases (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. F.	Permiso Sobret. F.	PHSPTOV.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Tipo Tensión	Tipo Tensión	PHSPTOV.VTyp	Fase-Fase Fase-Tierra		Fase-Fase
Arranque Sobret. F.	Arranq Sobret. F.	PHSPTOV.StrVal	2 - 300 V	0,01 V	70 V
Curva Sobret. F.	Curva Sobret. F	PHSPTOV.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa - Curva inversa IEC60255-127		Tiempo Fijo
Dial Sobret. F.	Índice Sobret. F	PHSPTOV.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. F.	Tiempo Sobret. F.	PHSPTOV.OpDlTmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Lógica Sobret. F.	Lógica Sobret. F.	PHSPTOV.EvTyp	OR AND		OR

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.3.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobretensión de fases será la tensión VA, VB y VC. Bien es cierto que la unidad tendrá en cuenta la tensión ***Fase-Fase*** o ***Fase-Tierra*** en función del ajuste ***Tipo Tensión***.

Tabla 5.1-5: Entradas analógicas de los módulos de sobretensión de fases		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VA	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC

5.1.3.g Entradas digitales a la unidad de Sobretensión de Fases

Tabla 5.1-6: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_OVn_PH	Entradas lógicas a protección	PHSPTOVn.Mod	Entrada Bloqueo Sobretensión Fases n	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
ENBL_OV_PHn	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PHSPTOVn.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Sobretensión Fases n	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.3.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Fases

Tabla 5.1-7: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Fases					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_OVn_A	Salidas de arranque de protección	PHSPTOVn.Str	Arranque Unidad Sobretensión Fase A n	I,F	Arranque de las unidades de Sobretensión e inicio de la cuenta de tiempo. Los arranques trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
PU_OVn_B		PHSPTOVn.Str	Arranque Unidad Sobretensión Fase B n	I,F	
PU_OVn_C		PHSPTOVn.Str	Arranque Unidad Sobretensión Fase C n	I,F	
PU_OVn_3PH		PHSPTOVn.Str	Arranque Unidad Sobretensión Trifásica n	I,F	
TRIP_OVn_A	Salidas de disparo de protección	PHSPTOVn.Op	Disparo Unidad Sobretensión Fase A n	I,F	Disparo de las unidades de Sobretensión y sobretensión. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_OVn_B		PHSPTOVn.Op	Disparo Unidad Sobretensión Fase B n	I,F	
TRIP_OVn_C		PHSPTOVn.Op	Disparo Unidad Sobretensión Fase C n	I,F	
TRIP_OVn_3PH		PHSPTOVn.Op	Disparo Unidad Sobretensión Trifásica n	I,F	Disparo de las unidades de Sobretensión y sobretensión. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_OVn_3PHM	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Unidad Sobretensión Trifásica n	I,F	Disparo de las unidades de Sobretensión afectados por su máscara correspondiente. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida, y son las salidas que van a los contactos de disparo.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.3.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPHSPTOV		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
TmVCrv	CURVE	Operating Curve characteristic
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
VTyp	EXT_ENG	Type of voltage
EvTyp	EXT_ENG	Trip logic

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.3.j Ensayo de la unidad de protección

Los equipos disponen de varias unidades de Sobretensión de Fases (59-n) y es posible seleccionar entre tensión ***Fase-Neutro*** o tensión ***Fase-Fase*** para ajustar los arranques de las unidades.

Antes de proceder al ensayo de la unidad de sobretensión se recomienda inhabilitar las demás unidades de tensión que no están bajo prueba en este momento.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información - Estado - Unidades**. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado.

Tabla 5.1-8: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Fase

Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
X	máximo	mínimo	máximo	mínimo
	1,03 x X	0,97 x X	(Ajuste rep + 0,03) x X	(Ajuste rep - 0,03) x X

Donde el valor "*Ajuste rep*" corresponde al valor del ajuste en tanto por uno de la ***Reposición de la unidad*** correspondiente a las unidades de Sobretensión.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación utilizar una salida configurada con la señal de disparo de la unidad.

Tiempo fijo o instantáneo

Se aplicará un 20% más del valor de ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±1% o ±32 ms (para 50Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación de aproximadamente 20 y 32 ms (para 50Hz) o entre 15 y 28 ms (para 60Hz).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

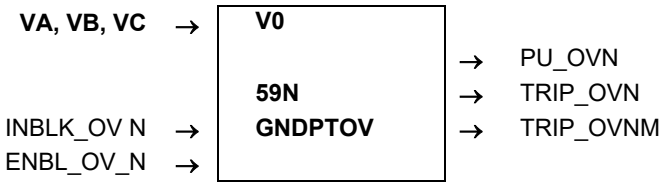
5.1.4 Unidades de Sobretensión de Neutro

5.1.4.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobretensión de neutro *n*	NPTOV *n*	Uo>	59N- *n*

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.1.4.b Bloque general de la unidad



5.1.4.c Principio de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de tres unidades de sobretensión de neutro (4 unidades para los modelos con dígitos X27+X28 = 30 o superior). Dichas unidades estarán asociadas a la entrada de la tensión de neutro calculada, siendo esta tensión de neutro la calculada a partir de las tres tensiones de fases del siguiente modo:

$$\overline{V_N} = \overline{V_A} + \overline{V_B} + \overline{V_C}$$

Para una determinada unidad de sobretensión, el arranque tiene lugar cuando el valor medido es igual o mayor que una vez el valor ajustado, y la reposición se realiza con un valor porcentual seleccionable (inferior) sobre el ajuste.

El arranque de la unidad de sobretensión habilita la función de temporización. Esta se realiza aplicando incrementos sobre un contador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo. El ajuste de tiempo incluido permite seleccionar una temporización a ***Tiempo fijo***, ***Curva inversa*** o ***Curva inversa IEC60255-127***. Cuando el valor medido cae por debajo del arranque ajustado se produce una reposición rápida del integrador. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo de integración. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

La opción ***Curva inversa*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \left[\frac{1.372 * 10^{13}}{\left(1.323 * 10^{3} \left(\left(\frac{V}{Vp} \right) - 1 \right) - 0.5\right)^{4.385}} + 0.099 \right] Tp$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La opción ***Curva inversa IEC60255-127*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Tp}{\left(\left(\frac{V}{Vp}\right) - 1\right)}$$

Donde:

t	Tiempo de operación.	***V***	Tensión medida.
Tp	Dial.	***Vp***	Ajuste de arranque de tensión.

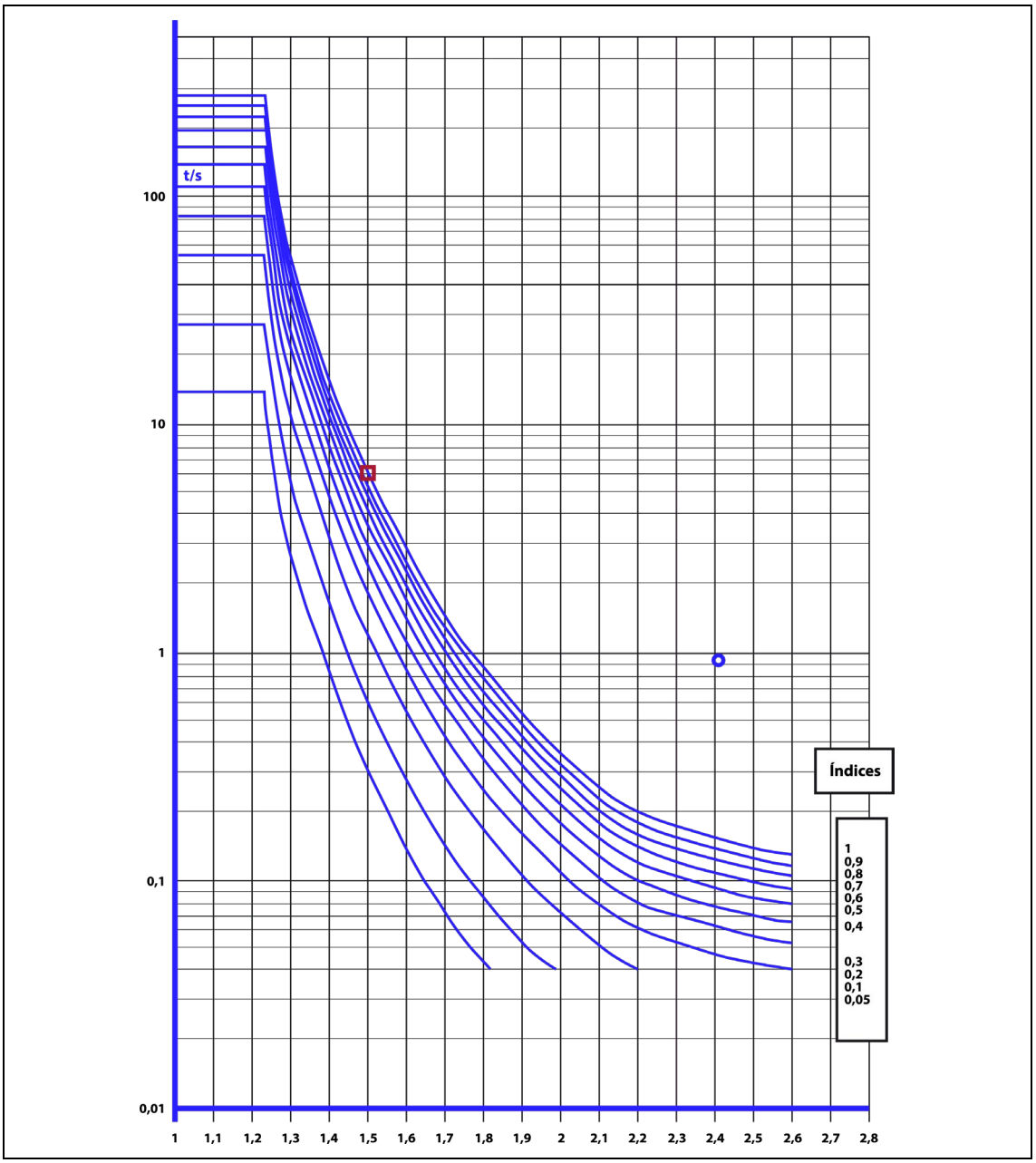


Figura 5.1.5 Curva inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

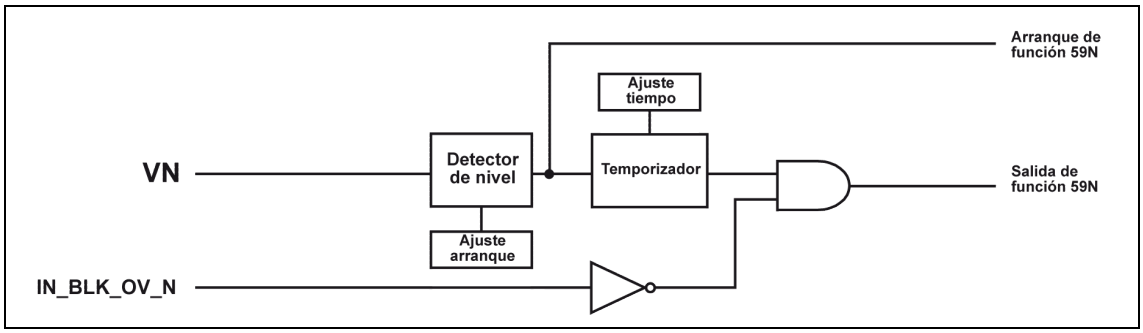


Figura 5.1.6 Diagrama de bloques de la unidad de Sobretensión de Neutro.

- **Modelos con dígitos X27+X28 = 25 o superior**

La unidad de sobretensión de neutro incluye el ajuste “tipo de reposición”, que permite seleccionar entre tres modos de reposición de la señal de arranque:

- Instantánea: la señal de arranque se repone de forma inmediata tan pronto como dejan de cumplirse las condiciones de arranque.
- Temporizador de disparo en marcha: la señal de arranque se repone después del tiempo configurado en el ajuste ***Temporizador Reset Arranque***. Este temporizador se reinicia si se detectan arranques sucesivos dentro del mismo intervalo de tiempo, extendiendo el tiempo que la unidad permanece arrancada. La señal de disparo se activará después de que la señal de arranque haya permanecido activa durante un tiempo igual o superior al valor ajustado para el disparo.
- Temporizador de disparo parado: la señal de arranque se repone instantáneamente, pero el tiempo que ha permanecido activa se descuenta del tiempo de disparo configurado, siempre y cuando los intervalos entre arranques sean menores o iguales al valor definido en el ajuste ***Temporizador Reset Arranque***. El temporizador de disparo se reinicia si el intervalo entre arranques es mayor que el ajuste ***Temporizador Reset Arranque***.

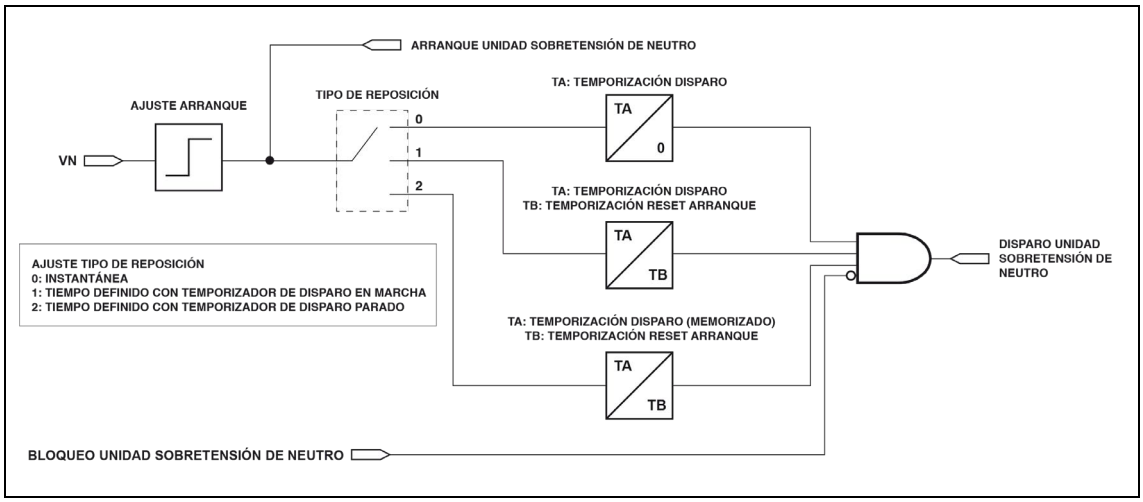


Figura 5.1.7 Diagrama de bloques de la unidad de Sobretensión de Neutro para modelos con dígitos X27+X28=25 o superior.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.4.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobretensión de neutro es utilizada como protección ante faltas a tierra o como *backup* de líneas por ejemplo en esquemas de protección de barras. También es comúnmente aplicada a la protección de generadores, motores y para medir la tensión de desequilibrio de bancos de condensadores.

En sistemas de potencia trifásicos estables, la suma de las tensiones trifásicas, que se encontrarán desfasadas 120º entre sí, será cero, por lo que el desbalance producido por faltas a tierra genera una tensión residual que podrá ser medida a través del cálculo realizado internamente mediante las tensiones de fase.

5.1.4.e Rangos de ajuste

Protección / Tensión / Sobretensión de neutro (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. N	Permiso Sobret. N.	NPTOV1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Sobret. N	Arranq Sobret. N.	NPTOV1.StrVal	2 - 150 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. N	Curva Sobret. N	NPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa		Tiempo fijo
Dial Sobret. N	Índice Sobret. N	NPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. N	Tiempo Sobret. N.	NPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 25 o superior**

Protección / Tensión / Sobretensión de neutro (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. N	Permiso Sobret. N.	NPTOV1.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Arranque Sobret. N (2)	Arranq Sobret. N.	NPTOV1.StrVal	2 - 150 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. N	Curva Sobret. N	NPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa		Tiempo fijo
Dial Sobret. N	Índice Sobret. N	NPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. N	Tiempo Sobret. N.	NPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s
Tipo de Reposición	Tipo de Reposición	NPTOV1.RstMod	0: Instantánea 1: Temporizador de disparo en marcha 2: Temporizador de disparo parado		0
Temporizador Reset de Arranque	Temporizador Reset Arranque	NPTOV1.RstTmms	0 - 10 s	0,001s	0 s

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 28 o superior**

Protección / Tensión / Sobretensión de neutro (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. N	Permiso Sobret. N.	NPTOV1.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Arranque Sobret. N (2)	Arranq Sobret. N.	NPTOV1.StrVal	0,5 - 150 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. N	Curva Sobret. N	NPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa		Tiempo fijo
Dial Sobret. N	Índice Sobret. N	NPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. N	Tiempo Sobret. N.	NPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s
Tipo de Reposición	Tipo de Reposición	NPTOV1.RstMod	0: Instantánea 1: Temporizador de disparo en marcha 2: Temporizador de disparo parado		0
Temporizador Reset de Arranque	Temporizador Reset Arranque	NPTOV1.RstTmms	0 - 10 s	0,001s	0 s

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 30 o superior**

Protección / Tensión / Sobretensión de neutro (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. N	Permiso Sobret. N.	NPTOV1.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Arranque Sobret. N (2)	Arranq Sobret. N.	NPTOV1.StrVal	0,5 - 150 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. N	Curva Sobret. N	NPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo. - Curva inversa. - Curva inversa IEC60255-127		Tiempo fijo
Dial Sobret. N	Índice Sobret. N	NPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. N	Tiempo Sobret. N.	NPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s
Tipo de Reposición	Tipo de Reposición	NPTOV1.RstMod	0: Instantánea 1: Temporizador de disparo en marcha 2: Temporizador de disparo parado		0
Temporizador Reset de Arranque	Temporizador Reset Arranque	NPTOV1.RstTmms	0 - 10 s	0,001s	0 s

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 31 o superior**

Protección / Tensión / Sobretensión de neutro (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. N	Permiso Sobret. N.	NPTOV1.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Arranque Sobret. N (2)	Arranq Sobret. N.	NPTOV1.StrVal	2 - 200 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. N	Curva Sobret. N	NPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa Curva inversa IEC60255-127		Tiempo fijo
Dial Sobret. N	Índice Sobret. N	NPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. N	Tiempo Sobret. N.	NPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s
Tipo de Reposición	Tipo de Reposición	NPTOV1.RstMod	0: Instantánea 1: Temporizador de disparo en marcha 2: Temporizador de disparo parado		0
Temporizador Reset de Arranque	Temporizador Reset Arranque	NPTOV1.RstTmms	0 - 10 s	0,001s	0 s

5.1.4.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobretensión de neutro será la tensión de neutro calculada a partir de las tensiones de fase VA, VB y VC:

Tabla 5.1-9: Entradas analógicas de los módulos de Sobretensión de Neutro		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VG	Tensión medida VAUX	MMXU1.PhV.neut
V0 / VN	Tensión de neutro calculada o Tensión de neutro medida	MMXU1.PhV.res

VN calculada a partir de las tensiones de fase:

$$\overline{V_N} = \overline{V_A} + \overline{V_B} + \overline{V_C}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.4.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Neutro

Tabla 5.1-10: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Neutro

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_BLK_OV_Nn	Entradas lógicas a protección	NPTOVn.Mod	Entrada Bloqueo Sobretensión Neutro n	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
ENBL_OV_Nn	Órdenes de habilitación / deshabilitación	NPTOVn.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Sobretensión Neutro n	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.4.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro

Tabla 5.1-11:Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_OVn_N	Salidas de arranque de protección	NPTOVn.Str	Arranque Unidad Sobretensión Neutro n	I,F	Arranque de las unidades de Sobretensión e inicio de la cuenta de tiempo. Los arranques trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida
TRIP_OVn_N	Salidas de disparo de protección	NPTOVn.Op	Disparo Unidad Sobretensión Neutro n	I,F	Disparo de las unidades de sobretensión. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_OVn_NM	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Unidad Sobretensión Neutro n		Disparo de las unidades de Sobretensión afectados por su máscara correspondiente. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida, y son las salidas que van a los contactos de disparo.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.4.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLGNDPTOV		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
TmVCrv	CURVE	Operating Curve characteristic
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service

5.1.4.j Ensayo de la unidad de protección

Los equipos disponen de varias unidades de Sobretensión de neutro. Antes de proceder al ensayo de la unidad de sobretensión se recomienda inhabilitar las demás unidades de tensión que no están bajo prueba en este momento.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información - Estado - Unidades**. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado.

Tabla 5.1-12: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Neutro				
Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
X	máximo	mínimo	máximo	mínimo
	1,03 x X	0,97 x X	(Ajuste rep + 0,03) x X	(Ajuste rep - 0,03) x X

Donde el valor “Ajuste rep” corresponde al valor del ajuste en tanto por uno de la **Reposición de la unidad** correspondiente a las unidades de Sobretensión.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación utilizar una salida configurada con la señal de disparo de la unidad.

Tiempo fijo o instantáneo

Se aplicará un 20% más del valor de ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±1% o ±32 ms (para 50Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación de aproximadamente 20 y 32 ms (para 50Hz) o entre 15 y 28 ms (para 60Hz).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.5 Unidades de Sobretensión de Tierra

5.1.5.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobretensión de tierra *n*	GNDPTOV *n*	Ug>	64- *n*

5.1.5.b Bloque general de la unidad

5.1.5.c Principio de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de tres unidades de sobretensión de tierra (4 unidades para los modelos con dígitos X27+X28 = 30 o superior). Dichas unidades estarán asociadas a la entrada de tierra. El equipo hará uso de la medida de tensión de tierra obtenida directamente a través de una conexión de transformador de tensión en triángulo abierto conectándolo a las bornas dedicadas para tal fin (ver 1.9, Esquemas y Planos de Conexiones).

Para una determinada unidad de sobretensión, el arranque tiene lugar cuando el valor medido es igual o mayor que una vez el valor ajustado, y la reposición se realiza con un valor porcentual seleccionable (inferior) sobre el ajuste.

El arranque de la unidad de sobretensión habilita la función de temporización. Esta se realiza aplicando incrementos sobre un contador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo. El ajuste de tiempo incluido permite seleccionar una temporización a ***Tiempo fijo***, ***Curva inversa*** o ***Curva inversa IEC60255-127***. Cuando el valor medido cae por debajo del arranque ajustado se produce una reposición rápida del integrador. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo de integración. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

La opción ***Curva inversa*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \left[\frac{1.372 * 10^{13}}{\left(1.323 * 10^{3} \left(\left(\frac{V}{Vp} \right) - 1 \right) - 0.5\right)^{4.385}} + 0.099 \right] Tp$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La opción ***Curva inversa IEC60255-127*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Tp}{\left(\left(\frac{V}{Vp}\right) - 1\right)}$$

Donde:

t	Tiempo de operación.	***V***	Tensión medida.
Tp	Dial.	***Vp***	Ajuste de arranque de tensión.

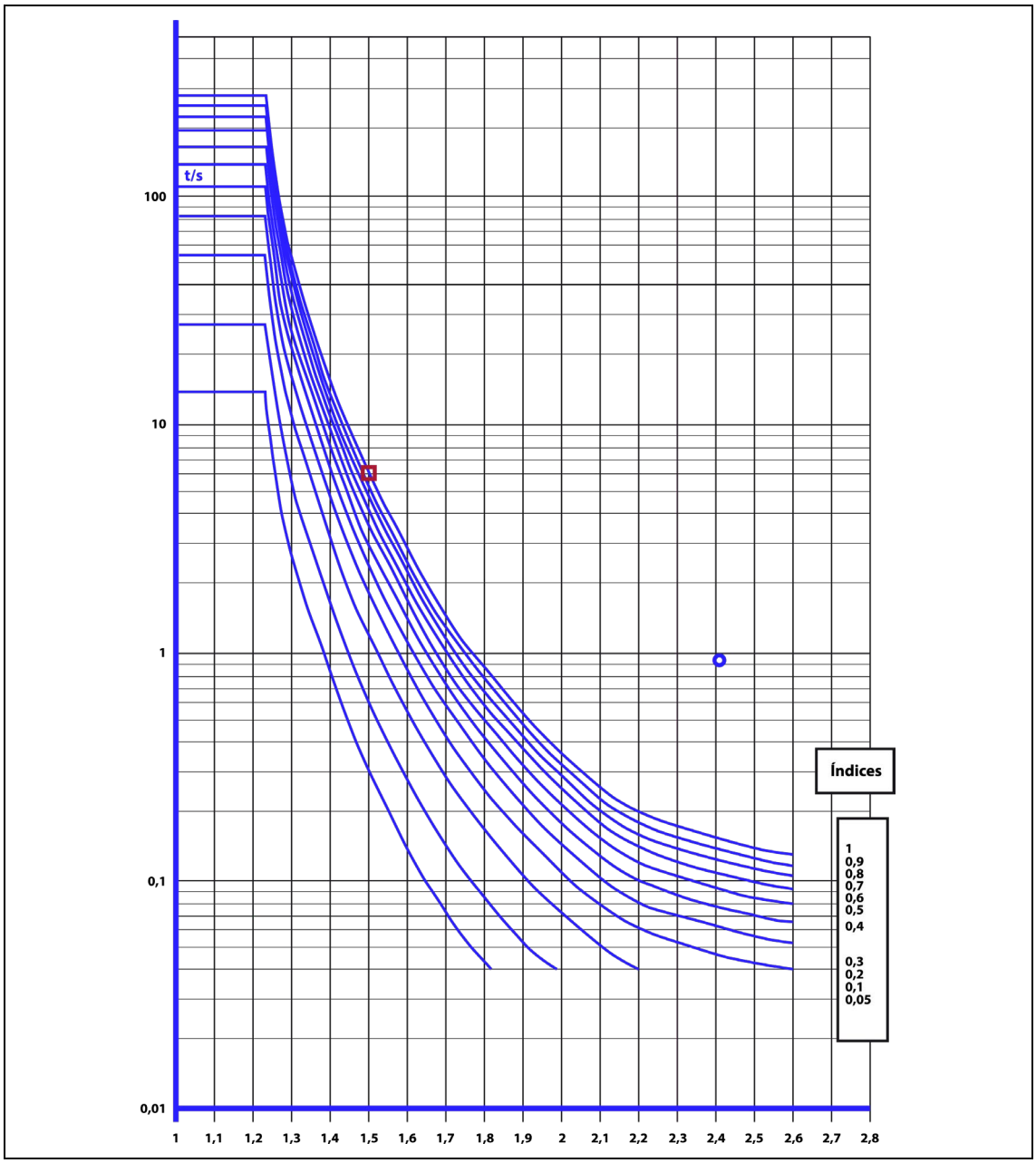


Figura 5.1.8 Curva inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

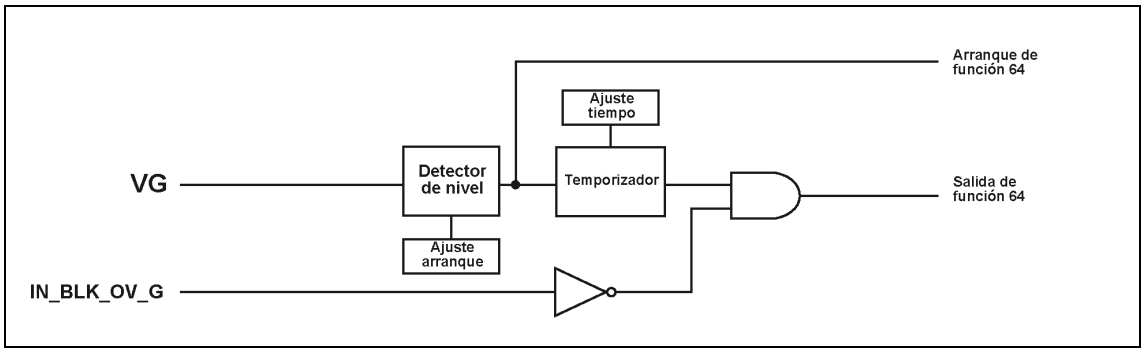


Figura 5.1.9 Diagrama de bloques de la unidad de Sobretensión de Tierra.

5.1.5.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobretensión de tierra es utilizada como protección ante faltas a tierra o como *backup* de líneas por ejemplo en esquemas de protección de barras. También es comúnmente aplicada a la protección de generadores, motores y para medir la tensión de desequilibrio de bancos de condensadores.

En sistemas de potencia trifásicos estables, la suma de las tensiones trifásicas, que se encontrarán desfasadas 120º entre sí, será cero, por lo que el desbalance producido por faltas a tierra genera una tensión residual que podrá ser bien medida a través de un transformador de tensión en triángulo abierto o un transformador de tensión monofásico colocado entre la estrella del transformador de potencia y la tierra.

5.1.5.e Rangos de ajuste

Protección / Tensión / Sobretensión de Tierra (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. G	Permiso Sobret. G.	GNDPTOV1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Sobret. G	Arranq Sobret. G.	GNDPTOV1.StrVal	2 - 150 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. G	Curva Sobret. G	GNDPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa		Tiempo fijo
Dial Sobret. G	Índice Sobret. G	GNDPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. G	Tiempo Sobret. G.	GNDPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 28 o superior**

Protección / Tensión / Sobretensión de Tierra (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. G	Permiso Sobret. G.	GNDPTOV1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Sobret. G	Arranq Sobret. G.	GNDPTOV1.StrVal	0,5 - 150 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. G	Curva Sobret. G	GNDPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa		Tiempo fijo
Dial Sobret. G	Índice Sobret. G	GNDPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. G	Tiempo Sobret. G.	GNDPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

- **Rangos de ajuste para modelos con dígitos X27+X28 = 30 o superior**

Protección / Tensión / Sobretensión de Tierra (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. G	Permiso Sobret. G.	GNDPTOV1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Sobret. G	Arranq Sobret. G.	GNDPTOV1.StrVal	0,5 - 150 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. G	Curva Sobret. G	GNDPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa - Curva inversa IEC60255-127		Tiempo fijo
Dial Sobret. G	Índice Sobret. G	GNDPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. G	Tiempo Sobret. G.	GNDPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.5.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de las unidades de sobretensión de Tierra será la tensión medida VG.

Tabla 5.1-13: Entradas analógicas de los módulos de Sobretensión de Tierra		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VG	Tensión de neutro de tierra	MMXU1.PhV.neut

5.1.5.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Tierra

Tabla 5.1-14: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Tierra					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_OV_GNDn	Entradas lógicas a protección	GNDPTOVn.Mod	Entrada Bloqueo Sobretensión Tierra n	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
ENBL_OV_ GNDn	Órdenes de habilitación / deshabilitación	GNDPTOVn.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Sobretensión Tierra n	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.5.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro

Tabla 5.1-15:Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_OVn_GND	Salidas de arranque de protección	GNDPTOVn.Str	Arranque Unidad Sobretensión Tierra n	I,F	Arranque de las unidades de Sobretensión e inicio de la cuenta de tiempo. Los arranques trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_OVn_GND	Salidas de disparo de protección	GNDPTOVn.Op	Disparo Unidad Sobretensión Tierra n	I,F	Disparo de las unidades de sobretensión. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_OVn_GNDM	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Unidad Sobretensión Tierra n		Disparo de las unidades de Sobretensión afectados por su máscara correspondiente. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida, y son las salidas que van a los contactos de disparo.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.5.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLGNDPTOV		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
TmVCrv	CURVE	Operating Curve characteristic
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service

5.1.5.j Ensayo de la unidad de protección

Los equipos disponen de varias unidades de Sobretensión de tierra. Antes de proceder al ensayo de la unidad de sobretensión se recomienda inhabilitar las demás unidades de tensión que no están bajo prueba en este momento.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información - Estado - Unidades**. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado.

Tabla 5.1-16: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Tierra				
Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
X	máximo	mínimo	máximo	mínimo
	1,03 x X	0,97 x X	(Ajuste rep + 0,03) x X	(Ajuste rep - 0,03) x X

Donde el valor “Ajuste rep” corresponde al valor del ajuste en tanto por uno de la **Reposición de la unidad** correspondiente a las unidades de Sobretensión.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación utilizar una salida configurada con la señal de disparo de la unidad.

Tiempo fijo o instantáneo

Se aplicará un 20% más del valor de ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±1% o ±32 ms (para 50Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación de aproximadamente 20 y 32 ms (para 50Hz) o entre 15 y 28 ms (para 60Hz).

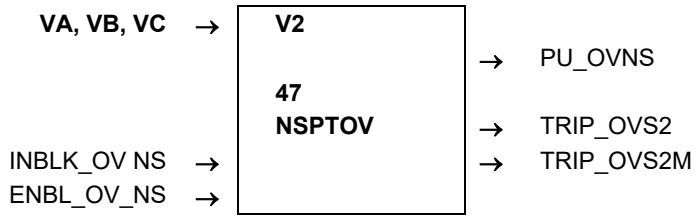
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.6 Unidades de Sobretensión de Secuencia Inversa

5.1.6.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobretensión de secuencia inversa	NSPTOV1	U2>	47

5.1.6.b Bloque general de la unidad



5.1.6.c Principio de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de una unidad de sobretensión de secuencia inversa que opera con la tensión de secuencia inversa calculada a partir de las tensiones de fase. El arranque tiene lugar cuando el valor medido es igual o mayor que una vez el valor ajustado, y la reposición se realiza con un valor porcentual seleccionable (inferior) sobre el ajuste.

El arranque de la unidad de sobretensión habilita la función de temporización. Esta se realiza aplicando incrementos sobre un contador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo. El ajuste de tiempo incluido permite seleccionar una temporización a ***Tiempo fijo***, ***Curva inversa*** o ***Curva inversa IEC60255-127***. Cuando el valor medido cae por debajo del arranque ajustado se produce una reposición rápida del integrador. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo de integración. Cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicia la cuenta de tiempo desde cero.

La opción ***Curva inversa*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \left[\frac{1.372 * 10^{13}}{\left(1.323 * 10^{3} \left(\left(\frac{V}{Vp} \right) - 1 \right) - 0.5\right)^{4.385}} + 0.099 \right] Tp$$

La opción ***Curva inversa IEC60255-127*** calcula el tiempo de operación según la siguiente fórmula:

$$t = \frac{Tp}{\left(\left(\frac{V}{Vp} \right) - 1 \right)}$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Donde:

t	Tiempo de operación.	***V***	Tensión medida.
Tp	Dial.	***Vp***	Ajuste de arranque de tensión.

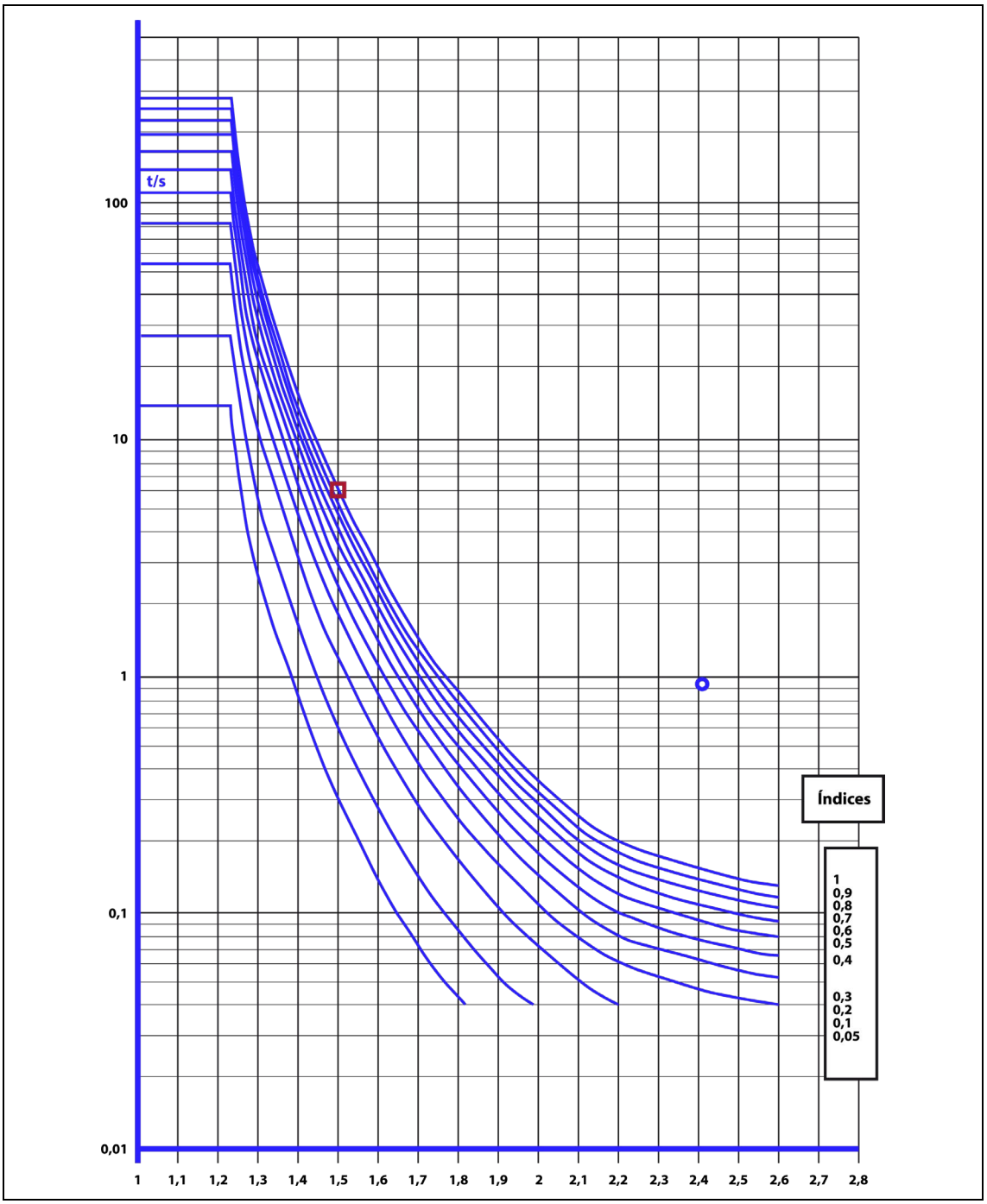


Figura 5.1.10 Curva inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

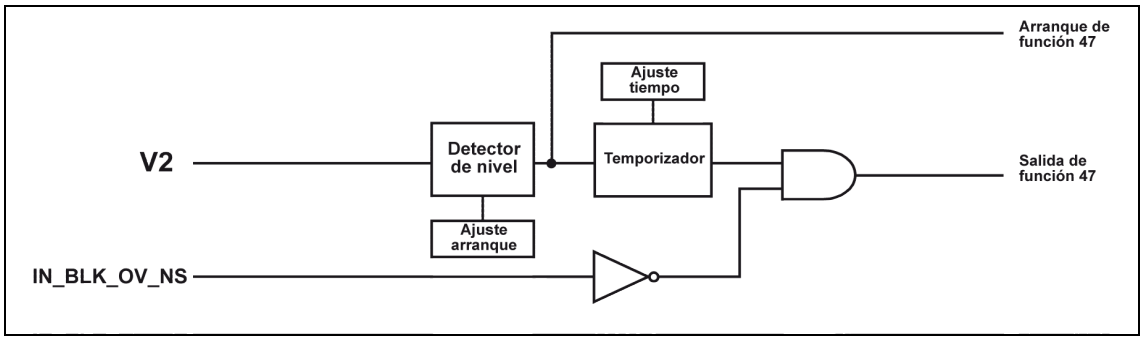


Figura 5.1.11 Diagrama de bloques de la unidad de sobretensión de secuencia inversa.

5.1.6.d Aplicación de la unidad

La unidad de sobretensión de Secuencia inversa es utilizada como protección ante desbalances que pueden aparecer en el sistema debido ruptura de conductores, cambio de cargas o cargas asimétricas y otras diversas razones. La unidad también puede ser utilizada para detectar rotaciones de fases incorrectas.

5.1.6.e Rangos de ajuste

Protección / Tensión / Sobretensión de Secuencia Inversa					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Sobret. V2	Permiso Sobret.V2	NSPTOV1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Arranque Sobret. V2	Arranq Sobret.V2	NSPTOV1.StrVal	2 - 100 V	0,01 V	10 V
Curva Sobret. V2	Curva Sobret. V2	NSPTOV1.TmVCrv	- Tiempo fijo - Curva inversa - Curva inversa IEC60255-127		Tiempo fijo
Dial Sobret. V2	Índice Sobret. S.I	NSPTOV1.TmMult	0,05 - 1	0,01	1
Tiempo Sobret. V2	Tiempo Sobret.V2	NSPTOV1.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s

5.1.6.f Entradas analógicas a la unidad

La magnitud de operación de la unidad de sobretensión de secuencia inversa será la tensión de secuencia inversa calculada a partir de las tensiones de fase VA, VB y VC:

Tabla 5.1-17: Entradas analógicas de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa

Nombre	Descripción	IEC 61850
V2	Tensión calculada de secuencia inversa	MSQI1.SeqV.c2

$$|V_2| = \left| \frac{V_A + V_B \cdot 1\angle 240° + V_C \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.6.g Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa

Tabla 5.1-18: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_BLK_OV_NS	Entradas lógicas a protección	NSPTOV1.Mod	Entrada Bloqueo Unidad Sobretensión Secuencia Inversa	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
ENBL_OV_NS	Órdenes de habilitación / deshabilitación	NSPTOV1.Mod	Entrada de Habilitación Unidad Sobretensión Secuencia Inversa	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.6.h Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa

Tabla 5.1-19: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_OV_NS	Salidas de arranque de protección	NSPTOV1.Str	Arranque Unidad Sobretensión Secuencia Inversa	I,F	Arranque de las unidades de Sobretensión e inicio de la cuenta de tiempo. Los arranques trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida
TRIP_OV_S2	Salidas de disparo de protección	NSPTOV1.Op	Disparo Unidad Sobretensión Secuencia Inversa	I,F	Disparo de las unidades de Sobretensión. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida.
TRIP_OV1_S2M	Disparos enmascarados		Disparo Enmascarado Unidad Sobretensión Secuencia Inversa		Disparo de las unidades de Sobretensión afectados por su máscara correspondiente. Los disparos trifásicos son los que se generan tras la lógica AND u OR elegida, y son las salidas que van a los contactos de disparo.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.1.6.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLNSPTOV		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
TmVCrv	CURVE	Operating Curve characteristic
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
OpDlTmms	ING	Delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service

5.1.6.j Ensayo de la unidad de protección

Los equipos disponen de una unidad de Sobretensión de Secuencia Inversa. Antes de proceder al ensayo de la unidad de sobretensión se recomienda inhabilitar las demás unidades de tensión que no están bajo prueba en este momento.

- **Arranque y reposición**

Ajustar los valores de arranque deseados para la unidad correspondiente y comprobar su activación mediante la actuación de alguna salida configurada a tal efecto. También se puede verificar comprobando los *flags* de arranque del menú **Información - Estado - Unidades**. Se puede comprobar, de igual forma, que si la unidad llega a disparar se activa el flag de disparo del menú mencionado.

Tabla 5.1-20: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Secuencia Inversa

Ajuste de la unidad	Arranque		Reposición	
X	máximo	mínimo	máximo	mínimo
	1,03 x X	0,97 x X	(Ajuste rep + 0,03) x X	(Ajuste rep - 0,03) x X

Donde el valor "*Ajuste rep*" corresponde al valor del ajuste en tanto por uno de la **Reposición de la unidad** correspondiente a las unidades de Sobretensión.

- **Tiempos de actuación**

Para su comprobación utilizar una salida configurada con la señal de disparo de la unidad.

Tiempo fijo o instantáneo

Se aplicará un 20% más del valor de ajuste seleccionado para el arranque. El tiempo de actuación deberá corresponder con ±1% o ±32 ms (para 50Hz) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación de aproximadamente 20 y 32 ms (para 50Hz) o entre 15 y 28 ms (para 60Hz).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2 Unidades de Frecuencia

5.2.1 Principios comunes 5.2-3
5.2.1.a Medida de frecuencia 5.2-3
5.2.1.b Adaptación de la frecuencia de muestreo a la frecuencia de red 5.2-3
5.2.1.c Operación y reposición 5.2-4
5.2.1.d Bloqueo de disparo 5.2-4
5.2.1.e Habilitación e inhabilitación de la unidad 5.2-4
5.2.1.f Unidad de mínima tensión para bloqueo 5.2-5
5.2.1.g Lógica de deslastre de cargas 5.2-6
5.2.1.h Ajustes comunes 5.2-7
5.2.1.i Aplicación de las unidades de frecuencia 5.2-8
5.2.1.j Rangos de ajuste 5.2-10
5.2.1.k Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-10
5.2.1.l Ensayo de la unidad 5.2-11
5.2.2 Unidades de Sobrefrecuencia 5.2-12
5.2.2.a Identificación 5.2-12
5.2.2.b Bloque general de la unidad 5.2-12
5.2.2.c Principio de operación 5.2-12
5.2.2.d Rangos de ajuste 5.2-12
5.2.2.e Entradas analógicas a la unidad 5.2-13
5.2.2.f Entradas digitales a los módulos de sobrefrecuencia 5.2-13
5.2.2.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de sobrefrecuencia 5.2-14
5.2.2.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-15
5.2.2.i Ensayo de la unidad de protección 5.2-15
5.2.3 Unidades de Subfrecuencia 5.2-16
5.2.3.a Identificación 5.2-16
5.2.3.b Bloque general de la unidad 5.2-16
5.2.3.c Principio de operación 5.2-16
5.2.3.d Rangos de ajuste 5.2-16
5.2.3.e Entradas analógicas a la unidad 5.2-17
5.2.3.f Entradas digitales a los módulos de subfrecuencia 5.2-17
5.2.3.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de subfrecuencia 5.2-18
5.2.3.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-19
5.2.3.i Ensayo de la unidad de protección 5.2-19
5.2.4 Unidades de Derivada de Frecuencia 5.2-20
5.2.4.a Identificación 5.2-20

5.2.4.b Bloque general de la unidad 5.2-20
5.2.4.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.2-20
5.2.4.d Rangos de ajuste 5.2-22
5.2.4.e Entradas analógicas a la unidad 5.2-22
5.2.4.f Entradas digitales a los módulos de derivada de frecuencia 5.2-23
5.2.4.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de derivada de frecuencia 5.2-24
5.2.4.h Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.2-25
5.2.4.i Ensayo de la unidad de protección 5.2-25

5.2.1 Principios comunes

5.2.1.a Medida de frecuencia

Los equipos incluyen un módulo de medida de frecuencia que detecta los pasos por cero de la onda de tensión y calcula el tiempo existente entre estos. Dicho módulo utiliza los valores instantáneos de tensión obtenidos con una frecuencia de **4800 Hz**. Con el fin de mantener la medida de frecuencia aun cuando se pierda alguna de las tensiones de fase (por ejemplo, durante un ciclo de reenganche monofásico), el módulo de frecuencia opera con la componente alfa de Clark de la tensión trifásica de entrada al mismo:

$$V_\alpha = \frac{2 \cdot Va - Vb - Vc}{3}$$

Para evitar que la presencia de armónicos falsee la detección de pasos por cero la componente alfa de Clark es procesada por un filtro paso banda digital antes de calcular el tiempo entre cruces por cero.

Para validar la medida de frecuencia es necesario que el valor instantáneo de la tensión alfa de Clark se encuentre por encima del ajuste ***Tensión de inhibición*** durante 6 pasos por cero consecutivos o que el valor eficaz de la tensión de secuencia directa se encuentre por encima del citado ajuste también durante 6 pasos por cero si el ajuste ***Supervisión por valor eficaz*** está en **Sí**. De igual forma, el valor calculado de la frecuencia debe estar en el rango 15 - 80 Hz y la diferencia entre una medida de frecuencia y la inmediatamente anterior no debe superar un umbral máximo.

Cuando el módulo de frecuencia pasa de medir un valor de frecuencia válido a medir un valor inválido, éste se queda con la última frecuencia válida medida durante un tiempo de 2 s. Una vez transcurrido ese tiempo, si la medida de frecuencia sigue siendo inválida, el módulo pasará a considerar la frecuencia nominal.

5.2.1.b Adaptación de la frecuencia de muestreo a la frecuencia de red

Los equipos incorporan un módulo PLL (*Phase Locked Loop*) que adapta, de forma automática, la frecuencia de muestreo de los canales analógicos a la frecuencia de red, variando el tiempo entre muestras, con el fin de asegurar que la ventana de cálculo de la DFT (*Discrete Fourier Transform*) abarque, exactamente, y en todo momento, un ciclo de red. Si no se produjera dicha adaptación, ante una variación en la frecuencia de red, la citada ventana no abarcaría una onda periódica, lo que produciría errores de medida en la DFT (algoritmo para el cálculo de la medida de corriente y tensión, en valor eficaz, de los canales analógicos). Dichos errores serán mayores cuanto mayor sea la desviación entre el tiempo de la ventana y el periodo de la onda muestreada.

El módulo PLL controla la velocidad (muestras/segundo) con la que se efectúa el muestreo de las señales analógicas a la salida del convertidor A/D. En definitiva, las señales analógicas digitalizadas por el convertidor A/D a 4800 Hz, se vuelven a muestrear para que en todo momento la DFT trabaje con 80 muestras/ciclo, independientemente de las variaciones de frecuencia que se puedan producir en la red.

El rango de operación del PLL es de 15 a 80 Hz.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para asegurar una correcta adaptación de la frecuencia de muestreo en las distintas situaciones de la red, el PLL incluye un algoritmo que distingue cambios de frecuencia de red (implican variación en la frecuencia de muestreo), de cambios de fase (no implican variación en la frecuencia de muestreo) producidos por faltas o variaciones bruscas de carga.

El módulo PLL incluye un ajuste de ***Habilitación*** que por defecto se encuentra en **SÍ**.

5.2.1.c Operación y reposición

Todas las unidades están compuestas por un módulo temporizado ajustable a instantáneo, el cual dispone de los siguientes ajustes: ***Arranque*** y ***Tiempo***.

Asociado al bloque de detección de nivel existe un ajuste que corresponde al valor de arranque: si la unidad es la de sobrefrecuencia, y el valor medido supera en una determinada cantidad el valor de ajuste, la unidad arranca; si la unidad es la de subfrecuencia, arranca si el valor medido es menor que el valor de ajuste en una determinada cantidad.

La activación del arranque habilita la función de temporización. Esta se realiza aplicando incrementos sobre un contador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo.

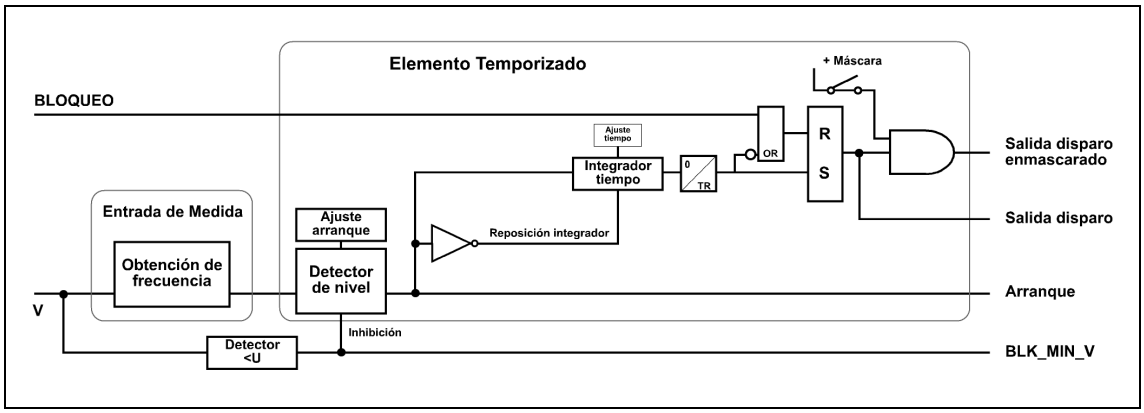


Figura 5.2.1 Diagrama de bloques de una unidad de frecuencia.

5.2.1.d Bloqueo de disparo

Cada una de las unidades de frecuencia dispone de una entrada lógica de bloqueo. La activación de dicha entrada impide la activación de la salida de la unidad de frecuencia correspondiente, como se muestra en la Figura 5.2.1.

Estas entradas lógicas pueden asociarse a entradas físicas del relé mediante el ajuste de configuración de entradas.

5.2.1.e Habilitación e inhabilitación de la unidad

Todas las unidades tienen un contador de inhabilitación. Este contador, de aproximadamente 50 milisegundos, actúa cuando se inhabilita la función, ya sea por la tensión de inhibición o por ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.1.f Unidad de mínima tensión para bloqueo

Esta unidad tiene la función de supervisar el funcionamiento de las unidades de frecuencia, impidiendo su actuación para valores medidos de tensión inferiores al ajustado.

Las tensiones comparadas con el ajuste ***Tensión de Inhibición*** son:

- Valor instantáneo de la componente alfa de Clark de la tensión
- Valor eficaz de la componente de secuencia directa de la tensión si el ajuste ***Supervisión por valor eficaz*** está en **SÍ**.

La finalidad de inhibir la operación de las unidades de frecuencia cuando la tensión se encuentra por debajo de un umbral es la de evitar su actuación en situación de falta (como consecuencia de cambios de fase y errores en la medida de frecuencia); también en "realimentaciones" de motores cuando, en ausencia de tensión del lado de red, estos proporcionen una tensión debido a su inercia. Esta última tensión presentará una frecuencia decreciente que podría provocar la operación de las unidades de subfrecuencia. Dado que la tensión que proporcionan los motores es reducida, la unidad de mínima tensión bloqueará la actuación de las unidades de frecuencia.

El arranque de la unidad tiene lugar cuando el valor medido de tensión coincide o es menor que el valor de arranque (100% del ajuste), reponiéndose con un valor mayor o igual al 105% del ajuste siempre y cuando esta condición se mantenga durante por lo menos 6 semiciclos consecutivos. Mediante estos 6 semiciclos de comprobación se obtiene la garantía de que la tensión es estable.

En cualquier caso, el relé no puede medir frecuencia para una tensión inferior a 4 voltios, por lo que, en estas condiciones, las unidades de frecuencia y de salto de vector no funcionan.

- **Salidas digitales de la unidad de mínima tensión para bloqueo**

Tabla 5.2-1: Salidas digitales y sucesos la unidad de mínima tensión para bloqueo

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
BLK_MIN_V	Salidas genéricas de protección	PFCF1.BlkV	Deshabilitación frecuencia por falta de tensión.	I	Bloqueo de las unidades de frecuencia y salto de vector.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.1.g Lógica de deslastre de cargas

Tal como se ha señalado, la medida de frecuencia se realiza sobre las tensiones de entrada Va, Vb y Vc. Dicha tensión se debe tomar en el lado que permanezca con tensión después del deslastre (generalmente el de barras), de modo que tras el deslastre, el equipo continúe midiendo frecuencia para poder reconectar la carga.

El equipo ofrece un automatismo que permite realizar 1 escalón de deslastre y reposición de cargas. Se puede seleccionar que las unidades de frecuencia 1 actúen emparejadas, la de subfrecuencia 1 o derivada de frecuencia 1 con la de sobrefrecuencia 1, para efectuar un automatismo de deslastre y reposición de cargas.

Para disponer de más escalones, es necesario emplear la lógica programable y configurarla empleando las señales generadas por el resto de las unidades de frecuencia. La razón es que el automatismo diseñado contempla la posición del interruptor, siendo éste único desde el punto de vista del equipo. Caso de configurarse más escalones, podrá optarse por seguir un esquema de funcionamiento semejante requiriendo de la información de la posición de más interruptores, o podrá elegirse una lógica completamente diferente. A continuación, se describe la lógica del automatismo para las unidades de frecuencia 1:

Las **Órdenes de cierre** (**CLOSE**) y de **Apertura** (**OPEN_CMD**) se podrán dar siempre y cuando el permiso de disparo de reposición de cargas (**MsIr**) esté ajustado en **SÍ** y las unidades de frecuencia no estén bloqueadas (**INBLK**). La actuación de la unidad de máxima frecuencia viene condicionada por la previa actuación de la unidad de mínima frecuencia o derivada de frecuencia (**TRIP_U**) y por el estado de interruptor abierto (**IN_BKR**), tal y como se indica en el diagrama lógico de la Figura 5.2.2. La unidad de máxima frecuencia se repondrá bien cuando el nivel de frecuencia cumpla las condiciones de reposición de la unidad o bien cuando se reponga la señal **TRIP_U**.

La señal **TRIP_U** no es una salida lógica del módulo de deslastre de cargas ni genera suceso; para disponer de ella, se ha de generar en la lógica programable.

Después de que el equipo genere la orden de cierre porque ha existido subfrecuencia o ha actuado la derivada de frecuencia y el interruptor haya abierto, este repone la condición de otro posible cierre.

Si se activa la señal de fallo en el circuito de disparo (**FAIL_SUPR**) habiéndose cumplido todas las condiciones que permiten que tras una sobrefrecuencia se active el cierre por unidad de deslastre de cargas (**IN_BKR** = 1 y **TRIP_U** = 1), al activarse la unidad de cierre por deslastre no se generará su orden de cierre, activándose la señal de orden de cierre anulada (**CCR**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

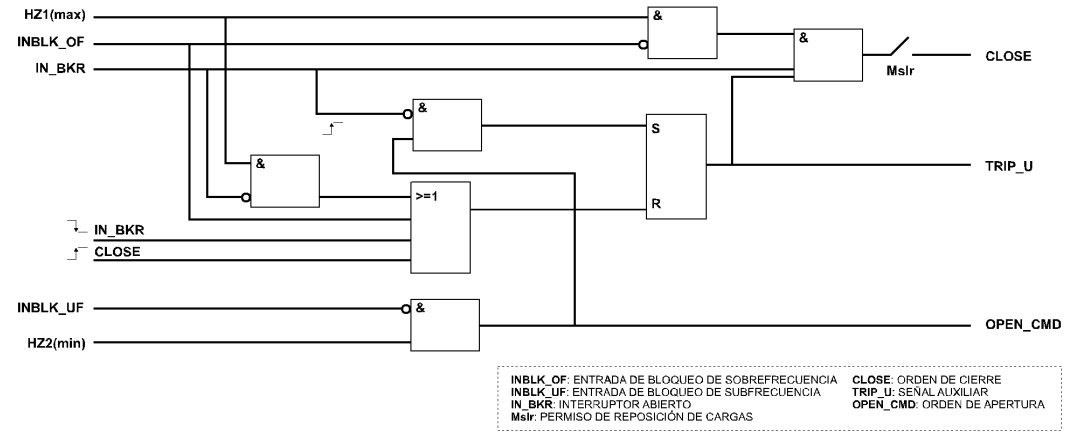


Figura 5.2.2 Diagrama lógico de deslastre de cargas para el tipo de deslastre subfrecuencia-sobrefrecuencia.

- **Salidas digitales de la lógica de deslastre de cargas**

Tabla 5.2-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de deslastre de cargas

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
CLS_LS1	Salidas genéricas de protección	PFCF1.LodShedOp	Reposición de carga tras deslastre 1	I	Cierre de la unidad 1 de sobrefrecuencia cuando está configurada para deslastre de cargas.

5.2.1.h Ajustes comunes

Las unidades de subfrecuencia, sobrefrecuencia y derivada de frecuencia tienen ajustes propios para cada función y una serie de ajustes comunes para todas las ellas. Los ajustes comunes son los siguientes:

- ***Tensión de inhibición***. Este ajuste comprueba que la tensión está por encima de un valor ajustado. Si es así, permite la medida y la actuación de las unidades de frecuencia. En caso contrario da un valor de frecuencia igual a cero y las unidades de frecuencia se inhiben.
- ***Tiempo activación***. Es el número de semiciclos en los que se tienen que dar las condiciones de falta para que las unidades de frecuencia arranquen. Este tiempo permite filtrar transitorios en la medida de frecuencia, tales como los producidos por cambios de fase debidos a variaciones de carga, faltas, etc.
- ***Tiempo reposición***. Es el número de ciclos durante los que no tiene que haber condiciones de falta para que las unidades de frecuencia ya arrancadas se repongan. Cuando las unidades de frecuencia están arrancadas y todavía no han actuado, se puede dar el caso de que durante un breve instante desaparezcan las condiciones de falta. Este ajuste indica durante cuánto tiempo se permite que desaparezcan estas condiciones sin reponer la unidad. Por ejemplo, si la derivada de la frecuencia debía estar cayendo por debajo de -0,5 Hz/s y durante un instante desciende únicamente a -0,45 Hz/s; en este caso puede ser deseable que la función de protección no se reponga si el tiempo de desaparición de la condición de falta es muy pequeño.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- ***Permiso deslastre F1***. Se puede seleccionar que las unidades de frecuencia 1 actúen emparejadas, la de subfrecuencia o derivada de frecuencia con la de sobrefrecuencia, para efectuar una lógica de deslastre y reposición de cargas. Esta selección permite realizar 1 escalón de deslastre de cargas. Para disponer de más escalones, es necesario emplear la lógica programable y configurarla empleando las señales generadas por el resto de las unidades de frecuencia.
- ***Tipo deslastre***. Se puede seleccionar si la unidad que inicia el deslastre de cargas es la de subfrecuencia o la de derivada de frecuencia.
- ***Supervisión por valor eficaz***: permite inhibir las unidades de frecuencia si el valor eficaz de la tensión de secuencia directa se encuentra por debajo del ajuste ***Tensión de Inhibición***.
- ***Tiempo de derivación (semiciclos):*** determina el tiempo entre los valores de frecuencia seleccionados para el cálculo de la derivada de frecuencia. Permite reducir el valor de la derivada cuando se producen variaciones de frecuencia que presenten una componente oscilatoria.
- ***Tiempo de filtro de frecuencia (semiciclos):*** permite efectuar un mediado de los valores de frecuencia medidos, filtrando oscilaciones en la medida de frecuencia y, evitando, de esa forma, el cálculo de derivadas excesivas. Si toma el valor 1 no se efectúa ningún filtrado.

Cuando el "Tipo deslastre" se define como "Derivada", este siempre tiene que ser con tipo de derivada "Negativo". Si se ajusta positivo la unidad de Deslastre de Cargas no actúa.

5.2.1.i Aplicación de las unidades de frecuencia

Las variaciones de frecuencia son originadas por un balance incorrecto entre generación y carga que generalmente es originado por los siguientes motivos:

- División del sistema en partes.
- Desequilibrio entre carga y generación por falta de previsión o programación deficiente.
- Pérdida de generación, disparo de barras o líneas de interconexión importantes.

La frecuencia es un indicador fiable de una situación de sobrecarga. Cualquier descenso de frecuencia es causado por un exceso de cargas y, ante esta situación, es necesaria la utilización de relés de mínima frecuencia para realizar un deslastre de cargas y equilibrar de esta forma la generación con el consumo y evitar un mayor colapso del sistema. Cuando la frecuencia recupera su valor nominal y el sistema eléctrico se estabiliza, se realiza una reposición de las cargas que han sido deslastradas. Esta operación de reposición se lleva a cabo por medio del relé de máxima frecuencia.

Una disminución de frecuencia produce inestabilidad en el sistema eléctrico y puede dañar los generadores. Sin embargo, el mayor peligro se encuentra en las turbinas de vapor. Si varía la velocidad de giro de la turbina, se producen vibraciones y como consecuencia, los alabes sufrirán fatiga mecánica y, al ser un deterioro acumulativo, el problema se verá incrementado cada vez que la turbina se encuentre ante una situación de subfrecuencia.

Cuando la variación de frecuencia es pequeña, el desequilibrio puede corregirse actuando en la regulación de los generadores, pero en caso de grandes variaciones de la frecuencia el generador no puede corregirla, por lo que la frecuencia comienza a disminuir corriéndose el riesgo de que disparen los grupos de generación. Si esta bajada de frecuencia no se corrige, se entra en un proceso irreversible, que conduce a un "apagón" general.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En situaciones de fuerte déficit de generación, la única forma de recuperar el equilibrio es la desconexión selectiva de cargas. La desconexión de cargas se suele realizar cuando la frecuencia ha disminuido por debajo de unos valores fijos de frecuencia con el fin de dar tiempo a la reacción de los grupos de generación ante bajadas de frecuencia mediante la acción de los reguladores de velocidad. Hay que destacar que cuando la bajada de frecuencia es muy rápida esta acción no es lo suficientemente eficaz, siendo necesario desconectar cargas en función de la variación de la frecuencia respecto del tiempo, es decir, mediante el cálculo y operación en base a la derivada de la frecuencia respecto del tiempo.

Los relés de subfrecuencia son instalados habitualmente en subestaciones y plantas industriales donde se requiere un sistema de deslastre de cargas, siendo las cargas alimentadas exclusivamente por generación local, o por una combinación de generadores propios y una derivación de una línea de transmisión. En este segundo caso (Figura 5.2.3, parte a), si se produce una falta en la línea de transmisión, los generadores propios estarán sobrecargados, y la frecuencia descenderá rápidamente, necesitando esta planta un rápido sistema de deslastre de cargas controlado por relés de frecuencia.

Si la línea de transmisión suministra a más de una planta y es desconectada por un extremo remoto (Figura 5.2.3, parte b), la planta con su propia generación se encuentra proporcionando potencia a la línea, mientras que su propia frecuencia irá decreciendo. Esta salida de flujo de potencia puede ser evitada utilizando relés de protección contra inversión de potencia, pero si no se elimina toda la sobrecarga, el relé de frecuencia deberá desconectar las cargas locales de menor prioridad.

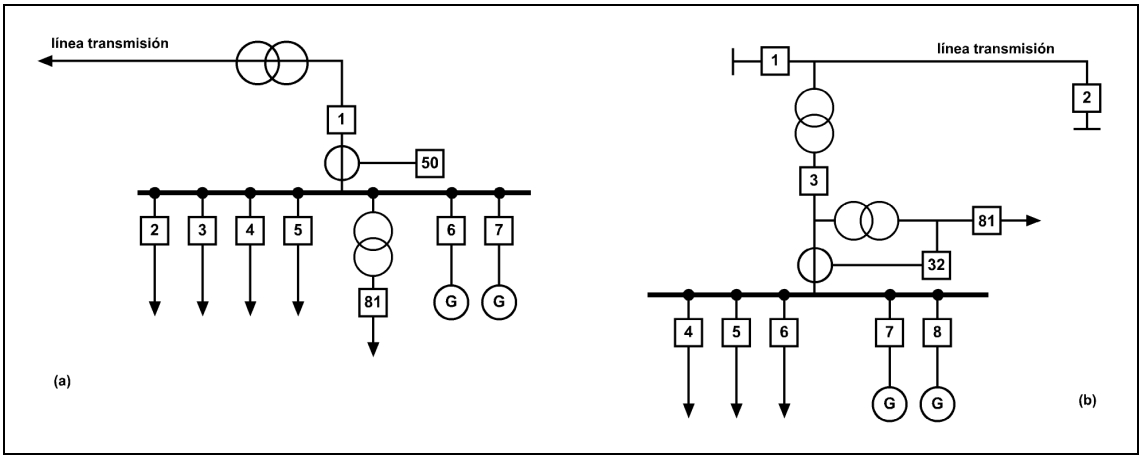


Figura 5.2.3 Sistema de deslastre de cargas en una planta industrial.

Independientemente de la generación, también se utilizan protecciones de frecuencia en subestaciones de distribución donde se requiere un sistema de deslastre de cargas con una escala de prioridad en la desconexión. Cuando se va recuperando la frecuencia, en la reposición de las cargas también se tiene en cuenta la prioridad.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.1.j Rangos de ajuste

Protección / Frecuencia					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Tensión de inhibición	Ten. Inhibición	PFCF1.InhValV	4-150 V	0,01 V	4 V
Tiempo activación	Tiempo Activación	PFCF1.StrDlHfCyc	3-30 scics	1	6 scics
Tiempo reposición	Tiempo Reposición	PFCF1.RsDlCyc	0-10 cicls	1	0 cicls
Permiso deslastre F1	Perm.Deslastre F1	PFCF1.LodShedEna	NO / SÍ		NO
Tipo deslastre	Tipo Deslastre	PFCF1.LodShedTyp	Subfrecuencia Derivada frec.		Subfrecuencia
Supervisión por valor eficaz	Superv val eficaz	PFCF1.RmsSupEna	NO / SÍ		NO
Tiempo de derivación	Tiempo derivacion	PFCF1.ROCHfCyc	7-25 scics	1	7 scics
Tiempo de filtro de frecuencia	Tiempo filtro frec	PFCF1.HzFilHfCyc	1-25 scics		1 scics

Generales					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Hab. PLL Digital	Hab. PLL Digital	GENTVTR1.PLLEna	NO / SÍ		NO

5.2.1.k Nodo lógico IEC 61850

CLASS PFCF1		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
LodShedOp	ACT	Load Shedding Operation
BlkV	SPS	Frequency Disabled by Lack of Voltage
Settings		
InhValV	ASG	Inhibit Voltage
StrDlHfCyc	ING	Pickup Activation Timer
RsDlCyc	ING	Reset Time
LodShedEna	SPG	Load Shedding Enable
LodShedTyp	ENG	Load Shedding Type
RmsSupEna	SPG	RMS supervision
ROCHfCyc	ING	Time of differentiation
HzFilHfCyc	ING	Frequency filter time

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.1.l Ensayo de la unidad

- **Reposición de la tensión**

Comprobar que las unidades de frecuencia se reponen dentro del margen señalado en la Tabla 5.2.3 para el valor de tensión ajustado X.

Tabla 5.2-3: Reposición de la tensión

Ajuste	Arranque		Reposición	
X	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
	1,03 x X	0,97 x X	1,08 x X	1,02 x X

- **Tiempos de actuación**

Para realizar la medida de tiempos hay que tener en cuenta que el generador de tensión debe poder generar una rampa de frecuencia de subida o bajada, dependiendo de la unidad a probar y a la vez dar una salida para iniciar la cuenta de un cronómetro cuando llega a la frecuencia de arranque.

Los tiempos de actuación deberán cumplir 1,5 ciclos + ajuste ***Semiciclos de activación***, siempre y cuando la variación de frecuencia no sea brusca; en estos casos, habría que añadir 2 semiciclos al tiempo comentado. Si el ajuste es 0, el tiempo de actuación también estará próximo a 1,5 ciclos + ajuste ***Semiciclos de activación***.

En los tiempos de actuación tiene importancia la forma de generar la rampa de frecuencia y de cuando se da el inicio a la cuenta del cronómetro. Se recomienda poner el valor de frecuencia de la señal generada muy próxima al umbral que se desea probar y generar un salto lo más amplio posible.

Si no se dispone de un generador de frecuencia en rampa sólo se pueden realizar las pruebas de la unidad de máxima frecuencia. Partiendo de no tener tensión aplicada a aplicarla por encima de la inhabilitación de tensión y del ajuste de máxima frecuencia, el tiempo así medido será algo superior al realizado con rampa de frecuencia.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

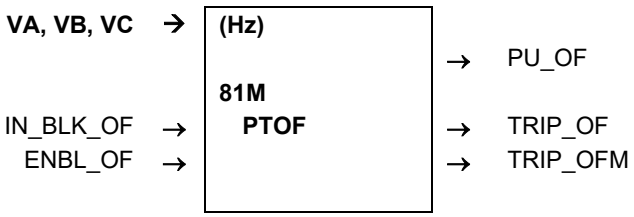
5.2.2 Unidades de Sobrefrecuencia

5.2.2.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobrefrecuencia *n*	PTOF*n*	f>	81M*n*

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.2.2.b Bloque general de la unidad



5.2.2.c Principio de operación

El arranque tiene lugar cuando el valor medido coincide o supera al valor de arranque (100% del ajuste) durante un número de semiciclos igual o superior al del ajuste de ***Semiciclos de activación***, y se repone cuando la frecuencia cae 10mHz por debajo de dicho ajuste durante un tiempo igual o superior al del ajuste ***Tiempo de reposición***. Este ajuste de tiempo de reposición indica durante cuánto tiempo deben desaparecer las condiciones de falta, después de una falta, para que se reponga el disparo.

5.2.2.d Rangos de ajuste

Protección / Frecuencia / Sobrefrecuencia (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Perm. Sobrefrec.	Perm. Sobrefrec.	PTOF.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Arr. Sobrefrec.	Arr. Sobrefrec.	PTOF.StrVal	40 - 70 Hz	0,01 Hz	70 Hz
Tiempo Sobrefrec.	Tiempo Sobrefrec.	PTOF.OpDITmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Tiempo Reposición	Tiempo Reposición	PTOF.RsDITmms	0-300 s	0,01 s	2 s

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.2.e Entradas analógicas a la unidad

El valor de sobrefrecuencia se calculará a partir de la tensión de cada una de las fases (Va, Vb, Vc) o de las tensiones compuestas.

Tabla 5.2-4: Entradas analógicas de los módulos de Sobrefrecuencia		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
FREC	Frecuencia	MMXU1.Hz (MV)

5.2.2.f Entradas digitales a los módulos de sobrefrecuencia

Tabla 5.2-5: Entradas digitales a los módulos de sobrefrecuencia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_OF*n*	Entradas lógicas a protección	PTOF*n*.Mod	Entrada bloqueo unidad sobrefrecuencia *n*	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, este se repone.
ENBL_OF*n*	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PTOF*n*.Mod	Entrada de habilitación unidad sobrefrecuencia *n*	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un “1”.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.2.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de sobrefrecuencia

Tabla 5.2-6: Salidas digitales y sucesos de los módulos de sobrefrecuencia

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_OF*n*	Salidas de arranque de protección	PTOF*n*.Str	Arranque unidad sobrefrecuencia *n*	I,F	Arranque de las unidades de sobrefrecuencia e inicio de la cuenta de tiempo.
TRIP_OF*n*	Salidas de disparo de protección	PTOF*n*.Op	Disparo unidad sobrefrecuencia *n*	I,F	Disparo de las unidades de sobrefrecuencia.
TRIP_OF*n*M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad sobrefrecuencia *n*		Disparo de las unidades de sobrefrecuencia afectado por su correspondiente máscara de disparo.
OF*n*_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	PTOF*n*.Mod	Unidad sobrefrecuencia *n* habilitada.	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de las unidades de sobrefrecuencia.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.2.h Nodo lógico IEC 61850

CLASS PTOF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Operate Delay time
RsDlTmms	ING	Reset Delay Time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service

5.2.2.i Ensayo de la unidad de protección

Para el ensayo de las unidades de sobrefrecuencia se recomienda inhabilitar previamente las unidades de tensión que no están bajo prueba en este momento.

- **Arranque y reposición de las unidades de sobrefrecuencia**

Comprobar que los arranques y reposiciones se encuentran dentro de los márgenes señalados en la Tabla 5.2.7 para su tensión nominal.

Tabla 5.2-7: Arranque y reposición de las unidades de sobrefrecuencia

Ajuste	Arranque		Reposición	
XHz	ΦA_MIN	ΦA_MAX	ΦR_MIN	ΦR_MAX
	X-0,005Hz	X+0,005Hz	(X -0,01Hz)+0,005Hz	(X -0,01Hz)-0,005Hz

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

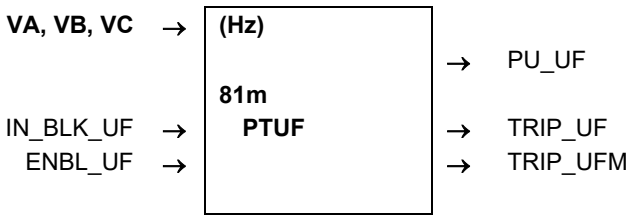
5.2.3 Unidades de Subfrecuencia

5.2.3.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de subfrecuencia *n*	PTUF*n*	f<	81m*n*

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.2.3.b Bloque general de la unidad



5.2.3.c Principio de operación

El arranque tiene lugar cuando el valor medido coincide o es inferior al valor de arranque (100% del ajuste) durante un número de semiciclos igual o superior al del ajuste de ***Tiempo de activación***, y se repone cuando la frecuencia 10mHz por encima de dicho ajuste durante un tiempo igual o superior al del ajuste ***Tiempo de reposición***. Al igual que en la unidad de máxima frecuencia, este ajuste de tiempo de reposición indica durante cuánto tiempo deben desaparecer las condiciones de falta, después de una falta, para que se reponga el disparo.

5.2.3.d Rangos de ajuste

Protección / Frecuencia / Subfrecuencia (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Perm. Subfrec.	Perm. Subfrec.	PTUF.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Arr. Subfrec.	Arr. Subfrec.	PTUF.StrVal	40 - 70 Hz	0,01 Hz	70 Hz
Tiempo Subfrec.	Tiempo Subfrec.	PTUF.OpDITmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Tiempo Reposición	Tiempo Reposición	PTUF.RsDITmms	0-300 s	0,01 s	2 s

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.3.e Entradas analógicas a la unidad

El valor de subfrecuencia se calculará a partir de la tensión de cada una de las fases (Va, Vb, Vc) o de las tensiones compuestas.

Tabla 5.2-8: Entradas analógicas de los módulos de subfrecuencia		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
FREC	Frecuencia	MMXU1.Hz (MV)

5.2.3.f Entradas digitales a los módulos de subfrecuencia

Tabla 5.2-9: Entradas digitales a los módulos de subfrecuencia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_UF*n*	Entradas lógicas a protección	PTUF*n*.Mod	Entrada bloqueo unidad subfrecuencia *n*	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
ENBL_UF*n*	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PTUF*n*.Mod	Entrada de habilitación un. subfrecuencia *n*	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.3.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de subfrecuencia

Tabla 5.2-10: Salidas digitales y sucesos de los módulos de subfrecuencia

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_UF*n*	Salidas de arranque de protección	PTUF*n*.Str	Arranque unidad subfrecuencia *n*	I,F	Arranque de las unidades de subfrecuencia e inicio de la cuenta de tiempo.
TRIP_UF*n*	Salidas de disparo de protección	PTUF*n*.Op	Disparo unidad subfrecuencia *n*	I,F	Disparo de las unidades de subfrecuencia.
TRIP_UF*n*M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad subfrecuencia *n*		Disparo de las unidades de subfrecuencia afectado por su correspondiente máscara de disparo.
UF*n*_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	PTUF*n*.Mod	Unidad subfrecuencia *n* habilitada	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de las unidades de subfrecuencia.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.3.h Nodo lógico IEC 61850

CLASS PTUF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Operate Delay time
RsDlTmms	ING	Reset Delay Time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service

5.2.3.i Ensayo de la unidad de protección

Para el ensayo de las unidades de subfrecuencia se recomienda inhabilitar previamente las unidades de tensión que no están bajo prueba en este momento.

- **Arranque y reposición de las unidades de subfrecuencia**

Comprobar que los arranques y reposiciones se encuentran dentro de los márgenes señalados en la Tabla 5.2.11 para su tensión nominal.

Tabla 5.2-11: Arranque y reposición de las unidades de subfrecuencia

Ajuste	Arranque		Reposición	
XHz	ΦA_MIN	ΦA_MAX	ΦR_MIN	ΦR_MAX
	X+0,005Hz	X-0,005Hz	(X +0,01Hz)-0,005Hz	(X +0,01Hz)+0,005Hz

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

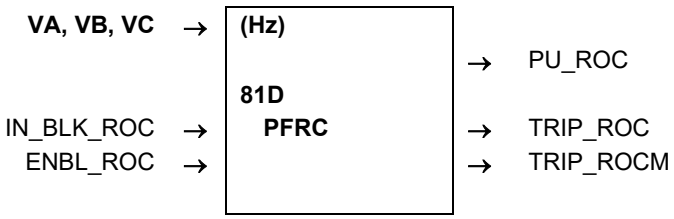
5.2.4 Unidades de Derivada de Frecuencia

5.2.4.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de derivada de frecuencia *n*	PFRC*n*	df/dt>	81D*n*

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.2.4.b Bloque general de la unidad



5.2.4.c Principio de operación y diagrama de bloques

La lógica de estas unidades utiliza los siguientes ajustes específicos para la función de derivada (además del permiso de habilitación de cada una de ellas):

- ***Arranque de frecuencia***. Valor de frecuencia por debajo del cual ha de estar dicha magnitud para considerar la velocidad de su variación.
- ***Arranque de derivada***. Valor instantáneo de la derivada de frecuencia respecto del tiempo para el cual deseamos que arranque la unidad.
- ***Temporización***. Tiempo durante el cual debe permanecer la condición de falta para que se produzca la activación de la unidad.
- ***Tiempo de reposición***. Tiempo durante el que deben desaparecer las condiciones de falta, después de una falta, para que se reponga la unidad.

En el algoritmo de la derivada de la frecuencia, ésta debe estar por debajo de un determinado valor ajustable durante un tiempo igual o superior al del ajuste ***Tiempo de activación*** antes de que se tenga en cuenta la velocidad de cambio de la frecuencia; se activa cuando la frecuencia es igual o inferior al ajuste de arranque. En este algoritmo se comprueban por separado la frecuencia y la derivada de la frecuencia. Para que actúe la unidad es necesario que se den las condiciones de falta para ambas. Ver Figura 5.2.4.

Para que la unidad arranque, el valor de dF/dT ha de ser superior al valor del ajuste ***Arranque de derivada*** (ajuste + 0,05Hz/s en valor absoluto) durante un determinado tiempo. Ese tiempo se empieza a contar al inicio de la falta y va a ser siempre el ajuste de ***Tiempo de activación*** menos 7 semiciclos (ventana de medida que utiliza el equipo para calcular Hz/s).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En el caso de que el ajuste de ***Semiciclos de activación*** esté ajustado en un valor inferior a diez semiciclos, la unidad de Derivada de frecuencia trabajará siempre para un valor de diez.

En la siguiente figura se muestra el modo de funcionamiento para la función en derivada de frecuencia:

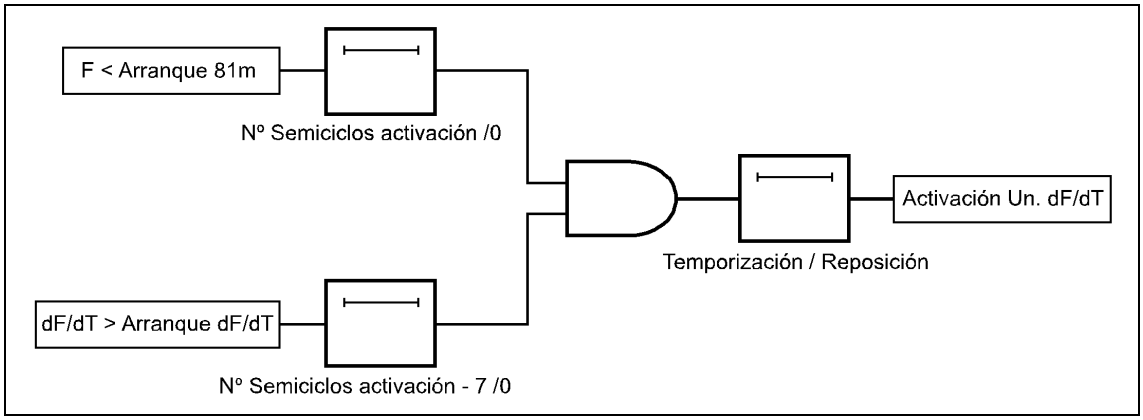


Figura 5.2.4 Lógica de una unidad de derivada de frecuencia.

- **Ejemplo de operación de arranque de la unidad**

Semiciclos de activación = 6.
Arranque de frecuencia = 49,8 Hz.
Arranque de derivada = -1 Hz/s.
Temporización = 0,1 s.

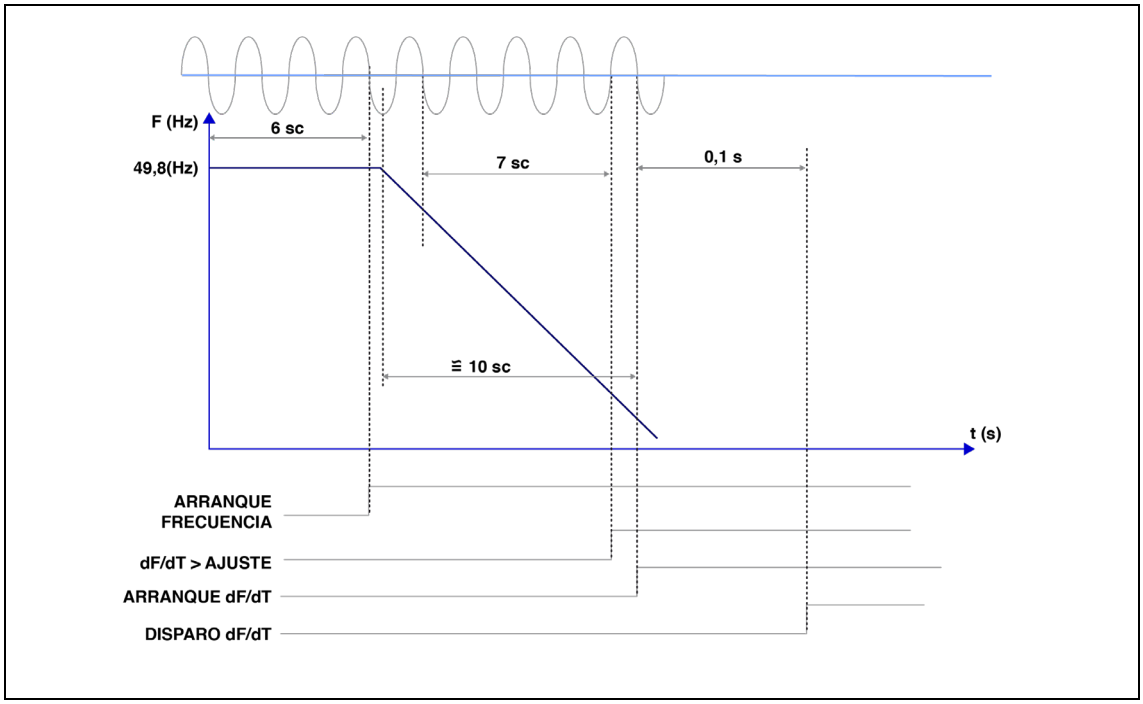


Figura 5.2.5 Ejemplo de operación de arranque de la unidad.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.4.d Rangos de ajuste

Protección / Frecuencia / Derivada de frecuencia (unidades *n*)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Perm. Deriv. Frec.	Perm. Deriv. Frec.	PFRC.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Tipo de derivada	Tipo derivada	PFRC.ROCTyp	Negativa Positiva		Negativa
Arr. Frecuencia	Arr. Frecuencia	PFRC.StrVal1	40-70 Hz	0,01 Hz	40 Hz
Arr. Derivada	Arr. Derivada	PFRC.StrVal2	0,1-10 Hz/s	0,01 Hz/s	1 Hz/s
Tiempo Deriv. Frec.	Tiempo Deriv.Frec.	PFRC.OpDITmms	0-300 s	0,01 s	0 s
Tiempo Reposición	Tiempo Reposición	PFRC.RsDITmms	0-300 s	0,01 s	0 s

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.2.4.e Entradas analógicas a la unidad

Tabla 5.2-12: Entradas analógicas de los módulos de derivada de frecuencia		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
DERFREC	Derivada de frecuencia	MMXU1.HzRteChg (MV)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.4.f Entradas digitales a los módulos de derivada de frecuencia

Tabla 5.2-13: Entradas digitales a los módulos de derivada de frecuencia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_ROC*n*	Entradas lógicas a protección	PFRC*n*.Mod	Entrada bloqueo unidad derivada frecuencia *n*	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
ENBL_ROC*n*	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PFRC*n*.Mod	Entrada de habilitación un. derivada frecuencia *n*	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.4.g Salidas digitales y sucesos de los módulos de derivada de frecuencia

Tabla 5.2-14: Salidas digitales y sucesos de los módulos de derivada de frecuencia

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_ROC*n*	Salidas de arranque de protección	PFRC*n*.Str	Arranque unidad derivada frecuencia *n*	I,F	Arranque de las unidades de derivada de frecuencia e inicio de la cuenta de tiempo.
TRIP_ROC*n*	Salidas de disparo de protección	PFRC*n*.Op	Disparo unidad derivada frecuencia n	I,F	Disparo de las unidades de derivada de frecuencia.
TRIP_ROC*n*M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad derivada de frecuencia *n*		Disparo de las unidades de derivada de frecuencia afectado por su correspondiente máscara de disparo.
ROC*n*_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	PFRC*n*.Mod	Unidad derivada frecuencia *n* habilitada	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de las unidades de derivada de frecuencia.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.2.4.h Nodo lógico IEC 61850

CLASS PFRC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Pickup
Op	ACT	Trip
Settings		
StrVal1	ASG	Underfrequency Pickup
StrVal2	ING	ROC Frequency Pickup
OpDlTmms	ING	Operate Delay time
RsDlTmms	ING	Reset Delay Time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
ROCTyp	EXT_ENG	ROC Type

5.2.4.i Ensayo de la unidad de protección

- **Arranque y reposición de las unidades de derivada de frecuencia**

Configurar las unidades de derivada de frecuencia con los siguientes valores de actuación:

Unidad 81D1	**0,5 Hz/s**
Unidad 81D2	**0,7 Hz/s**
Unidad 81D3	**0,9 Hz/s**
Unidad 81D4	**1 Hz/s**

Ajustar todas ellas a un mismo valor de frecuencia.

Realizar rampas de frecuencia por debajo del valor de frecuencia ajustado y verificar que cada rampa actúa con un margen de error no superior a 0,05 Hz/s.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.3 Unidad de Sobreexcitación

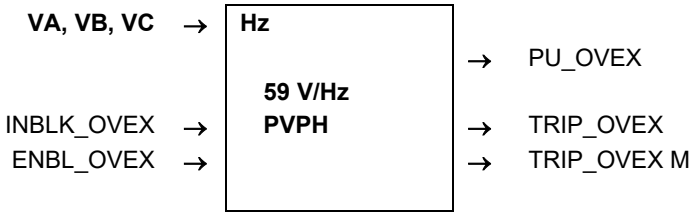
5.3.1.a Identificación 5.3-2
5.3.1.b Bloque general de la unidad 5.3-2
5.3.1.c Principio de operación y diagrama de bloques 5.3-2
5.3.1.d Aplicación 5.3-4
5.3.1.e Rangos de ajuste 5.3-4
5.3.1.f Entradas analógicas a la unidad 5.3-5
5.3.1.g Entradas digitales al módulo de sobreexcitación 5.3-5
5.3.1.h Salidas digitales y sucesos del módulo de sobreexcitación 5.3-6
5.3.1.i Nodo lógico IEC 61850 ..... 5.3-7
5.3.1.j Ensayo de la unidad de protección 5.3-7

5.3.1.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sobreexcitación *n*	PVPH*n*	59V/Hz>	59V/Hz

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

5.3.1.b Bloque general de la unidad



5.3.1.c Principio de operación y diagrama de bloques

La unidad de sobreexcitación hace uso de una curva de comparación tensión / frecuencia donde se determina si los valores medidos superan el valor ajustado para dicha relación.

Se toma como valor unidad (V/Hz=1) la relación entre la tensión nominal y la frecuencia nominal ajustadas y por lo tanto el ajuste de arranque de la función viene dado en función de este valor unidad.

La tensión medida utilizada es una tensión simple, mientras que el ajuste de ***Tensión nominal*** es compuesta, por lo que, al utilizarse esta tensión simple, se deberá multiplicar la relación V/Hz por $\sqrt{3}$.

En función del modelo del equipo, el arranque(nota) de la unidad tiene lugar cuando el valor medido de la relación tensión/frecuencia (V/Hz) supera el valor de ajuste de activación (100 % del ajuste), y se reinicia cuando la medición cae por debajo del 98 % del valor de ajuste de activación. En los modelos con ajuste de reposición, el reinicio es un porcentaje ajustable entre el 95 % y el 99 % del ajuste de activación.

Nota.

Para las siguientes versiones de firmware (versión < 0.8.9-0A06 y 0.9.1-B06 = versión < 0.9.1-0B12-44 y 0.10.0-0C03 = versión < 0.10.0-0C17 y versión = 0.10.0-0D00), el arranque de la unidad tiene lugar cuando el valor medido de la relación tensión/frecuencia supera el valor V/Hz establecido en 1,05 veces, restableciéndose cuando la medición cae por debajo del valor de activación establecido.

Para deshabilitar el disparo de esta unidad cuando la tensión medida esté por debajo de un cierto valor se utiliza el mismo ajuste que para las unidades de frecuencia (***Inhibición por mínima tensión***).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

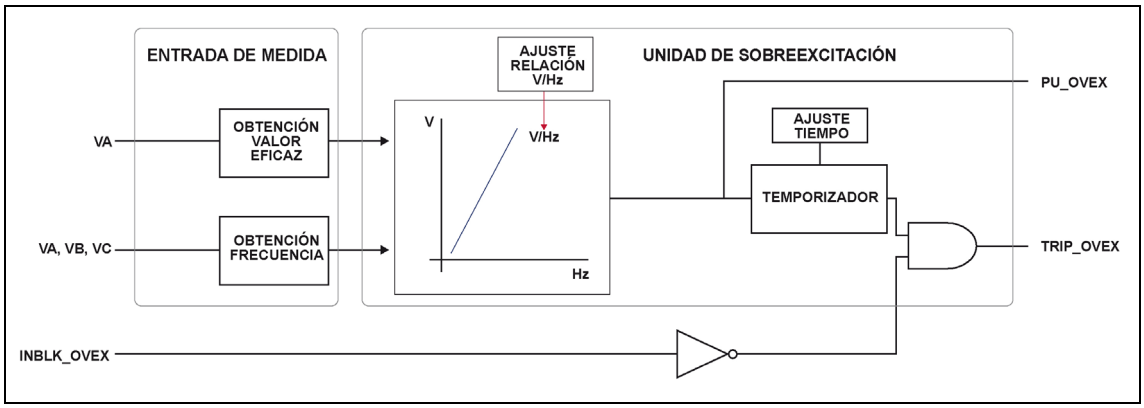


Figura 5.3.1 Diagrama de bloques de la unidad de sobreexcitación.

VA, **VB**, **VC**: Entradas analógicas de tensión de fase.	**PU_OVEX**: Arranque unidad de sobreexcitación.
INBLK_OVEX: Entrada de bloqueo unidad de sobreexcitación.	**TRIP_OVEX**: Disparo unidad de sobreexcitación.

La activación del arranque habilita la función del temporizador cuyo fin de cuenta determina la actuación del elemento de tiempo. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo ajustado en la temporización. La reposición de la señal de arranque supone que la temporización de la salida inicie su cuenta desde cero cuando se vuelvan a dar las condiciones de arranque.

En cuanto al tipo de temporización, es posible elegir entre **Tiempo fijo** y **Curva inversa**. La ecuación de la **Curva inversa** es la siguiente:

$$t = 0{,}8 + \frac{2 \cdot AjusteDialdeExcit.}{\left(\frac{V/f}{Ajuste \cdot (V_N/f_N)} - 1 \right)^2}$$

siendo V y f la tensión entre fases y la frecuencia medidas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.3.1.d Aplicación

La función de la protección contra sobreexcitación es proteger la máquina frente a situaciones de sobretensión y subfrecuencia. Partiendo de la ecuación que define la tensión inducida en una bobina: $E = 4{,}44 \cdot f \cdot A \cdot N \cdot B_{MAX}$; se cumple que el "flujo máximo" (B_{MAX}) cumple la siguiente expresión:

$$B_{MAX} = K \cdot \frac{E}{f}$$

y, por tanto, el flujo magnético en el núcleo de la máquina es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la frecuencia.

La medida de la relación V/Hz es un indicador de la excitación. Cuando esta relación V/Hz supera un valor permisible, el núcleo magnético se satura, lo cual da lugar a que aumenten las tensiones entre las láminas que lo conforman, causando daños en el hierro. Cuando ocurre esto, el *camino* magnético para el que está diseñada la máquina no puede acomodar el incremento de flujo y se generan "corrientes de fugas" que producen daños térmicos.

En condiciones normales, los reguladores de tensión de los generadores, así como otros elementos de control del sistema de potencia, mantienen la tensión dentro de los márgenes adecuados. Sin embargo, se pueden producir condiciones anormales como las que se indican a continuación:

- **Sobretensiones**: en arranques o paradas de generadores, con pérdidas de cargas en sistemas "en isla" o deslastres de cargas. Además, si el sistema de control no funciona de forma adecuada, las situaciones de sobretensión pueden prolongarse en el tiempo.
- **Subfrecuencia**: en sistemas que queden aislados o poco interconectados en condiciones de excesiva carga consumida para la potencia generada y en casos de error en el deslastre de cargas.

5.3.1.e Rangos de ajuste

Protección / Sobreexcitación					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Excitación	Permiso Excitación	PVPH1.LnInSvc	NO / SÍ		NO
Arranque Excitación	Arran. Excitación	PVPH1.StrVal	1-3 V/Hz	0,01 V/Hz	1,1 V/Hz
Reposición Excitación	Repos Excitación	PVPH1.OpRs	95-99 %	1%	98%
Curva Excitación	Curva Excitación	PVPH1.VHzCrv	Tiempo Fijo Inversa		Tiempo Fijo
Dial Excitación	Dial Excitación	PVPH1.TmMult	0,01-10	0,01	1
Temp. Excitación	Temp. Excitación	PVPH1.OpDlTmms	0-600 s	0,01 s	1s

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.3.1.f Entradas analógicas a la unidad

Tabla 5.3-1: Entradas analógicas del módulo de sobreexcitación		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VA	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC
FREC	Frecuencia	MMXU1.Hz (MV)

5.3.1.g Entradas digitales al módulo de sobreexcitación

Tabla 5.3-2: Entradas digitales al módulo de sobreexcitación					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INBLK_OVEX*n*	Entradas lógicas a protección	PVPH*n*.Mod	Entrada bloqueo unidad *n* de sobreexcitación	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
ENBL_OVEX*n*	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PVPH*n*.Mod	Entrada de habilitación unidad *n* de sobreexcitación	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.3.1.h Salidas digitales y sucesos del módulo de sobreexcitación

Tabla 5.3-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de sobreexcitación

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_OVEX*n*	Salidas de arranque de protección	PVPH*n*.Str	Arranque unidad *n* de sobreexcitación	I,F	Arranque de la unidad e inicio de la cuenta de tiempo.
TRIP_OVEX*n*	Salidas de disparo de protección	PVPH*n*.Op	Disparo unidad *n* de sobreexcitación	I,F	Disparo de la unidad de sobreexcitación (no afectado por su correspondiente máscara de disparo).
TRIP_OVEX M*n*	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad *n* de sobreexcitación		Disparo de la unidad de sobreexcitación afectado por su correspondiente máscara de disparo.
OVEX_ENBLD*n*	Salidas de protección de unidades habilitadas.	PVPH*n*.Mod	Unidad *n* de sobreexcitación habilitada	I	Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

(*n*) El número de unidades depende del modelo concreto. Ver la tabla de Selección del modelo correspondiente.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

5.3.1.i Nodo lógico IEC 61850

CLASS PVPH		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Start
Op	ACT	Operate
Settings		
VHzCrv	CURVE	Operating curve type
StrVal	ASG	Volts per Hertz start value
OpDlTmms	ING	Operate delay time
TmMult	ASG	Time Dial Multiplier
Extended Data		
LnInSvc	EXT_SPG	In Service
VHz	EXT_MV	Volts per Hertz measurement
OpRs	EXT_ING	Protection unit reset

5.3.1.j Ensayo de la unidad de protección

Ajustar la unidad de sobreexcitación de transformador (V/Hz) en 1,0 V/Hz y el tiempo de disparo en 5 segundos, siendo los valores nominales 110Vca y 50Hz.

Aplicar 30V a 50Hz por el canal de tensión de fase A durante 300ms (ya que se necesitan 10 ciclos de tensión para tener frecuencia por primera vez) teniendo ajustada la tensión de inhibición por debajo de 30V (por ejemplo, ajuste en 5V).

Aplicar una tensión superior a 66.7Vac a 50,00Hz por el canal de tensión de fase A y comprobar que al cabo del tiempo ajustado la unidad se activa, comprobando que el tiempo medido por el reloj está dentro del margen 4,85 - 5,25 s. Desconectar la tensión de prueba.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 6.

Unidades de Potencia

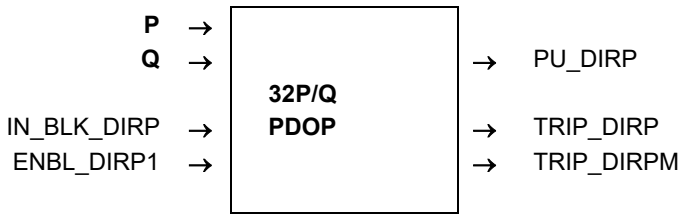
6.1 Unidades Direccionales de Potencia

6.1.1 Identificación 6.1-2
6.1.2 Bloque general de la unidad 6.1-2
6.1.3 Principio de operación y diagrama de bloques 6.1-2
6.1.4 Aplicación de la unidad 6.1-3
6.1.5 Rangos de ajuste 6.1-4
6.1.6 Entradas analógicas a la unidad 6.1-5
6.1.7 Entradas digitales al módulo de unidades Direccionales de Potencia 6.1-5
6.1.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de unidades Direccionales de Potencia 6.1-6
6.1.9 Nodo lógico IEC 61850 ..... 6.1-7
6.1.10 Ensayo de la unidad de protección 6.1-8

6.1.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad direccional de potencia 1	PDOP1	P/Q→	32P/Q-1
Unidad direccional de potencia 2	PDOP2	P/Q→	32P/Q-2

6.1.2 Bloque general de la unidad



6.1.3 Principio de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de dos unidades direccionales de potencia cuyo principio de operación descansa sobre la determinación de la potencia trifásica, que dependerá del desfase relativo entre las intensidades de fase y las tensiones de fase correspondientes.

Ambas unidades disponen de ángulos característicos ajustables y una potencia mínima de operación, respondiendo a la siguiente ecuación:

$$P * \cos\theta + Q * \text{sen}\theta > S_{MIN}$$

Siendo

- P la potencia activa trifásica medida.
- Q la potencia reactiva trifásica medida.
- θ el ángulo característico ajustado.
- S_{MIN} el valor de potencia de arranque ajustado (potencia mínima de operación, ajuste ***Arranq Dir. Pot***).

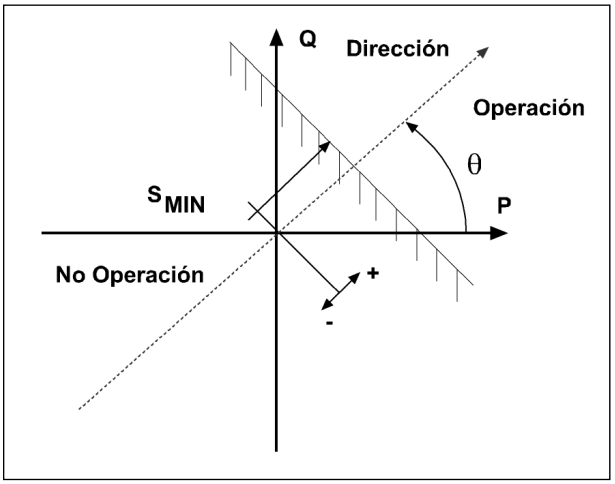


Figura 6.1.1 Operación de la unidad Direccional de Potencia.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Pudiendo generar características con ángulo ajustable e introduciendo valores de potencia de actuación positivos y negativos, se obtiene una gran variedad de características de operación. Cuando el ángulo ajustado no sea 0º ni múltiplo de 90º, se estarán aplicando las unidades como “direccionales de potencia aparente”.

El arranque tiene lugar cuando el valor medido supera 1,00 veces el valor de potencia ajustado, reponiéndose a 0,95 veces su valor. Cuando el valor eficaz medido desciende por debajo del arranque ajustado se produce una reposición rápida del integrador. La activación de la salida requiere que el arranque permanezca actuando durante todo el tiempo de integración; cualquier reposición conduce al integrador a sus condiciones iniciales, de forma que una nueva actuación inicie la cuenta de tiempo desde cero. La característica de tiempo es de Tiempo fijo.

La operación de estas unidades está condicionada a la posición del interruptor; si el interruptor está abierto la unidad se encontrará inhabilitada.

6.1.4 Aplicación de la unidad

Las unidades están diseñadas para aplicaciones en máquinas síncronas o interconexiones con cogeneraciones, pudiendo ser empleadas como protección frente a inversiones de potencia o como limitación de potencia.

Por ejemplo, si se quiere supervisar que no haya potencia activa negativa (inversión de potencia) se ha de ajustar el ángulo en 180º y el arranque en un valor negativo.

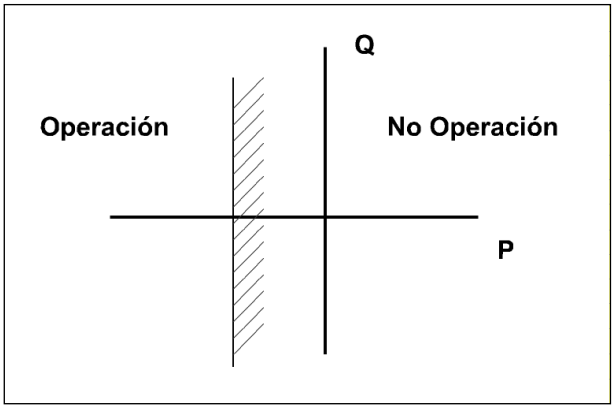


Figura 6.1.2 Ángulo en 180º y arranque en valor negativo.

Si lo que se quiere es supervisar que la potencia activa no sea excesivamente baja se ha de ajustar el ángulo en 180º y el arranque en un valor positivo.

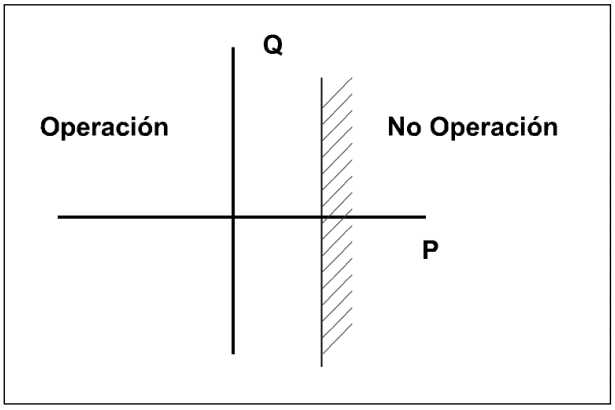


Figura 6.1.3 Ángulo en 180º y arranque en valor positivo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Otros casos de ajuste son:

Angulo 0º y arranque positivo

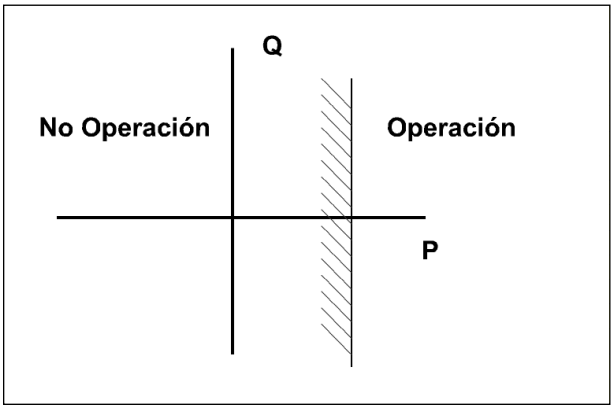


Figura 6.1.4 Ángulo 0º y arranque positivo.

Angulo 90º y arranque positivo

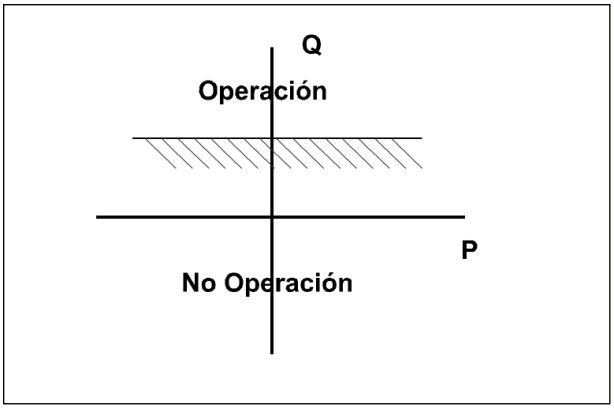


Figura 6.1.5 Ángulo 90º y arranque positivo.

6.1.5 Rangos de ajuste

Protección / Direccionales de Potencia (unidades 1 y 2)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Dir. Pot.	Permiso Dir. Pot.	PDOP.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Ángulo Dir. Pot.	Ángulo Dir. Pot.	PDOP.ChrAng	0 - 359,95º	0,05º	0º
Arranq Dir. Pot.	Arranq Dir. Pot.	PDOP.StrVal	-16000 a 16000 VA	1 V	0 V
Tiempo Dir. Pot.	Tiempo Dir. Pot.	PDOP.OpDlTmms	0 - 300 s	0,01 s	0 s

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

6.1.6 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 6.1-1: Entradas analógicas del módulo de unidades Direccionales de Potencia		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
P	Potencia activa	MMXU1.TotW
Q	Potencia reactiva	MMXU1.TotVAr

6.1.7 Entradas digitales al módulo de unidades Direccionales de Potencia

Tabla 6.1-2: Entradas digitales al módulo de unidades Direccionales de Potencia					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_DIRP1	Entradas lógicas a protección	PDOP1.Mod	Entrada bloqueo direccional de potencia 1	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
IN_BLK_DIRP2		PDOP2.Mod	Entrada bloqueo direccional de potencia 2	I	
ENBL_DIRP1	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PDOP1.Mod	Entrada de habilitación direccional de potencia 1	I	La activación de estas entradas pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
ENBL_DIRP2		PDOP2.Mod	Entrada de habilitación direccional de potencia 2	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

6.1.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de unidades Direccionales de Potencia

Tabla 6.1-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de unidades Direccionales de Potencia

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_DIRP1	Salidas de arranque de protección	PDOP1.Str	Arranque unidad direccional de potencia 1	I,F	Arranque de las unidades de potencia e inicio de la cuenta de tiempo.
PU_DIRP2		PDOP2.Str	Arranque unidad direccional de potencia 2	I,F	
TRIP_DIRP1	Salidas de disparo de protección	PDOP1.Op	Activación unidad direccional de potencia 1	I,F	Disparo de las unidades de potencia (no afectadas por sus máscaras de disparo).
TRIP_DIRP2		PDOP2.Op	Activación unidad direccional de potencia 2	I,F	
TRIP_DIRP1M	Disparos enmascarados		Disparo enmascarado unidad de potencia 1		Disparo de las unidades de potencia (afectadas por sus máscaras de disparo).
TRIP_DIRP2M			Disparo enmascarado unidad de potencia 2		
DIRP1_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas.	PDOP1.Mod	Direccional potencia 1 habilitado	I	Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
DIRP2_ENBLD		PDOP2.Mod	Direccional potencia 2 habilitado	I	
DIRP1_ENBL	Salidas de protección de unidades habilitada.	PDOP1.Mod	Salida de habilitación direccional de potencia 1	I	Indicación de puesta en servicio de la unidad.
DIRP2_ENBL		PDOP2.Mod	Salida de habilitación direccional de potencia 2	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

6.1.9 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPDOP		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACD	Start
Op	ACT	Operate
Settings		
StrVal	ASG	Start value
OpDlTmms	ING	Operate delay time
Extended Data		
LNInSvc	EXT_SPG	In service
ChrAng	EXT_ASG	Characteristic angle

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

6.1.10 Ensayo de la unidad de protección

Ajustar las dos unidades del siguiente modo:

Unidad direccional de potencia 1	
Habilitación de la unidad (Permiso)	**SÍ**
Angulo	**0°**
Arranque de la unidad	**100 VA**
Temporización de la unidad	**0s**

Unidad direccional de potencia 2	
Habilitación de la unidad (Permiso)	**SÍ**
Angulo	**90°**
Arranque de la unidad	**200 VA**
Temporización de la unidad	**10s**

- **Arranque y reposición**

Aplicar las tres intensidades de fase con el mismo valor y las tres tensiones de fase equilibradas y también del mismo valor, de forma que el desfase de las intensidades con respecto a las tensiones de cada fase sea 0º.

En estas condiciones, la unidad direccional de potencia 1 debe arrancar cuando se supere el valor del ajuste (100VA ± 3%) y reponer cuando se descienda por debajo de 0,95 veces el ajuste ± 3%.

Se comprueba que la unidad direccional de potencia 2 no arranca.

Aplicar las tres intensidades de fase con el mismo valor y las tres tensiones de fase equilibradas y también del mismo valor, de forma que el desfase de las intensidades con respecto a las tensiones de cada fase sea 90º.

En estas condiciones, la unidad direccional de potencia 2 debe arrancar cuando se supere el valor del ajuste (200VA ± 3%) y reponer cuando se descienda por debajo de 0,95 veces el ajuste ± 3%.

Se comprueba que la unidad direccional de potencia 1 no arranca.

- **Tiempos de actuación**

Aplicar las intensidades y tensiones indicadas en el apartado de comprobación de arranques y reposiciones y comprobar que el disparo se produce dentro del margen ±1% o ±20ms (el que sea mayor) del valor de ajuste de tiempo seleccionado. Hay que tener en cuenta que el ajuste a 0 ms tendrá un tiempo de actuación entre 20 y 25 ms.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 7.

Reenganchador

7.1 Reenganchador

7.1.1 Identificación 7.1-2
7.1.2 Bloque general de la unidad 7.1-2
7.1.3 Principio de operación 7.1-2
7.1.4 Disparos externos 7.1-4
7.1.5 Lógica de inicio de reenganche 7.1-4
7.1.6 Lógica de reenganche (modelos de interruptor simple) 7.1-5
7.1.7 Lógica de reenganche (modelos de interruptor doble o de interruptor y medio) 7.1-10
7.1.8 Ciclo de reenganches 7.1-24
7.1.8.a Inicio del ciclo 7.1-24
7.1.8.b Tiempo de reenganche 7.1-26
7.1.8.c Espera de cierre 7.1-27
7.1.8.d Tiempo de seguridad 7.1-28
7.1.9 Bloqueo interno del reenganchador 7.1-29
7.1.9.a Tiempo de seguridad tras cierre manual 7.1-30
7.1.9.b Tiempo de cierre manual 7.1-30
7.1.9.c Espera de cierre 7.1-31
7.1.9.d Tiempo de seguridad tras cierre manual a través de reenganchador 7.1-32
7.1.10 Bloqueo por orden (manual o externa) 7.1-32
7.1.11 Disparo definitivo 7.1-33
7.1.12 Reenganchador fuera de servicio 7.1-33
7.1.13 Contador de reenganches 7.1-33
7.1.14 Coordinación de secuencia 7.1-33
7.1.15 Rangos de ajuste 7.1-35
7.1.16 Entradas digitales al módulo del Reenganchador 7.1-39
7.1.17 Salidas digitales y sucesos del módulo del Reenganchador 7.1-41
7.1.18 Nodos lógicos IEC 61850 ..... 7.1-44

7.1.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Reenganchador	RREC1	O -> I	79

7.1.2 Bloque general de la unidad

7.1.3 Principio de operación

El Reenganchador tiene por objetivo cerrar el interruptor abierto por un disparo de la protección tantas veces como hayan sido programadas y de acuerdo al modo que haya sido ajustado.

El reenganchador de los equipos **DLF** permite la realización de hasta cuatro reenganches, con ajustes independientes de los tiempos de reenganche para:

- Primer reenganche monofásico.
- Primer reenganche trifásico.
- Segundo reenganche (siempre trifásico).
- Tercer reenganche (siempre trifásico).
- Cuarto reenganche (siempre trifásico).

El segundo, tercer y cuarto reenganche son siempre trifásicos. Además, el reenganchador puede operar de acuerdo con cuatro modos de reenganche diferentes:

Modo 1p	Sólo reengancha disparos monofásicos, bloqueándose internamente si se produce un disparo trifásico. Por lo tanto, este modo efectuará un reenganche como máximo, independientemente del número de reenganches ajustado.
Modo 3p	Sólo reengancha disparos trifásicos, forzando a la lógica de disparo a que todos los disparos sean de este tipo.
Modo 1p/3p	Reengancha disparos tanto monofásicos como trifásicos, siendo el primer reenganche monofásico o trifásico y el resto de reenganches, hasta el número ajustado, trifásicos en cualquier caso.
Modo dependiente	Reengancha una sola vez si el primer disparo es trifásico y hasta el número de reenganches ajustado si el primer disparo es monofásico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La función de reenganche automático del relé **DLF** comprende uno o dos reenganchadores (dependiendo del modelo seleccionado). En los modelos de doble interruptor, los reenganchadores están coordinados entre sí, denominados reenganchador 1 y reenganchador 2, asociados a los interruptores 1 y 2 respectivamente. El ajuste ***Número de reenganchadores*** (solo disponible en los modelos de doble interruptor) define si hay uno o dos reenganchadores en funcionamiento. Cuando dicho ajuste está configurado en **Selección por ED**, el número de reenganchadores en operación vendrá definido por el estado de la entrada lógica **IN_2REC** (entrada de **Dos reenganchadores en operación**) en base a la siguiente tabla:

IN_2REC	Resultado
0	1 reenganchador en operación
1	2 reenganchadores en operación

Siempre que dos reenganchadores estén en funcionamiento, el reenganche tendrá lugar secuencialmente, de modo que uno de los reenganchadores debe funcionar antes que el otro. Este reenganchador será designado como reenganchador Maestro, mientras que el otro será el reenganchador Esclavo. Dicha selección se realiza a través del ajuste ***Reenganchador Maestro***. Si dicho ajuste se establece en **Selección por ED**, la selección del reenganchador Maestro se realizará según el estado de la entrada lógica **IN_1MAS** (entrada **Reenganchador Maestro 1**) en base a la siguiente tabla:

IN_1MAS	Resultado
0	Reenganchador 2 Maestro
1	Reenganchador 1 Maestro

Cuando hay un solo reenganchador en funcionamiento, la selección del Reenganchador Maestro (mediante ajuste o entrada digital) permite seleccionar el reenganchador en funcionamiento, ya que no habrá reenganchador Esclavo.

Si el ***Modo de reenganche*** del relé está ajustado a **Selección por ED**, el modo de reenganche será definido por las entradas lógicas **IN_1P** (**Entrada modo 1P**) e **IN_3P** (**Entrada modo 3P**) en función de la siguiente tabla:

E_1P	E_3P	Resultado
0	0	Modo Dependiente
0	1	Modo 3P
1	0	Modo 1P
1	1	Modo 1P/3P

En las siguientes figuras se muestran los diagramas de flujo que describen el funcionamiento del reenganchador y las particularidades de cada uno de los cuatro modos de reenganche. En dichas figuras, la señal **RCLS** (**Inicio de reenganche**) se corresponde con la salida de una lógica que procesa los disparos reenganchables y sus ajustes de la máscara de inicio de reenganche.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.4 Disparos externos

El reenganchador de los equipos **DLF** presenta una operación idéntica para disparos del propio equipo y disparos de una protección externa. Es decir, ofrece los cuatro modos de operación también para disparos externos monofásicos y / o trifásicos. Para ello, hace uso de las entradas digitales **Disparo externo polo A** (**IN_EXT_A**), **Disparo externo polo B** (**IN_EXT_B**), **Disparo externo polo C** (**IN_EXT_C**) o de las entradas digitales **Disparo externo** (**IN_EXT**) y **Disparo trifásico externo** (**IN_EXT_3PH**), de la forma siguiente:

1. Si el equipo externo presenta disparo trifásico en cualquier caso, el reenganchador puede funcionar conectando las entradas **IN_EXT** e **IN_EXT_3PH** o bien utilizando tan sólo la entrada **IN_EXT_3PH**.
2. Si el equipo externo presenta disparo mono/trifásico, se deben conectar las tres entradas **IN_EXT_A**, **IN_EXT_B** e **IN_EXT_C** o bien las dos entradas **IN_EXT** e **IN_EXT_3PH**.

7.1.5 Lógica de inicio de reenganche

El inicio de reenganche puede producirse cuando dispara alguna zona de distancia, alguna de las unidades de sobreintensidad de fase, neutro o secuencia inversa, la unidad de fase abierta, el detector de interruptor remoto abierto, el esquema de protección de distancia o el de sobreintensidad o cualquiera de las unidades diferenciales, siempre y cuando el ajuste de ***Máscara de inicio de reenganche*** así lo permita.

En todos los casos, el inicio de reenganche equivale a la activación de la señal **RCLS**. El resto de unidades dan lugar a disparos no reenganchables. El **Inicio de reenganche** (**RCLS)** puede producirse cuando dispara alguna de estas unidades siempre y cuando el ajuste de ***Máscara de inicio de reenganche*** así lo permita:

Distancia	**Sobreintensidad Instantánea**
Zona 1 Tierra	Fases
Zona 1 Fases	Neutro
Zona 2 Tierra	Tierra
Zona 2 Fases	Secuencia Inversa
Zona 3 Tierra	**Sobreintensidad Temporizada**
Zona 3 Fases	Fases
Zona 4 Tierra	Neutro
Zona 4 Fases	Tierra
Zona 5 Tierra	Secuencia Inversa
Zona 5 Fases	**Esquema de protección de sobreintensidad**
Zona 6 Tierra	**Esquema de protección de distancia**
Zona 6 Fases	**Detector de Interruptor Remoto Abierto**
Zona 7 Tierra	**Disparos Programables**
Zona 7 Fases	**Disparo Externo**
Zona 8 Tierra	
Zona 8 Fases	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La máscara de reenganche será función del ciclo de reenganche. Existirán máscaras independientes para los ciclos 1, 2, 3 y 4. De cada unidad se tomarán siempre los disparos enmascarados. El resto de las unidades dan lugar a disparos no reenganchables.

El reenganchador no comenzará su ciclo de cierre si se detecta que el número de disparos ha excedido el límite ajustado o si se ha activado la entrada de **Bloqueo inicio de reenganche (IN_BLKRCLS**).

7.1.6 Lógica de reenganche (modelos de interruptor simple)

Las figuras 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3 y 7.1.4 muestran los diagramas de flujo que describen el funcionamiento del reenganchador y las particularidades de cada uno de los cuatro modos de reenganche para modelos de interruptor simple.

LEYENDA	
RCLS	Inicio de Reenganche
RECLOSING	Reenganchador en Ciclo en Curso
RCLS_CMD	Orden de Reenganche
TRIP	Disparo
ACT_EXTR_3PH	Activación Disparo Trifásico Externo
SEQ_COOR	Coordinación de Secuencia
OR_P_OP	Algún Polo Abierto
3POL_OPEN	Tres Polos Abiertos
SUP_BRK	Supervisión de interruptor
SYNC_R	Permiso de Cierre por sincronismo Interruptor
n	Ciclo de cierre en curso
N	Numero de reenganches programados
RCLS_STANDBY	Reenganchador en Reposo
REC_START	Reenganchador en Tiempo de Inicio
REC_TSECn	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras ciclo n
LO_CMD	Reenganchador en Bloqueo por Orden
LO_OPEN	Bloqueo Interno del Reenganchador por Interruptor Abierto
LO_DT	Bloqueo Interno del Reenganchador por Disparo Definitivo
LO_NO_SYNC	Bloqueo Interno del Reenganchador por Falta Sincronismo
LO_CLSF	Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Cierre
LO_BF	Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Inicio

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

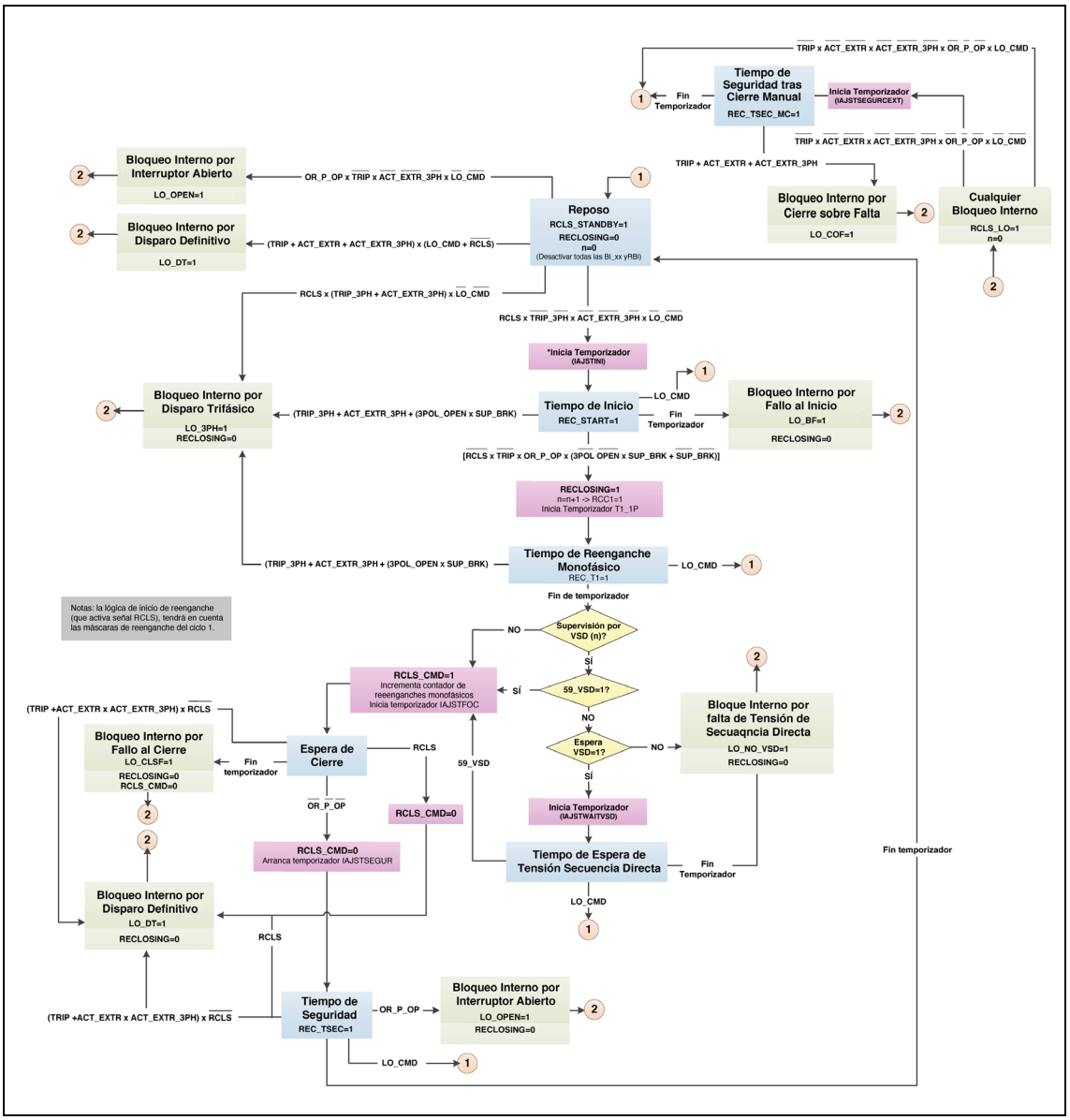


Figura 7.1.1 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo 1P.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

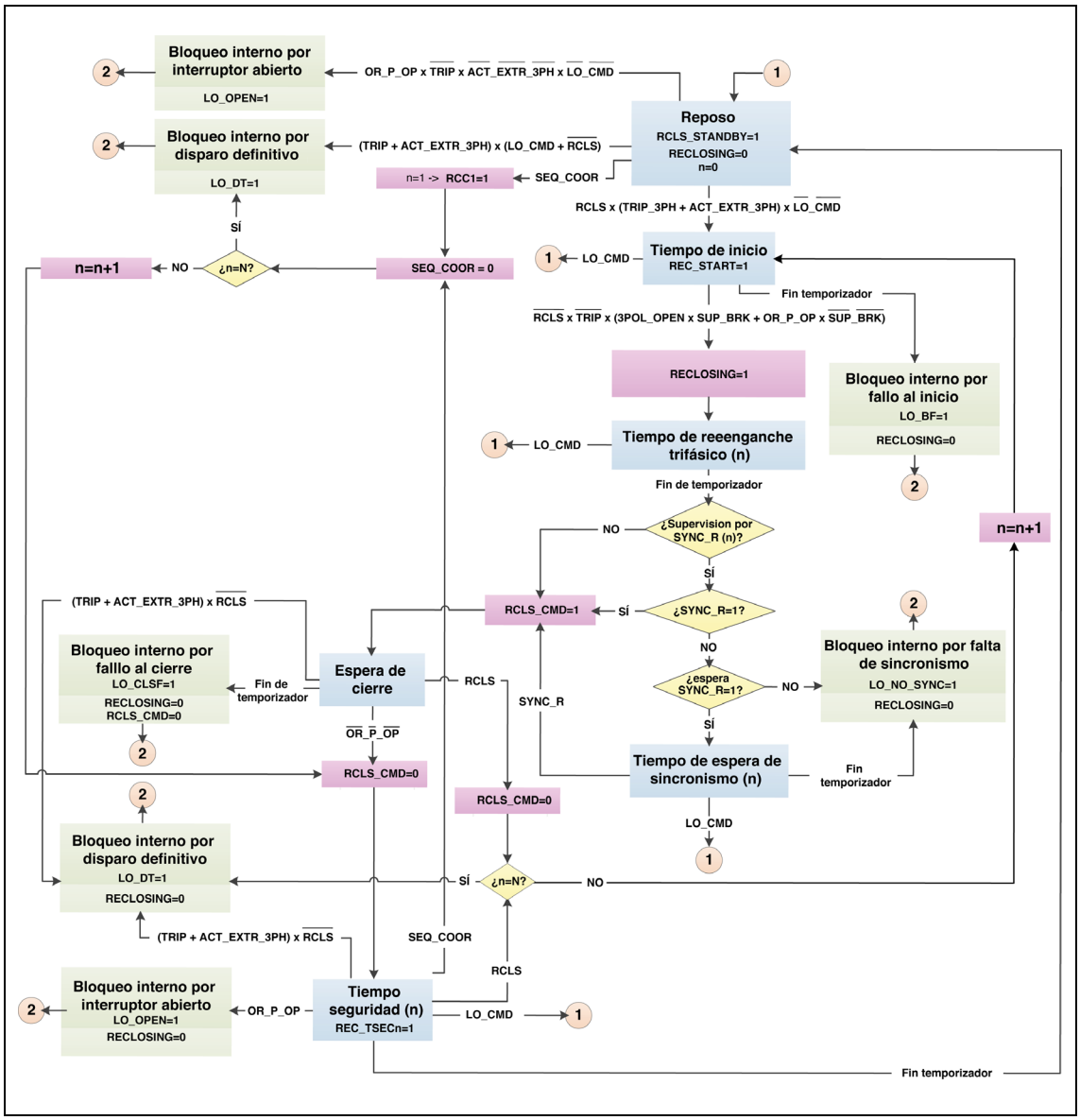


Figura 7.1.2 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo 3P.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

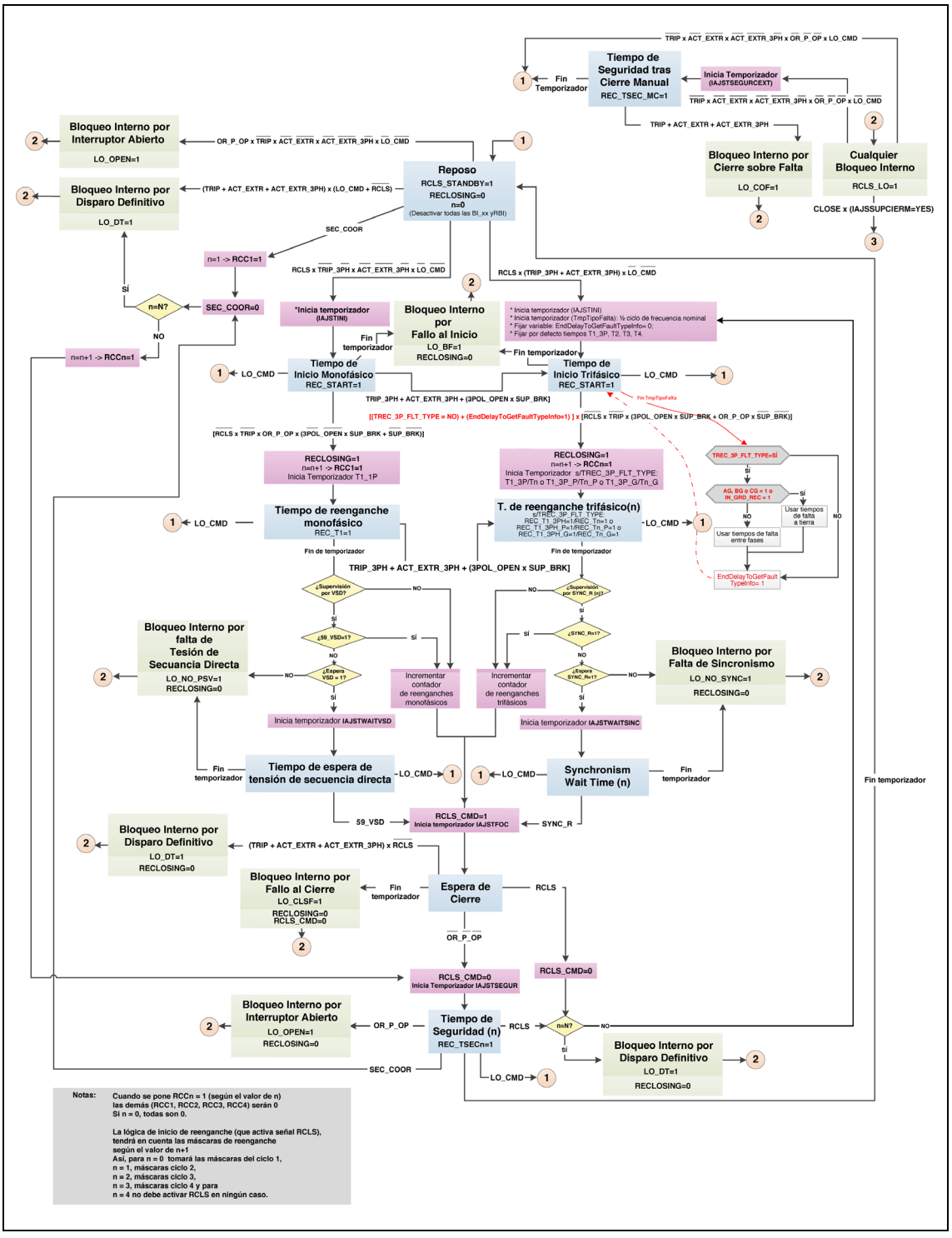


Figura 7.1.3 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo 1P/3P.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

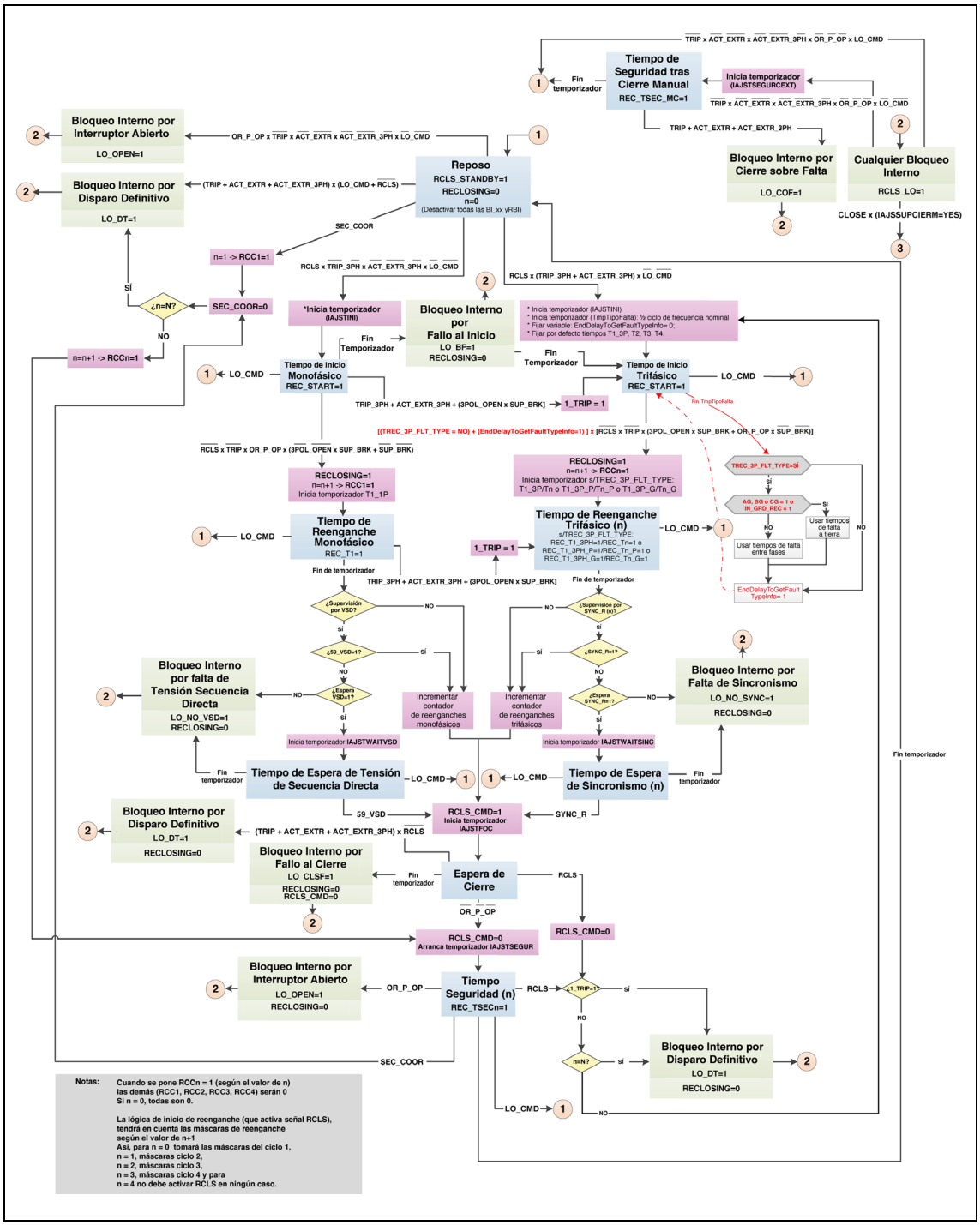


Figura 7.1.4 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo dependiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.7 Lógica de reenganche (modelos de interruptor doble o de interruptor y medio)

Las figuras 7.1.5 a 7.1.16 muestran los diagramas de flujo para los cuatro diferentes modos de operación del reenganchador para los modelos de interruptor simple. Leyenda para las figuras 7.1.5 a 7.1.16:

LEGEND	
RECLOSINGm	Inicio de reenganche m
LO_OPENm/s	Bloqueo interno del reenganchador m/e por interruptor abierto
LO_3PHm/s	Bloqueo interno del reenganchador m/e por disparo trifásico
LO_BFm/s	Bloqueo interno del reenganchador m/e por fallo al inicio
LO_CLSFm/s	Bloqueo interno del reenganchador m/e por fallo al cierre
LO_DTm/s	Bloqueo interno del reenganchador m/e por disparo definitivo
LO_NO_SYNCm/s	Bloqueo interno del reenganchador m/e por falta de sincronismo
BI_PSVL	Bloqueo interno del reenganchador m/e por falta de tensión de secuencia directa
LO_CFm/s	Bloqueo interno del reenganchador m/e por cierre sobre falta
LO_MASs	Bloqueo interno del reenganchador esclavo por orden del maestro
RCLS_Lom/s	Cualquier estado de bloqueo interno del reenganchador m/e
RCLS_CMDm/s	Orden de reenganche interruptor m/e
SLV_PERM	Habilitación del reenganchador esclavo
SLV_BLK	Bloqueo interno del reenganchador esclavo
REPm/s	Reenganchador m/e en espera
E_TINIMm/s	Tiempo de inicio monofásico
E_TINITm/s	Tiempo de inicio trifásico
E_TRMm/s	Tiempo de reenganche monofásico
E_TRTnm/s	Tiempo de reenganche n trifásico
E_ESP_SINCm/s	Tiempo de espera de sincronismo
E_ESP_CIERm/s	Tiempo de espera de cierre
E_TSEGm/s	Tiempo de seguridad 1
E_TSEGm/s	Tiempo de seguridad 2
E_SEG_CMm/s	Tiempo de seguridad después de cierre manual
E_ESP_CESCm	Espera de cierre de esclavo
E_MAES_CMs	Espera de maestro tras secuencia monofásica
E_MAES_CTs	Espera de maestro tras secuencia trifásica
E_ESP_VSD1	Tiempo de espera de tensión de secuencia directa
E_TCM1	Tiempo de espera de cierre manual
COm/s	Orden de cierre manual reenganchador m/e
TRIP	Disparo
TRIP_3PH	Disparo trifásico
ACT_EXTR	Activación disparo externo
ACT_EXTR_3PH	Activación disparo trifásico externo
52_ORPm_OP	Algún Polo Abierto interruptor m/e
52_ANDPm_OP	Tres polos abierto interruptor m/e
LO_CMD	Reenganchador en bloqueo por orden
RCLS	Orden de reenganche

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

LEYENDA	
Cont_mono	Contador de reenganches monofásicos
Cont_tri	Contador de reenganches trifásicos
59_VSD1	Sobretensión de tensión de secuencia directa
SEQ_COOR	Coordinación de secuencia
SUP_BRK	Supervisión de interruptor
AJ_SUP_VSD1	Ajuste de supervisión de tensión de secuencia directa
AJ_ESP_VSD1	Ajuste de espera de supervisión de tensión de secuencia directa
AJ_SUP_SIN	Ajuste de supervisión de sincronismo
AJ_ESP_SINC	Ajuste de espera de sincronismo
AJ_PERM_ESC	Ajuste de permiso de esclavo
AJ_CM_REENG	Ajuste de reenganche manual
nm	Ciclo de cierre en curso reenganchador M
N	Numero de reenganches programados

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

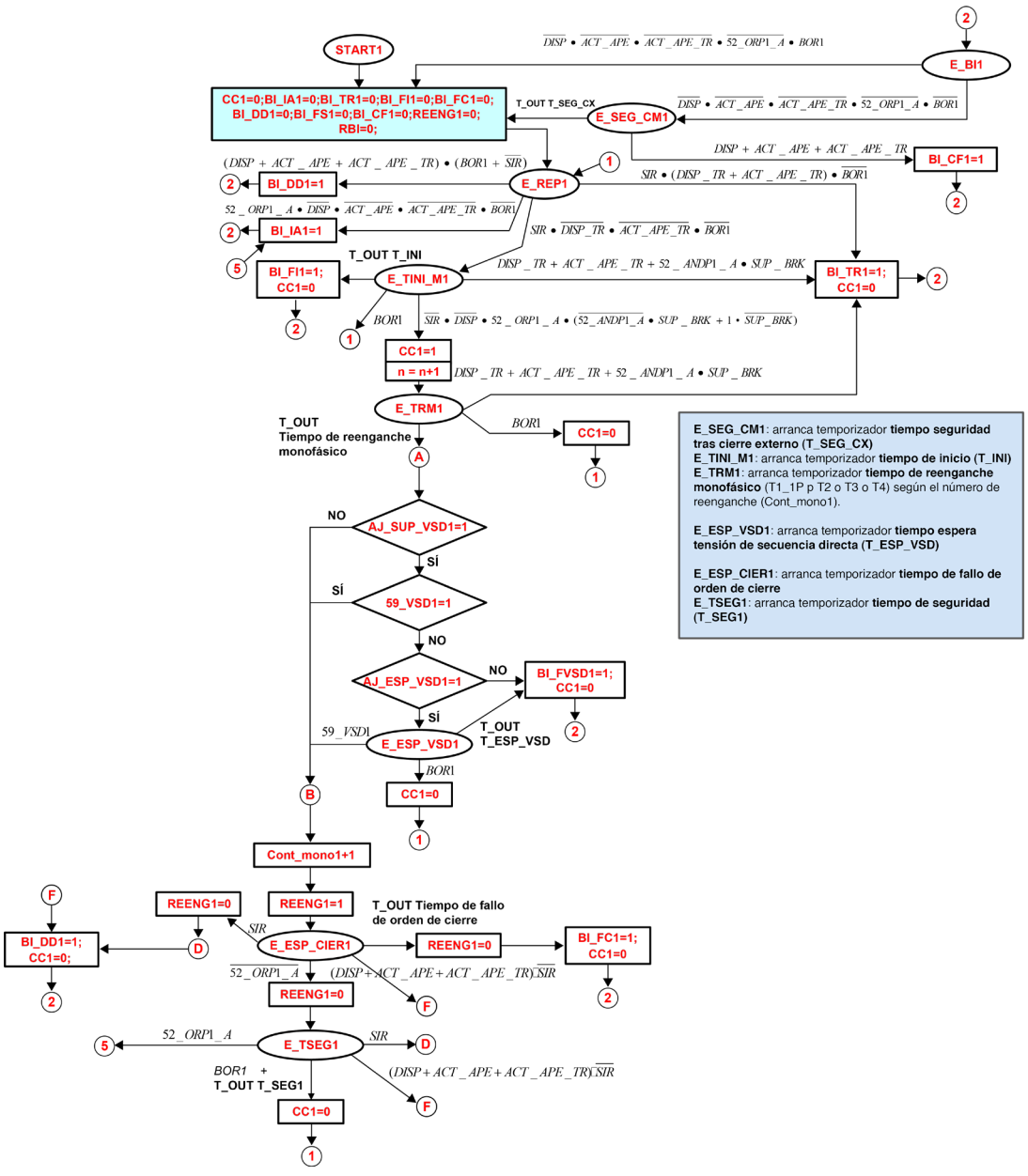


Figura 7.1.5 Modo 1P interruptor 1 solamente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

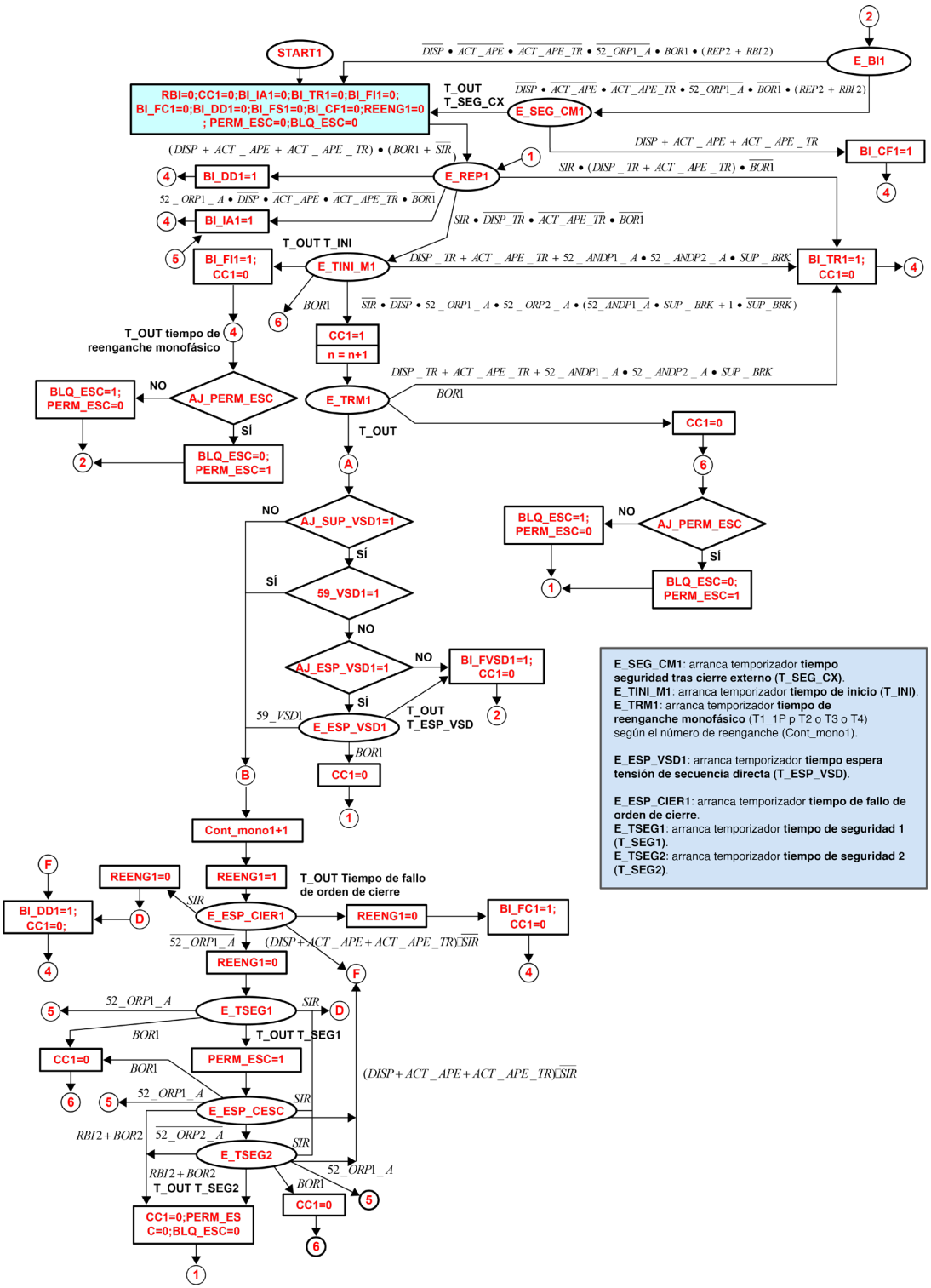


Figura 7.1.6 Modo 1P interruptor 1 maestro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

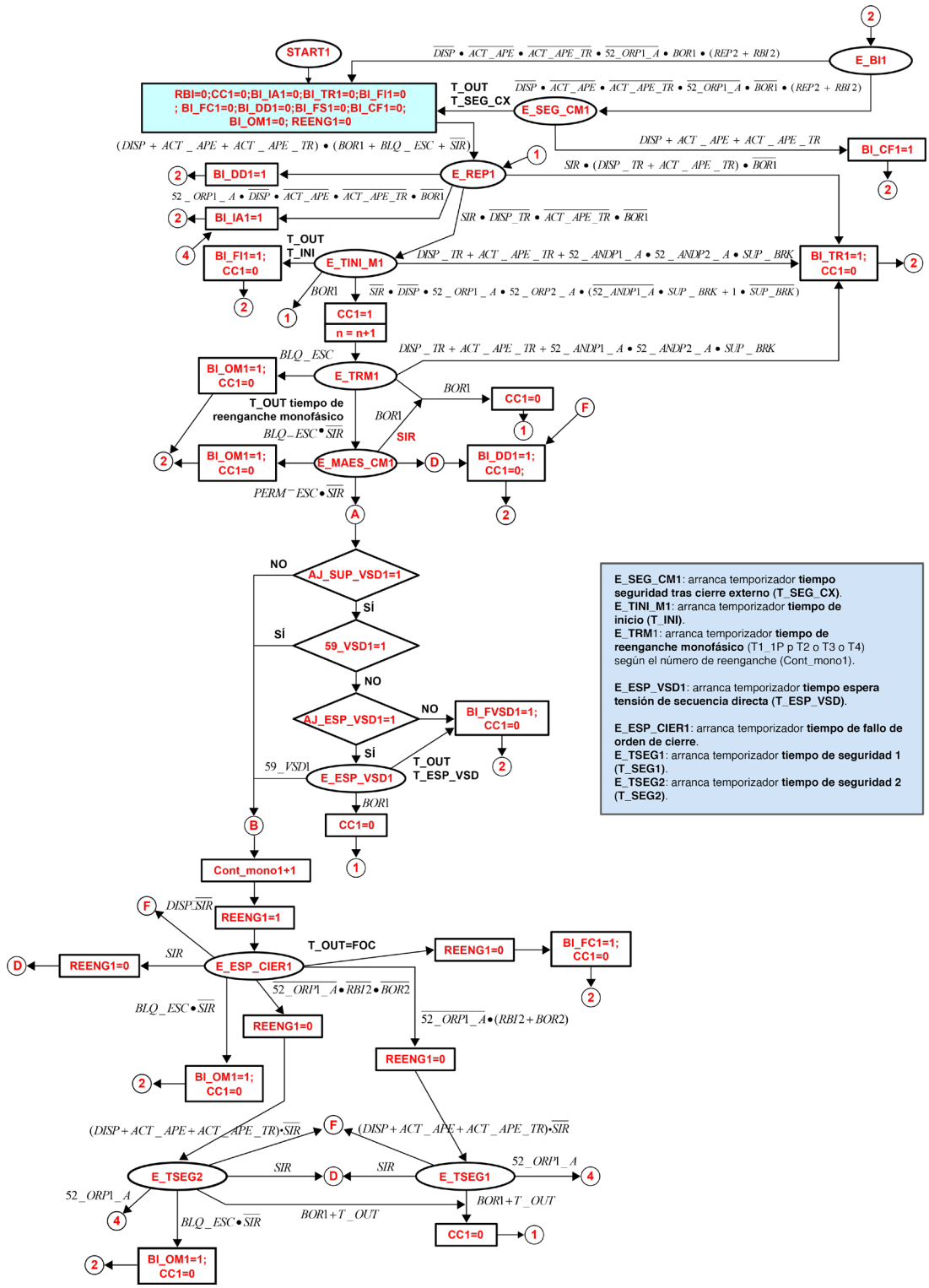


Figura 7.1.7 Modo 1P interruptor 1 esclavo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

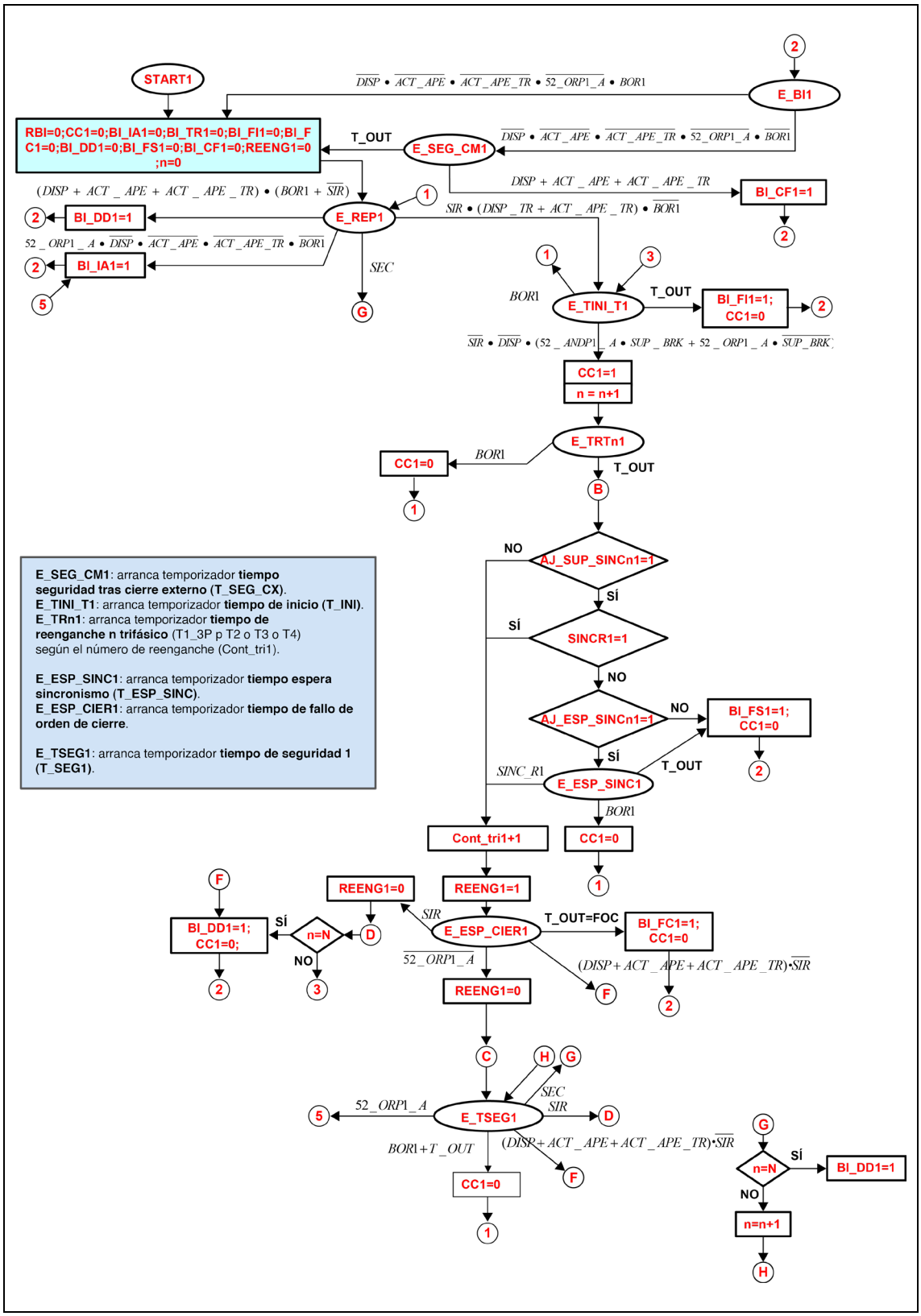


Figura 7.1.8 Modo 3P interruptor 1 solamente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

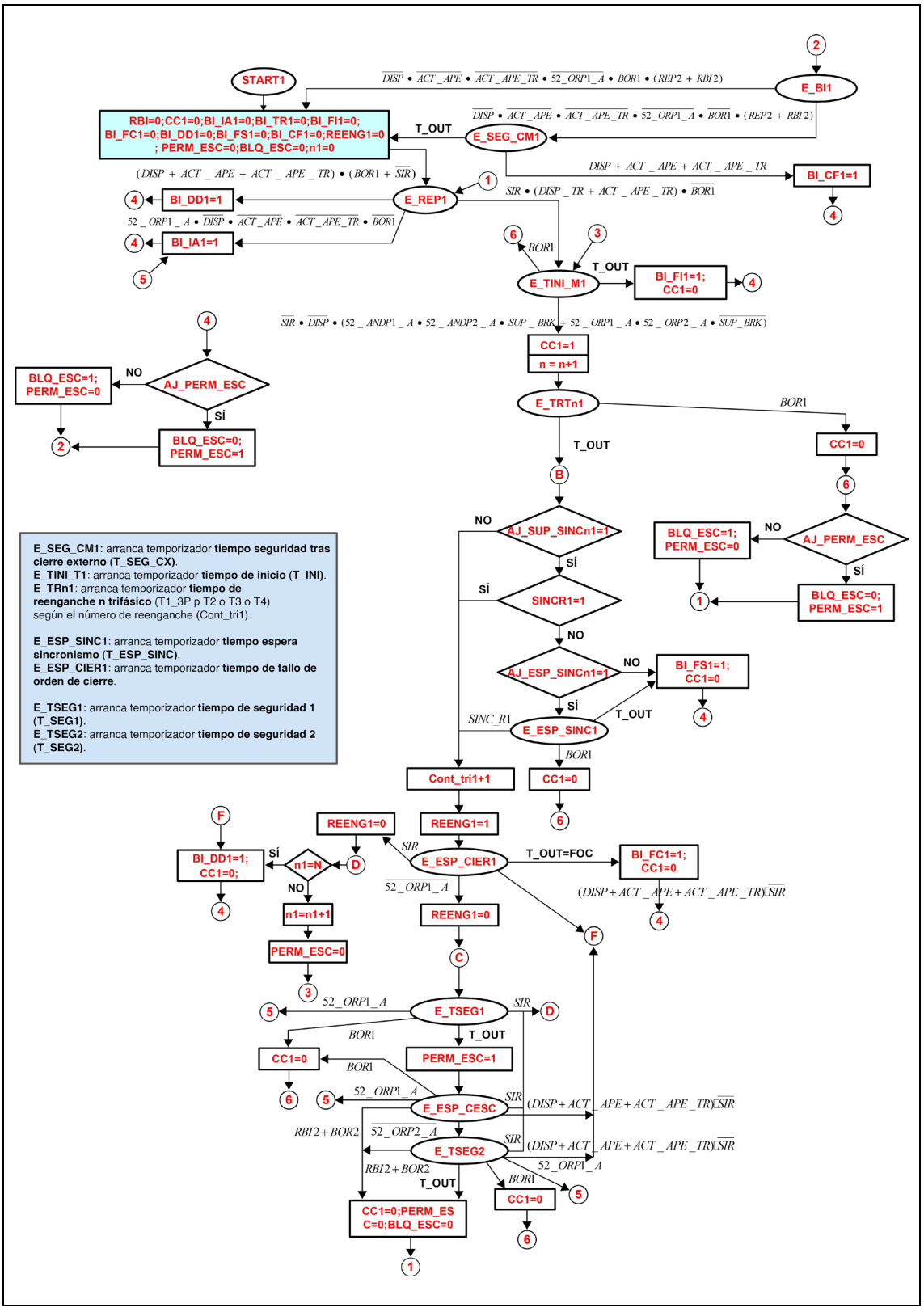


Figura 7.1.9 Modo 3P interruptor 1 maestro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

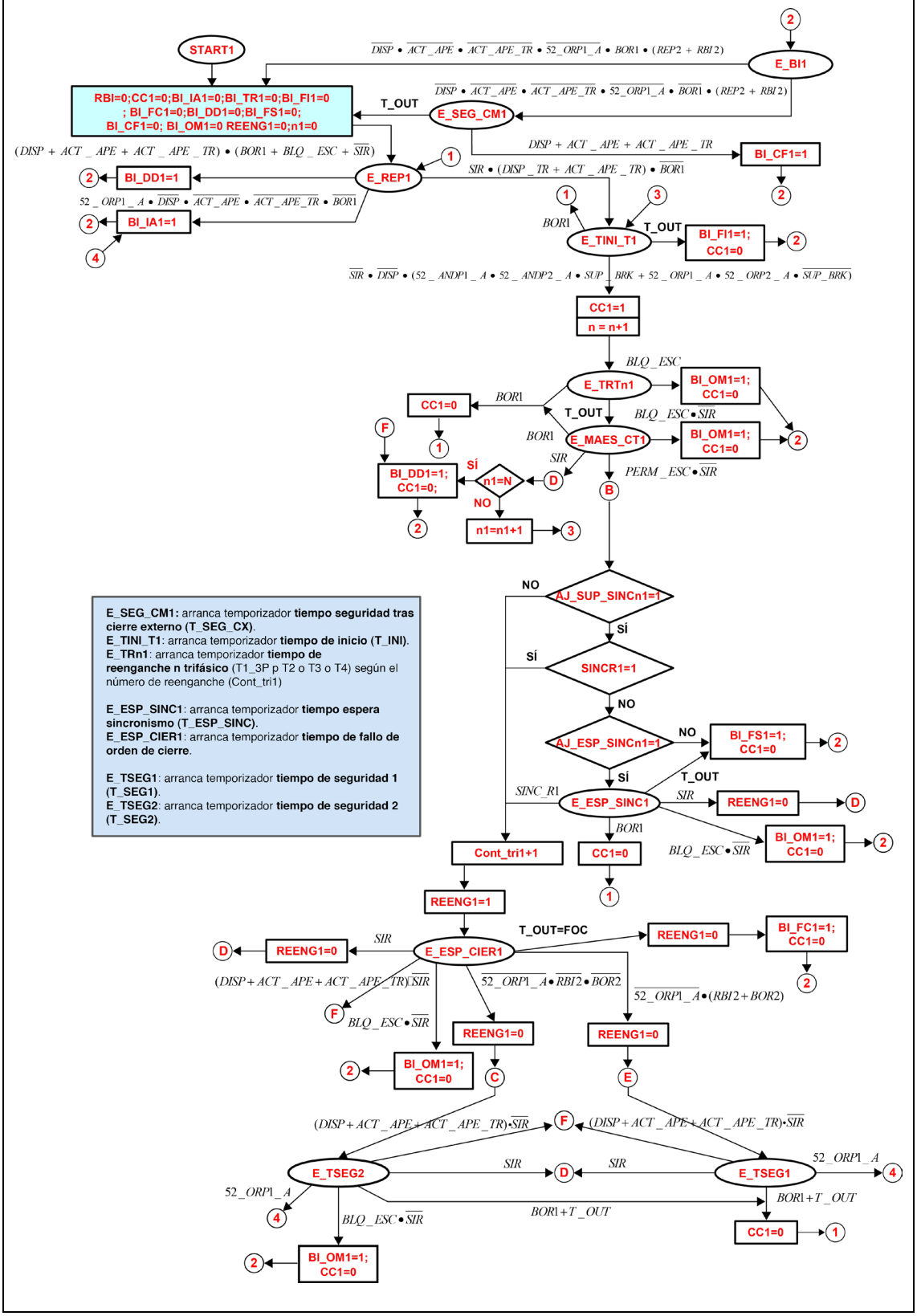


Figura 7.1.10 Modo 3P interruptor 1 esclavo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

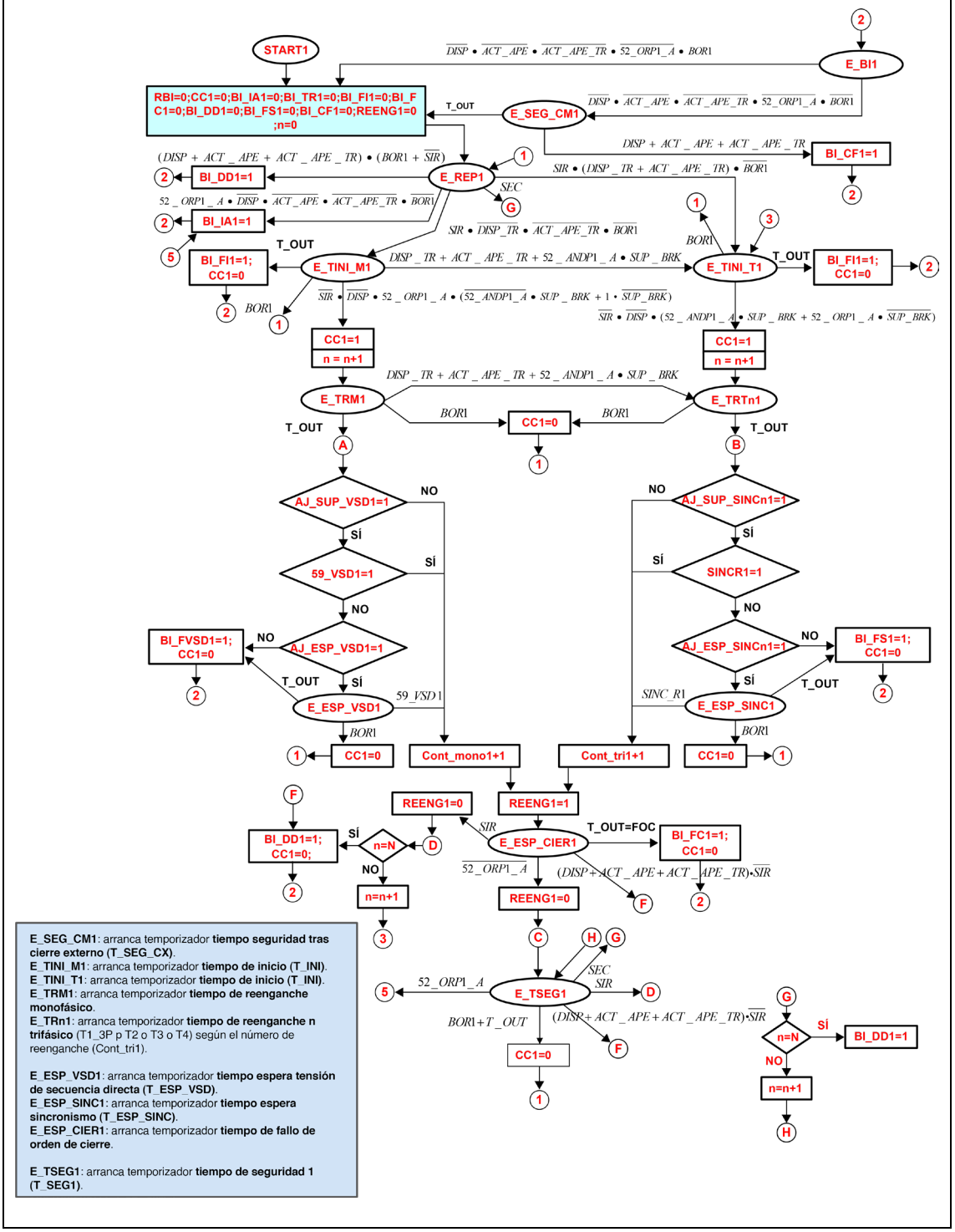


Figura 7.1.11 Modo 1P3P interruptor 1 solamente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

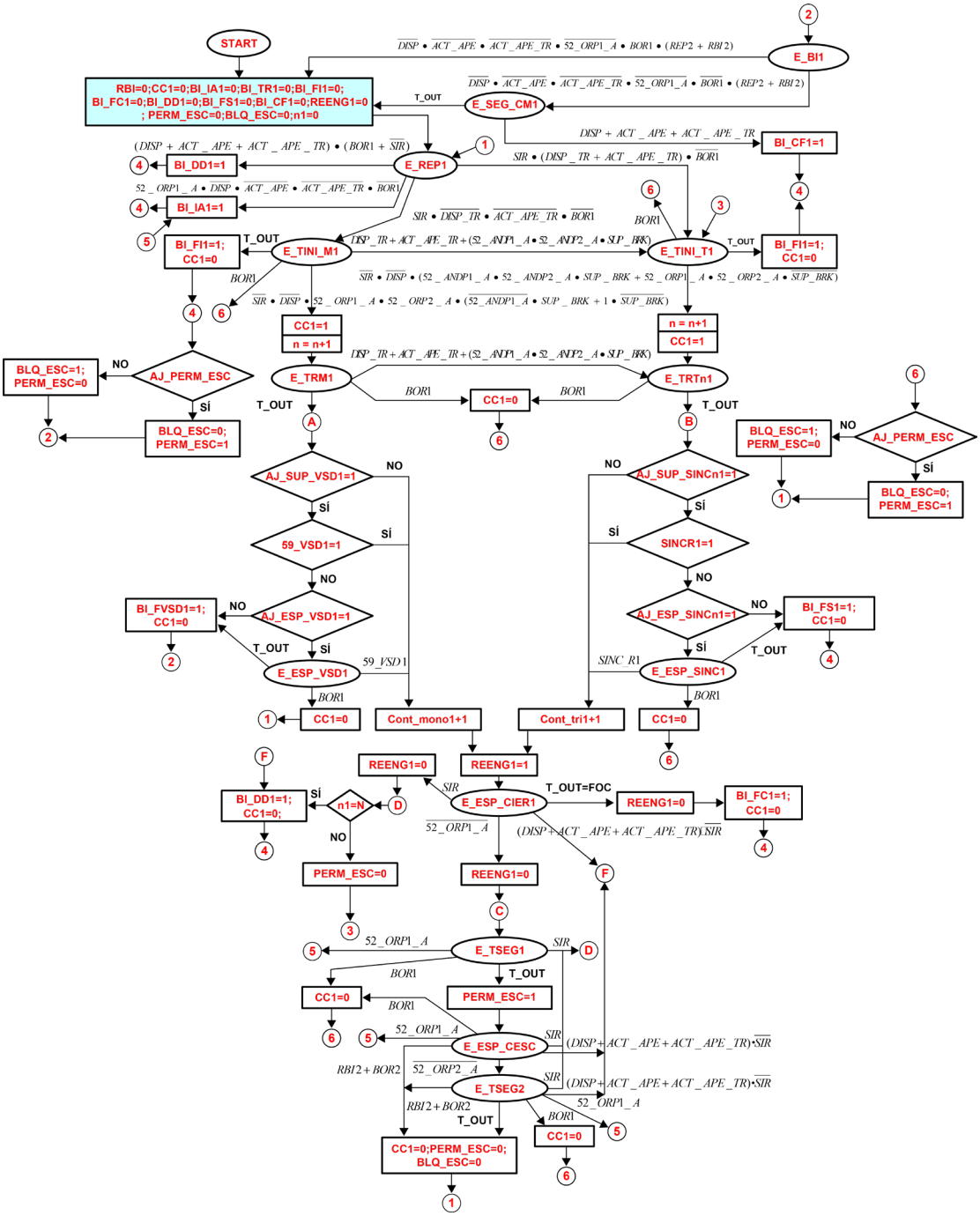


Figura 7.1.12 Modo 1P3P interruptor 1 maestro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

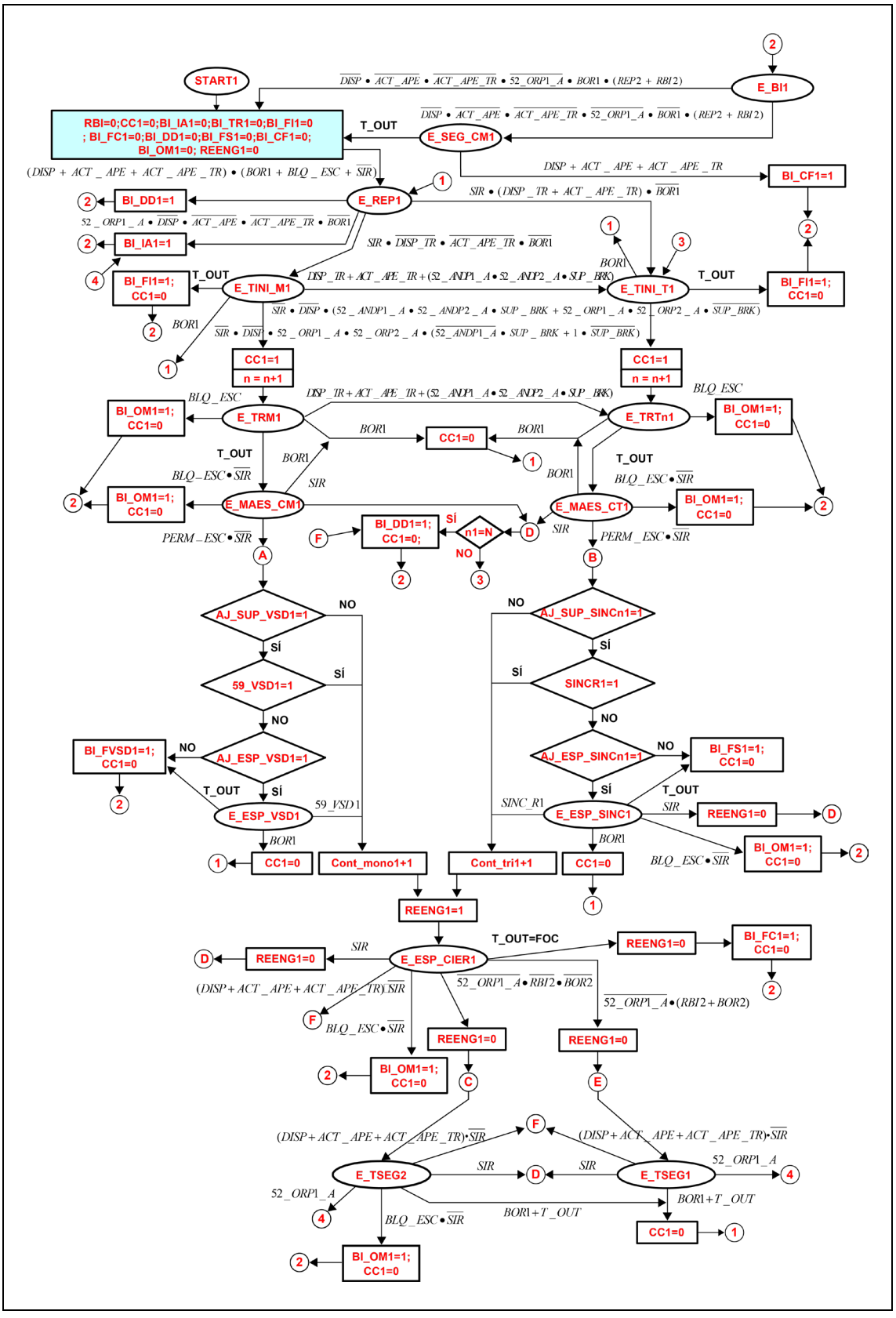


Figura 7.1.13 Modo 1P3P interruptor 1 esclavo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

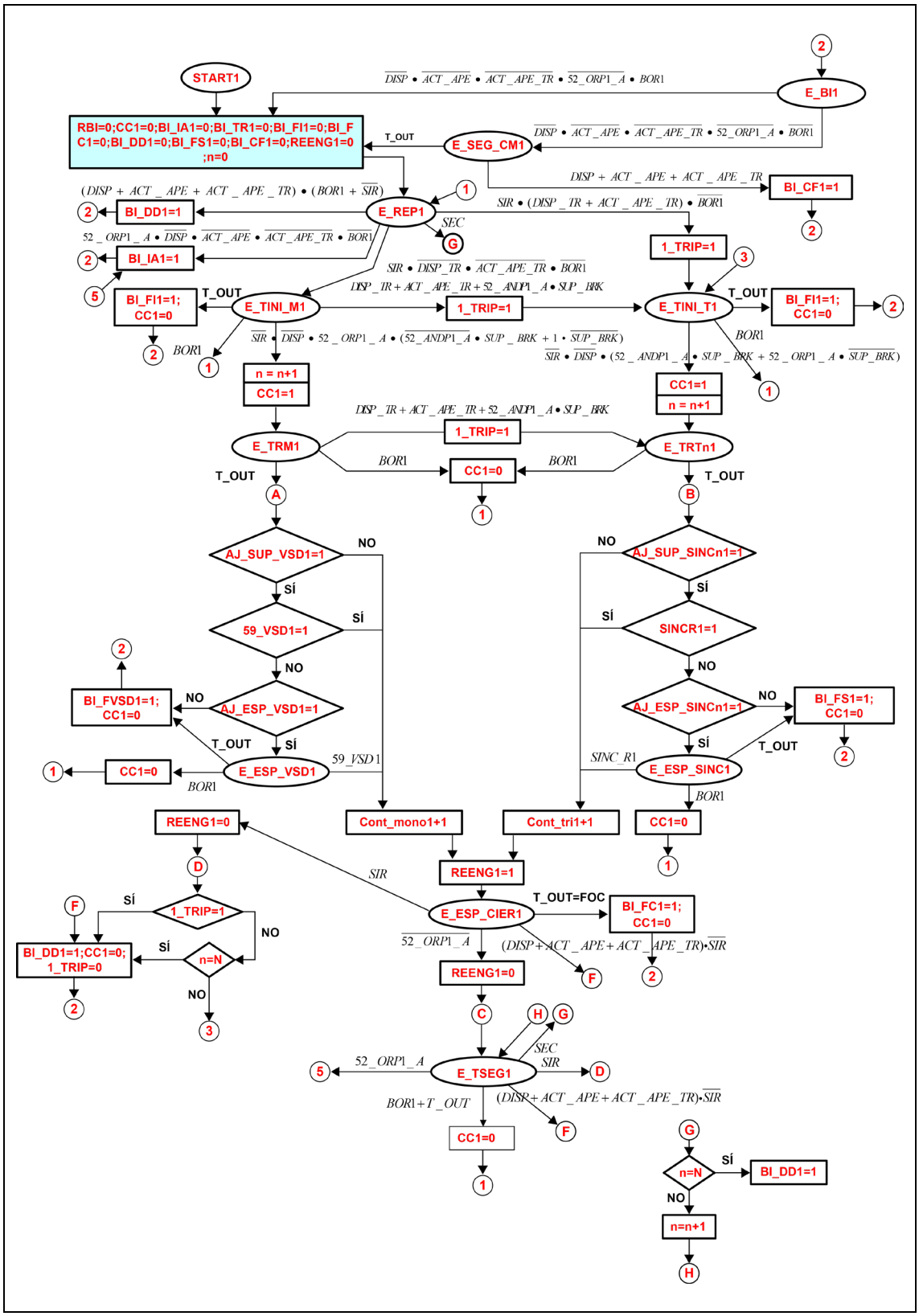


Figura 7.1.14 Modo DEP interruptor 1 solamente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

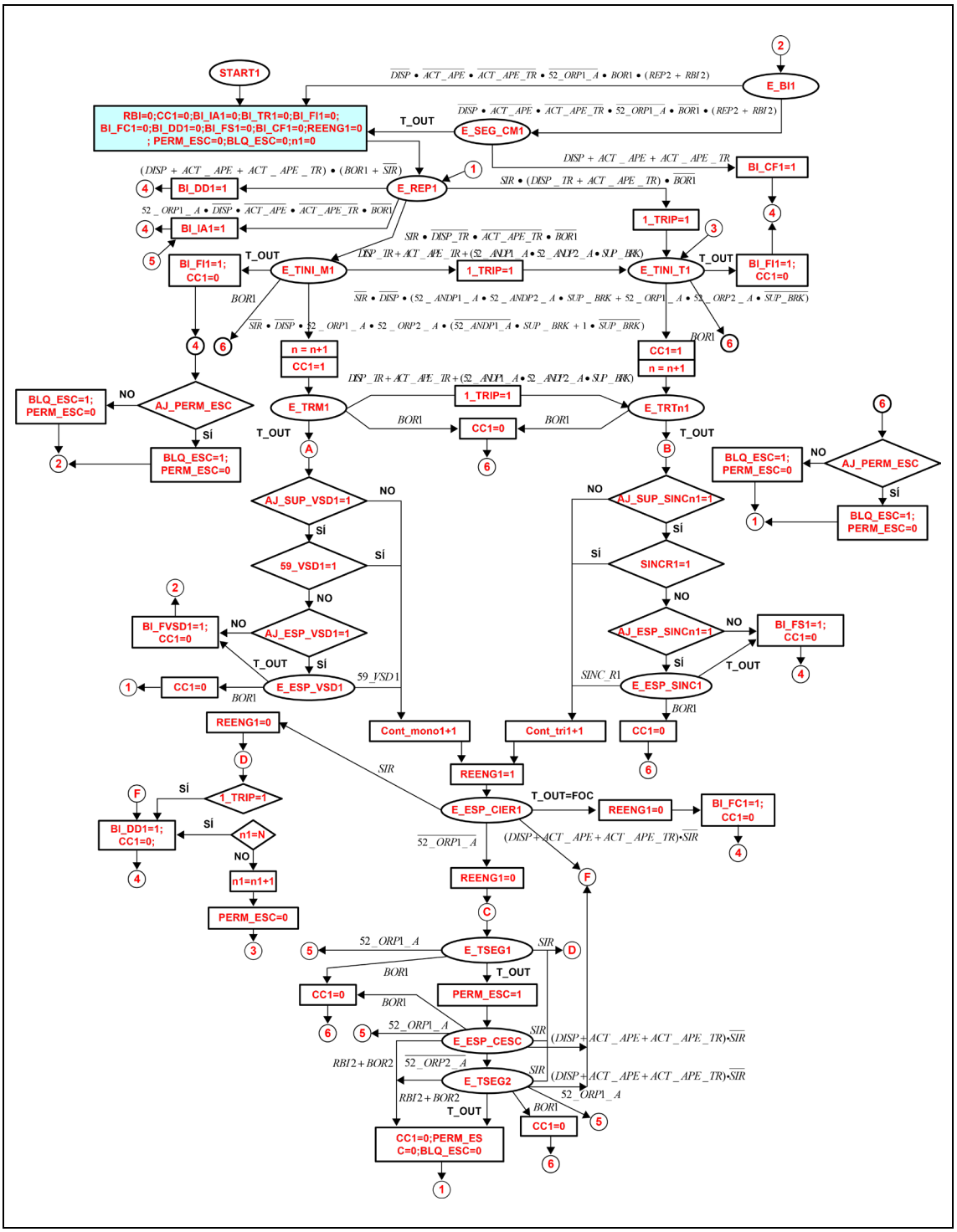


Figura 7.1.15 Modo DEP interruptor 1 maestro.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

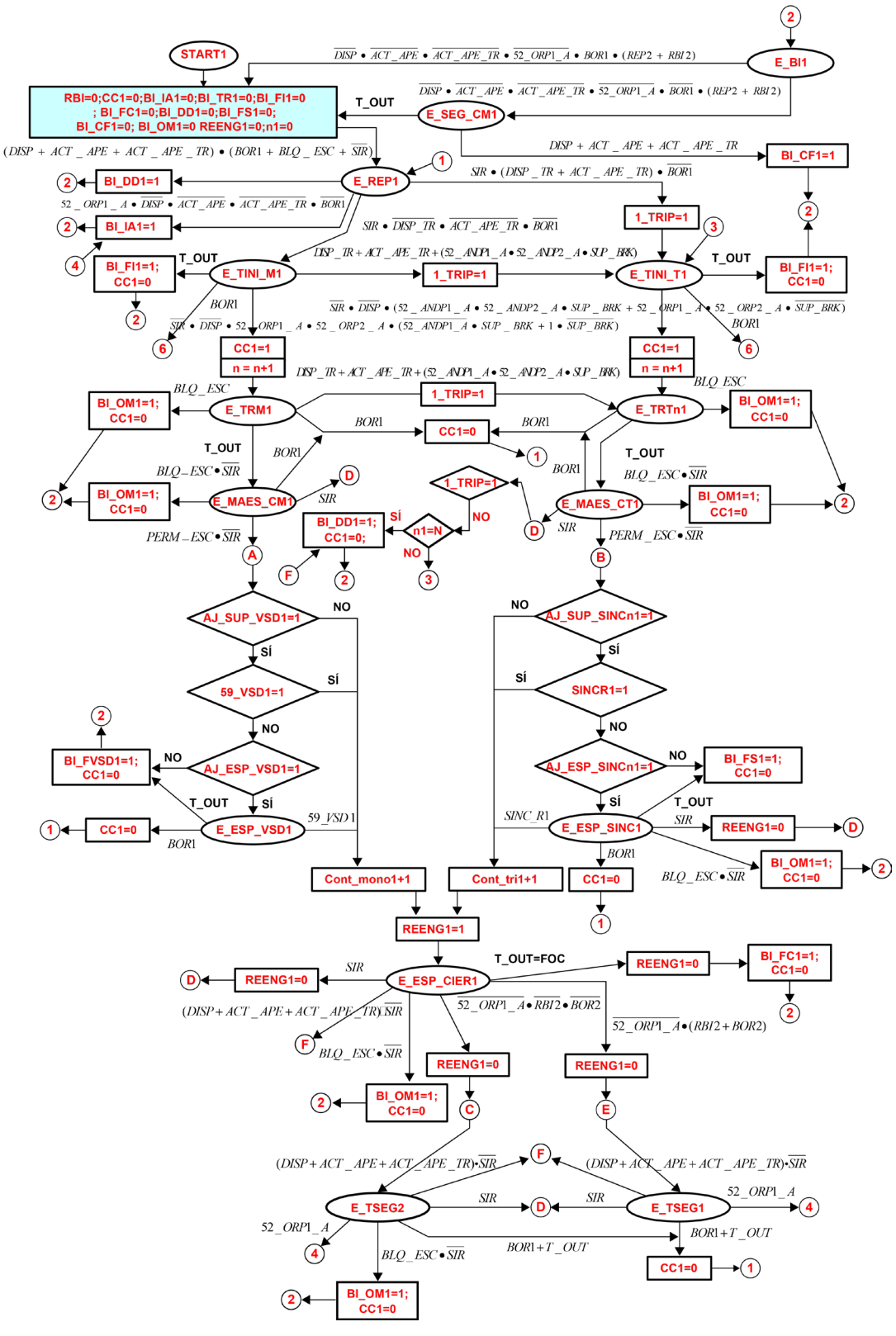


Figura 7.1.16 Modo DEP interruptor 1 esclavo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.8 Ciclo de reenganches

El ciclo de reenganches está compuesto por tantos ciclos de cierre (hasta cuatro) como hayan sido programados. En cada ciclo de cierre se realizan una serie de operaciones, cuya secuencia viene controlada por los ajustes realizados sobre el autómata de reenganche y por ciertos acontecimientos externos, detectados a través del sistema de entradas digitales o recibidos desde las unidades de protección contenidas en el propio equipo.

A continuación, se describen los diferentes estados que presenta el automatismo de reenganche.

7.1.8.a Inicio del ciclo

El reenganchador del **DLF** presenta dos estados de tiempo de inicio (estado de **Tiempo de inicio monofásico** y estado de **Tiempo de inicio trifásico**).

Partiendo de una situación de reposo, la operación del reenganchador se inicia de la forma siguiente:

- En el **Modo 1p**, la operación se inicia al producirse un disparo monofásico por alguna de las unidades de protección habilitadas o por la señal de **Activación disparo externo** (**ACT_EXTR**), estando desactivada la señal de **Activación disparo trifásico externo** (**ACT_EXTR_3PH**).

  En cualquiera de los dos casos se activará la señal **RCLS**, que sacará al reenganchador del estado de reposo para llevarlo al estado de Tiempo de inicio monofásico, siempre que el reenganchador no se encuentre en estado de bloqueo por orden.

  Si la activación de **RCLS** se debe a un disparo trifásico (**TRIP_3PH** o **ACT_EXTR_3PH**), el reenganchador evoluciona al estado de **Bloqueo interno por disparo trifásico** en lugar de iniciar un ciclo de reenganche.

- En el **Modo 3p**, la operación se inicia al producirse un disparo trifásico por alguna de las unidades de protección habilitadas o por la señal **Activación disparo trifásico externo** (**ACT_EXTR_3PH**).

  En cualquiera de los dos casos se activará la señal **RCLS**, que sacará al reenganchador de su estado de reposo para llevarlo al estado de **Tiempo de inicio trifásico**, siempre que el reenganchador no se encuentre en esto de bloqueo por orden.

- En los **Modos 1p/3p** y **Dependiente**, la operación del reenganchador se basa en la combinación de los dos modos anteriores (el **1p** para disparos monofásicos y el **3p** para disparos trifásicos).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Inicio del ciclo monofásico

En el estado de **Tiempo de inicio monofásico** se pone en marcha un contador de tiempo con el ajuste de **Tiempo de inicio**. Si este tiempo termina antes de detectarse la reposición de la falta (reposición de **RCLS**), la apertura del interruptor (**OR_P_OP**) y la caída del disparo (**TRIP**), el reenganchador evoluciona al estado de **Bloqueo interno por fallo al inicio**, del que sólo puede salir por medio de una **Orden de cierre** al interruptor. En caso contrario se inicia el ciclo monofásico activándose la señal **RECLOSING** (**Ciclo en curso**) y generándose el suceso de Inicio de ciclo de reenganche. La activación de **RECLOSING** produce la activación de **3PH_PREP** (señal de **Preparación de disparo trifásico**), como se indica en la lógica de disparo mono / trifásico, con lo que los disparos siguientes serán trifásicos hasta la desactivación de **RECLOSING**.

Nota: la señal RECLOSING permanecerá activada durante todo el ciclo completo del reenganchador m, desde que se inicia el primer ciclo hasta que el reenganchador vuelve a reposo o a bloqueo interno.

Si el disparo monofásico evoluciona a trifásico antes del fin del tiempo de inicio, el reenganchador pasa al estado de:

- **Bloqueo interno por disparo trifásico**, en el **Modo 1p**.
- **Tiempo de inicio trifásico**, en los **Modos 1p/3p** y **Dependiente**.

Inicio del ciclo trifásico

En el estado de **Tiempo de inicio trifásico** se pone en marcha un contador de tiempo con el ajuste de **Tiempo de inicio**. Al igual que en el caso monofásico, si este tiempo termina antes de detectarse la reposición de la falta (reposición de **RCLS**), la apertura del interruptor (**OR_P_OP**) y la caída del disparo (**TRIP**), el reenganchador evoluciona al estado de **Bloqueo interno por fallo al inicio**, del que sólo puede salir por medio de una **Orden de cierre** al interruptor. En caso contrario se inicia el ciclo trifásico activándose la señal **RECLOSINGm** (**Ciclo en curso**) y generándose el suceso de **Inicio de ciclo de reenganche**. La activación de **RECLOSING** produce la activación de **3PH_PREP** (señal de preparación de disparo trifásico), como se indica en la lógica de disparo mono / trifásico, con lo que los disparos siguientes serán trifásicos hasta la desactivación de **RECLOSING**.

Nota: la señal RECLOSING permanecerá activada durante todo el ciclo completo del reenganchador m, desde que se inicie el primer ciclo hasta que el reenganchador vuelva a reposo o a bloqueo interno.

Si el disparo monofásico evoluciona a trifásico (activación de las señales **TRIP_3PH** o **ACT_EXTR_3PH**) o si el interruptor abre sus tres polos (activación de **AND_P_OP**) antes del fin del tiempo de inicio, el reenganchador **m** pasa al estado de:

- **Bloqueo interno por disparo trifásico**, en el **Modo 1p**.
- **Tiempo de inicio trifásico**, en los **Modos 1p/3p** y **Dependiente**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.8.b Tiempo de reenganche

Existen dos estados de espera del tiempo de reenganche, según el carácter monofásico o trifásico del inicio de reenganche. En ambos casos, la activación de la **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**) producirá la activación de la salida **CLOSE** de **Mando**, dando esta última una **Orden de cierre** al interruptor.

Tiempo de reenganche monofásico

Al entrar este estado (lo cual tan sólo ocurrirá en el primer ciclo de los **Modos 1P** y **1P/3P**) se comenzará a contar el **Tiempo del primer reenganche monofásico** ajustado.

Si se efectúa una orden de **Bloqueo del reenganchador** (activación de **LO_CMD**) antes de que la cuenta finalice, el reenganchador regresa a **Reposo** sin efectuar el reenganche. Por otra parte, si el disparo monofásico evoluciona a trifásico (activación de las señales **TRIP_3PH** o **ACT_EXTR_3PH**) o si el interruptor abre sus tres polos (activación de **AND_P_OP**) antes del fin del tiempo de reenganche monofásico, el reenganchador m pasa al estado de:

- **Bloqueo interno por disparo trifásico**, en el **Modo 1P**.
- **Tiempo de inicio trifásico**, en los **Modos 1P/3P** y **Dependiente**.

En cambio, si la cuenta finaliza, se activará **RCLS_CMD** (**Orden de reenganche**) y se pasará al estado de **Tiempo de espera de cierre**.

Tiempo de reenganche trifásico

Al entrar este estado se comenzará a contar el tiempo ajustado que corresponda:

- El **Tiempo del primer reenganche trifásico**, si se trata del primer reenganche debido a un disparo trifásico.
- El **Tiempo del segundo, tercer o cuarto reenganche**, si se trata de un segundo, tercero o cuarto ciclo (como se ha indicado anteriormente, los reenganches distintos del primero serán siempre trifásicos).

Al igual que en estado de espera monofásico, si se bloquea manualmente el reenganchador (activación de **LO_CMD**) antes de que la cuenta finalice, el reenganchador regresa a reposo sin efectuar el reenganche. En cambio, si la cuenta finaliza, se pasa a comprobar si existen condiciones de sincronismo y seguidamente se activa **RCLS_CMD** (**Orden de reenganche**) si previamente se han cumplido las condiciones de sincronismo y tensión de secuencia directa.

En primer lugar, se consulta el valor del ajuste de ***Permiso de supervisión de sincronismo***, ajustable de forma independiente para cada uno de los tres posibles ciclos de reenganche. Si el ajuste correspondiente al ciclo actual está a **NO**, se genera **RCLS_CMD** (**Orden de reenganche**) y se pasa al estado de **Tiempo de espera de cierre** (se consulta previamente el valor del ajuste de ***Permiso de supervisión de Tensión de secuencia directa***).

Sin embargo, si el ajuste de habilitación se establece en **SÍ**, se comprueba **SYNC_R**, que indica la presencia de sincronismo en el interruptor correspondiente. Para ello, la unidad de sincronismo 1 siempre se tiene en cuenta para la lógica del reenganchador. Se debe tener en cuenta que si la unidad de sincronismo 1 está inhabilitada, siempre habrá permiso de reenganche por sincronismo. Si la señal **SYNC_R** está activa, se genera **RCLS_CMD** y se pasa al estado de **Tiempo de espera de cierre** (primero se comprueba el ajuste de ***Permiso de supervisión de tensión de secuencia directa***).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si no hay sincronismo (**SYNC_R** desactivada), se consulta el valor del ajuste de ***Permiso de espera de sincronismo***, ajustable de forma independiente para cada uno de los tres posibles ciclos de reenganche. Si el ajuste correspondiente al ciclo actual está a **NO**, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por falta de sincronismo**. Si, en cambio, el ajuste de espera está a **SÍ**, se comienza a contar el **Tiempo de espera de sincronismo** (ajustable).

La activación de **SYNC_R** antes del fin de la temporización de espera produce que se genere **RCLS_CMD** (**Orden de reenganche**) y se pase al estado de **Tiempo de espera de cierre** (se consulta previamente el valor del ajuste de ***Permiso de supervisión de Tensión de secuencia directa***). En caso contrario, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por falta de sincronismo**.

Una vez realizada la comprobación de sincronismo, se consulta el valor del ajuste de ***Permiso de supervisión de tensión de secuencia directa***. Si el ajuste está a **NO**, se genera **RCLS_CMD** (**Orden de reenganche**) y se pasa al estado de **Tiempo de espera de cierre**.

En cambio, si el ajuste de permiso está a **SÍ**, se pasa a consultar el estado de **59_VSD**, que indica que la tensión de secuencia directa supera el valor ajustado. Si dicha señal está activada, se genera **RCLS_CMD** y se pasa al estado de **Tiempo de espera de cierre**.

Si la tensión de secuencia directa no supera el valor ajustado (**59_VSD** desactivada), se consulta el valor del ajuste de ***Permiso de espera de tensión de secuencia directa***. Si el ajuste está a **NO**, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por falta de tensión de secuencia directa**. Si, en cambio, el ajuste de espera está a **SÍ**, se pasa al estado de **Tiempo de espera de tensión de secuencia directa**, en el cual se comienza a contar el ***Tiempo de espera de tensión de secuencia directa*** (ajustable).

La activación de **59_VSD** antes del fin de la temporización de espera produce que se genere **RCLS_CMD** (**Orden de reenganche**) y se pase al estado de **Tiempo de espera de cierre**. En caso contrario, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por falta de tensión de secuencia directa**.

7.1.8.c Espera de cierre

Una vez generada la **Orden de reenganche**, el reenganchador pasa al estado de **Espera de cierre**, en el cual comenzará a contar el **Tiempo de fallo de orden de cierre** ajustado en el módulo de Mando. Si ese tiempo transcurre antes de que cierren los tres polos del interruptor (desactivación de la señal **Algún polo abierto**, **OR_P_OP**) se activará la salida **FAIL_CLS** (**Fallo orden de cierre**) y el reenganchador pasará al estado de **Bloqueo interno por fallo al cierre**. Si durante el tiempo de **Fallo de orden** se cierran los tres polos del interruptor, el reenganchador pasará al estado de **Tiempo de seguridad**.

En ambos casos se desactiva la salida **RCLS_CMD**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.8.d Tiempo de seguridad

La entrada en este estado arrancará un temporizador con el ajuste del **Tiempo de seguridad**, común para los tres ciclos del reenganchador. Este tiempo sirve para discriminar si dos disparos consecutivos corresponden a la misma falta y no se han despejado con éxito o, por el contrario, a dos faltas consecutivas. Si el **Tiempo de seguridad** acaba sin que se produzca un disparo, el reenganchador pasa al estado de **Reposo** y finaliza el ciclo.

Si se produce un disparo (activación de **RCLS**) antes de finalizar el **Tiempo de seguridad**, el paso siguiente depende de que se haya alcanzado o no el número de reenganches programados. Si tal límite ha sido alcanzado o si el reenganchador funciona en el modo dependiente y el primer disparo ha sido, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por disparo definitivo**, finalizando el ciclo. En caso contrario, un nuevo disparo inicia un nuevo ciclo de cierre, pasando el sistema al estado de **Tiempo de inicio trifásico**.

La apertura de algún polo del interruptor antes de que finalice el **Tiempo de seguridad** lleva al reenganchador al estado de **Bloqueo por interruptor abierto**. Asimismo, si antes de que finalice el **Tiempo de seguridad** se efectúa una orden de **Bloqueo**, el reenganchador pasa al estado de **Reposo**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.9 Bloqueo interno del reenganchador

La Figura 7.1.17 muestra el diagrama de bloques del bloqueo interno del reenganchador. Este diagrama de bloques es común para cada uno de los cuatro modos de reenganche.

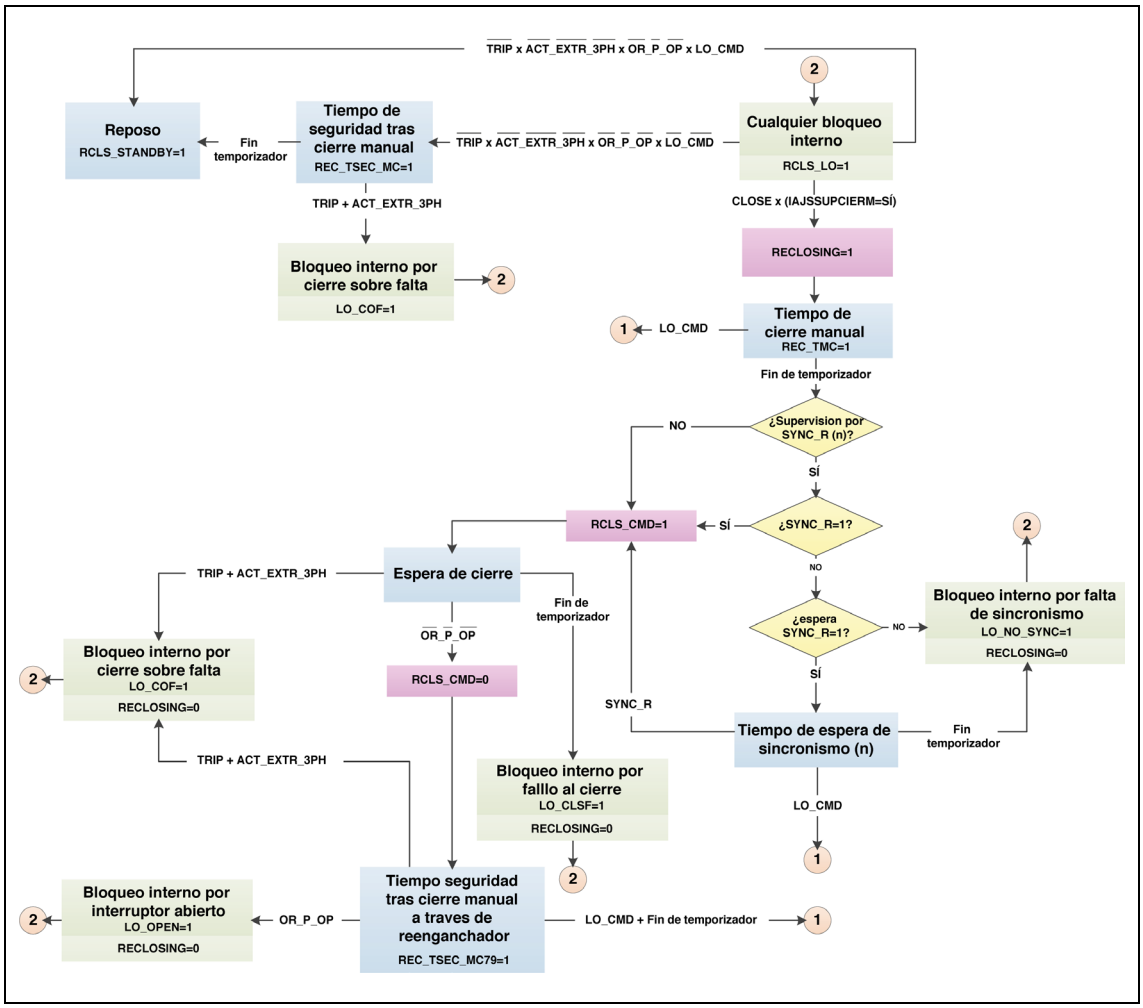


Figura 7.1.17 Diagrama de flujo del Reenganchador (II).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

LEYENDA	
RECLOSING	Reenganchador en Ciclo en Curso
RCLS_CMD	Orden de Reenganche
TRIP	Disparo
ACT_EXTR_3PH	Activación Disparo Trifásico Externo
CLOSE	Orden de cierre
OR_P_OP	Algún Polo Abierto
SYNC_R	Permiso de Cierre por sincronismo Interruptor
n	Ciclo de cierre en curso
N	Número de reenganches programados
RCLS_STANDBY	Reenganchador en Reposo
REC_TMC	Reenganchador en Tiempo de Cierre Manual
REC_TSEC_MC	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras Cierre Manual
REC_TSEC_MC79	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras Cierre Manual por reenganchador
LO_CMD	Reenganchador en Bloqueo por Orden
LO_OPEN	Bloqueo Interno del Reenganchador por Interruptor Abierto
LO_COF	Bloqueo Interno del Reenganchador por cierre sobre falta
LO_NO_SYNC	Bloqueo Interno del Reenganchador por Falta Sincronismo
LO_CLSF	Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Cierre
LO_BF	Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Inicio
RCLS_LO	Cualquier Estado de Bloqueo Interno del Reenganchador

El reenganchador permanecerá en cualquiera de los estados de **Bloqueo interno** alcanzados hasta que detecte el cierre del interruptor. Cuando tal situación sea detectada, el reenganchador abandonará el estado de **Bloqueo interno** alcanzado y pasará al de ***Tiempo de seguridad tras un cierre externo***.

También puede salir del estado de **Bloqueo Interno** cuando se da una **Orden de Cierre manual a través del reenganchador**. Se produce esta situación cuando la función de órdenes del relé genera una Orden de cierre para que sea el propio reenganchador quien la realice. Para que esto ocurra se debe poner el ajuste ***Cierre Manual por Reenganchador*** en **SÍ**. El reenganchador pasara al estado de **Tiempo de cierre manual**.

7.1.9.a Tiempo de seguridad tras cierre manual

Al entrar en este estado se comienza la cuenta del ajuste de ***Tiempo de seguridad tras un cierre externo***. Si la cuenta finaliza sin que se produzca ningún disparo (del propio equipo o externo), el reenganchador pasará al estado de reposo. Si, por el contrario, se produjera un disparo antes de finalizar el tiempo, el reenganchador pasaría al estado de **Bloqueo interno por cierre sobre falta (LO_COF)** y el disparo sería definitivo, sin reenganche posterior.

7.1.9.b Tiempo de cierre manual

Al entrar en este estado se inicia el ciclo activándose la señal **Reenganchador en Ciclo en curso** (**RECLOSING**) y comienza la cuenta del ajuste de **Tiempo de cierre manual**.

Si se efectúa una orden de **Bloqueo del reenganchador** (**LO_CMD**) antes de que la cuenta finalice, el reenganchador regresa a reposo sin efectuar el reenganche. En cambio, si la cuenta finaliza, se pasa a comprobar si existen condiciones de sincronismo y seguidamente se activa la **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**) si previamente se han cumplido las condiciones de sincronismo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En primer lugar, se consulta el valor del ajuste de ***Permiso de supervisión de sincronismo***, ajustable de forma independiente para cada uno de los cuatro posibles ciclos de reenganche. Si el ajuste correspondiente al ciclo actual está a **NO**, se genera la **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**) y se pasa al estado de **Tiempo de espera de cierre**. En cambio, si el ajuste de permiso está a **SÍ**, se pasa a consultar el estado de **Permiso de Cierre por sincronismo** (**SYNC_R**) de la unidad de sincronismo 1 correspondiente, que indica la presencia de sincronismo. Si dicha señal está activada, se genera la **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**) y se pasa al estado de **Tiempo de espera de cierre**.

Si no hay sincronismo (**SYNC_R** desactivada), se consulta el valor del ajuste de **Permiso de espera de sincronismo**, ajustable de forma independiente para cada uno de los cuatro posibles ciclos de reenganche. Si el ajuste correspondiente al ciclo actual está a **NO**, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por falta de sincronismo (LO_NO_SYNC)**. Si, en cambio, el ajuste de espera está a **SÍ**, se pasa al estado de **Tiempo de espera de sincronismo**, en el cual se comienza a contar el **Tiempo de espera de sincronismo** (ajustable).

La activación de **Permiso de Cierre por sincronismo** (**SYNC_R**) antes del fin de la temporización de espera produce que se genere la **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**) y se pase al estado de **Tiempo de espera de cierre**. En caso contrario, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por falta de sincronismo (LO_NO_SYNC)**.

La activación de la **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**) producirá la activación de la salida **CLOSE** de **Mando**, dando esta última una orden de cierre al interruptor.

7.1.9.c Espera de cierre

Una vez generada la **Orden de reenganche** (**RCLS_CMD**), el reenganchador pasa al estado de **Espera de cierre**, en el cual comenzará a contar el **Tiempo de fallo de orden de cierre** ajustado en el módulo de Mando.

Si ese tiempo transcurre antes de que cierren los tres polos del interruptor (desactivación de la señal **Algún polo abierto**, **OR_P_OP**) se activará la salida **Fallo orden de cierre** (**FAIL_CLS**) y el reenganchador pasará al estado de **Bloqueo interno por fallo al cierre (LO_CLSF)**.

Si se produce un disparo (activación de **RCLS**) antes de que finalice el **Tiempo de fallo de orden de cierre**, el siguiente paso es una función de si se ha alcanzado o no el número de reenganches programados. Si se ha alcanzado este límite, el reenganchador entra en el estado **Bloqueo interno por disparo definitivo** (**LO_DT**), finalizando el ciclo. De lo contrario, un nuevo disparo inicia un nuevo ciclo de reenganche y el sistema retorna al estado de **Tiempo de inicio**.

Si durante el tiempo de **Fallo de orden** se cierran los tres polos del interruptor, el reenganchador pasará al estado de **Tiempo de seguridad**.

Si se produce un disparo antes de finalizar el **Tiempo de fallo de orden de cierre**, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por cierre sobre falta (LO_COF)**, finalizando el ciclo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.9.d Tiempo de seguridad tras cierre manual a través de reenganchador

La entrada en este estado arrancará un temporizador con el ajuste del **Tiempo de seguridad tras cierre manual a través de reenganchador**, común para los cuatro ciclos del reenganchador. Este tiempo sirve para discriminar si dos disparos consecutivos corresponden a la misma falta y no se han despejado con éxito o, por el contrario, a dos faltas consecutivas. Si el **Tiempo de seguridad** acaba sin que se produzca un disparo, el reenganchador pasa al estado de **Reposo** y finaliza el ciclo.

Si se produce un disparo antes de finalizar el **Tiempo de seguridad**, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por cierre sobre falta (LO_COF)**, finalizando el ciclo.

La apertura de algún polo del interruptor antes de que finalice el **Tiempo de seguridad** lleva al reenganchador al estado de **Bloqueo por interruptor abierto (LO_OPEN)**. Asimismo, si antes de que finalice el **Tiempo de seguridad** se efectúa una orden de **Bloqueo**, el reenganchador pasa al estado de **Reposo**.

7.1.10 Bloqueo por orden (manual o externa)

El reenganchador dispone de dos tipos de órdenes de bloqueo, que le llevarán al estado de bloqueo por orden: orden **manual** y orden **externa**

Las órdenes de bloqueo manual y externo se producen mediante la activación de las entradas lógicas **INBLK_MAN** (**Orden de bloqueo manual del reenganchador**) y **INBLK_EXT** (**Bloqueo externo del reenganchador**) respectivamente. La finalidad la entrada lógica **INBLK_MAN** es la de recibir señales procedentes de la interfaz hombre-máquina (HMI) o de comunicaciones (en modo local o remoto), mientras que la entrada lógica **INBLK_EXT** tiene como fin recibir señales externas, que llegarán por medio de las entradas digitales del equipo.

La orden de bloqueo externa podrá ser por pulso o por nivel, en función del ajuste **Tipo bloqueo externo**. Cuando dicho ajuste esté en **Pulso**, la entrada en el estado de **Bloqueo por orden del reenganchador** se dará con un pulso de activación de la entrada **Bloqueo externo del reenganchador** (**INBLK_EXT**), mientras que la salida de dicho estado se producirá con un pulso de activación de las entradas **Desbloqueo externo** (**IN_UNBLK_EXT**) o **Desbloqueo manual** (**IN_UNBLK_MAN**). Sin embargo, si el ajuste **Tipo bloqueo externo** está en **Nivel**, tanto el bloqueo como el desbloqueo del reenganchador se producirán a través de la entrada **INBLK_EXT**. Si dicha entrada está a **1**, el reenganchador estará bloqueado y no se tendrá en cuenta el estado de las entradas **IN_UNBLK_EXT** e **IN_UNBLK_MAN**; si **INBLK_EXT** está a **0**, el reenganchador estará desbloqueado y no se tendrá en cuenta el estado de la entrada **IN_BLK_MAN**.

Si el reenganchador estuviera realizando un ciclo de reenganches, se detendría al recibir la orden de bloqueo, pasando al estado de reposo. En este estado, no se iniciaría ningún intento de reenganche tras un disparo, que sería, en todos los casos, definitivo, generándose el suceso de **Reenganchador en bloqueo interno por disparo definitivo (LO_DT)**.

Si estando el reenganchador bloqueado y en estado de reposo se recibiera una orden de desbloqueo y el interruptor estuviera abierto, el reenganchador pasaría al estado de **Bloqueo interno por interruptor abierto (LO_OPEN)**, del cual se saldría al cerrar el interruptor. Si, por el contrario, el interruptor estuviera cerrado, el reenganchador se mantendría en el estado de reposo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.11 Disparo definitivo

El reenganchador generará una señal de **Bloqueo interno por disparo definitivo** (**LO_DT**) cuando se produzca un disparo estando el reenganchador en **Bloqueo por orden** o en unas circunstancias tales que no se active la señal de inicio de reenganche (**RCLS**). En tal caso, el reenganchador pasa al estado de **Bloqueo interno por disparo definitivo (LO_DT)**.

Aunque no se expresa en los diagramas de flujo, cada vez que se activen las señales **Bloqueo interno por fallo al inicio** (**LO_BF**), **Bloqueo interno por fallo al cierre** (**LO_CLSF**) y **Bloqueo interno por fallo de sincronismo** (**LO_NO_SYNC**), se debe activar también la señal **Bloqueo interno por disparo definitivo** (**LO_DT**).

7.1.12 Reenganchador fuera de servicio

Cuando el ajuste **AJ_SERV** (***Reenganchador en servicio***) tome el valor **0** (***Fuera de servicio***), no se ejecutará el control de órdenes de bloqueo y desbloqueo (lógica y autómata) ni los autómatas de reenganche.

El reenganchador se encontrará fuera de servicio siempre que se inhabilite el ajuste de **En servicio**.

7.1.13 Contador de reenganches

Existe un contador, accesible desde el display, que indica el número de reenganches realizados desde la última puesta a cero, acción que puede realizarse desde el propio HMI, por entrada digital o por comunicaciones.

7.1.14 Coordinación de secuencia

La unidad de Coordinación de secuencia es una función encargada de mantener la coordinación de protecciones entre dos relés, uno aguas arriba del otro.

Es importante que las unidades de sobreintensidad activas en el relé de aguas arriba estén coordinadas con las del relé de aguas abajo para evitar disparos erróneos para faltas que deban ser despejadas éstos últimos. Para ello se implementa la coordinación de secuencia con el fin de que el relé de aguas arriba incremente sus ciclos de reenganche a la vez que el de aguas abajo.

La unidad de Coordinación de secuencia detecta los arranques y reposiciones de las unidades de sobreintensidad, de forma que cuando una de estas señales se activa y repone sin haber un disparo intermedio, el relé lo interpreta como un ciclo de reenganche del relé aguas abajo e inicia un ciclo virtual de reenganche. Este ciclo virtual incrementa el contador de reenganches sin abrir y cerrar el interruptor, de forma que cambian los ajustes asociados al ciclo (máscaras de disparo) pero se mantiene la coordinación con el relé situado aguas abajo, evitando de esta manera disparos erróneos debidos a los cambios de ajustes por cada ciclo de reenganche del relé aguas abajo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Una vez realizado el incremento de ciclo, la unidad esperará durante el **Tiempo de seguridad**, que debe ser mayor que la suma del tiempo de reenganche más el tiempo de seguridad del reenganchador del relé de aguas abajo. Si durante este tiempo se da otra secuencia de arranque y reposición sin disparo intermedio, la coordinación de secuencia inicia el siguiente ciclo (hasta un máximo de 4 ciclos) tras lo cual la unidad pasa el estado de **Bloqueo interno por disparo definitivo**. Si no se da esta secuencia, el contador de reenganches se pone a 0 y la función pasa al estado inicial.

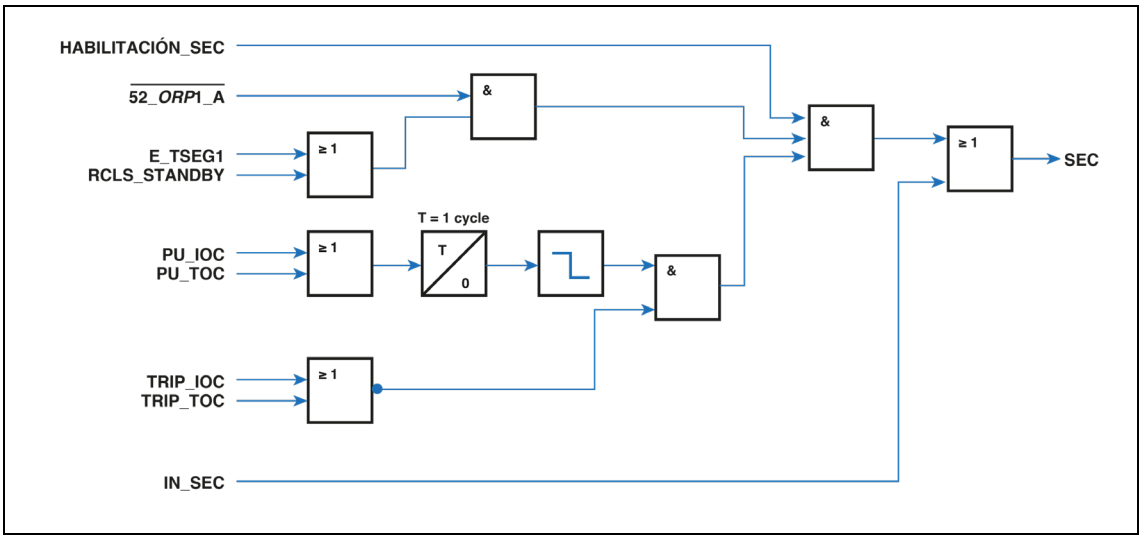


Figura 7.1.18 Diagrama lógico de coordinación de secuencia.

LEYENDA	
IN_SEC	Entrada activación Coordinación de Secuencia.
PU_IOC	OR de arranque de todas las unidades de Sobreintensidad Instantánea.
PU_TOC	OR de arranque de todas las unidades de Sobreintensidad Temporizada.
TRIP_IOC	OR de disparo de todas las unidades de Sobreintensidad Instantánea.
TRIP_TOC	OR de disparo de todas las unidades de Sobreintensidad Temporizada.
E_TSEG1	Tiempo de seguridad 1.
RCLS_STANDBY	Reenganchador en estado de reposo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.15 Rangos de ajuste

Reenganchador						
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**IEC 61850***	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Control del reenganchador						
En Servicio	En Servicio	RREC1.LNInSvc	RRCF1.LNInSvc	SÍ / NO		SÍ
Número de reenganchadores en operación*		RREC1.RecNum	RRCF1.RecNum	1 / 2 / Selección por ED		2
Reenganchador maestro*		RREC1.MrRec	RRCF1.MrRec	1 / 2 / Selección por ED		1
Habilitación reenganchador esclavo*		RREC1. SlvInSvc	RRCF. SlvInSvc	SÍ / NO		NO
Temporización de reenganches	Temp Reenganche					
T Primer Reeng Mon	T Primer Reeng Mon	RREC.Rec1Tmms1	RRCF.Rec1Tmms1	0,05-600 s	0,01 s	0,5 s
T Primer Reeng Trif	T Prim Reeng Trif	RREC1.Rec3Tmms1	RRCF1.Rec3Tmms1	0,05-600 s	0,01 s	0,5 s
T Segund Reeng	T Segund Reeng	RREC1.Rec3Tmms2	RRCF1.Rec3Tmms2	0,05-600 s	0,01 s	1 s
T Tercer Reeng	T Tercer Reeng	RREC1.Rec3Tmms3	RRCF1.Rec3Tmms3	0,05-600 s	0,01 s	5 s
T Cuarto Reeng	T Cuarto Reeng	RREC1.Rec3Tmms4	RRCF1.Rec3Tmms4	0,05-600 s	0,01 s	10 s
Temp Reeng_1 Fase	Temp Reeng_1 Fase	RREC1.RecPhTmms1	RRCF1.RecPhTmms1	0,05-600 s	0,01 s	0,5 s
Temp Reeng_1 Neut	Temp Reeng_1 Neut	RREC1.RecGnTmms1	RRCF1.RecGnTmms1	0,05-600 s	0,01 s	0,5 s
Temp Reeng_2 Fase	Temp Reeng_2 Fase	RREC1.RecPhTmms2	RRCF1.RecPhTmms2	0,05-600 s	0,01 s	1 s
Temp Reeng_2 Neut	Temp Reeng_2 Neut	RREC1.RecGnTmms2	RRCF1.RecGnTmms2	0,05-600 s	0,01 s	1 s
Temp Reeng_3 Fase	Temp Reeng_3 Fase	RREC1.RecPhTmms3	RRCF1.RecPhTmms3	0,05-600 s	0,01 s	5 s
Temp Reeng_3 Neut	Temp Reeng_3 Neut	RREC1.RecGnTmms3	RRCF1.RecGnTmms3	0,05-600 s	0,01 s	5 s
Temp Reeng_4 Fase	Temp Reeng_4 Fase	RREC1.RecPhTmms4	RRCF1.RecPhTmms4	0,05-600 s	0,01 s	10 s
Temp Reeng_4 Neut	Temp Reeng_4 Neut	RREC1.RecGnTmms4	RRCF1.RecGnTmms4	0,05-600 s	0,01 s	10 s
Tiempo de Reenganche Trifásico dependiente del tipo de falta	TiemReeTriDep Falta	RREC1.FltTypEna	RRCF1.FltTypEna	SÍ / NO		NO
Supervisión de sincronismo (Interruptor 1, Interruptor 2)*	Superv Sincronismo					
Superv 1er Reengan	Superv 1er Reengan	RREC1.SynSup1	RRECF1.SynSup1	SÍ / NO		SÍ
Superv 2do Reengan	Superv 2do Reengan	RREC1.SynSup2	RRECF1.SynSup2	SÍ / NO		SÍ
Superv 3er Reengan	Superv 3er Reengan	RREC1.SynSup3	RREC1.SynSup3	SÍ / NO		SÍ
Superv 4to Reengan	Superv 4to Reengan	RREC1.SynSup4	RREC1.SynSup4	SÍ / NO		SÍ

(*) Para modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Reenganchador						
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**IEC 61850***	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Espera 1er Reengan	Espera 1er Reengan	RREC1.SynWait1	RREC1.SynWait1	SÍ / NO		SÍ
Espera 2do Reengan	Espera 2do Reengan	RREC1.SynWait2	RREC1.SynWait2	SÍ / NO		SÍ
Espera 3er Reengan	Espera 3er Reengan	RREC1.SynWait3	RREC1.SynWait3	SÍ / NO		SÍ
Espera 4to Reengan	Espera 4to Reengan	RREC1.SynWait4	RREC1.SynWait4	SÍ / NO		SÍ
Supervisión de Tensión de Secuencia Directa	Supervisión V1					
Nivel Tensión de Secuencia Directa	Nivel V1	RREC1. PsSeqVLev	RRCF1. PsSeqVLev	0 V-200 V	1 V	20 V
(Interruptor 1, Interruptor 2)*						
Supervisión de Tensión de Secuencia Directa	Supervisión V1	RREC1.PsSeqVSup	RREC1.PsSeqVSup	SÍ / NO		NO
Espera de Tensión de Secuencia Directa	Espera sup. V1	RREC1.PsSeqVWait	RREC1.PsSeqVWait	SÍ / NO		NO
Control de Ciclo	Control de Ciclo					
Cierre Manual por Reeng.	CM por Reeng.	RREC1.ManClsSup	RRCF1.ManClsSup	SÍ / NO		NO
Bloqueo Externo	Bloqueo Externo	RREC1.ExBlkTyp	RRCF1.ExBlkTyp	Nivel Pulso		Pulso
Num de Reeng	Núm de Reeng	RREC1.MaxCyc	RRCF1.MaxCyc	1 - 4	1	3
Modo de Reenganche	Modo de Reenganche	RREC1.RecMod	RRCF. RecMod	Modo 1P Modo 3P Modo 1P / 3P Modo Dependiente Selección por ED		Modo 1P
Coordinación de Secuencia	Coord de secuencia	RREC1.SeqCrdEna	RRCF1.SeqCrdEna	SÍ / NO		NO
Supervisión Tipo Apertura	Sup. tipo apertura	RREC1.OpnTypSup	RRCF1.OpnTypSup	SÍ / NO		SÍ
Temporización Control de Ciclo	Temp Control Cicl					
T Inicio	T Inicio	RREC1.MaxTmms	RRCF1.MaxTmms	0,05-600 s	0,01 s	0,20 s
T Seguridad	T Seguridad	RREC1.RcITmms	RRCF1.RcITmms	0,05-600 s	0,01 s	10,00 s
T Seguridad 2*	T Seguridad 2	RREC2.RcITmms	RRCF2.RcITmms	0,05-600 s	0,01 s	10,00 s
T Seg tras Cie Ext	T Seg tras Cie Ext	RREC1.ExClsRclTm	RRCF1.ExClsRclTm	0,05-600 s	0,01 s	5,00 s
T Espera Sincr	T Espera Sincr	RREC1.SynTmms	RRCF1.SynTmms	0,05-600 s	0,01 s	5,00 s
Tiempo de Espera de Tensión de Secuencia Directa	T espera sup. V1	RREC1.PsSeqVTmms	RRCF1.PsSeqVTmms	0,05-600 s	0,01 s	5,00 s
Temp C_Manual	Temp C_Manual	RREC1.ManClsTmms	RRCF1.ManClsTmms	0,05-600 s	0,01 s	1 s

(*) Para modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Reenganchador					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permisos de Reenganche	Permisos Reengan				
Reeng. ciclo n (n=1, 2, 3, 4)	Reenganche Ciclo				
DTT		RREC1.DTTPDIFRcn	SÍ / NO		NO
87 PHASE	DIFF	RREC1.PDIFRcn	SÍ / NO		NO
87 INST	INST DIFF	RREC1.NRPDIFRcn	SÍ / NO		NO
87 GROUND	87 GROUND	RREC1.GNDPDIFRcn	SÍ / NO		NO
87 POS SEQ	87 POS. SEQ.	RREC1.PSPDIFRcn	SÍ / NO		NO
87 NEG SEQ	87 NEG. SEQ.	RREC1.NSPDIFRcn	SÍ / NO		NO
Z1 TIERRA	Z1 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z1 FASES	Z1 FASES		SÍ / NO		NO
Z2 TIERRA	Z2 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z2 FASES	Z2 FASES		SÍ / NO		NO
Z3 TIERRA	Z3 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z3 FASES	Z3 FASES		SÍ / NO		NO
Z4 TIERRA	Z4 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z4 FASES	Z4 FASES		SÍ / NO		NO
Z5 TIERRA	Z5 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z5 FASES	Z5 FASES		SÍ / NO		NO
Z6 TIERRA	Z6 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z6 FASES	Z6 FASES		SÍ / NO		NO
Z7 TIERRA	Z7 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z7 FASES	Z7 FASES		SÍ / NO		NO
Z8 TIERRA	Z8 TIERRA		SÍ / NO		NO
Z8 FASES	Z8 FASES		SÍ / NO		NO
R ABIERTO	R ABIERTO		SÍ / NO		NO
INST F1	INST F1	RREC1.PHIOC1Rcn	SÍ / NO		NO
INST F2	INST F2	RREC1.PHIOC2Rcn	SÍ / NO		NO
INST F3	INST F3	RREC1.PHIOC3Rcn	SÍ / NO		NO
INST N1	INST N1	RREC1.NIOC1Rcn	SÍ / NO		NO
INST N2	INST N2	RREC1.NIOC2Rcn	SÍ / NO		NO
INST N3	INST N3	RREC1.NIOC3Rcn	SÍ / NO		NO
INST SEC IN1	INST SEC IN1	RREC1.NSIOC1Rcn	SÍ / NO		NO
INST SEC IN2	INST SEC IN2	RREC1.NSIOC2Rcn	SÍ / NO		NO
INST SEC IN3	INST SEC IN3	RREC1.NSIOC3Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP F1	TEMP F1	RREC1.PHTOC1Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP F2	TEMP F2	RREC1.PHTOC2Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP F3	TEMP F3	RREC1.PHTOC3Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP N1	TEMP N1	RREC1.NTOC1Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP N2	TEMP N2	RREC1.NTOC2Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP N3	TEMP N3	RREC1.NTOC3Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP SEC IN1	TEMP SEC IN1	RREC1.NSTOC1Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP SEC IN2	TEMP SEC IN2	RREC1.NSTOC2Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP SEC IN3	TEMP SEC IN3	RREC1.NSTOC3Rcn	SÍ / NO		NO
DISP_CANAL	DISP CANAL	RREC1.PSCH1Rcn	SÍ / NO		NO
DISP_EXT_TRIF	DISP EXT TRIF	RREC1.ExProRcn	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Reenganchador					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
ACTPROTEXTERNA_A	DISP EXT A		SÍ / NO		NO
ACTPROTEXTERNA_B	DISP EXT B		SÍ / NO		NO
ACTPROTEXTERNA_C	DISP EXT C		SÍ / NO		NO
DISP_PROG	DISP_PROG	RREC1.ProgRcn	SÍ / NO		NO
DISP_PROG_SFD	DISP_PROG_SFD	RREC1.FDSProgRcn	SÍ / NO		NO
INST GND1	INST T1	RREC1.GNDIOC1Rcn	SÍ / NO		NO
INST GND2	INST T2	RREC1.GNDIOC2Rcn	SÍ / NO		NO
INST GND3	INST T3	RREC1.GNDIOC3Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP GND1	TEMP T1	RREC1.GNDTOC1Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP GND2	TEMP T2	RREC1.GNDTOC2Rcn	SÍ / NO		NO
TEMP GND3	TEMP T3	RREC1.GNDTOC3Rcn	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.16 Entradas digitales al módulo del Reenganchador

Tabla 7.1-1: Entradas digitales al módulo del Reenganchador					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_EXT_A	Automatismos		Entrada disparo externo polo A		La activación de esta entrada indica la existencia de un disparo del polo A del interruptor generado por una protección externa.
IN_EXT_B			Entrada disparo externo polo B		La activación de esta entrada indica la existencia de un disparo del polo B del interruptor generado por una protección externa.
IN_EXT_C			Entrada disparo externo polo C		La activación de esta entrada indica la existencia de un disparo del polo C del interruptor generado por una protección externa.
IN_EXT_3PH			Entrada disparo externo trifásico		Su activación indica la existencia de un disparo trifásico del interruptor generado por una protección externa.
IN_EXT			Entrada disparo externo		Su activación indica la existencia de un disparo del interruptor generado por una protección externa.
INBLK_MAN		RRECx.BlkRec2	Orden de bloqueo manual del reenganchador		Un pulso de activación de esta entrada envía al reenganchador al estado de bloqueo por orden.
IN_UNBLK_MAN		RRECx.RsBlkRec2	Orden de desbloqueo manual del reenganchador		Un pulso de activación de esta entrada saca al reenganchador del estado de bloqueo por orden (siempre que el ajuste Tipo Bloqueo Externo no esté en nivel y se encuentre activa la entrada BE).

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 7.1-1: Entradas digitales al módulo del Reenganchador					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INBLK_EXT	Automatismos	RRECx.BlkRec1	Bloqueo externo del reenganchador		Un pulso de activación de esta entrada envía al reenganchador al estado de bloqueo por orden (siempre que el ajuste Tipo Bloqueo Externo esté en Pulso).
IN_UNBLK_EXT		RRECx.RsBlkRec1	Orden de desbloqueo manual del reenganchador		Un pulso de activación de esta entrada saca al reenganchador del estado de bloqueo por orden (siempre que el ajuste Tipo Bloqueo Externo no esté en nivel y se encuentre activa la entrada BE).
IN_BLKRCLS		RRECx.BlkRecStr	Entrada de bloqueo de inicio de reenganche		La activación de esta entrada impide el inicio del reenganche.
IN_1P		RREC1.SPIModIn	Entrada modo 1P		Junto con la entrada IN_3P define el modo de reenganche, siempre que el ajuste Modo de Reenganche se encuentre en Selección por ED.
IN_3P		RREC1.TPModIn	Entrada modo 3P		Junto con la entrada IN_1P define el modo de reenganche, siempre que el ajuste Modo de Reenganche se encuentre en Selección por ED.
RST_NUMREC			Orden de reposición del contador de reenganches		La activación de esta entrada repone el contador de reenganches del interruptor
IN_SEC		RRECx.SeqCrdIn	Entrada activación coordinación de Secuencia		
IN_GRD_REC		RRECx.RecGTmIn	Entrada Tiempo de Reenganche para Faltas a Tierra		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.17 Salidas digitales y sucesos del módulo del Reenganchador

Tabla 7.1-2: Salidas digitales y sucesos del módulo del Reenganchador					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
RCLS	Automatismos	RRECX.RecStr	Inicio de Reenganche		Inicio de reenganche.
RECLOSING		RRECX.AutoRecSt	Reenganchador en Ciclo en Curso		Reenganchador en Ciclo en Curso
RCLS_CMD		RRECX.Op	Orden de Reenganche		Orden de Reenganche
RCLS_LO			Cualquier Estado de Bloqueo Interno del Reenganchador		LO_NO_SYNC + LO_DT + LO_CLSF + LO_COF + LO_BF + LO_3PH + LO_OPEN
LO_NO_SYNC		RRECX.IntnBlkSyn	Bloqueo Interno del Reenganchador por Falta Sincronismo		Bloqueo Interno del Reenganchador por Falta Sincronismo
LO_NO_VSD			Bloqueo Interno del Reenganchador por Tensión de Secuencia Directa		Bloqueo Interno del Reenganchador por Tensión de Secuencia Directa
LO_DT		RRECX.IntnBlkDTr	Bloqueo Interno del Reenganchador por Disparo Definitivo		Bloqueo Interno del Reenganchador por Disparo Definitivo
LO_BF		RRECX.IntnBlkBF	Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Inicio		Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Inicio
LO_CLSF		RRECX.IntnBlkCls	Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Cierre		Bloqueo Interno del Reenganchador por Fallo al Cierre
LO_COF		RRECX.IntnBlkCOF	Bloqueo Interno del Reenganchador por Cierre sobre Falta		Bloqueo Interno del Reenganchador por Cierre sobre Falta
LO_OPEN		RRECX.IntnBlkOpn	Bloqueo Interno del Reenganchador por Interruptor Abierto		Bloqueo Interno del Reenganchador por Interruptor Abierto
LO_3PH			Bloqueo Interno del Reenganchador por disparo trifásico		Bloqueo Interno del Reenganchador por disparo trifásico
LO_CMD		RRECX.RecBlkCmd	Bloqueo Interno del Reenganchador por Orden		Bloqueo Interno del Reenganchador por Orden
SEQ_COOR		RRECX.SeqCrd	Coordinación de Secuencia		
RESET_C_RNG			Señal de contador de reenganches repuesto		
BLK_CMD			Orden de Bloqueo del Reenganchador		Orden de bloqueo del reenganchador generada a través de una orden de bloqueo manual o externa.

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 7.1-2: Salidas digitales y sucesos del módulo del Reenganchador					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
UNBLK_CMD	Automatismos		Orden de desbloqueo del Reenganchador		Orden de desbloqueo del reenganchador generada a través de una orden de desbloqueo manual o externa.
REC_ENBLD		RRECX.Mod	Reenganchador Habilitado		Indicación del estado de habilitación o inhabilitación del autómata de reenganche
1P		RRECX.Mod1St	Modo 1P activo		Indicación de que el modo de reenganche activo es el 1P.
3P		RRECX.Mod3St	Modo 3P activo		Indicación de que el modo de reenganche activo es el 3P.
1P/3P		RRECX.Mod13St	Modo 1P/3P activo		Indicación de que el modo de reenganche activo es el 1P/3P.
DEP		RRECX.ModDepSt	Modo DEP activo		Indicación de que el modo de reenganche activo es el Dependiente.
REC_STANDBY			Reenganchador en Reposo		Indicación de que el reenganchador está en reposo.
REC_START		RRECX.MaxTmSt	Reenganchador en Tiempo de Inicio		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de Inicio.
REC_T1_3PH_G		RRECX.RecGnTmSt1	Reenganchador en Tiempo de Reenganche Trifásico 1 con Falta a Tierra		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (primer ciclo).
REC_T1_3PH_P		RRECX.RecPhTmSt1	Reenganchador en Tiempo de Reenganche Trifásico 1 con Falta entre Fases		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (primer ciclo).
REC_T2_G		RRECX.RecGnTmSt2	Reenganchador en Tiempo de Reenganche 2 con Falta a Tierra		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (segundo ciclo).
REC_T2_P		RRECX.RecPhTmSt2	Reenganchador en Tiempo de Reenganche 2 con Falta entre Fases		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (segundo ciclo).
REC_T3_G		RRECX.RecGnTmSt3	Reenganchador en Tiempo de Reenganche 3 con Falta a Tierra		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (tercer ciclo).
REC_T3_P		RRECX.RecPhTmSt3	Reenganchador en Tiempo de Reenganche 3 con Falta entre Fases		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (tercer ciclo).

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 7.1-2: Salidas digitales y sucesos del módulo del Reenganchador					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
REC_T4_G	Automatismos	RRECX.RecGnTmSt4	Reenganchador en Tiempo de Reenganche 4 con Falta a Tierra		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (cuarto ciclo).
REC_T4_P		RRECX.RecPhTmSt4	Reenganchador en Tiempo de Reenganche 4 con Falta entre Fases		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (cuarto ciclo).
REC_T1_3PH		RRECX.RecTmSt1	Tiempo de Reenganchador en Ciclo 1		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (primer ciclo).
REC_T2		RRECX.RecTmSt2	Tiempo de Reenganchador en Ciclo 2		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (segundo ciclo).
REC_T3		RRECX.RecTmSt3	Tiempo de Reenganchador en Ciclo 3		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (tercer ciclo).
REC_T4		RRECX.RecTmSt4	Tiempo de Reenganchador en Ciclo 4		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de reenganche (cuarto ciclo).
REC_TSEC1		RRECX.RclTmSt1	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras ciclo 1		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de seguridad tras el primer ciclo de reenganche.
REC_TSEC2		RRECX.RclTmSt2	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras ciclo 2		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de seguridad tras el segundo ciclo de reenganche.
REC_TSEC3		RRECX.RclTmSt3	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras ciclo 3		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de seguridad tras el tercer ciclo de reenganche.
REC_TSEC4		RRECX.RclTmSt4	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras ciclo 4		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de seguridad tras el cuarto ciclo de reenganche.
REC_TSEC_MC		RRECX.ExClsTmSt1	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras Cierre Manual		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de seguridad tras cierre manual.
REC_TMC		RRECX.ManClsTmSt	Reenganchador en Tiempo de Cierre Manual		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de cierre manual.
REC_TSEC_MC79		RRECX.ExClsTmSt2	Reenganchador en Tiempo de Seguridad tras Cierre Manual a través de reenganchador		Indicación de que el reenganchador está en tiempo de seguridad tras cierre manual a través de reenganchador.

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

7.1.18 Nodos lógicos IEC 61850

CLASS IRLRREC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
OpCntRs	INC	Resettable Operation Counter
Controls		
BlkRec1	SPC	External block
BlkRec2	SPC	Manual block
Status information		
Auto	SPS	Automatic operation
Op	ACT	Operate
Extended Data		
SeqCrdIn	EXT_SPS	Sequence coordination activation input
BlkRecStr	EXT_SPC	Recloser start block input
RecStr	EXT_ACT	Recloser start
IntnBlkCOF	EXT_SPS	Internal block due to COF
IntnBlkDTr	EXT_SPS	Internal block due to definitive trip
IntnBlkCls	EXT_SPS	Internal block due to closing failure
IntnBlkBF	EXT_SPS	Internal block due to failure at the beginning
IntnBlkOpn	EXT_SPS	Internal block due to breaker in open status
IntnBlkSyn	EXT_SPS	Internal block due to lack of synchrocheck
IntnBlkTr	EXT_SPS	Internal block due to three phase trip
RecBlkCmd	EXT_SPS	Internal block due to command
AutoRecSt	EXT_ENS	Recloser in progress
IntnBlk	EXT_SPS	Block by any reason
RecGTmIn	EXT_SPS	Ground faults reclose time input
RsBlkRec1	EXT_SPC	External unblock command
RsBlkRec2	EXT_SPC	Manual unblock command
RecTmSt1	EXT_SPS	Recloser in three phase cycle time 1
RecGnTmSt1	EXT_SPS	Recloser in three phase cycle time 1 with ground fault
RecPhTmSt1	EXT_SPS	Recloser in three phase cycle time 1 with phase fault
ManClsTmSt	EXT_SPS	Recloser in manual close time
RecTmSt2	EXT_SPS	Recloser in cycle time 2
RecPhTmSt2	EXT_SPS	Recloser in cycle time 2 with phase fault
RecGnTmSt2	EXT_SPS	Recloser in cycle time 2 with ground fault
RecTmSt3	EXT_SPS	Recloser in cycle time 3
RecPhTmS3	EXT_SPS	Recloser in cycle time 3 with phase fault
RecGnTmSt3	EXT_SPS	Recloser in cycle time 3 with ground fault
RecTmS4	EXT_SPS	Recloser in cycle time 4
RecPhTmSt4	EXT_SPS	Recloser in cycle time 4 with phase fault
RecGnTmSt4	EXT_SPS	Recloser in cycle time 4 with ground fault
ExClsTmSt1	EXT_SPS	Recloser in security time after manual closing
ExClsTmSt2	EXT_SPS	Recloser in security time after manual closing through recloser

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Extended Data (Cont.)		
RclTmSt1	EXT_SPS	Recloser in security time after cycle 1
RclTmSt2	EXT_SPS	Recloser in security time after cycle 2
RclTmSt3	EXT_SPS	Recloser in security time after cycle 3
RclTmSt4	EXT_SPS	Recloser in security time after cycle 4
ExClsTmSt	EXT_SPS	Recloser in manual closing time
MaxTmSt	EXT_SPS	Recloser in start time
SeqCrd	EXT_SPS	Sequence coordination
ExTPTrIn	EXT_SPS	External three phase trip
RecCyc	EXT_INS	Recloser cycle magnitude
LNInSvc	EXT_SPG	In service
RecTmms1	EXT_ING	Three phase reclose time
RecTmms2	EXT_ING	Second reclose time
RecTmms3	EXT_ING	Third reclose time
RecTmms4	EXT_ING	Fourth reclose time
RecPhTmms1	EXT_ING	Phase reclose 1 delay time
RecGnTmms1	EXT_ING	Ground reclose 1 delay time
RecPhTmms2	EXT_ING	Phase reclose 2 delay time
RecGnTmms2	EXT_ING	Ground reclose 2 delay time
RecPhTmms3	EXT_ING	Phase reclose 3 delay time
RecGnTmms3	EXT_ING	Ground reclose 3 delay time
RecPhTmms4	EXT_ING	Phase reclose 4 delay time
RecGnTmms4	EXT_ING	Ground reclose 4 delay time
FltTypEna	EXT_SPG	Three phase reclosing time depending on the fault type
SynSup1	EXT_SPG	Reclose 1 synchrocheck supervision
SynSup2	EXT_SPG	Reclose 2 synchrocheck supervision
SynSup3	EXT_SPG	Reclose 3 synchrocheck supervision
SynSup4	EXT_SPG	Reclose 4 synchrocheck supervision
SynWait1	EXT_SPG	Reclose 1 synchrocheck wait time
SynWait2	EXT_SPG	Reclose 2 synchrocheck wait time
SynWait3	EXT_SPG	Reclose 3 synchrocheck wait time
SynWait4	EXT_SPG	Reclose 4 synchrocheck wait time
ManClsSup	EXT_SPG	Manual close supervised by recloser
ExBlkTyp	EXT_ENG	External blocking by pulse or level
MaxCyc	EXT_INGv	Reclose number of attempts
SeqCrdEna	EXT_SPG	Sequence coordination
OpnTypSup	EXT_SPG	Type of opening supervision
MaxTmms	EXT_ING	Start time
RclTmms	EXT_ING	Security time
ExClsRclTm	EXT_ING	MC reset time
SynTmms	EXT_ING	Synchrocheck wait time
ManClsTmms	EXT_ING	Manual close delay

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Extended Data (Cont.)		
PHIOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PHIOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PHIOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NIOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NIOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NIOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NSIOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NSIOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NSIOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PHTOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PHTOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PHTOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NTOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NTOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NTOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NSTOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NSTOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
NSTOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PVOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
CRVVOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
SGIOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
SGTOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
ESGTOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PSDE1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
PSCH1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
ExProRcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
ProgRcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
FDSProgRcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
GNDIOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
GNDIOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
GNDIOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
GNDTOC1RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
GNDTOC2RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask
GNDTOC3RcY	EXT_SPG	Recloser enable mask

Y: de 1 a 4, un ajuste por ciclo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 8.

Supervisión y Control

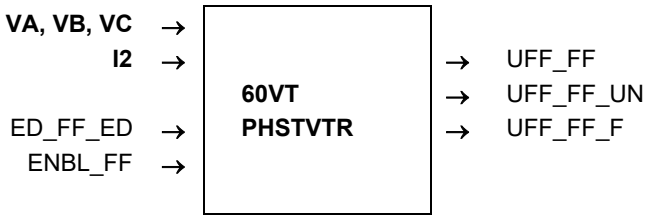
8.1 Detector de Fallo de Fusible

8.1.1 Identificación 8.1-2
8.1.2 Bloque general de la unidad 8.1-2
8.1.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.1-2
8.1.4 Rangos de ajuste 8.1-5
8.1.5 Entradas analógicas a la unidad 8.1-5
8.1.6 Entradas digitales al módulo de Fallo de Fusible 8.1-5
8.1.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Fallo de Fusible 8.1-6
8.1.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.1-7
8.1.9 Ensayo del detector de Fallo de Fusible 8.1-8

8.1.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Fallo de Fusible	PHSTVTR1	FUSEF	60VT

8.1.2 Bloque general de la unidad



8.1.3 Principio de operación y diagrama de bloques

Cuando alguno de los fusibles del circuito secundario de los transformadores de tensión se funde, el relé pierde la entrada de tensión correspondiente. Como consecuencia, las unidades de tensión pueden actuar, por lo que debe detectarse tal condición antes de que se produzca el disparo con el objeto de bloquear las unidades de medida. Esta unidad será por lo tanto complemento de la unidad de supervisión del circuito de medida de tensión.

La condición de fallo de fusible se detecta cuando alguna de las tres tensiones de fase desciende por debajo del valor del ajuste ***Nivel tensión***. Al no involucrar este fenómeno a las intensidades, no se producirá una detección de falta, por lo que se utiliza la salida de dicho detector (**FD**) como discriminador.

La apertura de algún polo del interruptor generaría una condición de fallo de fusible si el transformador de tensión se encuentra del lado de línea, por ello la salida de **Algún polo abierto** (**OR_P_OP**) proveniente del Detector de Polo Abierto bloquea la activación del Detector de Fallo Fusible.

Por otra parte, la unidad de detección de fallo de fusible estará inhabilitada si la intensidad de secuencia directa está por debajo de 0,05* In A.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La operación de esta unidad aparece reflejada en la Figura 8.1.1.

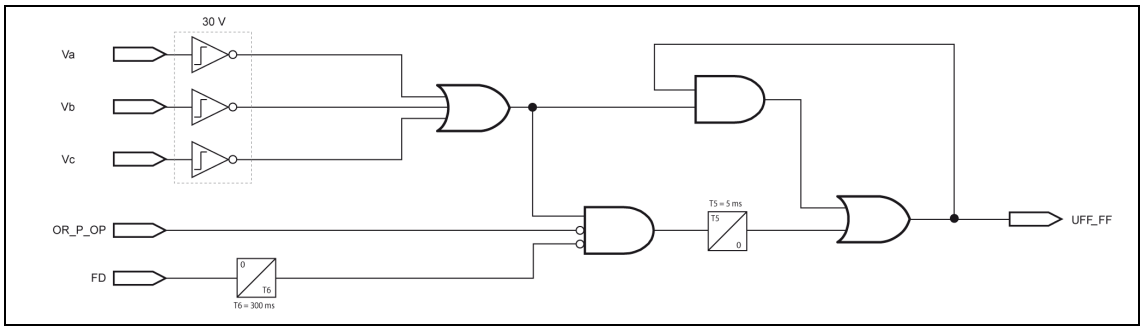


Figura 8.1.1 Diagrama de bloques del Detector de Fallo de Fusible.

Leyenda	
OR_P_OP: Algún polo abierto.	UFF_FF: Actuación unidad Fallo de Fusible.
FD: Actuación Detector de Falta.	

Los detectores de subtensión arrancan cuando dicha tensión es inferior al valor del ajuste ***Nivel tensión*** y se reponen cuando es superior al 100% de dicha tensión. La salida de dicha lógica inicial (**UFF_FF**) es la señal **Activación unidad fallo fusible**.

La salida de la unidad de Fallo de Fusible generará la señal de salida **Bloqueo por unidad de fallo fusible** (**UFF_FF_UN**) si se ha puesto a **SÍ** el ajuste *de **Permiso bloqueo FF***. Esta última salida podrá bloquear, si así se configura en la lógica de control, la activación de otras unidades basadas en la medida de tensión, tales como unidades de Subtensión, lógica de Alimentación Débil o unidad de Sincronismo si se habilitan los correspondientes ajustes de bloqueo. Dicha señal de **Bloqueo por unidad de fallo fusible** (**UFF_FF_UN**) se tiene en cuenta junto con la señal de entrada a la protección **Entrada fallo fusible** (**ED_FF_ED**) para generar la señal de salida final **Bloqueo por fallo fusible** (**UFF_FF_F**).

Para bloquear dichas unidades basadas en la medida de tensión se puede hacer uso tanto de la señal de salida **Bloqueo por unidad de fallo fusible** (teniendo en cuenta el ajuste mencionado) como la señal previa de **Activación unidad fallo fusible** o directamente la señal final que también tendrá en cuenta el ajuste de permiso, **Bloqueo por fallo fusible**.

La entrada digital **Entrada fallo fusible** (**ED_FF_ED**), proveniente del contacto de posición de un magnetotérmico de tensión, es la otra posibilidad que existe para detectar la condición de fallo de fusible. La activación de dicha entrada siempre generará la salida de **Bloqueo por fallo fusible**, independientemente de los ajustes de habilitación y / o bloqueo de la unidad de fallo fusible. La activación de la entrada digital **Entrada fallo fusible** presenta un ajuste de tiempo de caída (***Temp repos entrada FF***), con el fin de mantener el bloqueo de las unidades sobre las que actúe durante el transitorio de reposición de tensión.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El esquema lógico engloba las dos posibilidades de bloqueo por fallo de fusible.

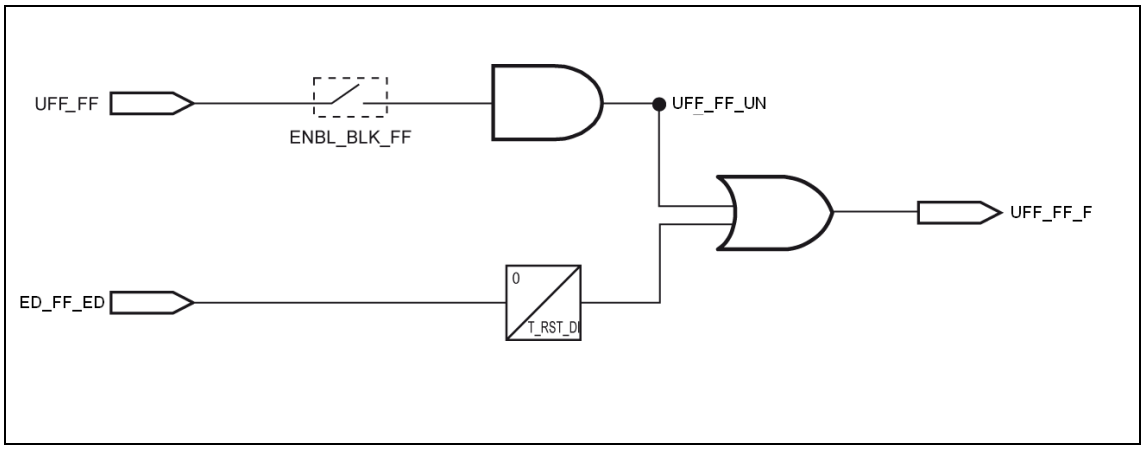


Figura 8.1.2 Diagrama lógico de bloqueo por Fallo de Fusible.

Leyenda	
UFF_FF: Actuación unidad fallo de fusible.	ENBL_BLK_FF: Habilitación bloqueo por fallo de fusible (ajuste)
ED_FF_ED: Entrada fallo de fusible	
UFF_FF_UN: Bloqueo por unidad fallo de fusible.	T_RST_DI: Tiempo de reposición de la entrada digital (ajuste Temp Repos Entrada FF).
UFF_FF_F: Bloqueo por fallo de fusible	

Cuando se da una condición de fallo fusible, las unidades direccionales, supervisoras de los elementos de sobreintensidad sin ajuste ***Control de par*** en **NO**, no tienen tensión necesaria para ser polarizadas, por lo que no podrán actuar si se produce una falta en esa situación. Para contar con algún elemento de sobreintensidad adireccional de emergencia, siempre que no exista ya alguno, las unidades direccionales presentan el ajuste de ***Bloqueo por falta de polarización***. Si ese ajuste se pone en **NO**, cuando no haya tensión necesaria para polarizarlas, pasan a dar permiso de actuación a las unidades de sobreintensidad que supeditan, convirtiéndolas por tanto en adireccionales.

En cualquier caso y tal y como se ha comentado anteriormente, las señales de salida de la unidad podrán ser utilizadas para bloquear internamente y por lógica de control las unidades deseadas. A modo de ejemplo se podría llevar a cabo la siguiente lógica realizada con el programa de configuración ***ZIV e-NET tool***®.

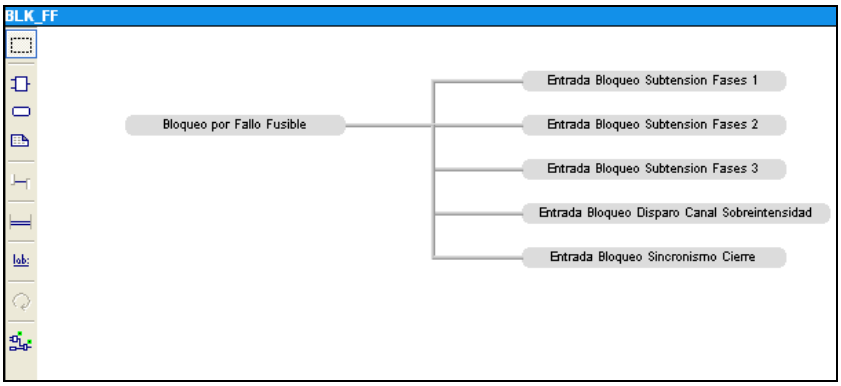


Figura 8.1.3 Ejemplo de lógica de bloqueo de unidades en función de la unidad de Fallo de Fusible.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.1.4 Rangos de ajuste

Protección / Fallo Fusible					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Detec FF	Permiso Det FF	PHSTVTR1.FuFailSvc	NO / SÍ		NO
Temp Repos Entrada FF	Temp Repos Ent FF	PHSTVTR1.FuInRsTmms	0-1000ms	50ms	150ms
Permiso Bloqueo FF	Permiso Bloq FF	PHSTVTR1.FuFailBlkE	SÍ / NO		NO
Nivel Tension	Nivel Tensión	PHSTVTR1.FuFailMinV	5-70 V	0,01 V	30 V

8.1.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.1-1: Entradas analógicas al módulo de Fallo de Interruptor		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VA	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC
I2	Intensidad de secuencia inversa	MSQI1.SeqA.c2

$$\left|I_2\right| = \left|\frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 240° + I_C \cdot 1\angle 120°}{3}\right|$$

8.1.6 Entradas digitales al módulo de Fallo de Fusible

Tabla 8.1-2: Entradas digitales al módulo de Fallo de Fusible					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_FF	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PHSTVTR1.Mod	Entrada habilitación fallo fusible	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".
ED_FF_ED	Entradas lógicas a protección	PHSTVTR1.FuFailIn	Entrada fallo fusible	I	La activación de esta entrada genera directamente la salida de bloqueo por fallo fusible.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.1.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Fallo de Fusible

Tabla 8.1-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Fallo de Fusible					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
UFF_FF	Salidas genéricas de protección.	PHSTVTR1.FuFail	Activación unidad fallo fusible	I	Salida del Detector de Fallo de Fusible.
UFF_FF_UN		-	Bloqueo por unidad de fallo fusible	I	Salida de bloqueo por condición de fallo de fusible detectado por la propia unidad.
UFF_FF_F		PHSTVTR1.FuFailBlk	Bloqueo por fallo fusible	I	Salida de bloqueo por condición de fallo de fusible (detectada bien por la propia unidad o bien por la entrada digital).
FF_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	PHSTVTR1.Mod	Detector de fallo fusible habilitado	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.1.8 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPHSTVTR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
Vol	SAV	Voltage
Status information		
FuFail	ACD	TVTR fuse failure
Settings		
VRtg	ASG	Rated Voltage
Rat	ASG	Winding ratio of external voltage transformer
Extended Data		
SupEna	EXT_SPC	TVTR supervision enable command
SupBlk	EXT_SPC	TVTR supervision block command
SupFailIn	EXT_SPS	Supervision failure input
SupFail	EXT_SPS	Supervision failure signal
SupSvc	EXT_SPG	Supervision in service
SupTmms	EXT_ING	Supervision delay time
SupMinA	EXT_ASG	Supervision minimum current
SupMinV	EXT_ASG	Supervision minimum voltage
FuFailIn	EXT_SPS	Fuse failure input
FuFailBlk	EXT_SPS	Fuse failure block
FuFailSvc	EXT_SPG	Fuse failure in service
FuFailBlkE	EXT_SPG	Enable fuse failure block
FuInRsTmms	EXT_ING	Fuse failure delay time
FuFailMinV	EXT_ASG	Fuse failure minimum operating voltage

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.1.9 Ensayo del detector de Fallo de Fusible

Se inhabilitarán previamente todas las unidades auxiliares y se habilitarán la unidad y el bloqueo por unidad de fallo de fusible. El ajuste ***Nivel de tensión*** tomará su valor por defecto (30 V).

Tabla 8.1-4: Configuración de salidas para el ensayo del Detector de Fallo de Fusible	
SLOT B SD1	Activación detector fallo de fusible
SLOT B SD2	Bloqueo por unidad fallo de fusible

Durante la prueba se consultarán los indicadores:

En el display en la pantalla de **Información** - **Estado** - **Unidades de Medida** - **Fallo de fusible**, o en la pantalla de estado del ***ZIV e-NET tool***®. (**Estado** - **Unidades** - **Fallo de fusible**).

Para este ensayo se utilizará un sistema trifásico de tensiones e intensidades equilibradas de 65 VCA y 0º, 120º y 240º y 1 VCA y 25º, 145º y 265º respectivamente (los ángulos anteriores son valores inductivos). La intensidad presentará, por tanto, un desfase con respecto a la tensión de 25º inductivos.

Se disminuirán individual o simultáneamente las tensiones de las fases hasta un valor de 28,5 VCA (27,64 VCA a 29,35 VCA), y se comprobará que se cierran los contactos de las salidas AUX-5, AUX-6 y se activan los indicadores mencionados anteriormente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

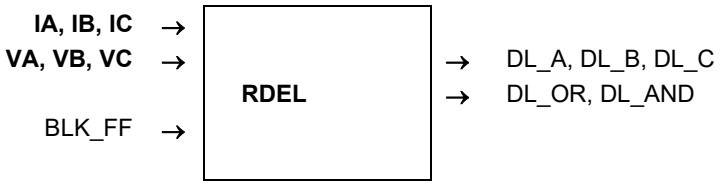
8.2 Detector de Línea Muerta

8.2.1 Identificación 8.2-2
8.2.2 Bloque general de la unidad 8.2-2
8.2.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.2-2
8.2.4 Rangos de ajuste 8.2-3
8.2.5 Entradas analógicas a la unidad 8.2-3
8.2.6 Entradas digitales al módulo de Línea Muerta 8.2-3
8.2.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Línea Muerta 8.2-4
8.2.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.2-4

8.2.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Línea Muerta	RDEL1		

8.2.2 Bloque general de la unidad



8.2.3 Principios de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de una unidad de detección de Línea Muerta que permite detectar una situación de línea desenergizada sin necesidad de supervisar ninguna entrada digital física. Para ello, se basa en la operación de dos unidades, una de subintensidad y otra de subtensión, cuyos valores de arranque vienen dados por los ajustes ***Nivel intensidad*** y ***Nivel tensión*** respectivamente. Dichas unidades se activarán con el 95% del ajuste de arranque y se repondrán con el 100% de dicho ajuste.

El Detector de Línea Muerta sólo podrá aplicarse cuando el transformador de tensión se encuentre del lado de línea, con el fin de que éste pueda activarse sin necesidad de entradas digitales cuando tanto los cierres manuales como los reenganches se efectúen externamente al equipo.

El detector de Línea muerta quedará bloqueado cuando se active la señal de **Bloqueo por fallo fusible** (**BLK_FF**) dada la no fiabilidad que presentan los detectores de subtensión ante una condición de fallo fusible. La operación de esta unidad aparece reflejada en la figura.

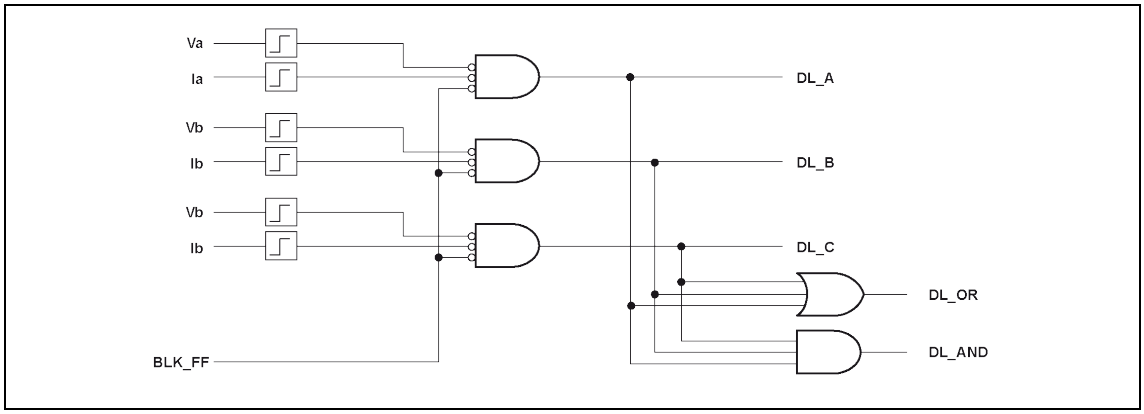


Figura 8.2.1 Diagrama lógico del Detector de Línea Muerta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
BLK_FF: Bloqueo por fallo fusible.	DL_OR: Alguna fase muerta.
DL_X: Fase X muerta	DL_AND: Tres fases muertas.

8.2.4 Rangos de ajuste

Protección / Detector Línea Muerta					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Detec LM	Permiso Detec. LM	RDEL1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Nivel Intensidad	Nivel Intensidad	RDEL1.StrValA	0,04-4 A	0,01 A	0,04 A
Nivel Tensión	Nivel Tensión	RDEL1.StrValV	2-70 V	0,01 V	45 V

8.2.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.2-1: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC
VA	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC

8.2.6 Entradas digitales al módulo de Línea Muerta

Tabla 8.2-2: Entradas digitales al módulo de Línea Muerta					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_DL	Órdenes de habilitación / deshabilitación	RDEL1.Mod	Entrada de habilitación detector de línea muerta	I	Su activación pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.2.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Línea Muerta

Tabla 8.2-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Línea Muerta					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
DL_A	Salidas genéricas de protección	RDEL1.Op	Fase A muerta	I	Indicación de fase A desenergizada.
DL_B		RDEL1.Op	Fase B muerta	I	Indicación de fase B desenergizada.
DL_C		RDEL1.Op	Fase C muerta	I	Indicación de fase C desenergizada.
DL_OR		RDEL1.Op	Alguna fase muerta	I	Indicación de alguna fase desenergizada.
DL_AND		RDEL1.Op3Ph	Tres fases muertas	I	Indicación de tres fases desenergizadas.
DL_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	RDEL1.Mod	Detector de línea muerta habilitado	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.2.8 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLRDEL		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status		
Op	ACT	Operation
Op3Ph	ACT	3 phase operation (and of 3 phases)
Settings		
LnInSvc	SPG	In service
StrValA	ASG	Current threshold
StrValV	ASB	Voltage threshold

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.3 Detector de Interruptor Remoto Abierto

8.3.1 Identificación 8.3-2
8.3.2 Bloque general de la unidad 8.3-2
8.3.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.3-2
8.3.4 Detección de intensidad capacitiva 8.3-3
8.3.5 Rangos de ajuste 8.3-4
8.3.6 Entradas analógicas a la unidad 8.3-4
8.3.7 Entradas digitales al módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-5
8.3.8 Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-5
8.3.9 Ensayo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-6

8.3.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Interruptor Remoto Abierto			

8.3.2 Bloque general de la unidad

8.3.3 Principios de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen de una unidad de detección de interruptor remoto abierto que tiene por objeto generar el disparo inmediato del interruptor del lado local ante el arranque de alguna de las unidades de la segunda zona, previa detección de las condiciones adecuadas que indican la apertura (trifásica) del interruptor del lado remoto. El disparo se produce de forma instantánea ya que, si se dan las condiciones indicadas, se tiene la seguridad de que la falta se encuentra dentro de la línea protegida (siempre que la segunda zona se ajuste por encima del 100% de la longitud de la línea protegida). Se impide la operación del detector en las siguientes circunstancias:

1. Cuando la falta sea detectada en el extremo local por la zona 1, ya que en este caso el disparo es instantáneo.
2. Cuando se active la señal de disparo, ya que si esto ocurre antes de la activación de la salida de la unidad que nos ocupa, su activación ya no es necesaria para propiciar el disparo.
3. Cuando la falta sea trifásica, dado que este tipo de faltas no permiten saber lo que ocurre más allá de las mismas.

Si no se da ninguna de las circunstancias descritas y se detecta que el interruptor remoto está abierto, se permite la operación del detector sólo cuando se active la zona 2 sin activación de la zona 1. Dado que en una falta en zona 1 se activa también la zona 2 (incluso antes que la propia zona 1), se aplica una temporización de espera a la señal de arranque de la zona 2.

El detector de interruptor remoto abierto se basa en que si existe una apertura trifásica en el extremo remoto durante una falta no trifásica, la intensidad por alguna de las fases (una si la falta es bifásica y dos si es monofásica) se hará muy pequeña (intensidad capacitiva), mientras que en la(s) fase(s) restante(s) seguirá detectándose la falta en zona 2. Para ello, la unidad dispone de una unidad de subintensidad cuyo nivel viene dado por el ajuste ***Nivel intensidad mínima***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En el caso de líneas largas, la intensidad que circula por las fases que no están en falta una vez abierto el extremo remoto puede ser superior que el ajuste ***Nivel intensidad mínima***, debido a las capacidades a tierra. Por ello, también es posible detectar la apertura del interruptor remoto mediante la presencia de intensidad capacitiva si se pone en **SÍ** el ajuste ***Detección por intensidad capacitiva*** (**D_CAP_CUR**).

8.3.4 Detección de intensidad capacitiva

Se dispone de tres unidades, una por fase, de detección de intensidad capacitiva. Cada una de ellas se activa cuando la intensidad de fase precede a la tensión de su misma fase en $90º \pm \delta_DIRA$ (idealmente, la intensidad puramente capacitiva adelanta en 90º a la tensión de fase correspondiente):

Tabla 8.3-1: Detección de intensidad capacitiva			
Fase	**Fop**	**Fpol**	**Criterio**
A	Ia	Va	$90º - \delta_DIRA \le \left[arg\left(Fop\right) - arg\left(Fpol\right)\right] \le 90º + \delta_DIRA$
B	Ib	Vb	
C	Ic	Vc	

El significado de las variables utilizadas en la tabla anterior es el siguiente:

Ia, Ib, Ic	Intensidades de fase
Va, Vb, Vc	Tensiones de fase
δ_DIRA	Ángulo de deriva de la intensidad capacitiva (15º)

La lógica de la unidad se presenta en la siguiente figura:

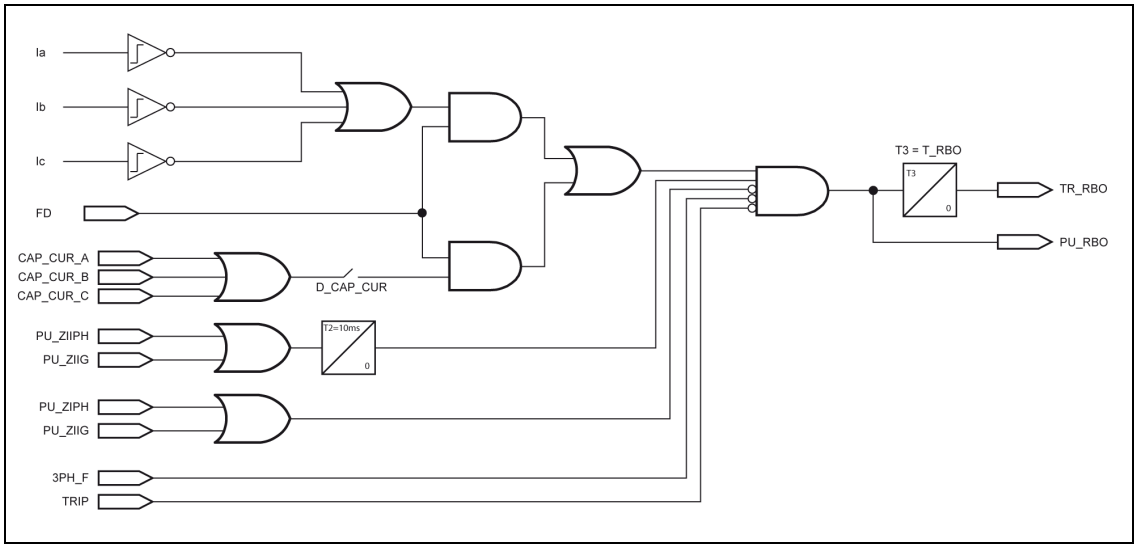


Figura 8.3.1 Diagrama de bloques del Detector de Interruptor Remoto Abierto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
CAP_CUR_X: Activación unidad detección intensidad capacitiva fase X.	PU_RBO: Arranque detector de interruptor remoto abierto.
PU_ZnX: Arranque de unidad fase / tierra Zona n.	FD: Activación detector de falta.
3PH_F: Falta ABC.	D_CAP_CUR: Detección por intensidad capacitiva (Ajuste)
TRIP: Disparo	
TR_RBO: Disparo detector de interruptor remoto abierto.	T_RBO: Temporización disparo por remoto abierto (ajuste)

8.3.5 Rangos de ajuste

Protección / Interruptor Remoto Abierto					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso DIRA	Permiso DIRA		SÍ / NO		NO
Tiempo DIRA	Temp DIRA		0,00-2000 ms	5 ms	0 ms
Deteccion por I capac	Detec por I Capac		SÍ / NO		NO
Nivel I minima	Nivel I Mínima		(0 - 1) In A	0,01 A	0,15 In

8.3.6 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.3-2: Entradas analógicas al módulo de Interruptor Remoto Abierto

Nombre	Descripción	IEC 61850
IA	Intensidad de la fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de la fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de la fase C	MMXU1.A.phsC
Va	Tensión de la fase A	MMXU1.PhV.phsA
Vb	Tensión de la fase B	MMXU1.PhV.phsB
Vc	Tensión de la fase C	MMXU1.PhV.phsC

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.3.7 Entradas digitales al módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto

Tabla 8.3-3: Entradas digitales al módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_RBO	Órdenes de habilitación / deshabilitación	RDEL1.Mod	Entrada habilitación detector de interruptor remoto abierto	I	Su activación pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.3.8 Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto

Tabla 8.3-4: Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
PU_RBO	Salidas de arranque de protección		Arranque detector de interruptor remoto abierto	I	Arranque de la unidad.
TR_RBO	Salidas de disparo de protección		Disparo detector de interruptor remoto abierto	I	Disparo de la unidad.
RBO_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas		Detector de interruptor remoto abierto habilitado	I	Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.3.9 Ensayo del Detector de Interruptor Remoto Abierto

Se preparará el sistema para medir el tiempo entre la inyección de la intensidad y el cierre de cualquiera de los contactos de disparo. Se habilitará la unidad y se desactivarán el resto de las unidades auxiliares. Durante la prueba se consultarán los indicadores:

Display en la pantalla de **Información** - **Estado** - **Unidades de medida** - **Detector de interruptor remoto abierto**,

ZIVercomPlus® en la pantalla de estado (**Estado** - **Unidades** - **Detector de interruptor remoto abierto**).

Se introducirá una falta en zona 2, la cual no disparará por distancia al estar inhabilitados todos los disparos por distancia. Para ello, se aplicará un sistema trifásico equilibrado de tensiones de 12 VCA y ángulos 0º, 120º y 240º inductivos en las fases A, B y C respectivamente.

Después se inyectarán simultáneamente unas intensidades de 5 ACA y 50º para la fase A y 1 ACA y 170º y 290º para las fases B y C respectivamente.

Se desactivarán las intensidades de las fases B y C (o se hará que tengan un valor por debajo del ajuste ***I mínima***), comprobándose que los indicadores de estado de la unidad de medida se activan y que el equipo dispara, siendo la indicación de último disparo, tanto en el display como en el ***ZivercomPlus***®, de una falta AG con disparo por interruptor remoto abierto (RA). El tiempo medido deberá ser menor de 45 ms.

Se repetirá la prueba con un ajuste de temporización de 2000 ms, debiendo entonces estar el tiempo medido entre 1900 ms y 2100 ms.

Se volverá a ajustar la temporización a 0 s y se habilitará el ajuste de ***Detección por intensidad capacitiva***. Se introducirá la falta en zona 2 de la anterior prueba y se modificará el ángulo de la intensidad de fase B o C, de modo que éste tome un valor capacitivo (entre 75º y 105º) respecto a la tensión de la misma fase.

Al igual que en el anterior caso, se comprobará que el equipo dispara, siendo la indicación de último disparo, tanto en el display como en el ***ZivercomPlus***®, de una falta AG con disparo por interruptor remoto abierto (**RBO**). El tiempo medido deberá ser menor de 45 ms.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

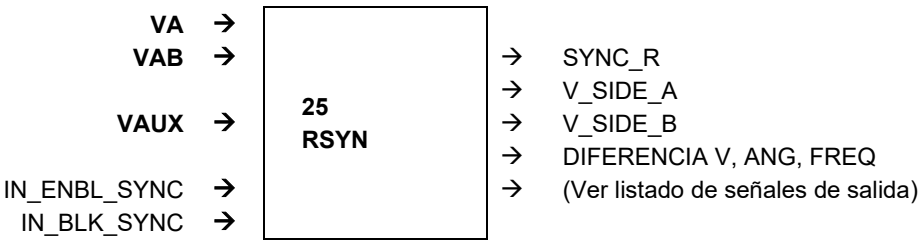
8.4 Unidad de Sincronismo

8.4.1	Identificación	8.4-2
8.4.2	Bloque general de la unidad	8.4-2
8.4.3	Principio de operación y diagrama de bloques	8.4-2
8.4.3.a	Unidad de diferencia de tensión	8.4-7
8.4.3.b	Unidad de diferencia de fase	8.4-8
8.4.3.c	Unidad de diferencia de frecuencia	8.4-8
8.4.3.d	Magnitudes diferencia	8.4-8
8.4.3.e	Unidad de Tensión de Lados A y B	8.4-9
8.4.3.f	Selección del tipo de sincronismo	8.4-11
8.4.4	Aplicación de la función de sincronismo	8.4-11
8.4.5	Rangos de ajuste	8.4-12
8.4.6	Entradas analógicas a la unidad	8.4-17
8.4.7	Salidas analógicas de la unidad	8.4-17
8.4.8	Entradas digitales al módulo de sincronismo	8.4-18
8.4.9	Salidas digitales y sucesos del módulo de sincronismo	8.4-20
8.4.10	Nodo Lógico IEC 61850 (IRFA)	8.4-25
8.4.11	Nodo Lógico IEC 61850 (IRFB, IRFC, ZLFB, ZLFC, DLFA, DLFB)	8.4-26
8.4.12	Ensayo de la unidad	8.4-28

8.4.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de sincronismo	RSYN1	SYNC	25

8.4.2 Bloque general de la unidad



8.4.3 Principio de operación y diagrama de bloques

Los equipos (según modelo) disponen dos unidades de comprobación de sincronismo, por cada interruptor, cuya función es verificar que las condiciones a ambos lados del interruptor supervisado son favorables al cierre del mismo (bien por reenganche o por cierre manual) y no se van a producir oscilaciones. El reenganchador comprueba la salida de la unidad 1.

Cada unidad de sincronismo está formada por cuatro elementos, cada uno de las cuales presenta un ajuste de **Permiso** o habilitación:

- Unidades de Tensión de Lados A y B.
- Unidades de Diferencia de Tensión.
- Unidades de Diferencia de Fase.
- Unidades de Diferencia de Frecuencia.

El funcionamiento de la unidad de Sincronismo se basa, por un lado, en la comparación de módulo, fase y/o frecuencia de las tensiones de **Lado A** (medida del canal Va) y **Lado B** (medida del canal de sincronismo, Vsinc), con objeto de comprobar si ambas tensiones son iguales. Por otra parte, la unidad presenta la posibilidad de detectar sincronismo en función de la energización a ambos lados del interruptor, es decir, en función de las posibles combinaciones de presencia / ausencia de tensión en los lados A y B.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cuando hay que comprobar la sincronización de un solo interruptor, el equipo utilizará la tensión del lado A y una o dos tensiones diferentes del lado B (VSYNC1,VSYNC2 o VSYNC3) dependiendo de si se trata de una configuración de barra simple o doble.

Cuando hay que comprobar la sincronización de dos interruptores asociados a la misma posición (posición de interruptor y medio, o doble interruptor) el equipo utilizará:

- Lado A (línea): la tensión seleccionada (mediante ajuste: VA, VB, VC). El lado A puede ser la tensión de fase seleccionada o VSYNC1 según la configuración de los seccionadores. Si la tensión del lado A es VSYNC1, no habrá compensación angular ni de módulo ya que se considera que todas las entradas de sincronización (VSYNC1, VSYNC2 y VSYNC3) tienen el mismo cableado.

- Lado B: VSYNC1, VSYNC2 y VSYNC3 según la configuración simple/doble y el estado de los seccionadores de línea. Por ajuste: VA, VB, VC, VAB, VBC, VCA. El mismo ajuste para las 3 entradas analógicas VSYNC como se ha explicado anteriormente.

En la siguiente tabla se definen las diferentes combinaciones. Cuando VSYNC1 es la tensión del lado A, se tienen en cuenta todos los ajustes del lado A (niveles de detección de tensión, etcétera):

89B1_NC	89B2_NC	VX (LADO A)	VSINC1	VSINC2	VSINC3	Configuración de interruptor simple	
No usado	No usado	√	√	No usado	No usado	Barra simple	CB1
0	0	√	√	No usado	No usado	Barra doble	
0	1	√	√	No usado	No usado		
1	0	√	No usado	√	No usado		
1	1	√	√	No usado	No usado		
89L1_NC	**89L2_NC**	**VX (LADO A)**	**VSINC1**	**VSINC2**	**VSINC3**	**Configuración de interruptor y medio**	
0	0	√	√	No usado	No usado	52_1 (lateral) 89L1 y 89L2 independientes	CB1
0	1	√	√	No usado	No usado		
1	0	No usado	√	No usado	√		
1	1	No usado	√	√	No usado		
0	No usado	√	√	No usado	No usado	52_1 (lateral) 89L1 y 89L2 conmutado.	
1	No usado	No usado	√	√	No usado		
0	0	√	No usado	No usado	√	52_2 (central) 89L1 y 89L2 independientes	CB2
0	1	√	No usado	√	No usado		
1	0	No usado	√	No usado	√		
1	1	No usado	√	√	No usado		
0	No usado (*)	√	No usado	√	No usado	52_2 (central) 89L1 y 89L2 conmutado.	
1	No usado (*)	No usado	√	√	No usado		

Nota (*): Tensión conectada externamente según 89L2.

El ajuste ***Supervisión ED para Selección VSINC*** tiene las siguientes opciones:

- 89L: Configuración de interruptor y medio. La unidad de sincronización utilizará la entrada de tensión correspondiente en función del estado de las entradas del 89L.
- 89B: Doble barra con interruptor simple. La unidad de sincronización utilizará la entrada de tensión correspondiente en función del estado de las entradas del 89B.
- No. Barra simple o doble barra con interruptor doble. La unidad de sincronización del interruptor 1 utilizará VSYNC1 y la unidad de sincronización del interruptor 2 utilizará VSYNC2.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En posiciones de interruptor simple con barra simple o doble.

- 89B1_NC: Seccionador de barra 1 abierto (*).
- 89B2_NC: Seccionador de barra 2 abierto.
- VX (Lado A): Tensión seleccionada para el Lado A.
- VSINC1: Tensión Lado B (Barra 1).
- VSINC2: Tensión Lado B (Barra 2).

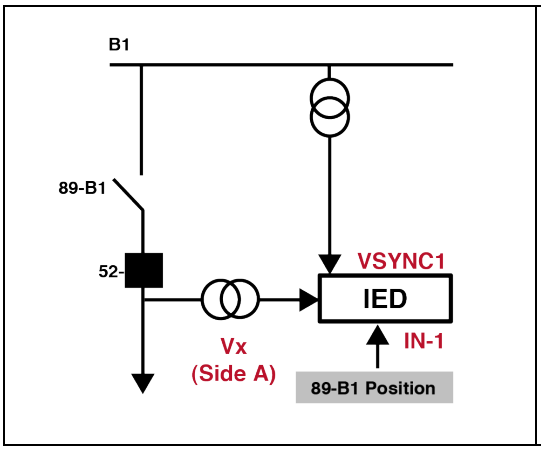


Figura 8.4.1 Configuración de barra simple.

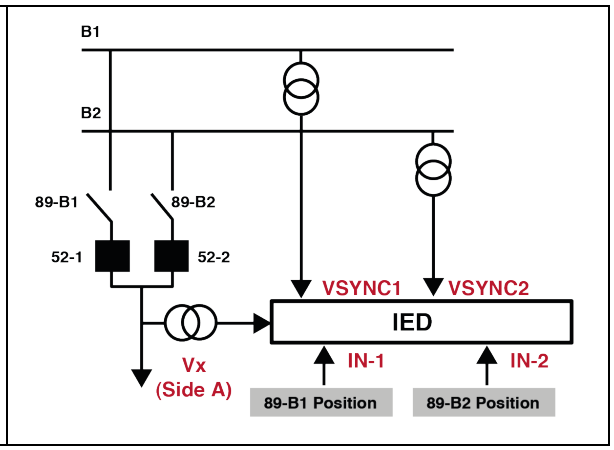


Figura 8.4.2 Doble barra con configuración de doble interruptor.

En posiciones de interruptor y medio:

- 89B1_NC: Seccionador de Línea 1 abierto (**).
- 89B2_NC: Seccionador de Línea 2 abierto.
- VX (Lado A): Tensión seleccionada para el Lado A.
- VSINC1: Tensión Lado B (Barra 1).
- VSINC2: Tensión Lado B (Barra 2).
- VSINC3: Tensión Lado B (Línea 2).

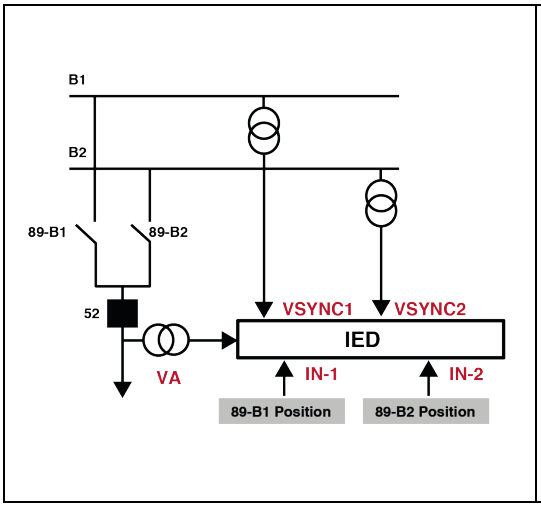


Figura 8.4.3 Doble barra y configuración de interruptor simple.

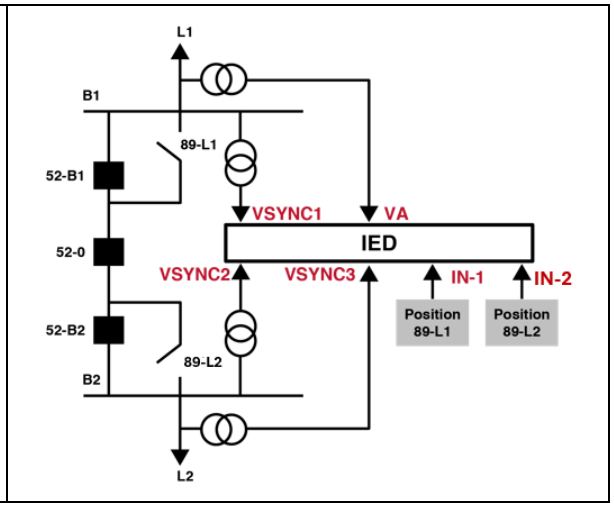


Figura 8.4.4 Configuración de interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

(*) El equipo selecciona automáticamente la lógica de doble barra cuando se configuran las señales de entrada "Entrada de Seccionador de Barra 1 abierto" e "Entrada de seccionador de Barra 2 abierto".

(**) El equipo selecciona automáticamente la lógica de interruptor y medio cuando se configuran las señales de entrada "Entrada de seccionador de línea 1 abierta" y "Entrada de seccionador de línea 2 abierta".

Para modelos IRF, la tensión del **Lado A** que se emplea para determinar la existencia o no de sincronismo es la correspondiente a la fase A o AB en caso de usar las tensiones fase-fase. Si se emplea una u otra vendrá determinado por el ajuste ***Num Trafos Tensión*** que indica si se están empleando tres transformadores de tensión fase-tierra o dos transformadores de tensión fase-fase. Esta tensión es siempre necesaria para poder calcular la frecuencia del sistema en el lado A del interruptor.

La tensión del **Lado B** podrá corresponderse con la fase A, B o C, o con las tensiones fase-fase AB, BC o CA, en función de la situación del transformador de medida de tensión. Con objeto de comparar dicha tensión con la del **Lado A**, debe fijarse adecuadamente el ajuste de configuración ***Tensión lado B***.

Dado que es posible tener en ambos lados tensiones simples y compuestas, incluso combinándose los dos tipos uno en cada lado, se realiza una normalización interna de las tensiones medidas para hacerlas comparables tanto en módulo como en argumento. **El criterio en cuanto al módulo es normalizar los valores medidos considerando que en ambos lados las tensiones son simples**. El criterio, en cuanto al argumento, es realizar una compensación angular de acuerdo con los valores indicados en la Tabla 8-4.1. En ambos casos, serán las tensiones simples VA las que utilizará internamente la unidad para comprobar el Sincronismo a ambos lados del interruptor.

Esta normalización de módulos y compensación de ángulos se hace de acuerdo con los siguientes ajustes:

- ***Para modelos IRF, Num Trafos Tensión***: cuando el ajuste es 3 se entiende que las tensiones del **Lado A** son simples (fase-tierra) y que la magnitud medida por el primer canal de Tensión es directamente VA. Cuando el ajuste es 2, se interpreta que las tensiones del **Lado A** son compuestas (fase-fase). En este caso, a partir de la medida del primer canal de Tensión (VAB) se va a calcular el vector VA y es esta magnitud calculada la que utilizará la unidad en sus cálculos. Este ajuste no afecta a la tensión del **Lado B**.
- ***Factor de compensación tensión lado B*** (**K_{LB}**): tomando como tensión base la tensión nominal de VA en el **Lado A**, la tensión nominal del **Lado B** tiene que ser compensada mediante la multiplicación por el parámetro **K_{LB}** para normalizarla y poder emplear el criterio de diferencia de tensiones en el sincronismo. El valor del parámetro **K_{LB}** se calculará como:

$$K_{LB} = \frac{Vnominal_{VA\ en\ LADO_A}}{Vnominal_{VSYNC\ en\ LADO_B}}$$

- ***Tensión Lado B***: en este ajuste se selecciona cuál es la tensión medida en el **Lado B** del interruptor y a partir de él se determina la compensación angular que se va a utilizar. **No se considera a efectos de normalización de módulos**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En el funcionamiento de la unidad de sincronismo también se tiene en cuenta el tipo de rotación del sistema (ABC o ACB). En función del ajuste de ***Secuencia de fases*** (ABC / ACB) se realizan las compensaciones de ángulo adecuadas.

Por ejemplo, si la tensión en el **Lado A** es la de la fase A y la del **Lado B** es la fase B, para un sistema ABC se realizará una compensación angular de 120º; si la rotación del sistema es ACB, la compensación será de 240º.

En la Tabla 8.4-1 se recogen todas las posibilidades de compensación angular:

Tabla 8.4-1:Compensación angular (secuencia de fases)

Lado A	Ajuste Tensión Lado B	Secuencia ABC	Secuencia ACB
VA	VA	+0º	+0º
VA	VB	+120º	+240º
VA	VC	+240º	+120º
VA	VAB	+330º	+30º
VA	VBC	+90º	+270º
VA	VCA	+210º	+150º
VB	VA	+240º	+120º
VB	VB	+0º	+0º
VB	VC	+120º	+240º
VB	VAB	+210º	+150º
VB	VBC	+330º	+30º
VB	VCA	+90º	+270º
VC	VA	+120º	+240º
VC	VB	+240º	+120º
VC	VC	+0º	+0º
VC	VAB	+90º	+270º
VC	VBC	+210º	+150º
VC	VCA	+330º	+30º

Todos los ángulos indicados están referenciados a V_A.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El diagrama de bloques de la unidad de sincronismo aparece en la Figura 8.4.5.

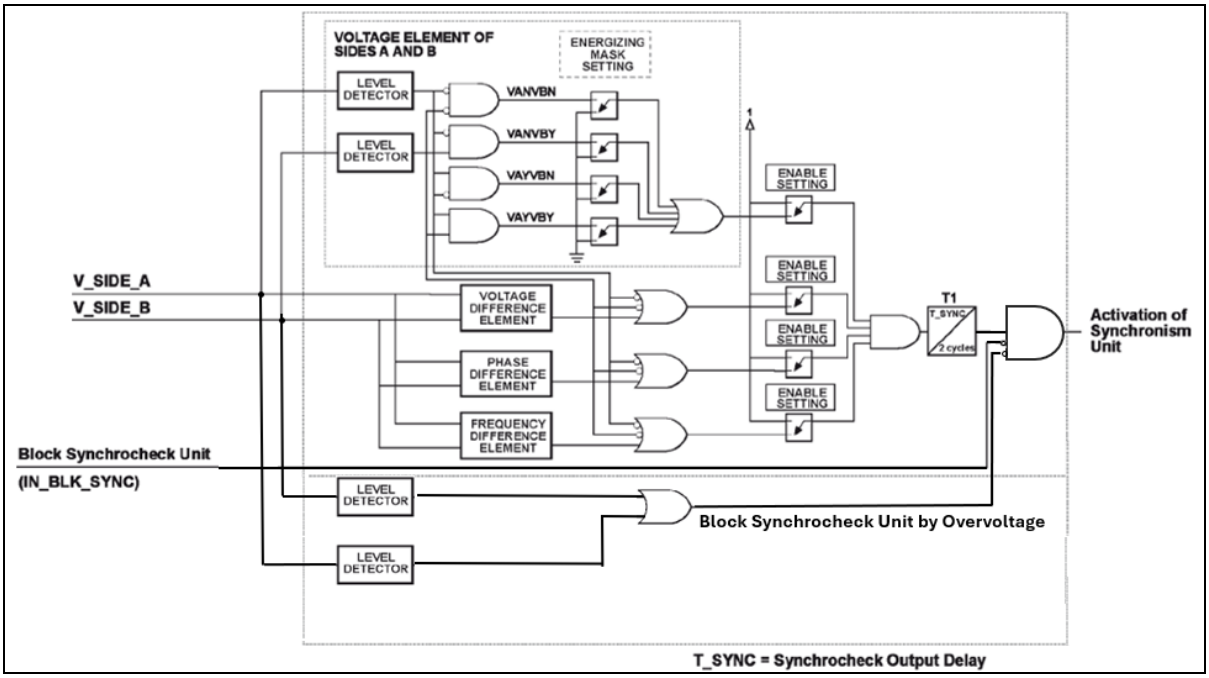


Figura 8.4.5 Diagrama de bloques de la unidad de sincronismo.

Nota: como se ve en el esquema, si algún permiso vale 0 (unidad inhabilitada), la entrada de la puerta AND correspondiente a dicha unidad estará a 1 como si dicha unidad estuviese arrancada. Así, si todas las unidades se encuentran inhabilitadas, la unidad de sincronismo estará activada (a menos que se bloquee externamente).

Nota: como se ve en el esquema, si la unidad de sobretensión de lado A y/o la unidad de sobretensión de lado B están desactivadas, las entradas a la puerta AND correspondientes a las unidades de diferencia de tensión, diferencia de ángulos y diferencia de frecuencia, se encuentran siempre a 1.

La salida de la unidad de sincronismo se podrá bloquear mediante la entrada digital de **Entrada bloqueo sincronismo cierre** (**IN_BLK_SYNC**).

8.4.3.a Unidad de diferencia de tensión

El arranque de esta unidad tiene lugar cuando la diferencia de tensiones entre las señales de los lados A y B es menor o igual al valor ajustado (en tanto por ciento), y se repone cuando la relación entre las tensiones de los lados A y B es igual o mayor que el 105% del valor ajustado.

Una vez normalizadas se restan y se almacena en valor absoluto su diferencia: $|VladoA - VladoB| = Dif_V$

Y el valor de arranque se determina del siguiente modo: $Dif_V \leq VladoMayor * Ajuste/100$. Donde *VladoMayor* es la mayor de las tensiones leídas (lado A o lado B).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.3.b Unidad de diferencia de fase

El arranque de esta unidad tiene lugar en el momento en que el desfase entre las señales de los lados A y B es menor o igual al ajuste y se repone cuando el ángulo de desfase es mayor que el 105% del valor ajustado o mayor que el valor ajustado +2º.

Los ángulos de las señales de los lados A y B empleados son valores ya compensados según la Tabla 8-4.1.

Si el ajuste ***Perm. Comp. Tiempo cierre interruptor*** (***Permiso compensación tiempo de cierre del interruptor***) está a **SÍ**, la unidad de Diferencia de Fase considerará la diferencia angular entre las tensiones de los lados A y B en el momento del cierre del interruptor, teniendo en cuenta su tiempo de operación mediante el ajuste ***Tiempo cierre interruptor*** y el deslizamiento existente entre las tensiones de los lados A y B. Para ello, a la diferencia angular entre las tensiones de los lados A y B le sumará el siguiente desfase:

$$\frac{Tcierre\,(ms)}{1000} \cdot 360 \cdot \left(f_A - f_B\right)$$

donde *Tcierre* es el tiempo de cierre del interruptor, f_A es la frecuencia de la tensión del lado A y f_B es la frecuencia de la tensión del lado B.

De esta forma, si la tensión del lado A gira más rápido que la tensión del lado B ($f_A > f_B$), el desfase anterior será positivo, mientras que si la tensión del lado A gira más despacio que la tensión del lado B ($f_A < f_B$), la corrección angular a tener en cuenta será negativa.

8.4.3.c Unidad de diferencia de frecuencia

El arranque de esta unidad tiene lugar cuando la diferencia de frecuencia entre las señales de los lados A y B es menor que el arranque (100% del ajuste), y se repone cuando esta diferencia es mayor que el ajuste + 0,01 Hz.

8.4.3.d Magnitudes diferencia

Las unidades de diferencia de tensión, fase y frecuencia calculan la diferencia en módulo, ángulo y frecuencia entre la tensión de línea y la de barras. Estas tres magnitudes se encuentran disponibles como magnitudes de salida de protección y, por lo tanto, aparecerán en el estado, HMI y en la lógica de control del equipo.

Estas magnitudes se calcularán solo cuando la unidad de diferencia correspondiente se encuentre habilitada y el nivel de tensión supere el mínimo definido. En cualquier otro caso, se encontrarán en estado inválido.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.3.e Unidad de Tensión de Lados A y B

Estas unidades están formadas por cuatro unidades de sobretensión para cada interruptor (dos unidades por cada lado del interruptor) y dos de subtensión para cada interruptor (una unidad por cada lado del interruptor). De acuerdo con estos seis ajustes, se determinarán cuatro bandas de tensión diferentes, cuatro para el Lado A (Línea) y cuatro para el lado B (Barra). En modelos IRF-A, si la medida del lado A proviene de la barra o de la línea, es seleccionable mediante el ajuste ***Medida del lado A***, cambiando la lógica de las señales de **Barra/Línea Muerta/Viva/Sobretensión**.

Cada unidad de sobretensión, para detectar línea y/o barra viva, arranca cuando el valor eficaz de la tensión de entrada supera el 100% del valor de arranque (valor ajustado) y se repone cuando es inferior al 95% de dicho valor. Las tensiones empleadas son valores normalizados como tensiones simples.

Cada unidad de subtensión, para detectar línea y/o barra muerta, arranca cuando el valor eficaz de la tensión de entrada es inferior al 100% del valor de arranque (valor ajustado) y se repone cuando es superior al 95% de dicho valor. Las tensiones empleadas son valores normalizados como tensiones simples.

Las unidades de tensión para determinar si los lados A y B se encuentran en situación de viva o muerto, presentan 4 salidas, las cuales indican las siguientes señalizaciones para cada uno de los lados de cada interruptor. Las unidades de tensión que detectan sobrevoltaje proveen 2 salidas para bloquear el permiso de sincronismo. La señal de **Bloqueo de Unidad de Sincronismo por Sobretensión** se activa por sobretensión en cualquier lado, de línea o de barras.

- **Línea viva**. Esta señal se activará cuando la tensión de la línea (LADO A) ≥ Ajuste de ***Línea viva***.
- **Línea muerta**. Esta señal se activará cuando la tensión de línea (LADO A) < Ajuste de ***Línea muerta***.
- **Barra viva**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (LADO B) ≥ Ajuste de ***Barra viva***.
- **Barra muerta**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (Lado B) < Ajuste de ***Barra muerta***.
- **Sobretensión de línea**. Esta señal se activará cuando la tensión de la línea (LADO A) ≥ Ajuste de ***Sobretensión de Línea***.
- **Sobretensión de barra**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (LADO B) ≥ Ajuste de ***Sobretensión de Barra***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

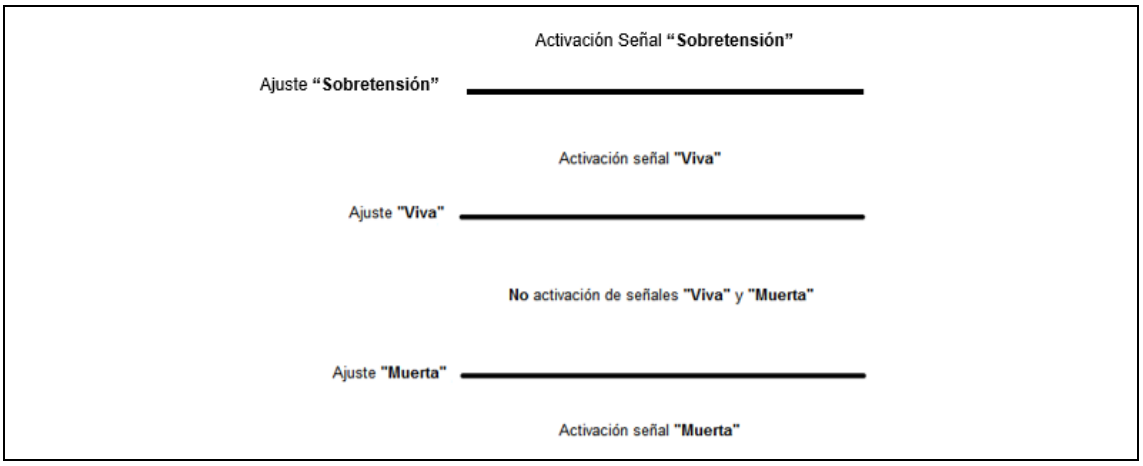


Figura 8.4.6 Umbrales de activación para determinar Línea Viva / Línea Muerta, Barra Viva / Barra Muerta y Sobretensión de Línea/Barra.

Estas salidas se generan hayan o no sido seleccionadas mediante el ajuste de *Energización*, cuya función única es fijar aquellas combinaciones que se han de utilizar para la detección de sincronismo. Esto ocurrirá, siempre y cuando nos encontremos en las zonas de viva o muerta, ya que, si la tensión de cualquiera de los lados se encuentra en la zona de **No activación de señales "Viva" y "Muerta"**, la mostrada en la Figura 8.4.6, las salidas del lado involucrado no se calcularan independientemente del resto de ajustes de la unidad de sincronismo.

Para modelos IRF-A, en los que la medida del lado A es seleccionable entre barra y línea, se sigue la lógica siguiente:

- **Ajuste "*Medida Lado A*" = Línea**
  - **Línea viva**. Esta señal se activará cuando la tensión de la línea (LADO A) ≥ Ajuste de ***Línea viva***.
  - **Línea muerta**. Esta señal se activará cuando la tensión de línea (LADO A) < Ajuste de ***Línea muerta***.
  - **Barra viva**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (LADO B) ≥ Ajuste de ***Barra viva***.
  - **Barra muerta**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (Lado B) < Ajuste de ***Barra muerta***.
  - **Sobretensión de línea**: Esta señal se activará cuando la tensión de la línea (LADO A) ≥ Ajuste de ***Sobretensión de Línea***.
  - **Sobretensión de barra**: Esta señal se activará cuando la tensión de barras (LADO B) ≥ Ajuste de ***Sobretensión de Barra***.
- **Ajuste "*Medida Lado A*" = Barra**
  - **Línea viva**. Esta señal se activará cuando la tensión de la línea (LADO B) ≥ Ajuste de ***Línea viva***.
  - **Línea muerta**. Esta señal se activará cuando la tensión de línea (LADO B) < Ajuste de ***Línea muerta***.
  - **Barra viva**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (LADO A) ≥ Ajuste de ***Barra viva***.
  - **Barra muerta**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (Lado A) < Ajuste de ***Barra muerta***.
  - **Sobretensión de línea**. Esta señal se activará cuando la tensión de la línea (LADO B) ≥ Ajuste de ***Sobretensión de Línea***.
  - **Sobretensión de barra**. Esta señal se activará cuando la tensión de barras (LADO A) ≥ Ajuste de ***Sobretensión de Barra***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.3.f Selección del tipo de sincronismo

Tanto el Reenganchador como la lógica de Mando (para maniobras de cierre del interruptor) hacen uso de la señal **SYNC_R**, que indica la presencia o no de sincronismo previo al cierre del interruptor.

Dicha información puede ser proporcionada al equipo por la salida de la propia unidad de sincronismo del equipo o a través de la entrada digital de **Sincronismo externo** (señal **SYNC_EXT**). El ajuste que determina el origen de la señal de sincronismo es el ***Tipo sincronismo***, de la forma siguiente:

- Si dicho ajuste toma el valor **Interno**, la señal de sincronismo **SYNC_R** tomará el valor de la salida de la unidad de sincronismo del equipo (**SYNC_CALC**).
- Si dicho ajuste toma el valor **Externo**, la señal de sincronismo **SYNC_R** tomará el valor de la entrada digital de **Sincronismo externo** (**SYNC_EXT**).

8.4.4 Aplicación de la función de sincronismo

La función de sincronismo se utiliza para supervisar la conexión de dos partes del circuito por el cierre de un interruptor. Verifica que las tensiones a ambos lados del interruptor ($V_{LADO\ A}$ y $V_{LADO\ B}$) están dentro de los límites de magnitud, ángulo y frecuencia establecidos en los ajustes.

La verificación de sincronismo se define como la comparación de la diferencia de tensiones de dos circuitos con fuentes distintas a unir a través de una impedancia (línea de transmisión, alimentador, etc.), o bien conectados mediante circuitos paralelos de impedancias definidas. La comparación de las tensiones de ambos lados de un interruptor se realiza previa a la ejecución del cierre del mismo de tal manera de que se minimicen posibles daños internos debido a la diferencia de tensiones, tanto en fase, como en magnitud y ángulo. Esto es muy importante en centrales generadoras de vapor en donde los reenganches de las líneas de salida con diferencias angulares considerables pueden ocasionar daños muy graves en el eje de la turbina.

La diferencia de nivel de tensión y de ángulo de fase en un momento determinado es el resultado de la carga existente entre fuentes remotas conectadas a través de circuitos paralelos (flujo de carga), también como consecuencia de la impedancia de los elementos que las unen (aun cuando no exista flujo de carga en los circuitos paralelos, o bien porque las fuentes a conectar entre sí son totalmente independientes y aisladas una de otra).

En sistemas mallados la diferencia angular entre dos extremos de un interruptor abierto normalmente no es significativa ya que sus fuentes están unidas remotamente por otros elementos (circuitos equivalentes o paralelos). Sin embargo, en circuitos aislados como en el caso de un generador independiente, la diferencia angular, los niveles de tensión y el deslizamiento relativo de los fasores de tensión pueden ser muy considerables. Incluso puede darse el caso que el deslizamiento relativo de sus tensiones sea muy bajo o nulo de tal manera que muy infrecuentemente estarán en fase. Debido a las condiciones cambiantes de un sistema eléctrico (conexión-desconexión de cargas, fuentes y nuevos elementos inductivos-capacitivos) el deslizamiento relativo de un fasor respecto del otro no es nulo, siendo necesaria la sincronización. En el primer caso, si bien se debe considerar la longitud de la línea cuyos extremos (fuentes) se conectarán para la determinación de la diferencia angular entre ellas, esto no es suficiente para fijar las condiciones de sincronismo antes de cerrar el interruptor. La experiencia indica que la ventana de diferencia angular entre fasores de tensión debe fijarse en un valor de 15º-20º.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.5 Rangos de ajuste

Protección / Sincronismo de cierre (Modelos para posición de interruptor simple)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Tipo Sincronismo	Tipo Sincronismo	RSCF1.SynMod	Externo Interno		Externo
Medida Tensión Lado A	Medida Lado A	RSCF1.SideAMod	0 = Línea 1 = Barra		Línea
Tensión Lado A	Tensión Lado A	RSCF1.VAMod	V_A / V_B / V_C		V_A
Tensión Lado B	Tensión Lado B	RSCF1.VBMod	V_A / V_B / V_C / V_{AB} / V_{BC} / V_{CA}		V_A
Factor Compensación Tensión Lado B	Factor Comp V B	RSCF1.VCorFact	0,1-4	0,01	1
Perm. Ten. Interrup.	Perm.Ten. Interrup	RSCF1.VSupEna	SÍ / NO		NO
Línea Viva	Linea viva	RSCF1.LivLinVal	0 - 200 V	1 V	51 V
Línea Muerta	Linea Muerta	RSCF1.DeaLinVal	0 - 200 V	1 V	19 V
Barra Viva	Barra viva	RSCF1.LivBusVal	0 - 200 V	1 V	51 V
Barra Muerta	Barra muerta	RSCF1.DeaBusVal	0 - 200 V	1 V	19 V
Sobretensión Línea	Sobretension Linea	RSCF1.OVLinVal	0 - 300 V	1 V	150 V
Sobretensión Barra	Sobretension Barra	RSCF1.OVBusVal	0 - 300 V	1 V	150 V
Perm. Comp. Tiempo Cierre Interruptor	Comp T Cierre Int	RSCF1.CbTmComp	SÍ / NO		NO
Tiempo Cierre Interruptor	T Cierre Int	RSCF1.BkrTmms	5 - 1000 ms	5 ms	100 ms
Unidad 1	Unidad 1				
Perm. Sincronismo	Perm.Sincronismo	Rsyn1.LnInSvc	SÍ / NO		NO
Máscara Energización:	Másc. Energización				
A sin V / B sin V	A sin V/B sin V	Rsyn1.DeaADeaB	SÍ / NO		NO
A sin V / B con V	A sin V/B con V	Rsyn1.DeaALivB	SÍ / NO		NO
A con V / B sin V	A con V/B sin V	Rsyn1.LivADeaB	SÍ / NO		NO
A con V / B con V	A con V/B con V	Rsyn1.LivALivB	SÍ / NO		NO
Perm. Dif. Tensión	Perm.Dif.Tensión	Rsyn1.DifVEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Tensión	Máx. Dif.Tensión	Rsyn1.DifV	2%-30 %	1 %	2 %
Perm. Dif. Fase	Perm.Dif.Fase	Rsyn1.DifAngEna	NO / SÍ		NO
Max. Dif. Fase	Máx. Dif.Fase	Rsyn1.DifAng	2 - 80º	1º	2º
Perm. Dif. Frecuen.	Perm.Dif. Frecuen.	Rsyn1.DifHzEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Frecuen.	Máx. Dif.Frecuen.	Rsyn1.DifHz	0,005-2,00Hz	0,01 Hz	0,01 Hz
Temp. Sincronismo	Temp. Sincronismo	Rsyn1.OpDITmms	0,00-300 s	0,01 s	0 s
Bloc Sinc por FF	Blq. Sinc. por FF	Rsyn1.FuFailBlk	SÍ / NO		NO
Bloquear Sincronismo por Sobretensión	Bloq Sinc Sobret	Rsyn1.OVBlk	0 = NO 1 = SÍ		0 = NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protección / Sincronismo de cierre (Modelos para posición de interruptor simple)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Unidad 2	Unidad 2				
Perm. Sincronismo	Perm.Sincronismo	Rsyn2.LnInSvc	SÍ / NO		NO
Máscara Energización:	Másc. Energización				
A sin V / B sin V	A sin V/B sin V	Rsyn2.DeaADeaB	SÍ / NO		NO
A sin V / B con V	A sin V/B con V	Rsyn2.DeaALivB	SÍ / NO		NO
A con V / B sin V	A con V/B sin V	Rsyn2.LivADeaB	SÍ / NO		NO
A con V / B con V	A con V/B con V	Rsyn2.LivALivB	SÍ / NO		NO
Perm. Dif. Tensión	Perm.Dif.Tensión	Rsyn2.DifVEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Tensión	Máx. Dif.Tensión	Rsyn2.DifV	2%-30 %	1 %	2 %
Perm. Dif. Fase	Perm.Dif.Fase	Rsyn2.DifAngEna	NO / SÍ		NO
Max. Dif. Fase	Máx. Dif.Fase	Rsyn2.DifAng	2 - 80º	1º	2º
Perm. Dif. Frecuen.	Perm.Dif. Frecuen.	Rsyn2.DifHzEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Frecuen.	Máx. Dif.Frecuen.	Rsyn2.DifHz	0,005-2,00Hz	0,01 Hz	0,01 Hz
Temp. Sincronismo	Temp. Sincronismo	Rsyn2.OpDlTmms	0,00-300 s	0,01 s	0 s
Bloc Sinc por FF	Blq. Sinc. por FF	Rsyn2.FuFailBlk	SÍ / NO		NO
Bloquear Sincronismo por Sobretensión	Bloq Sinc Sobret	Rsyn2.OVBlk	0 = NO 1 = SÍ		0 = NO

Protección / Sincronismo de cierre (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Supervisión ED para Selección VSINC	DI superv VSYN sel	LPHD.BusTyp	NO/89B/89L		NO
Interruptor 1					
Tipo Sincronismo	Tipo Sincronismo	RSCF1.SynMod	Externo Interno		Externo
Tensión Lado A	Tensión Lado A	RSCF1.VBMod	V_A / V_B / V_C		V_A
Tensión Lado B	Tensión Lado B	RSCF1.VMod	V_A / V_B / V_C / V_{AB} / V_{BC} / V_{CA}		V_A
Factor Compensación Tensión Lado B	Factor Comp V B	RSCF1.VCorFact	0.1 - 4	0.01	1
Perm. Ten. Interrup.	Perm.Ten. Interrup	RSCF1.VSupEna	NO / YES		NO
Línea Viva	Linea viva	RSCF1.LivLinVal	0 - 200 V	1 V	51 V
Línea Muerta	Linea Muerta	RSCF1.DeaLinVal	0 - 200 V	1 V	19 V
Barra Viva	Barra viva	RSCF1.LivBusVal	0 - 200 V	1 V	51 V
Barra Muerta	Barra muerta	RSCF1.DeaBusVal	0 - 200 V	1 V	19 V
Sobretensión Línea	Sobretension Linea	RSCF1.OVLinVal	0 - 300 V	1 V	150 V
Sobretensión Barra	Sobretension Barra	RSCF1.OVBusVal	0 - 300 V	1 V	150 V
Perm. Comp. Tiempo Cierre Interruptor	Comp T Cierre Int	RSCF1.CbTmComp	SÍ / NO		NO
Tiempo Cierre Interruptor	T Cierre Int	RSCF1.BkrTmms	5 - 1000 ms	5 ms	100 ms

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protección / Sincronismo de cierre (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Unidad 1	Unidad 1				
Perm. Sincronismo	Perm.Sincronismo	Rsyn1.LnInSvc	SÍ / NO		NO
Máscara Energización:	Másc. Energización				
A sin V / B sin V	A sin V/B sin V	Rsyn1.DeaADeaB	SÍ / NO		NO
A sin V / B con V	A sin V/B con V	Rsyn1.DeaALivB	SÍ / NO		SÍ
A con V / B sin V	A con V/B sin V	Rsyn1.LivADeaB	SÍ / NO		NO
A con V / B con V	A con V/B con V	Rsyn1.LivALivB	SÍ / NO		SÍ
Perm. Dif. Tensión	Perm.Dif.Tensión	Rsyn1.DifVEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Tensión	Máx. Dif.Tensión	Rsyn1.DifV	2%-30 %	1 %	2 %
Perm. Dif. Fase	Perm.Dif.Fase	Rsyn1.DifAngEna	NO / SÍ		NO
Max. Dif. Fase	Máx. Dif.Fase	Rsyn1.DifAng	2 - 80º	1º	2º
Perm. Dif. Frecuen.	Perm.Dif. Frecuen.	Rsyn1.DifHzEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Frecuen.	Máx. Dif.Frecuen.	Rsyn1.DifHz	0,005-2,00Hz	0,01 Hz	0,01 Hz
Temp. Sincronismo	Temp. Sincronismo	Rsyn1.OpDITmms	0,00-300 s	0,01 s	0 s
Bloc Sinc por FF	Blq. Sinc. por FF	Rsyn1.FuFailBlk	SÍ / NO		NO
Unidad 2	Unidad 2				
Perm. Sincronismo	Perm.Sincronismo	Rsyn2.LnInSvc	SÍ / NO		NO
Máscara Energización:	Másc. Energización				
A sin V / B sin V	A sin V/B sin V	Rsyn2.DeaADeaB	SÍ / NO		NO
A sin V / B con V	A sin V/B con V	Rsyn2.DeaALivB	SÍ / NO		SÍ
A con V / B sin V	A con V/B sin V	Rsyn2.LivADeaB	SÍ / NO		NO
A con V / B con V	A con V/B con V	Rsyn2.LivALivB	SÍ / NO		SÍ
Perm. Dif. Tensión	Perm.Dif.Tensión	Rsyn2.DifVEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Tensión	Máx. Dif.Tensión	Rsyn2.DifV	2%-30 %	1 %	2 %
Perm. Dif. Fase	Perm.Dif.Fase	Rsyn2.DifAngEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Fase	Máx. Dif.Fase	Rsyn2.DifAng	2 - 80º	1º	2º
Perm. Dif. Frecuen.	Perm.Dif. Frecuen.	Rsyn2.DifHzEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Frecuen.	Máx. Dif.Frecuen.	Rsyn2.DifHz	0,005-2,00Hz	0,01 Hz	0,01 Hz
Temp. Sincronismo	Temp. Sincronismo	Rsyn2.OpDITmms	0,00-300 s	0,01 s	0 s
Bloc Sinc por FF	Blq. Sinc. por FF	Rsyn2.FuFailBlk	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protección / Sincronismo de cierre (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Interruptor 2					
Tipo Sincronismo	Tipo Sincronismo	RSCF2.SynMod	Externo Interno		Externo
Tensión Lado A	Tensión Lado A		V_A / V_B / V_C		V_A
Tensión Lado B	Tensión Lado B	RSCF2.VMod	V_A / V_B / V_C / V_{AB} / V_{BC} / V_{CA}		V_A
Factor Compensación Tensión Lado B	Factor Comp V B	RSCF2.VCorFact	0,1 - 4	0,01	1
Perm. Ten. Interrup.	Perm.Ten. Interrup	RSCF2.VSupEna	NO / SÍ		NO
Línea Viva	Linea viva	RSCF2.LivLinVal	0 - 200 V	1 V	51 V
Línea Muerta	Linea Muerta	RSCF2.DeaLinVal	0 - 200 V	1 V	19 V
Barra Viva	Barra viva	RSCF2.LivBusVal	0 - 200 V	1 V	51 V
Barra Muerta	Barra muerta	RSCF2.DeaBusVal	0 - 200 V	1 V	19 V
Sobretensión Línea	Sobretension Linea	RSCF2.OVLinVal	0 - 300 V	1 V	150 V
Sobretensión Barra	Sobretension Barra	RSCF2.OVBusVal	0 - 300 V	1 V	150 V
Perm. Comp. Tiempo Cierre Interruptor	Comp T Cierre Int	RSCF2.CbTmComp	SÍ / NO		NO
Tiempo Cierre Interruptor	T Cierre Int	RSCF2.BkrTmms	5-1000 ms	5 ms	100 ms
Unidad 1	Unidad 1				
Perm. Sincronismo	Perm.Sincronismo	Rsyn3.LnInSvc	SÍ / NO		NO
Máscara Energización:	Másc. Energización				
A sin V / B sin V	A sin V/B sin V	Rsyn3.DeaADeaB	SÍ / NO		NO
A sin V / B con V	A sin V/B con V	Rsyn3.DeaALivB	SÍ / NO		SÍ
A con V / B sin V	A con V/B sin V	Rsyn3.LivADeaB	SÍ / NO		NO
A con V / B con V	A con V/B con V	Rsyn3.LivALivB	SÍ / NO		SÍ
Perm. Dif. Tensión	Perm.Dif.Tensión	Rsyn3.DifVEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Tensión	Máx. Dif.Tensión	Rsyn3.DifV	2%-30 %	1 %	2 %
Perm. Dif. Fase	Perm.Dif.Fase	Rsyn3.DifAngEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Fase	Máx. Dif.Fase	Rsyn3.DifAng	2 - 80º	1º	2º
Perm. Dif. Frecuen.	Perm.Dif. Frecuen.	Rsyn3.DifHzEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Frecuen.	Máx. Dif.Frecuen.	Rsyn3.DifHz	0,005-2,00Hz	0,01 Hz	0,01 Hz
Temp. Sincronismo	Temp. Sincronismo	Rsyn3.OpDITmms	0,00-300 s	0,01 s	0 s
Bloc Sinc por FF	Blq. Sinc. por FF	Rsyn3.FuFailBlk	SÍ / NO		NO
Bloquear Sincronismo por Sobretensión	Bloq Sinc Sobret	Rsyn3.OVBlk	0 = NO 1 = SÍ		0 = NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protección / Sincronismo de cierre (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Unidad 2	Unidad 2				
Perm. Sincronismo	Perm.Sincronismo	Rsyn4.LnInSvc	SÍ / NO		NO
Máscara Energización:	Másc. Energización				
A sin V / B sin V	A sin V/B sin V	Rsyn4.DeaADeaB	SÍ / NO		NO
A sin V / B con V	A sin V/B con V	Rsyn4.DeaALivB	SÍ / NO		SÍ
A con V / B sin V	A con V/B sin V	Rsyn4.LivADeaB	SÍ / NO		NO
A con V / B con V	A con V/B con V	Rsyn4.LivALivB	SÍ / NO		SÍ
Perm. Dif. Tensión	Perm.Dif.Tensión	Rsyn4.DifVEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Tensión	Máx. Dif.Tensión	Rsyn4.DifV	2%-30 %	1 %	2 %
Perm. Dif. Fase	Perm.Dif.Fase	Rsyn4.DifAngEna	SÍ / NO		NO
Max. Dif. Fase	Máx. Dif.Fase	Rsyn4.DifAng	2 - 80º	1º	2º
Perm. Dif. Frecuen.	Perm.Dif. Frecuen.	Rsyn4.DifHzEna	SÍ / NO	NO	
Max. Dif. Frecuen.	Máx. Dif.Frecuen.	Rsyn4.DifHz	0,005-2,00Hz	0,01 Hz	0,01 Hz
Temp. Sincronismo	Temp. Sincronismo	Rsyn4.OpDlTmms	0,00-300 s	0,01 s	0 s
Bloc Sinc por FF	Blq. Sinc. por FF	Rsyn4.FuFailBlk	SÍ / NO	NO	
Bloquear Sincronismo por Sobretensión	Bloq Sinc Sobret	Rsyn4.OVBlk	0 = NO 1 = SÍ		0 = NO

ATENCION

Si, estando el ajuste de Permiso en SI, se ajustan a NO los cuatro bits de la máscara de Energización, se desactiva la unidad de tensión y, por tanto, la unidad de sincronismo. Por ello, si se desea inhabilitar la unidad de tensión de lados A y B, se debe ajustar a NO el Permiso de dicha unidad, y no los cuatro bits de la máscara de Energización.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.6 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.4-2: Entradas analógicas del módulo de Sincronismo (Modelos para posición de interruptor simple)		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VA	Tensión de fase A	MMXU1.PhV.phsA
VAB	Tensión compuesta VAB	MMXU1.PPV.phsAB
VSYNC	Tensión canal de sincronismo	MMXU1.VSyn
FREQ S	Frecuencia canal de sincronismo	MMXU1.HzSyn

Tabla 8.4-3: Entradas analógicas del módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VA	Tensión de fase A	MMXU1.PhV.phsA
VAB	Tensión compuesta VAB	MMXU1.PPV.phsAB
V1	Tensión canal 1 de sincronismo	V1TVTR1.V1
V2	Tensión canal 2 de sincronismo	V2TVTR1.V2
V3	Tensión canal 3 de sincronismo	V3TVTR3.V3
FREQ S 1	Frecuencia canal 1 de sincronismo	MMXU1.HzSyn1
FREQ S 2	Frecuencia canal 2 de sincronismo	MMXU1.HzSyn2
FREQ S 3	Frecuencia canal 3 de sincronismo	MMXU1.HzSyn3

8.4.7 Salidas analógicas de la unidad

Tabla 8.4-4: Salidas analógicas del módulo de sincronismo		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
VSYNC_DIFF_M	Diferencia de tensión	RSYN1.DifVClc
VSYNC_DIFF_PH	Diferencia de fase	RSYN1.DifAngClc
VSYNC_DIFF_F	Diferencia de frecuencia	RSYN1.DifHzClc

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.8 Entradas digitales al módulo de sincronismo

Tabla 8.4-5: Entradas digitales al módulo de sincronismo					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_SYNC1	Órdenes de habilitación / deshabilitación	Rsyn1.Mod	Entrada de habilitación sincronismo cierre 1	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
ENBL_SYNC2		Rsyn2.Mod	Entrada de habilitación sincronismo cierre 2	I	
IN_BLK_SYNC	Unidad de sincronismo	RSCF1.Mod	Entrada bloqueo sincronismo cierre	I	La activación de la entrada impide la activación de la salida de la unidad de sincronismo (sincronismo calculado)
SYNC_EXT		RSCF1.SynEx	Sincronismo externo	I	La activación de la entrada es necesaria para permitir la generación de una orden de cierre por parte del reenganchador, si el ajuste de Supervisión por sincronismo está habilitado y el modo de sincronismo elegido es "externo".

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8.4-6: Entradas digitales al módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_SYNC1	Órdenes de habilitación / deshabilitación	Rsyn1.Mod	Entrada de habilitación sincronismo cierre 1 interruptor 1	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de estas entradas lógicas es un "1".
ENBL_SYNC2		Rsyn2.Mod	Entrada de habilitación sincronismo cierre 2 interruptor 1	I	
ENBL_SYNC3		Rsyn3.Mod	Entrada de habilitación sincronismo cierre 1 interruptor 2	I	
ENBL_SYNC4		Rsyn4.Mod	Entrada de habilitación sincronismo cierre 2 interruptor 2	I	
IN_BLK_SYNC1	Unidad de sincronismo	RSCF1.Mod	Entrada bloqueo sincronismo cierre interruptor 1	I	La activación de la entrada impide la activación de la salida de la unidad de sincronismo (sincronismo calculado)
IN_BLK_SYNC2		RSCF2.Mod	Entrada bloqueo sincronismo cierre interruptor 2	I	
SYNC_EXT1		RSCF1.SynEx	Sincronismo externo interruptor 1	I	La activación de la entrada es necesaria para permitir la generación de una orden de cierre por parte del reenganchador, si el ajuste de Supervisión por sincronismo está habilitado y el modo de sincronismo elegido es "externo".
SYNC_EXT2		RSCF2.SynEx	Sincronismo externo interruptor 2	I	

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.9 Salidas digitales y sucesos del módulo de sincronismo

Tabla 8.4-7: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sincronismo (Modelos para posición de interruptor simple)

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
P_SYNC_DPH1	Unidad de sincronismo 1	Rsyn1.AngInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de fases unidad 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de fases.
P_SYNC_DF1		Rsyn1.HzInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de frecuencia unidad 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de frecuencia.
P_SYNC_DV1		Rsyn1.VInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de tensiones unidad 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de tensiones.
P_SYNC_EL1		Rsyn1.VStChkOk	Permiso de cierre por sincronismo por energización a los lados unidad 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de presencia / ausencia de tensiones en los lados A y B.
SYNC_R1		Rsyn1.Rel	Permiso de cierre por sincronismo unidad 1	I	Es la señal que se hace llegar al reenganchador para supervisar el cierre por sincronismo. Su activación indica que hay permiso, y según cómo esté ajustado el selector, será sincronismo externo o calculado.
SYNC_ENBLD1		Rsyn1.Mod	Unidad 1 sincronismo cierre habilitada	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
SYNCH_BLK_OV		Rsyn1.OVBlk	Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 1		Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 1
P_SYNC_DPH2	Unidad de sincronismo 2	Rsyn2.AngInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de fases unidad 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de fases.
P_SYNC_DF2		Rsyn2.HzInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de frecuencia unidad 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de frecuencia.
P_SYNC_DV2		Rsyn2.VInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de tensiones unidad 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de tensiones.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8-4.7: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sincronismo (Modelos para posición de interruptor simple)

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
P_SYNC_EL2		Rsyn2.VStChkOk	Permiso de cierre por sincronismo por energización a los lados unidad 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de presencia / ausencia de tensiones en los lados A y B.
SYNC_R2		Rsyn2.Rel	Permiso de cierre por sincronismo unidad 2	I	Es la señal que se hace llegar al reenganchador para supervisar el cierre por sincronismo. Su activación indica que hay permiso, y según cómo esté ajustado el selector, será sincronismo externo o calculado.
SYNC_ENBLD2		Rsyn2.Mod	Unidad 2 sincronismo cierre habilitada	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
SYNCH_BLK_OV		Rsyn2.OVBlk	Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 2	I	Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 2
LIVELINE		RSCF1.LivLin	Presencia tensión en Línea	I	Indica presencia de tensión en la línea
DEADLINE		RSCF1.DeaLin	Ausencia tensión en Línea	I	Indica ausencia de tensión en la línea
LIVEBUS		RSCF1.LivBus	Presencia tensión en Bus	I	Indica presencia de tensión en la Barra
DEADBUS		RSCF1.DeaBus	Ausencia tensión en Bus	I	Indica ausencia de tensión en la Barra
LINE_OV		RSCF1.OVLine	Sobretensión en Lado Línea	I	Indicación de Sobretensión en Lado Línea
BUS_OV		RSCF1.OVBus	Sobretensión en Lado Barra	I	Indicación de Sobretensión en Lado Barra

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8.4-8: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
Interruptor 1					
P_SYNC_DPH11	Unidad de sincronismo 1	Rsyn1.AngInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de fases unidad 1 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de fases.
P_SYNC_DF11		Rsyn1.HzInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de frecuencia unidad 1 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de frecuencia.
P_SYNC_DV11		Rsyn1.VInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de tensiones unidad 1 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de tensiones.
P_SYNC_EL11		Rsyn1.VStChkOk	Permiso de cierre por sincronismo por energización a los lados unidad 1 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de presencia / ausencia de tensiones en los lados A y B.
SYNC_R11		Rsyn1.Rel	Permiso de cierre por sincronismo unidad 1 Interruptor 1	I	Es la señal que se hace llegar al reenganchador para supervisar el cierre por sincronismo. Su activación indica que hay permiso, y según cómo esté ajustado el selector, será sincronismo externo o calculado.
SYNC_ENBLD11		Rsyn1.Mod	Unidad 1 sincronismo cierre habilitada Interruptor 1	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
SYNCH_BLK_OV11		Rsyn1.OVBlk	Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 1 Interruptor 1	I	Sincronismo bloqueado por sobretensión.
P_SYNC_DPH12	Unidad de sincronismo 2	Rsyn2.AngInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de fases unidad 2 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de fases.
P_SYNC_DPH12		Rsyn2.HzInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de frecuencia unidad 2 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de frecuencia.
P_SYNC_DV12		Rsyn2.VInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de tensiones unidad 2 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de tensiones.
P_SYNC_EL12		Rsyn2.VStChkOk	Permiso de cierre por sincronismo por energización a los lados unidad 2 Interruptor 1	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de presencia / ausencia de tensiones en los lados A y B.

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8-4.8: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
SYNC_R12		Rsyn2.Rel	Permiso de cierre por sincronismo unidad 2 Interruptor 1	I	Es la señal que se hace llegar al reenganchador para supervisar el cierre por sincronismo. Su activación indica que hay permiso, y según cómo esté ajustado el selector, será sincronismo externo o calculado.
SYNC_ENBLD12		Rsyn2.Mod	Unidad 2 sincronismo cierre habilitada Interruptor 1	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
SYNCH_BLK_OV12		Rsyn2.OVBlk	Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 2 Interruptor 1	I	Sincronismo bloqueado por sobretensión
LIVELINE1		RSCF1.LivLin	Presencia tensión en Línea Interruptor 1	I	Indica presencia de tensión en la línea
DEADLINE1		RSCF1.DeaLin	Ausencia tensión en Línea Interruptor 1	I	Indica ausencia de tensión en la línea
LIVEBUS1		RSCF1.LivBus	Presencia tensión en Barra Interruptor 1	I	Indica presencia de tensión en la Barra
DEADBUS1		RSCF1.DeaBus	Ausencia tensión en Barra Interruptor 1	I	Indica ausencia de tensión en la Barra
LINE_OV1		RSCF1.OVLine	Sobretensión en Lado Línea Interruptor 1	I	Indicación de Sobretensión en Lado Línea
BUS_OV1		RSCF1.OVBus	Sobretensión en Lado Barra Interruptor 1	I	Indicación de Sobretensión en Lado Barra
Interruptor 2					
P_SYNC_DPH21	Unidad de sincronismo 1	Rsyn3.AngInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de fases unidad 1 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de fases.
P_SYNC_DF21		Rsyn3.HzInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de frecuencia unidad 1 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de frecuencia.
P_SYNC_DV21		Rsyn3.VInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de tensiones unidad 1 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de tensiones.
P_SYNC_EL21		Rsyn3.VStChkOk	Permiso de cierre por sincronismo por energización a los lados unidad 1 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de presencia / ausencia de tensiones en los lados A y B.
SYNC_R21		Rsyn3.Rel	Permiso de cierre por sincronismo unidad 1 Interruptor 2	I	Es la señal que se hace llegar al reenganchador para supervisar el cierre por sincronismo. Su activación indica que hay permiso, y según cómo esté ajustado el selector, será sincronismo externo o calculado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8-4.8: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio)

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
SYNC_ENBLD21	Unidad de sincronismo 1	Rsyn3.Mod	Unidad 1 sincronismo cierre habilitada Interruptor 2	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
SYNCH_BLK_OV21		Rsyn3.OVBlk	Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 1 Interruptor 2	I	Sincronismo bloqueado por sobretensión.
P_SYNC_DPH22	Unidad de sincronismo 2	Rsyn4.AngInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de fases unidad 2 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de fases.
P_SYNC_DF22		Rsyn4.HzInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de frecuencia unidad 2 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de frecuencia.
P_SYNC_DV22		Rsyn4.VInd	Permiso de cierre por sincronismo por diferencia de tensiones unidad 2 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de diferencia de tensiones.
P_SYNC_EL22		Rsyn4.VStChkOk	Permiso de cierre por sincronismo por energización a los lados unidad 2 Interruptor 2	I	La unidad de sincronismo determina que hay condiciones de cierre por el criterio de presencia / ausencia de tensiones en los lados A y B.
SYNC_R22		Rsyn4.Rel	Permiso de cierre por sincronismo unidad 2 Interruptor 2	I	Es la señal que se hace llegar al reenganchador para supervisar el cierre por sincronismo. Su activación indica que hay permiso, y según cómo esté ajustado el selector, será sincronismo externo o calculado.
SYNC_ENBLD22		Rsyn4.Mod	Unidad 2 sincronismo cierre habilitada Interruptor 2	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
SYNCH_BLK_OV22		Rsyn4.OVBlk	Sincronismo bloqueado por sobretensión Unidad 2 Interruptor 2	I	Sincronismo bloqueado por sobretensión
LIVELINE2		RSCF2.LivLin	Presencia tensión en Línea Interruptor 2		Indica presencia de tensión en la línea
DEADLINE2		RSCF2.DeaLin	Ausencia tensión en Línea Interruptor 2		Indica ausencia de tensión en la línea
LIVEBUS2		RSCF2.LivBus	Presencia tensión en Barra Interruptor 2		Indica presencia de tensión en la Barra
DEADBUS2		RSCF2.DeaBus	Ausencia tensión en Barra Interruptor 2		Indica ausencia de tensión en la Barra
LINE_OV2		RSCF2.OVLine	Sobretensión en Lado Línea Interruptor 2	I	Indicación de Sobretensión en Lado Línea
BUS_OV2		RSCF2.OVBus	Sobretensión en Lado Barra Interruptor 2	I	Indicación de Sobretensión en Lado Barra

La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.10 Nodo Lógico IEC 61850 (IRFA)

CLASS RSYN		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured Values		
DifVClc	MV	Calculated difference in voltage. NEW
DifAngClc	MV	Calculated difference in phase angle. NEW
DifHzClc	MV	Calculated difference in frequency. NEW
Status information		
Rel	SPS	Release. Synchrocheck close permission
VInd	SPS	Voltage difference permission indication
AngInd	SPS	Angle difference permission indication
HzInd	SPS	Frequency difference permission indication
Settings		
DifV	ASG	Difference voltage
DifHz	ASG	Difference frequency
DifAng	ASG	Difference angle
DeaLinVal	ASG	Dead Line Value
LivLinVal	ASG	Live Line Value
DeaBusVal	ASG	Dead Bus Value
LivBusVal	ASG	Live Bus Value
OVLinVal	ASG	OV Line Value
OVBusVal	ASG	OV Bus Value
BrkTmms	ING	Closing time of breaker
Controls		
SynPrg	SPC	Synchrocheck/Synchronizing in progress. It will be a SPC non controllable just to show the status. It will be ON while the unit is in service and calculating (Mod = ON or TEST). NEW
Extended Data		
VStChkOk	EXT_SPS	Both sides energization permission
LivLin	EXT_SPS	Voltage presence in line
DeaLin	EXT_SPS	Voltage absence in line
LivBus	EXT_SPS	Voltage presence in bus
DeaBus	EXT_SPS	Voltage absence in bus
SynIn	EXT_SPS	Internal calculated synchrocheck permission
SynEx	EXT_SPS	External synchrocheck permission
OVLine	EXT_SPS	Line overvoltage indication.
OVBus	EXT_SPS	Bus overvoltage indication.
OVBlk	EXT_SPS	Synchrocheck blocked by overvoltage.
Vsyn	EXT_CMV	Synchrocheck channel voltage
HzSync	EXT_MV	Synchrocheck channel frequency
LNInSvc	EXT_SPG	In service
SynMod	EXT_ENG	Synchrocheck Mode (internal/external)
SideAMod	EXT_ENG	Side A Measurement
VMod	EXT_ENG	Type of voltage in bus side

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Extended Data		
VCorFact	EXT_ASG	Voltage compensation factor
VsupEna	EXT_SPG	Enable supervision at both sides of breaker
ManClsChk	EXT_SPG	Manual Close Synchrocheck Supervision
DifVEna	EXT_SPG	Enable voltage difference
DifAngEna	EXT_SPG	Enable angle difference
DifHzEna	EXT_SPG	Enable frequency difference
OVBlk	EXT_SPG	Enable synchrocheck block by overvoltage.
OpDlTmms	EXT_ING	Time delay
FuFailBlkE	EXT_SPG	Enable synchrocheck block due to fuse failure
CbTmComp	EXT_SPG	Enable breaker close time compensation
DeaADeaB	EXT_SPG	Enable energization mask dead A, dead B
DeaALivB	EXT_SPG	Enable energization mask dead A, live B
LivADeaB	EXT_SPG	Enable energization mask live A, dead B
LivALivB	EXT_SPG	Enable energization mask live A, live B

8.4.11 Nodo Lógico IEC 61850 (IRFB, IRFC, ZLFB, ZLFC, DLFA, DLFB)

CLASS RSCF		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Settings		
DeaLinVal	ASG	Dead Line Value
LivLinVal	ASG	Live Line Value
DeaBusVal	ASG	Dead Bus Value
LivBusVal	ASG	Live Bus Value
OVLinVal	ASG	OV Line Value
OVBusVal	ASG	OV Bus Value
Extended Data		
LivLin	EXT_SPS	Voltage presence in line
DeaLin	EXT_SPS	Voltage absence in line
LivBus	EXT_SPS	Voltage presence in bus
DeaBus	EXT_SPS	Voltage absence in bus
SynEx	EXT_SPS	External synchrocheck permission
OVLine	EXT_SPS	Line overvoltage indication.
OVBus	EXT_SPS	Bus overvoltage indication.
SynMod	EXT_ENG	Synchrocheck Mode (internal/external)
LinVTyp	EXT_ENG	Type of voltage in line side
BusVTyp	EXT_ENG	Type of voltage in bus side
VCorFact	EXT_ASG	Voltage compensation factor
VsupEna	EXT_SPG	Enable supervision at both sides of breaker
ManClsChk	EXT_SPG	Manual Close Synchrocheck Supervision
CbTmComp	EXT_SPG	Enable breaker close time compensation

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

CLASS RSYN		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured Values		
DifVClc	MV	Calculated difference in voltage. NEW
DifAngClc	MV	Calculated difference in phase angle. NEW
DifHzClc	MV	Calculated difference in frequency. NEW
Status information		
Rel	SPS	Release. Synchrocheck close permission
VInd	SPS	Voltage difference permission indication
AngInd	SPS	Angle difference permission indication
HzInd	SPS	Frequency difference permission indication
Settings		
DifV	ASG	Difference voltage
DifHz	ASG	Difference frequency
DifAng	ASG	Difference angle
Controls		
SynPrg	SPC	Synchrocheck/Synchronizing in progress. It will be a SPC non controllable just to show the status. It will be ON while the unit is in service and calculating (Mod = ON or TEST). NEW
Extended Data		
VStChkOk	EXT_SPS	Both sides energization permission
DifVEna	EXT_SPG	Enable voltage difference
DifAngEna	EXT_SPG	Enable angle difference
DifHzEna	EXT_SPG	Enable frequency difference
OVBlk	EXT_SPG	Enable synchrocheck block by overvoltage.
OpDlTmms	EXT_ING	Time delay
FuFailBlkE	EXT_SPG	Enable synchrocheck block due to fuse failure
DeaADeaB	EXT_SPG	Enable energization mask dead A, dead B
DeaALivB	EXT_SPG	Enable energization mask dead A, live B
LivADeaB	EXT_SPG	Enable energization mask live A, dead B
LivALivB	EXT_SPG	Enable energization mask live A, live B

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.4.12 Ensayo de la unidad

Para llevar a cabo la comprobación de esta unidad, primero se inhabilitarán las unidades de protección. Seguidamente, se preparará el sistema para medir el tiempo entre la inyección de la tensión y la activación de la unidad de sincronismo y, por último, se comprueban las señales que se indican en la Tabla 8.4.9.

Tabla 8.4-9:Configuración de salidas

Señal lógica	Descripción de señal lógica
SINC_CALC	Activación unidad de sincronismo
Tensión lado A	Det. de tensión en lado A
Tensión lado B	Det. de tensión en lado B

- **Ensayo de las unidades de tensión**

Se inhabilitarán las unidades de diferencia de tensión, diferencia de fase y diferencia de frecuencia y se ajusta la unidad de sincronismo del siguiente modo:

Permiso de sincronismo	**SÍ**
Tipo de sincronismo	**1: Interno**
Tensión Lado B	**1: VB**
Factor K_{LB}	**1**

Unidades de supervisión de tensión

Permiso	**SÍ**
Arranque detección lado A	**25 V**
Arranque detección lado B	**25 V**
Máscaras de Energización	
No tensión lado A, No tensión lado B	**NO**
No tensión lado A, Sí tensión lado B	**SÍ**
Sí tensión lado A, No tensión lado B	**SÍ**
Sí tensión lado A, Sí tensión lado B	**NO**

Unidad diferencia de tensión

Permiso	**SÍ**
Máxima diferencia de tensión	**10%**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Unidad diferencia de fase

Permiso	**SÍ**
Máxima diferencia de tensión	**20%**

Unidad diferencia de frecuencia

Permiso	**SÍ / NO**
Máxima diferencia de tensión	**0,20Hz**
Temporización de la salida de sincronismo	**0,00s**

- **Arranques**

Se realizarán tres ensayos, correspondientes a tres ajustes de arranque diferentes.

Se aplicará una tensión de 15 Vca y fase 0º a la fase A y de 65 Vca y fase 0º al canal de tensión de lado B y se comprobará que se active la unidad de sincronismo.

Posteriormente se irá aumentando la tensión de la fase A, hasta que se desactive la unidad de sincronismo. La tensión para la cual ocurra dicha desactivación deberá estar incluida en el rango correspondiente al ajuste de arranque para el cual se realice esta prueba. Los rangos de tensión aparecen en la Tabla 8.4.10.

Tabla 8.4-10: Ensayo de las unidades de supervisión de tensión (arranques)

Ajuste de arranque (V)	Valor de Arranque (V)		Valor de Reposición (V)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
25	24,25	25,75	23,04	24,46
45	43,65	46,35	41,47	44,03
60	58,20	61,80	55,29	58,71

La reposición tendrá lugar de forma instantánea, y para una tensión incluida en el rango de la Tabla 8.4.10 correspondiente al ajuste utilizado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Ensayo de la unidad de diferencia de tensión**

Se habilitará la unidad de diferencia de tensión y se inhabilitarán las unidades de tensión, diferencia de fase y diferencia de frecuencia.

Arranques

Se realizarán tres ensayos, correspondientes a tres ajustes de arranque diferentes.

Se aplicará una tensión de 30 Vca y fase 0º a la fase A y de 65 Vca y fase 0º al canal de tensión de lado B y se comprobará que se desactivan todas las salidas.

Posteriormente se irá aumentando la tensión de la fase A, hasta que se active de forma estable la unidad de sincronismo. La tensión para la cual ocurra dicha activación deberá estar incluida en el rango correspondiente al ajuste de arranque para el cual se realice esta prueba. Los rangos de tensión aparecen en la Tabla 8.4.11. La reposición tendrá lugar de forma instantánea, y para una tensión incluida en el rango de la Tabla 8.4.11 correspondiente al ajuste utilizado.

Tabla 8.4-11: Ensayo de las unidades de diferencia de tensión (arranques)

Ajuste de arranque (p.u.)	Valor de Arranque (V)		Valor de Reposición (V)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
10%	56,75	60,26	56,42	59,92
20%	50,44	53,56	49,81	52,89
30%	44,14	46,87	43,19	45,87

- **Ensayo de la unidad de diferencia de fase**

Se habilitará la unidad de diferencia de fase y se inhabilitarán las unidades de tensión, diferencia de tensión y diferencia de frecuencia.

Arranques

Se realizarán tres ensayos, correspondientes a tres ajustes de arranque diferentes.

Se aplicará una tensión de 65 Vca y fase 50º a la fase A y de 65 Vca y fase 0º al canal de tensión de lado B.

Posteriormente se irá disminuyendo el ángulo de la tensión de la fase A, hasta que se active de forma estable la unidad de sincronismo. El ángulo para el cual ocurra dicha activación deberá estar incluido en el rango correspondiente al ajuste de arranque para el cual se realice esta prueba. Los rangos de ángulos aparecen en la Tabla 8.4.12.

La reposición tendrá lugar de forma instantánea, y para una tensión incluida en el rango de la Tabla 8.4.12 correspondiente al ajuste utilizado.

Tabla 8.4-12: Ensayo de las unidades de diferencia de fase (arranques)

Ajuste de arranque (º)	Valor de Arranque (º)		Valor de Reposición (º)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
20	19	21	21	23
30	29	31	31	33
40	39	41	41	43

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Ensayo de la unidad de diferencia de frecuencia**

Se habilitará la unidad de diferencia de frecuencia y se inhabilitará el resto.

Arranques

Se realizarán tres ensayos, para a tres ajustes de arranque diferentes.

Se aplicará una tensión de 65 Vca, fase 0º y frecuencia 53 Hz a la fase A y de 65 Vca, fase 0º y frecuencia 50 Hz al canal de tensión de lado B y se comprobará que se desactivan todas las salidas.

Posteriormente se irá disminuyendo la frecuencia de la tensión de la fase A, hasta que se active de forma estable la unidad de sincronismo. La diferencia de frecuencias para la cual ocurra dicha activación deberá estar incluida en el rango correspondiente de la Tabla 8.4.13.

La reposición tendrá lugar de forma instantánea y para una diferencia de frecuencias incluida en el rango correspondiente de la Tabla 8.4.13.

Tabla 8.4-13: Ensayo de las unidades de diferencia de frecuencia (arranques)

Ajuste de arranque (Hz)	Diferencia de Arranque (Hz)		Diferencia de Reposición (Hz)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
0,20	0,19	0,21	0,20	0,22
1,00	0,97	1,03	0,98	1,04
2,00	1,94	2,06	1,95	2,07

- **Ensayo de tiempos**

Se realizarán tres ensayos, para a tres ajustes de tiempo diferentes (0,10s; 1s y 10s).

Se preparará el sistema para medir el tiempo entre la inyección de la tensión y el cierre del contacto de la unidad de sincronismo.

Se habilitará tan sólo la unidad de diferencia de tensión entre los lados A y B.

Se aplicará, tanto a la fase A como al canal de tensión del lado B una tensión de 65 V y 0º. Entonces, se activará la unidad de sincronismo, transcurrido un tiempo que habrá de encontrarse dentro del margen de ±1% del ajuste o ±20ms.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

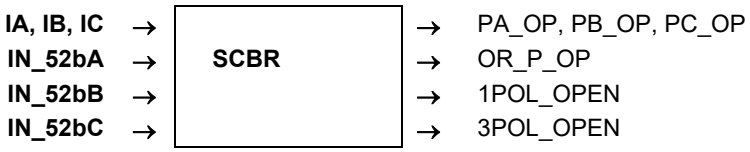
8.5 Detector de Polo Abierto

8.5.1 Identificación 8.5-2
8.5.2 Bloque general de la unidad 8.5-2
8.5.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.5-2
8.5.4 Polos abiertos remotos 8.5-5
8.5.5 Rangos de ajuste 8.5-6
8.5.6 Entradas analógicas a la unidad 8.5-6
8.5.7 Entradas digitales al módulo de Polo Abierto 8.5-7
8.5.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de Polo Abierto 8.5-8
8.5.9 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.5-9

8.5.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector Polo Abierto	SCBR1		

8.5.2 Bloque general de la unidad



8.5.3 Principio de operación y diagrama de bloques

Según el modelo, los equipos pueden disponer de un detector de polo abierto por interruptor. Esta unidad detecta la apertura de cualquier polo del interruptor, generando las salidas correspondientes (**Polo A abierto**, **Polo B abierto** y **Polo C abierto**).

Para IEDs que trabajan con una configuración de posición de interruptor y medio y un TI en la línea, el algoritmo tiene en cuenta el estado de los contactos de posición del interruptor. Para IEDs que trabajan con una configuración de posición de interruptor simple, también se tiene en cuenta la salida de los tres detectores de subintensidad., uno para cada polo, cuyos niveles vienen dados por los ajustes para cada polo ***Intens PX Abierto***. Con las salidas de indicación de apertura de cada polo, el detector de polo abierto genera, además, las siguientes salidas: **Un polo abierto**, **Tres polos abiertos** o **Algún polo abierto**.

Las salidas de esta unidad son empleadas por otras unidades que efectúan modificaciones en su lógica de funcionamiento para adaptarse a la nueva situación que origina la apertura de algún polo del interruptor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El detector de polo abierto puede operar en base a dos lógicas de operación, excluyentes entre sí, cada una de las cuales se puede seleccionar mediante el ajuste ***Nº Entradas Pos Int***. Si dicho ajuste toma el valor **3 entradas**, la lógica de operación será la siguiente:

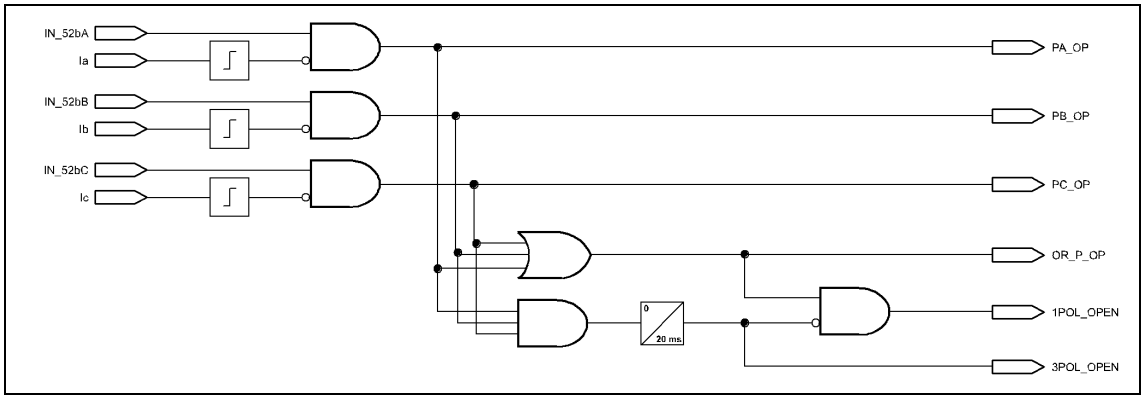


Figura 8.5.1 Diagrama lógico del Detector de polo abierto con 3 entradas (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor simple).

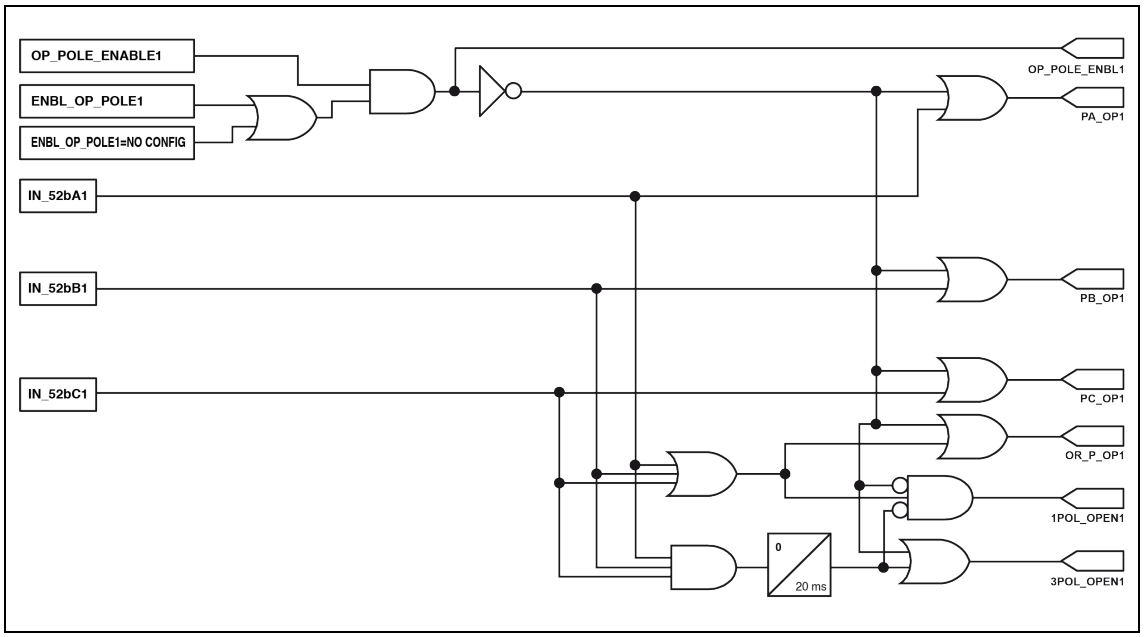


Figura 8.5.2 Diagrama lógico del Detector de polo abierto con 3 entradas (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio).

Leyenda	
OP_POLE_ENABLE: ajuste de Habilitación de polo abierto.	PX_OP: Polo X abierto.
	OR_P_OP Algún polo abierto.
ENBL_OP_POLE: entrada digital de Habilitación de polo abierto.	1POL_OPEN: Un polo abierto.
	3POL_OPEN: Tres polos abiertos.
OP_POLE_ENLB: Unidad de polo abierto habilitada.	IN_52bX: entrada Posición polo X abierto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Las entradas **IN_52bA**, **IN_52bB** e **IN_52bC** están pensadas para recibir el estado de los contactos de posición de los polos del interruptor normalmente cerrados (**52b**). No obstante, utilizando la lógica programable, dichas entradas lógicas podrán recibir el estado de los contactos **52a** (usar el operador NOT) o de ambos contactos **52b** y **52a** (usar los operadores NOT y AND).

El tiempo de reposición de 20 ms asociado a la señal **Tres polos abiertos** (**3POL_OPEN**) se utiliza para evitar activaciones transitorias de la señal **Un polo abierto** (**1POL_OPEN**) ante desequilibrios que se den en un reenganche trifásico.

Si el ajuste ***Nº Entradas Pos Int*** toma el valor **2 Entradas** (solo disponible en modo de interruptor simple), la lógica de operación empleada pasa a ser la siguiente:

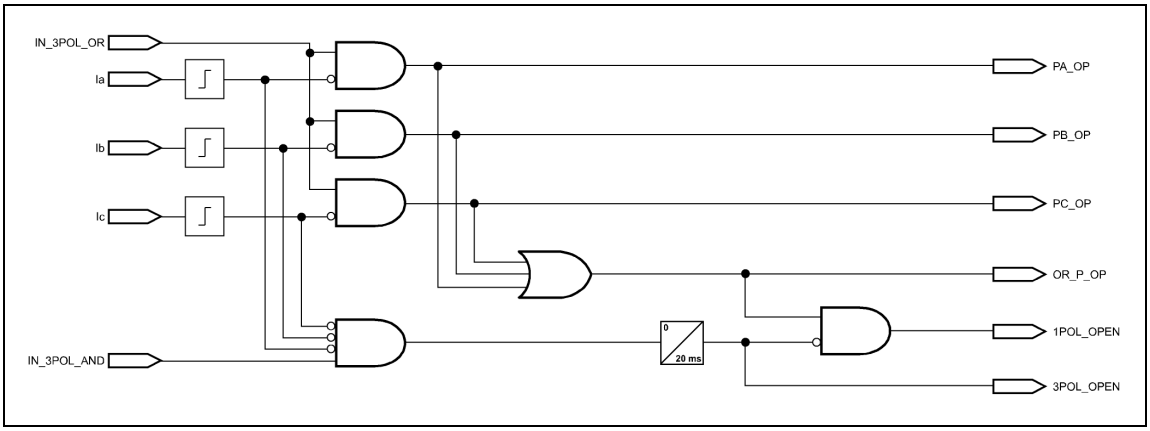


Figura 8.5.3 Diagrama lógico del Detector de polo abierto con 2 entradas (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor simple).

Leyenda	
IN_3POL_OR: entrada Algún polo abierto.	OR_P_OP: Algún polo abierto.
IN_3POL_AND: entrada Tres polos abiertos.	1POL_OPEN: Un polo abierto.
PX_OP: Polo X abierto.	3POL_OPEN: Tres polos abiertos.
OP_POLE_ENABLE: ajuste de Habilitación de polo abierto.	OP_POLE_ENLB: Unidad de polo abierto habilitada
ENBL_OP_POLE: entrada digital de Habilitación de polo abierto.	PX_OP: Polo X abierto.

Esta lógica permite el empleo de una entrada menos que la lógica anterior. Las entradas **IN_3POL_OR** e **IN_3POL_AND** están pensadas para recibir una OR y una AND, respectivamente, de los contactos normalmente cerrados del interruptor (**52b**). No obstante, utilizando la lógica programable, también se podrán asignar una OR y una AND de los contactos normalmente abiertos (**52a**) o de ambos contactos **52b** y **52a**.

El tiempo de reposición de 20 ms asociado a la señal **Tres polos abiertos** (**3POL_OPEN**) se utiliza, al igual que en la lógica anterior, para evitar activaciones transitorias de la señal **Un polo abierto** (**1POL_OPEN**) ante desequilibrios que se den en un reenganche trifásico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En los modelos con capacidad de configuración de doble interruptor o de interruptor y medio, los diagramas lógicos de polo abierto son aplicables tanto al Interruptor 1 como al Interruptor 2. La salida de ambas unidades de polo abierto en conjunto que son utilizadas por otras unidades se calcula de acuerdo con la siguiente lógica:

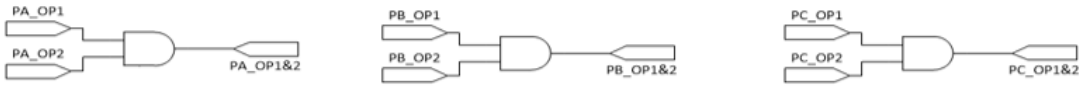


Figura 8.5.4 Salida de Polo A, B, C abierto (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio).

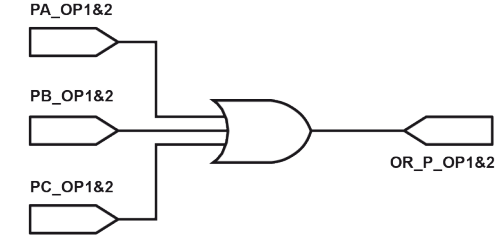


Figura 8.5.5 Salida de Algún polo abierto (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio).

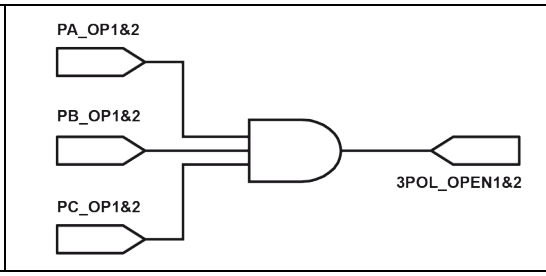


Figura 8.5.6 Salida de Tres polos abiertos (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio).

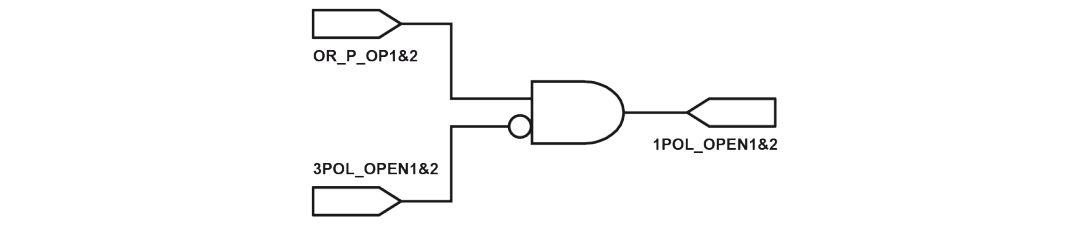


Figura 8.5.7 Salida de Un polo abierto (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio).

En el caso de los modelos de configuración de doble interruptor o de interruptor y medio, la señal de salida de Cualquier polo abierto utilizada por la unidad de Cierre sobre falta se activa con la apertura de cualquier polo de un interruptor y se activa nuevamente con la apertura de cualquier polo del segundo interruptor.

8.5.4 Polos abiertos remotos

La intensidad de polo abierto de los equipos remotos debe ser configurada para que el detector de falta externa pueda determinar correctamente si la intensidad de prefalta puede ser usada en la comparación direccional y que tipo de magnitudes deben ser usadas (secuencia directa o secuencia inversa).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.5.5 Rangos de ajuste

Protección / Polo Abierto					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Interruptor 1					
Nº Entradas Pos Int	Selec Polo Abierto	SCBR1.NumIn	3 Entradas 2 Entradas		3 Entradas
Intensidad polo abierto		SCBR1.OpnCur	0,04 - 0,8 A	0.01 A	0,04
Habilitación polo abierto*		SCBR1.OpnPoleSvc	NO / SÍ		SÍ
Interruptor 2					
Nº Entradas Pos Int	Selec Polo Abierto	SCBR2.NumIn	3 Entradas 2 Entradas		3 Entradas
Intensidad polo abierto		SCBR2.OpnCur	0,04 - 0,8 A	0,01 A	0,04
Habilitación polo abierto*		SCBR2.OpnPoleSvc	NO / SÍ		SÍ
Intensidad de polo abierto remoto 2		SCBR1.OpnCurR1	0,04 - 0,8 A	0,01 A	0,04
Intensidad de polo abierto remoto 3		SCBR1.OpnCurR2	0,04 - 0,8 A	0,01 A	0,04

*Opción disponible en modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio).

8.5.6 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.5-1: Entradas analógicas del módulo de Polo Abierto		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IA1	Intensidad 1 de la fase A	A1MMXU.A.phsA
IB1	Intensidad 1 de la fase B	A1MMXU.A.phsB
IC1	Intensidad 1 de la fase C	A1MMXU.A.phsC

Solo para modelos de interruptor simple.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.5.7 Entradas digitales al módulo de Polo Abierto

Tabla 8.5-2: Entradas digitales al módulo de Polo Abierto

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
ENBL_OP_POLE1	Órdenes de habilitación	SCBR1.OpnPoleEna	Habilitación detector de polo abierto unidad 1	I	Órdenes de habilitación de funciones.
ENBL_OP_POLE2		SCBR2.OpnPoleEna	Habilitación detector de polo abierto unidad 2	I	
IN_52bA1	Supervisión Interruptor	SCBR1.CBInp1	Entrada posición polo A1 abierto	I	La activación de esta entrada indica que el contacto 52b de posición del polo (A/B/C) del interruptor está cerrado.
IN_52bB1		SCBR1.CBInp2	Entrada posición polo B1 abierto	I	
IN_52bC1		SCBR1.CBInp3	Entrada posición polo C1 abierto	I	
IN_52bA2		SCBR2.CBInp1	Entrada posición polo A2 abierto	I	
IN_52bB2		SCBR2.CBInp2	Entrada posición polo B2 abierto	I	
IN_52bC2		SCBR2.CBInp3	Entrada posición polo C2 abierto	I	
IN_3POL_OR1		SCBR1.CBInOR	Entrada algún polo abierto interruptor 1	I	Su activación indica que algún contacto 52b de posición de los polos del interruptor está cerrado.
IN_3POL_OR2		SCBR2.CBInOR	Entrada algún polo abierto interruptor 2	I	
IN_3POL_AND1		SCBR1.CBInAND	Entrada tres polos abiertos 1	I	Su activación indica que algún contacto 52b de posición de los polos del interruptor está cerrado.
IN_3POL_AND2		SCBR2.CBInAND	Entrada tres polos abiertos 2	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.5.8 Salidas digitales y sucesos del módulo de Polo Abierto

Tabla 8.5-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Polo Abierto					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
OP_POLE_ ENBL1	Breaker Control	SCBR1.OpnPoleEna	Unidad 1 Detector de polo abierto habilitada	I	Unidad habilitada.
OP_POLE_ ENBL2		SCBR2.OpnPoleEna	Unidad 2 Detector de polo abierto habilitada	I	
PA_OP1		SCBR1.AnyPoleOpn	Polo A1 abierto	I	Indicación polo (A / B / C) abierto.
PB_OP1		SCBR1.AnyPoleOpn	Polo B1 abierto	I	
PC_OP1		SCBR1.AnyPoleOpn	Polo C1 abierto	I	
PA_OP2		SCBR2.AnyPoleOpn	Polo A2 abierto	I	
PB_OP2		SCBR2.AnyPoleOpn	Polo B2 abierto	I	
PC_OP2		SCBR2.AnyPoleOpn	Polo C2 abierto	I	
OR_P_OP1		SCBR1.AnyPoleOpn	Algún polo abierto interruptor 1	I	Indicación algún polo abierto.
OR_P_OP2		SCBR2.AnyPoleOpn	Algún polo abierto interruptor 2	I	
3POL_OPEN1		SCBR1.AllPoleOpn	Tres polos abiertos interruptor 1	I	Indicación tres polos abiertos.
3POL_OPEN2		SCBR2.AllPoleOpn	Tres polos abiertos interruptor 2	I	
1POL_OPEN1		SCBR1.OnePoleOpn	Un polo abierto interruptor 1	I	Indicación un polo abierto. También se activa cuando hay 2 polos abiertos.
1POL_OPEN2		SCBR2.OnePoleOpn	Un polo abierto interruptor 2	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.5.9 Nodo lógico IEC 61850

CLASS DLFSCBR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
SumSwARs1	BCR	Accumulative KA2 phase A
SumSwARs2	BCR	Accumulative KA2 phase B
SumSwARs3	BCR	Accumulative KA2 phase C
OpCntRs1	INC	Number of pole A closing operations
OpCntRs2	INC	Number of pole B closing operations
OpCntRs3	INC	Number of pole C closing operations
OpCntRs4	INC	Number of pole 3 phase closing operations
SwA1	MV	Current opened phase A
SwA2	MV	Current opened phase B
SwA3	MV	Current opened phase C
Status information		
ArcStrIn1	SPS	Pole A arc initiation input
ArcStrIn2	SPS	Pole B arc initiation input
ArcStrIn3	SPS	Pole C arc initiation input
NumTrAlm	SPS	Alarm excessive number of trips
SwAAlm1	SPS	Alarm KA2 phase A
SwAAlm2	SPS	Alarm KA2 phase B
SwAAlm3	SPS	Alarm KA2 phase C
SwARsCmd1	SPC	Reposition command KA2 phase A
SwARsCmd2	SPC	Reposition command KA2 phase B
SwARsCmd3	SPC	Reposition command KA2 phase C
SwABlkIn	SPS	Accumulative kA2 block input
OpCntRs1	INC	Reposition command open current phase A
OpCntRs2	INC	Reposition command open current phase B
OpCntRs3	INC	Reposition command open current phase C
CBInA	SPS	Breaker pole A open input
CBInB	SPS	Breaker pole B open input
CBInC	SPS	Breaker pole C open input
CBInOR	SPS	Breaker any pole open input
CBInAND	SPS	Breaker all pole open input
AnyPoleOpn	ACT	Breaker any pole open
OnePoleOpn	SPS	Breaker one pole open
AllPoleOpn	SPS	Breaker all pole open
OpnFail	SPS	Breaker open command failure
ClsFail	SPS	Breaker close command failure
ColOpn	SPS	Breaker open command executed
ColCls	SPS	Breaker close command executed
ClsOpIntr	SPS	Breaker close command canceled

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Status information (Cont.)		
OpnCmdIn	SPC	Breaker open command
ClsCmdIn	SPC	Breaker close command
ClsBlkIn	SPS	Breaker close command block input
Settings		
MaxTrEna	SPG	Enable maximum number of trips
MaxNumTr	ING	Maximum number of trips value
MaxSwA	ASG	Value for KA2 alarm
SwARsVal1	ASG	Reposition value for KA2 phase A
SwARsVal2	ASG	Reposition value for KA2 phase B
SwARsVal3	ASG	Reposition value for KA2 phase C
SwAExp	ASG	KA2 index
ArcDlTmCyc	ASG	Arc initiation delay
ArcEvTmCyc	ING	Arc calculation window
NumIn	ENG	Open Pole number of breaker inputs
OpnCurA	ASG	Open Pole current pole A open
OpnCurB	ASG	Open Pole current pole B open
OpnCurC	ASG	Open Pole current pole C open
TrSeal	SPG	Sealed enable
OpnPlsTmms	ING	Minimum open command time
ClsPlsTmms	ING	Open command failure
ClsFlTmms	ING	Minimum close command time
ClsPlsTmms	ING	Close command failure
StrInf	SPG	Fault report with pickups
MagVisMod	ENG	Primary/secondary values in fault report
ManClsChk	SPG	Synchrocheck for closing
LodShedMsk	SPG	Load shedding close command enable

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.6 Detector de Discordancia de Polos

8.6.1 Identificación 8.6-2
8.6.2 Bloque general de la unidad 8.6-2
8.6.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.6-2
8.6.4 Rangos de ajuste 8.6-3
8.6.5 Entradas digitales al módulo de Discordancia de Polos 8.6-3
8.6.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Discordancia de Polos 8.6-4
8.6.7 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.6-4
8.6.8 Ensayo de la unidad 8.6-5

8.6.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Discordancia de Polos	PPDS1		2

8.6.2 Bloque general de la unidad

8.6.3 Principios de operación y diagrama de bloques

Esta unidad tiene como finalidad la detección de una discordancia en la posición de los tres polos del interruptor. Si dicha condición se mantiene durante el ajuste de tiempo **T_PD** (***Tiempo discordancia***) se genera la señal de disparo **TRIP_PD** (**Disparo Discordancia de Polos**). Dado que los ciclos de reenganche monofásicos producirán una condición de discordancia de polos, el ajuste de tiempo **T_PD** debe ser superior al tiempo de reenganche monofásico.

En la Figura 8.6.1se muestra el diagrama de operación del Detector de Discordancia de Polos.

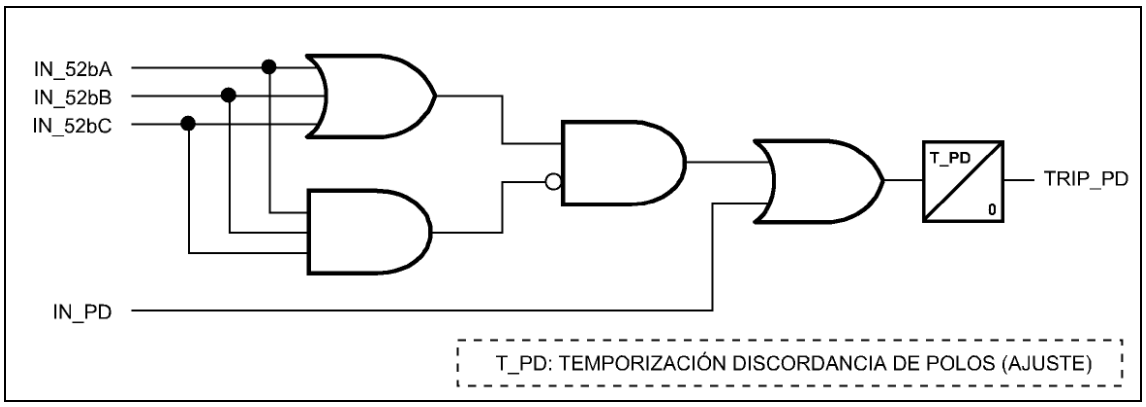


Figura 8.6.1 Diagrama del Detector de Discordancia de Polos.

A partir del estado de las tres entradas digitales asociadas al estado de los tres polos del interruptor (activadas si el polo correspondiente se encuentra abierto) se podrá detectar la existencia de discordancia de polos. No obstante, muchos interruptores incorporan en sus cabinas de control una lógica de cableado que detecta la discordancia de polos (en base al estado de los contactos **52aA/B/C** y **52bA/B/C**), generando una señal en dicho caso. Por ello los equipos incorporan una entrada digital, **IN_PD (Entrada discordancia de polos)**, para recibir dicha señal, que activará directamente la salida **TRIP_PD**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.6.4 Rangos de ajuste

Protección / Discordancia Polos					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Disc Polos	Permiso Disc Polos	PPDS1.LNInSvc	SÍ / NO		NO
Temp Disc Polos	Temp Disc Polos	PPDS1.OpDlTmms	0-50 s	0,01 s	2 s

8.6.5 Entradas digitales al módulo de Discordancia de Polos

Tabla 8.6-1: Entradas digitales al módulo de Discordancia de Polos

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_52bA	Supervisión Interruptor	SCBR1.CBInA	Entrada posición polo A abierto	I	La activación de esta entrada indica que el contacto 52b de posición del polo (A/B/C) del interruptor está cerrado.
IN_52bB		SCBR1.CBInB	Entrada posición polo B abierto	I	
IN_52bC		SCBR1.CBInC	Entrada posición polo C abierto	I	
IN_PD		PPDS1.PoleDscIn	Entrada discordancia de polos	I	La activación de esta entrada genera directamente el arranque del temporizador asociado al detector de discordancia de polos.
ENBL_PD	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PPDS1.Mod	Entrada habilitación discordancia de polos	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.6.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Discordancia de Polos

Tabla 8.6-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Discordancia de Polos					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
TRIP_PD	Supervisión Interruptor	PPDS1.Op	Disparo discordancia de polos	I, F	Disparo de la unidad.
PD_ENBLD		PPDS1.Mod	Detector de discordancia de polos habilitado	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.6.7 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPPSD		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status		
Op	ACT	Operation
PoleDscIn	SPS	Pole Discrepancy Input
Settings		
LnInSvc	SPG	In service
OpDlTmms	ING	Time delay

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.6.8 Ensayo de la unidad

Durante la prueba se consultarán los indicadores:

En el display en la pantalla de **Información** - **Estado** - **Unidades de medida** - **Discordancia de polos**, o en la pantalla de estado del ***ZIV e-NET tool***® (**Estado** - **Unidades** - **Discordancia de polos**).

Se habilitará la unidad de discordancia de polos y se inhabilitarán el resto de las unidades.

Ajustar la temporización a 10 s.

Activar la entrada **Posición de Polo A abierto**, sin que estén activas las entradas **Posición de Polo B abierto** y **Posición de Polo C abierto**. Comprobar que se produce un disparo trifásico por discordancia de polos al cabo de 10 s.

Repetir la prueba con las entradas **Posición de Polo A abierto**, **Posición de Polo B abierto** activas sin que esté activa la entrada **Posición de Polo C abierto**. Comprobar que se produce un disparo trifásico por discordancia de polos al cabo de 10 s.

Activar la entrada **Discordancia de Polos** y comprobar que se produce un disparo trifásico por discordancia de polos al cabo de 10 s.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

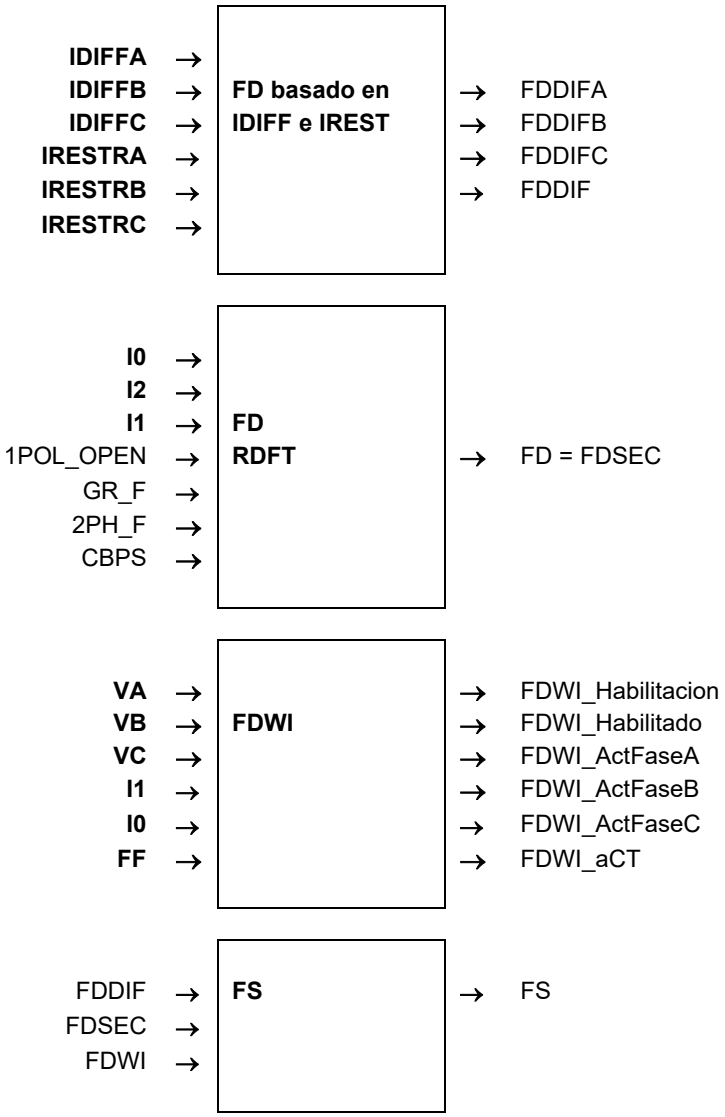
8.7 Detector de Falta

8.7.1	Identificación	8.7-2
8.7.2	Bloque general de la unidad	8.7-2
8.7.3	Detector de Falta	8.7-3
8.7.3.a	Inicios de falta	8.7-3
8.7.3.b	Supervisión del disparo por detector de falta	8.7-4
8.7.4	Detector de Falta basado en intensidades diferenciales y de frenado	8.7-5
8.7.4.a	Principios de Operación y Diagrama de Bloques	8.7-5
8.7.4.b	Rangos de ajuste	8.7-6
8.7.4.c	Entradas analógicas a la unidad	8.7-6
8.7.5	Detector de Falta basado en las intensidades de secuencia	8.7-6
8.7.5.a	Correspondencia entre canales analógicos	8.7-6
8.7.5.b	Principios de operación y diagrama de bloques	8.7-6
8.7.5.c	Rangos de ajuste	8.7-9
8.7.5.d	Entradas analógicas a la unidad	8.7-9
8.7.6	Detector de Falta en alimentación débil	8.7-9
8.7.6.a	Rangos de ajuste	8.7-10
8.7.6.b	Entradas analógicas a la unidad	8.7-10
8.7.7	Entradas digitales del Detector de Falta	8.7-10
8.7.8	Salidas digitales y sucesos del Detector de Falta	8.7-11
8.7.9	Nodos Lógicos IEC 61850	8.7-12

8.7.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Detector de Falta basado en intensidades diferenciales y de frenado			FDDIF
Detector de Falta basado en intensidades de secuencia	RDFT1	-	FD=FDSEC
Detector de Falta en alimentación débil			FDWI
Comienzo de Falta			FS

8.7.2 Bloque general de la unidad



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

LEYENDA
1POL_OPEN = Condición de polo abierto.
GR_F = Falta a tierra.
2PH_F= Falta bifásica.
CBPS = Condiciones de oscilación de potencia (cuando el relé dispone de la unidad adecuada).
FDSEC = Detector de Falta basado en intensidades de secuencia.
FDDIF = Detector de Falta basado en intensidades diferenciales y de frenado.
FDWI = Detector de Falta en alimentación débil
FF = Fallo de fusible
FS = Comienzo de falta.

8.7.3 Detector de Falta

El detector de falta del equipo **DLF** consta de tres algoritmos:

- Detector de Falta basado en Intensidades de Secuencia.
- Detector de Falta basado en Intensidades Diferenciales y de Frenado.
- Detector de Falta en Alimentación Débil.

8.7.3.a Inicios de falta

Los inicios de falta indican la ocurrencia de una falta y definen el instante de prefalta y postfalta para aquellas unidades que lo necesiten como, por ejemplo, las que utilizan medidas de falta pura como el Detector De Falta Externa, la Unidad Diferencial de Secuencia Directa, etc. Debido a la comunicación con los extremos remotos y a que el equipo **DLF** permite el funcionamiento de las unidades locales que no necesitan medidas remotas cuando no hay comunicación, se debe distinguir varios inicios de falta.

Por un lado, se tendrá el inicio de falta que depende de la activación del Detector de Falta basado en Intensidades de Secuencia y del Detector de Falta en Alimentación Débil, cuando este habilitado.

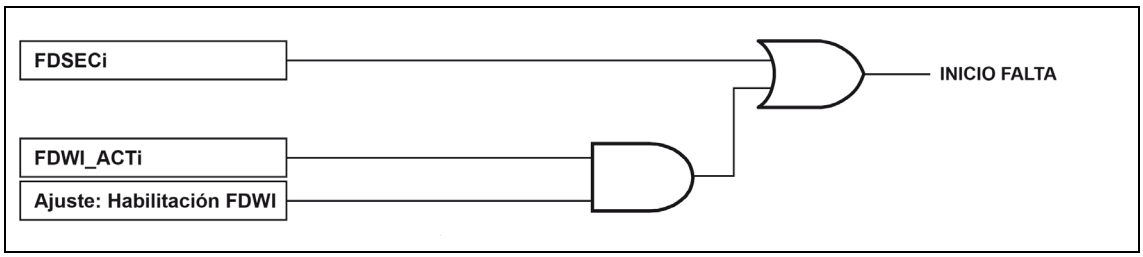


Figura 8.7.1 Diagrama de bloques del detector de inicio de falta con magnitudes locales.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para la toma de los instantes de prefalta para las unidades diferenciales 87L se distinguen dos inicios de falta distintos: para unidades diferenciales sin prefalta y para unidades diferenciales con prefalta. Los inicios de falta de las unidades diferenciales tienen en cuenta tanto el inicio de falta previamente descrito como el generado a partir del **Detector de Falta por Intensidades Diferenciales y de Frenado**. Esta última unidad necesita para operar la medida de dichas intensidades dos ciclos antes, por lo que se debe asegurar que dichas medidas son correctas. Para ello, se comprueba que durante los últimos tres ciclos no se ha producido ninguna falta (mediante la activación de la señal **Inicio de Falta**) ni ningún bloqueo por comunicaciones, es decir, ningún fallo de comunicaciones que invalide la medida de las intensidades diferenciales y de frenado. De esta forma, se evita la toma de magnitudes de prefalta erróneas.

Las unidades diferenciales que no usen prefalta considerarán la condición anterior, el estado de la señal **Inicio de Falta** y el estado de la señal de **Unidades Diferenciales Bloqueadas por Comunicaciones** para determinar el **Inicio de Falta 87L Unidades sin Prefalta**.

Por otro lado, las unidades diferenciales que usan prefalta considerarán la activación del **Detector de Falta por Intensidades Diferenciales y de Frenado**, el estado de la señal **Inicio de Falta** y el estado de la señal de **Unidades basadas en Prefalta Bloqueadas por Comunicaciones** para determinar el **Inicio de Falta 87L Unidades con prefalta**.

8.7.3.b Supervisión del disparo por detector de falta

- **Unidades diferenciales 87L**

La activación del Detector de Falta basado en Intensidades de Secuencia o de la activación del Detector de Alimentación Débil, cuando este habilitado, será la encargada de supervisar las unidades diferenciales 87L (diferencial de fases con y sin frenado, neutro, secuencia positiva y secuencia negativa), siempre y cuando el ajuste ***Supervisión Det. Falta 87L*** de la lógica de disparo esta ajustada a **SÍ**. No se considera el Detector de Falta basado en intensidades diferenciales y de frenado para inmunizar la actuación de las unidades diferenciales 87L ante fallos de comunicación no detectados.

- **Resto de las unidades**

La activación del Detector de Falta basado en Intensidades de Secuencia será la encargada de supervisar la activación o el disparo del resto de las unidades (Detector de Saturación, Unidades de Distancia, Localizador de Faltas basado en medidas locales y el resto de las unidades auxiliares). Para ello, debe estar ajustado a **SÍ** el ajuste ***Supervisión Det. Falta*** de la sección Lógica de Disparo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.7.4 Detector de Falta basado en intensidades diferenciales y de frenado

8.7.4.a Principios de Operación y Diagrama de Bloques

La Unidad Diferencial de los modelos **DLF** presenta un Detector de falta encargado de supervisar su actuación. Las condiciones que activan dicho detector de falta para la fase n (n=A, B y C) son las siguientes:

- Un incremento porcentual en el valor de la **intensidad de frenado de dicha fase**, con respecto al valor de dos ciclos antes superior al 20%, siempre que la intensidad de frenado en esa fase supere el ajuste de ***Sensibilidad*** de la unidad diferencial.
- Un incremento porcentual en el valor de la **intensidad diferencial de dicha fase**, con respecto al valor de dos ciclos antes superior al 20%, siempre que la intensidad diferencial en esa fase supere el ajuste de ***Sensibilidad*** de la unidad diferencial.

Una vez que las condiciones anteriores han permanecido desactivadas durante dos ciclos, el Detector de falta se repondrá cuando la intensidad diferencial esté por debajo del 80% del ajuste de ***Sensibilidad***.

La lógica del Detector de falta asociado a la unidad diferencial para la fase A se muestra en el siguiente diagrama lógico:

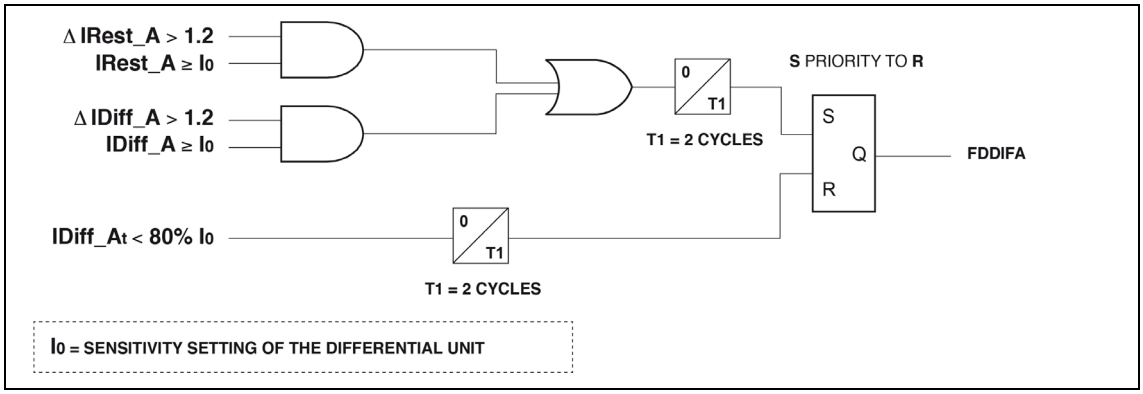


Figura 8.7.2 Diagrama detector de falta para unidad diferencial fase A.

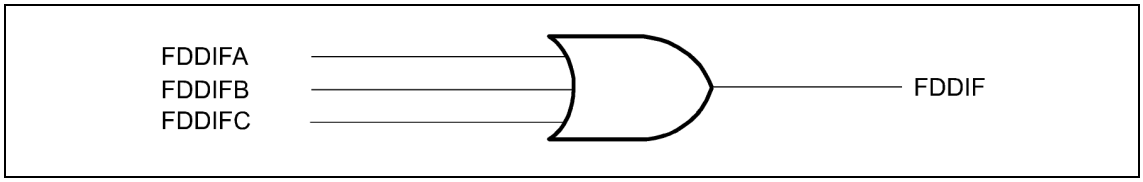


Figura 8.7.3 Diagrama detector de falta para unidad diferencial.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.7.4.b Rangos de ajuste

El detector de fallas basado en intensidades diferenciales y de frenado no presenta ningún ajuste (solo está influenciado por el ajuste de ***Sensibilidad*** del elemento diferencial).

8.7.4.c Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.7-1: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado)

Nombre	Descripción	IEC 61850
IDIFFA	Intensidad Diferencial Fase A	PDIF1.DifAClc
IDIFFB	Intensidad Diferencial Fase B	PDIF1.DifAClc
IDIFFC	Intensidad Diferencial Fase C	PDIF1.DifAClc
IRESTRA	Intensidad de Frenado Fase A	PDIF1.RstA
IRESTRB	Intensidad de Frenado Fase B	PDIF1.RstA
IRESTRC	Intensidad de Frenado Fase C	PDIF1.RstA

8.7.5 Detector de Falta basado en las intensidades de secuencia

8.7.5.a Correspondencia entre canales analógicos

Genérico	DLF
IA	IA1
IB	IB1
IC	IC1

8.7.5.b Principios de operación y diagrama de bloques

La operación de este elemento está basada en dos tipos de algoritmos.

- **Detección de incrementos en las intensidades de secuencia**

Las condiciones que activan este detector de falta son las siguientes:

- **ΔI0:** Un incremento en el valor eficaz de la **intensidad de secuencia homopolar** con respecto al valor de dos ciclos antes superior al valor del ajuste ***Incremento de I0*** (indicativo de faltas a tierra).
- **ΔI2:** Un incremento en el valor eficaz de la **intensidad de secuencia inversa** con respecto al valor de dos ciclos antes superior al valor del ajuste ***Incremento de I2*** (indicativo de faltas entre fases).
- **ΔI1:** Un incremento porcentual en el valor eficaz de la **intensidad de secuencia directa**, con respecto al valor de dos ciclos antes superior al 25% (indicativo de cualquier falta).

La activación de **ΔI0, ΔI2** y **ΔI1** se produce cuando el valor calculado sea mayor a 1,05 veces el valor correspondiente y la reposición de **ΔI0, ΔI2** y **ΔI1** se produce cuando el valor calculado sea inferior al 100% del valor correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En condiciones de oscilación de potencia (CBPS = 1), se utiliza el valor determinado por los ajustes ***Incremento de I0 oscilación de potencia*** e ***Incremento de I2 oscilación de potencia***, respectivamente, en lugar de los ajustes ***Incremento de I0*** e ***Incremento de I2***, respectivamente. Además, se inhabilita la activación del Detector de Falta basada en el incremento de la intensidad de secuencia directa (**ΔI1)**.

Los algoritmos anteriores requieren, además, que se dé alguna de las siguientes condiciones:

- Intensidad de secuencia directa superior a I1_MIN = 0,02*In A.
- Intensidad de secuencia homopolar superior a I0_MIN= ***Factor I0*** (ajuste del ***Selector de Fase***).

La supervisión del umbral de intensidad de secuencia homopolar permite que el Detector de Falta se mantenga operativo ante faltas que lleven asociadas un flujo de intensidad predominantemente homopolar.

La activación del Detector de Falta en base a los incrementos antes comentados permanecerá sellada durante dos ciclos, puesto que la comparación se efectúa con magnitudes memorizadas dos ciclos antes. No obstante, se incluye un tiempo T1 de reposición adicional (T1 es de 30 ms, y solo cuando el relé tiene la unidad adecuada, en Condiciones de oscilación de potencia (CBPS = 1), T1 se reemplaza por un tiempo igual al ajuste de ***Duración Memoria***).

- **Detección de niveles superados en las intensidades de secuencia**

Las condiciones que activan el Detector de Falta son las siguientes:

- La activación de la salida de **Falta a tierra** proveniente del Selector de fases (GR_F).
- La activación de la salida de **Falta bifásica** proveniente del Selector de fases (2PH_F).

La apertura de un polo del interruptor (1POL_OPEN) hace que las señales **Falta a tierra** y **Falta bifásica** no se tengan en cuenta para activar el Detector de falta ya que, de lo contrario, esta situación provocaría que el Detector estuviera activo mientras se mantuviera el polo abierto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Algoritmos sellados**

La activación del Detector de falta generada por alguno de los dos algoritmos antes descritos se mantiene sellada con la activación de alguna de las siguientes unidades.

- **Unidades de sobreintensidad** (**OC_PU)**: cualquier unidad de sobreintensidad instantánea o temporizada asociada con los canales analógicos adecuados del relé (ver 2.3.5.a, Correspondencia entre canales analógicos).
- **Unidades de distancia (DIST_PU)**: cualquier activación de zona de distancia (solo cuando el relé tiene la unidad adecuada).

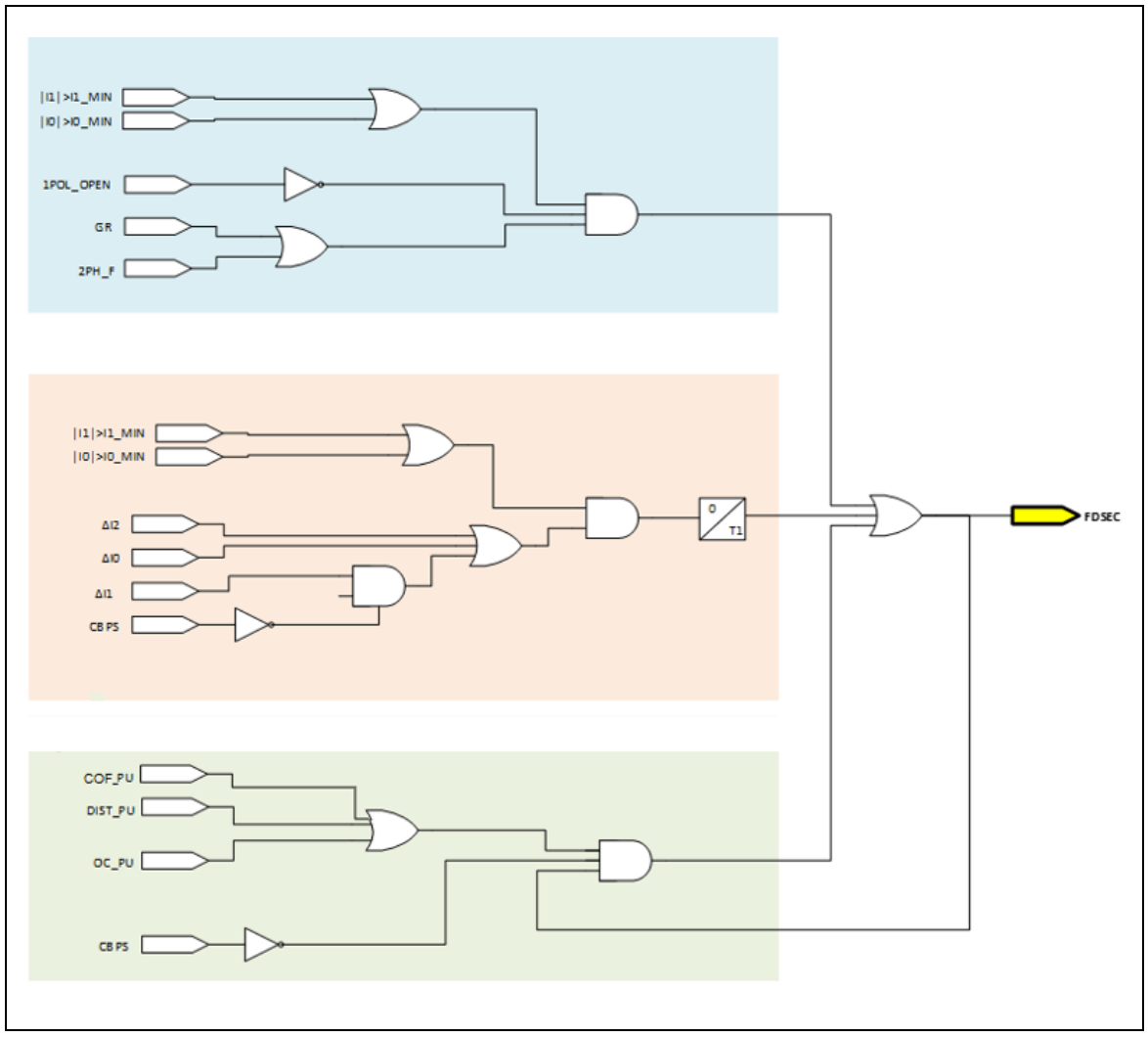


Figura 8.7.4 Diagrama de bloques del Detector de Falta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.7.5.c Rangos de ajuste

Protección / Detector de Falta					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Incremento de I0	Incremento I0	RFDT1.Incrl0	0,02-5,00 A	0,01 A	0,05 A
Incremento de I2	Incremento I2	RFDT1.Incrl2	0,02-5,00 A	0,01 A	0,05 A
Incremento de I0 para oscilación de potencia (*)	Incremento I0 O.P.		0,02-5,00 A	0,01 A	0,05 A
Incremento de I2 para oscilación de potencia (*)	Incremento I2 O.P.		0,02-5,00 A	0,01 A	0,05 A

(*) Solo cuando el relé tiene la unidad adecuada.

8.7.5.d Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.7-2: Entradas analógicas al módulo del Detector de Falta		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
I1	Intensidad de secuencia directa	MSQI1.SeqA.c1
I2	Intensidad de secuencia negativa	MSQI1.SeqA.c2
I0	Intensidad de secuencia homopolar	MSQI1.SeqA.c3

$$\bar{I}_N = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$$

$I_0 = I_N / 3$

$$|I_2| = \left| \frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 240° + I_C \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

$$|I_1| = \left| \frac{I_A + I_C \cdot 1\angle 240° + I_B \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

8.7.6 Detector de Falta en alimentación débil

En condiciones de alimentación débil, el Detector de Falta anteriormente descrito puede quedar inhabilitado ya que el nivel de intensidad de secuencia directa y homopolar será menor al nivel mínimo de operación del Detector de Falta (0,02*In y Nivel_I0 respectivamente). Por tanto, se implementará un módulo nuevo denominado como **Detector de Falta en condiciones de Alimentación Débil** que se habilitará mediante el ajuste denominado ***Habilitación Detector de Falta en Alimentación Débil***. Además del ajuste, este módulo solo funcionará cuando se cumplan las siguientes condiciones (ambas a la vez):

- La intensidad de secuencia directa sea inferior al nivel 0,02*In.
- La intensidad de secuencia cero sea inferior al ajuste ***Nivel_I0*** (ajuste Selector de Fases).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si se dan ambas condiciones, la supervisión se realizará en base a la activación de tres unidades de subtensión (una por fase), cuyo nivel de arranque viene dado por el ajuste ***Nivel de tensión alimentación débil*** (ajustes del Selector de Fases). En caso de que cualquiera de las tres fases presente un nivel de tensión inferior al ajuste, se activará la señal **FDWI_ACT**, siempre y cuando, la fase o fases con subtensión no tengan sus correspondientes polos abiertos o no exista un bloqueo por fallo de fusible. La reposición de dichas unidades de subtensión se realizará cuando el nivel de tensión de la o las fases sea 1,05 veces superior al ajuste ***Nivel de tensión alimentación débil***.

Por otra parte, las señales **FDWI_ActFaseA**, **FDWI_ActFaseB** y **FDWI_ActFaseC** serán utilizados como selector de fases, en caso de que se produzca una alimentación débil, para las unidades diferenciales de neutro, secuencia positiva y secuencia negativa.

Esta detección de falta por alimentación débil solo afectará a las unidades diferenciales y en ningún caso afectará a las unidades de distancia.

8.7.6.a Rangos de ajuste

Tabla 8.7-3: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado)

Nombre	Descripción	IEC 61850
IAJS_ENBL_FDWI	Permiso	

8.7.6.b Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.7-4: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado)

Nombre	Descripción	IEC 61850
VA	Tensión de Fase A	
VB	Tensión de Fase B	
VC	Tensión de Fase C	

8.7.7 Entradas digitales del Detector de Falta

Los detectores de falta no presentan ninguna entrada digital, ni siquiera de habilitación, estando siempre en funcionamiento.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.7.8 Salidas digitales y sucesos del Detector de Falta

Tabla 8.7-5:Salidas digitales y sucesos del Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado)

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
FDDIFA	Salidas de arranque de protección Salidas genéricas de protección		Activación del Detector de Falta Unidad Diferencial Fase A	I	Activación del Detector de falta asociado a la unidad diferencial para la fase A.
FDDIFB			Activación del Detector de Falta Unidad Diferencial Fase B	I	Activación del Detector de falta asociado a la unidad diferencial para la fase B.
FDDIFC			Activación del Detector de Falta Unidad Diferencial Fase C	I	Activación del Detector de falta asociado a la unidad diferencial para la fase C.
FDDIF			Activación del Detector de Falta Unidad Diferencial	I	Activación del Detector de falta asociado a la unidad diferencial (OR de la activación en las tres fases).
FDWI_ENBLD			Detector de falta en alimentación débil habilitado		Indica que el detector de falta en alimentación débil este habilitado
FDWI_ACTFASEA			Activación del detector de falta en alimentación débil fase A		Indica activación alimentación débil fase A
FDWI_ACTFASEB			Activación del detector de falta en alimentación débil fase B		Indica activación alimentación débil fase B
FDWI_ACTFASEC			Activación del detector de falta en alimentación débil fase C		Indica activación alimentación débil fase C
FDWI_Act			Activación del detector de falta en alimentación débil		Indica activación alimentación débil
FS_PREF			Activación Inicio de Falta 87L unidades con prefalta		Señal inicio de falta para unidades 87L que usan magnitudes de prefalta
FS_SINPREF			Activación Inicio de Falta 87L unidades sin prefalta		Señal inicio de falta para unidades 87L que no usan magnitudes de prefalta
FD	Salidas genéricas de protección	RFDT1.FltInd	Activación del Detector de Falta por Intensidades de Secuencia	I	Detección de la existencia de una falta por el Detector de Falta por Intensidades de secuencia

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.7.9 Nodos Lógicos IEC 61850

CLASS IRLRDFT		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
FtlInd	SPS	Fault detector activated
Settings		
IncrI0	ASG	Minimum value to detect increments of I0
IncrI2	ASG	Minimum value to detect increments of I2

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

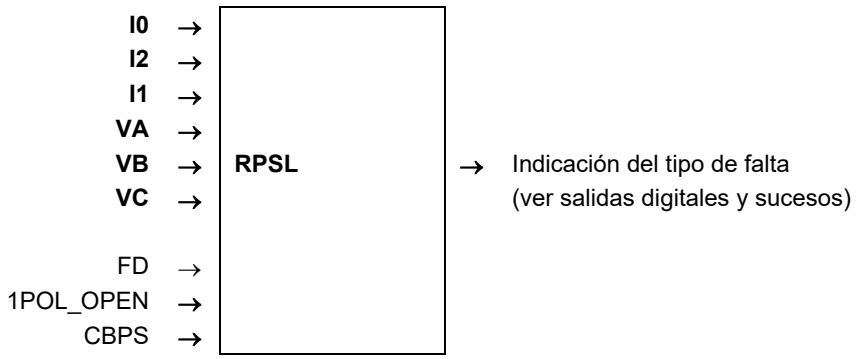
8.8 Selector de Fases

8.8.1	Identificación	8.8-2
8.8.2	Bloque general de la unidad	8.8-2
8.8.3	Principios de operación	8.8-2
8.8.3.a	Selección de fase ante faltas con flujo predominantemente de secuencia cero	8.8-4
8.8.3.b	Selección de fase en situación de polo abierto o de oscilación de potencia	8.8-4
8.8.4	Rangos de ajuste	8.8-5
8.8.5	Entradas analógicas a la unidad	8.8-5
8.8.6	Entradas digitales al Selector de Fases	8.8-6
8.8.7	Salidas digitales y sucesos del Selector de Fases	8.8-6
8.8.8	Nodo lógico IEC 61850	8.8-7

8.8.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Selector de Fases	RPSL1	-	-

8.8.2 Bloque general de la unidad



LEYENDA
FD = Detector de Falta
1POL_OPEN = Condición de Polo Abierto
CBPS = Condición de Oscilación de Potencia (cuando el relé tiene la unidad adecuada)

8.8.3 Principios de operación

La función de la unidad de selección de fase es determinar el tipo de falta para generar las salidas que incluyen dicha información.

La selección de las fases en falta está formada básicamente por dos algoritmos. El primero de ellos determina si la falta es trifásica (**3PH_F**), para lo cual deberán cumplirse simultáneamente las dos condiciones siguientes:

1. **Baja componente de secuencia inversa de intensidad**: presencia de una componente de secuencia inversa de intensidad no superior al ajuste ***Nivel I2*** y de una relación de intensidad de secuencia inversa / intensidad de secuencia directa no superior al ajuste ***Factor I2/I1***.
2. **Baja componente de secuencia homopolar de intensidad**: la presencia de una componente de secuencia homopolar de intensidad no superior al ajuste ***Nivel I0*** y de una relación de intensidad de secuencia cero / intensidad de secuencia directa no superior al ajuste ***Factor I0/I1***.

Los porcentajes de intensidad de secuencia inversa y homopolar con respecto a la intensidad de secuencia directa evitan selecciones de fase erróneas por desequilibrios derivados del diferente grado de saturación que presenten los transformadores de intensidad ante faltas trifásicas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Es importante destacar que la indicación de falta trifásica viene asociada a una condición equilibrada, por lo que se daría también en situación de carga. Será el Detector de Falta el encargado de distinguir una condición de falta de una de carga.

En caso de que la falta detectada no cumpla las condiciones para tratarse de una falta trifásica, pasará a ejecutarse el segundo algoritmo del Selector de Fase, basado en la comparación de los argumentos de las secuencias inversa y directa de la intensidad.

Si la falta no es trifásica y se cumple la segunda condición para faltas trifásicas (**baja componente de secuencia homopolar de intensidad**), la falta no será a tierra y, por tanto, podrá considerarse bifásica (**2PH_F**). Si, en cambio, no se cumple la segunda condición para faltas trifásicas (alta componente de secuencia homopolar de intensidad), la falta será a tierra y, por tanto, podrá considerarse monofásica o bifásica a tierra (**GR_F**).

Para determinar las fases en falta se estudiará el ángulo:

$$\phi = \arg\left(Ia2\right) - \arg\left(Ia1_f\right)$$

donde:

$Ia2$	Intensidad de secuencia inversa referida a la fase A.
$Ia1_f$	Intensidad de secuencia directa de falta (eliminada la componente de carga) referida a la fase A.

En las figuras siguientes aparecen representados los diagramas de ángulo utilizados para la determinación de las fases en falta en función del ángulo ϕ.

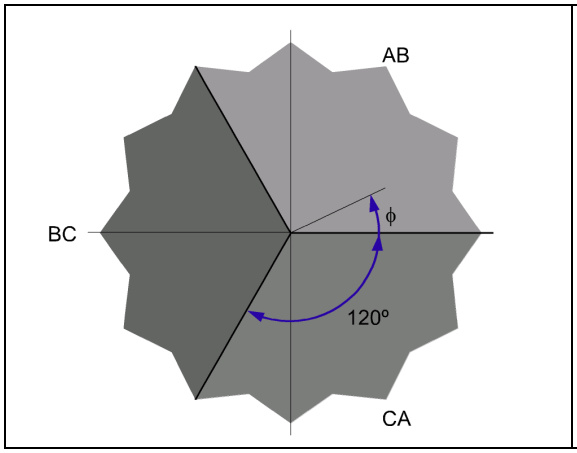


Figura 8.8.1 Diagrama de ángulo para faltas bifásicas.

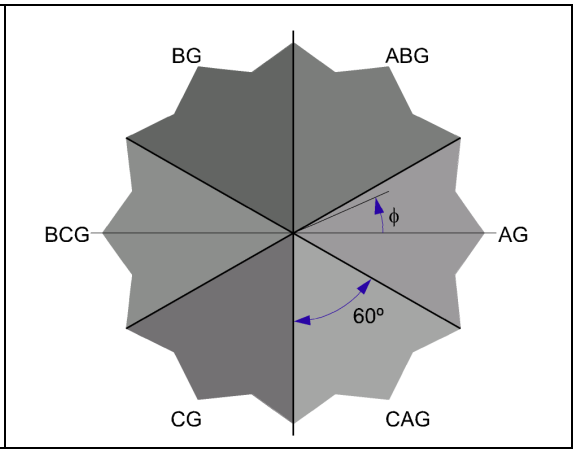


Figura 8.8.2 Diagrama de ángulo para faltas monofásicas y bifásicas a tierra.

El selector de fases no estará operativo si se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

1. Presencia de una componente de secuencia directa de intensidad no superior a 0,02*In A.
2. Presencia de una componente de secuencia cero de intensidad no superior a 0,05*In A.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.8.3.a Selección de fase ante faltas con flujo predominantemente de secuencia cero

La existencia de transformadores de potencia con algún devanado en estrella y cuyo neutro esté puesto a tierra genera, en faltas con alimentación débil, intensidades de defecto predominantemente de secuencia cero. En ese caso la intensidad de secuencia directa puede ser inferior a 0,02*In A, mientras que la intensidad de secuencia cero superará el umbral del ajuste Nivel I0. Si se dan estas condiciones, el Selector de Fases considerará que la falta es a tierra pero ya no determinará las fases en falta a partir del ángulo existente entre las intensidades de secuencia directa e inversa, sino que lo hará en base a la activación de tres unidades de subtensión (una por fase), cuyo nivel de arranque viene dado por el ajuste ***Nivel Subtens Alim Deb*** (*Nivel subtensión alimentación débil*), empleado también por la **Lógica de alimentación débil** (cuando el relé tiene la unidad adecuada)..

8.8.3.b Selección de fase en situación de polo abierto o de oscilación de potencia

La apertura de un polo del interruptor, detectada mediante el Detector de Polo Abierto, provoca un desequilibrio que genera componentes de secuencia inversa y cero en condiciones de carga. El Selector de Fase eliminará las intensidades de pre-falta con el fin de operar con intensidades de falta pura. Para determinar las fases en falta se estudiará el siguiente ángulo:

$$\phi = \arg\left(Ia2_f\right) - \arg\left(Ia0_f\right)$$

Donde:

$Ia2_f$	Intensidad de secuencia inversa de falta (eliminada la componente de carga) referida a la fase A.
$Ia0_f$	Intensidad de secuencia homopolar de falta (eliminada la componente de carga) referida a la fase A.

En la figura aparecen representados los diagramas de ángulo utilizados para la determinación de las fases en falta en función del ángulo ϕ.

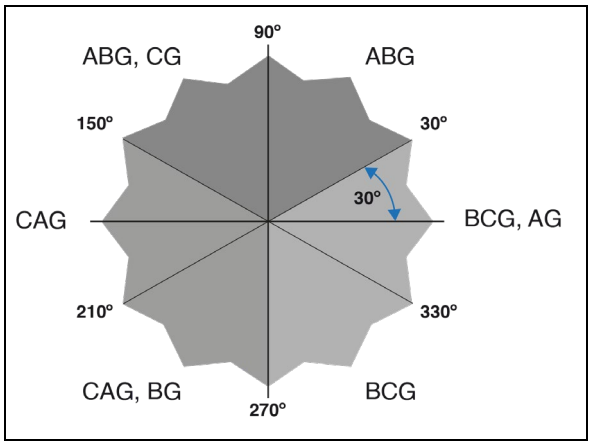


Figura 8.8.3 Diagrama de ángulo para faltas monofásicas y bifásicas a tierra.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para diferenciar las faltas AG y BCG, CG y ABG, BG y CAG, se utilizará el cociente I0/I2:

Si Ia0_f / Ia2_f > **K**; la falta será monofásica (AG, BG o CG).
Si Ia0_f / Ia2_f < **K**; la falta será bifásica a tierra (BCG, ABG y CAG).

Donde **K** es un parámetro interno.

En condiciones de oscilación de potencia (CBPS = 1) y durante los 500 ms siguientes a su desactivación, utilizara también este mismo criterio.

8.8.4 Rangos de ajuste

Protección / Selector de Fases					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Nivel I0	Nivel I0	RPSL1.I0Lev	0,02-5,00 A	0,01 A	0,05 A
Nivel I2	Nivel I2	RPSL1.I2Lev	0,02-5,00 A	0,01 A	0,05 A
Factor I0/I1	Factor I0/I1	RPSL1.I0I1Fact	1-100 %	0,01 %	8%
Factor I2/I1	Factor I2/I1	RPSL1.I2I1Fact	1-100 %	0,01 %	10%
Factor I0/I1 Osc. Pot. (*)	Fact I0/I1 Osc Pot		1 - 100 %	0,1 %	20%
Factor I2/I1 Osc. Pot. (*)	Fact I2/I1 Osc Pot		1 - 100 %	0,1 %	20%
Nivel Subtens alim Deb	Subtens Alim Deb	PSCH1.PhGndVal	15,00-70,00 V	0,01 V	45 V

(*) Solo cuando el relé tiene la unidad adecuada.

8.8.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.8-1: Entradas analógicas del módulo del Detector de Falta		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
I1	Intensidad de secuencia positiva	MSQI1.SeqA.c1
I2	Intensidad de secuencia inversa	MSQI1.SeqA.c2
I0	Intensidad de secuencia homopolar	MSQI1.SeqA.c3

$$\bar{I}_N = \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C$$

$I_0 = I_N / 3$

$$|I_2| = \left| \frac{I_A + I_B \cdot 1\angle 240° + I_C \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

$$|I_1| = \left| \frac{I_A + I_C \cdot 1\angle 240° + I_B \cdot 1\angle 120°}{3} \right|$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.8.6 Entradas digitales al Selector de Fases

El Selector de Fases no presenta ninguna entrada digital, ni siquiera de habilitación, estando siempre en funcionamiento.

8.8.7 Salidas digitales y sucesos del Selector de Fases

Tabla 8.8-2: Salidas digitales y sucesos del Selector de Fases

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
AG_F	Salidas genéricas de protección.	RPSL1.FltAG	Falta AG	I, F	Indicación del tipo de falta.
BG_F		RPSL1.FltBG	Falta BG	I, F	
CG_F		RPSL1.FltCG	Falta CG	I, F	
AB_F		RPSL1.FltAB	Falta AB	I, F	
BC_F		RPSL1.FltBC	Falta BC	I, F	
CA_F		RPSL1.FltCA	Falta CA	I, F	
ABG_F		RPSL1.FltABG	Falta ABG	I, F	
BCG_F		RPSL1.FltBCG	Falta BCG	I, F	
CAG_F		RPSL1.FltCAG	Falta CAG	I, F	
ABC_F		RPSL1.Flt3Ph	Falta ABC	I, F	
GR_F		RPSL1.FltGnd	Falta a tierra	I, F	
2PH_F		RPSL1.Flt2Ph	Falta bifásica	I, F	
MULTIPH_F		RPSL1.FltMltPh	Falta multifásica	I, F	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.8.8 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLRPSL		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
FltAG	SPS	AG type fault
FltBG	SPS	BG type fault
FltCG	SPS	CG type fault
FltAB	SPS	AB type fault
FltBC	SPS	BC type fault
FltCA	SPS	CA type fault
FltABG	SPS	ABG type fault
FltBCG	SPS	BCG type fault
FltCAG	SPS	CAG type fault
Flt3Ph	SPS	3 phase type fault
FltGnd	SPS	Ground type fault
Flt2Ph	SPS	2 phase type fault
FltMltPh	SPS	Multy phase type fault
Settings		
I0Lev	ASG	Minimum value to detect increments of I0
I2Lev	ASG	Minimum value to detect increments of I2
I0I1Fact	ASG	
I2I1Fact	ASG	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

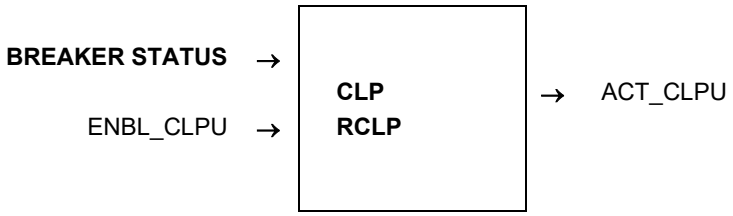
8.9 Unidad de Carga Fría

8.9.1 Identification 8.9-2
8.9.2 Bloque general de la unidad 8.9-2
8.9.3 Principios de operación 8.9-2
8.9.4 Rangos de ajuste 8.9-3
8.9.5 Entradas digitales al módulo de Carga Fría 8.9-3
8.9.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Carga Fría 8.9-4

8.9.1 Identification

Description of the Protection Element	Node IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Cold Load Element	RCLP1	-	CLP

8.9.2 Bloque general de la unidad



8.9.3 Principios de operación

Cuando hay una apertura prolongada de un interruptor, tras una falta que no ha podido ser reenganchada, se pueden producir problemas en el momento del cierre. Al cerrar el interruptor es posible que entren en funcionamiento motores de gran tamaño que en el momento del arranque producen grandes picos de intensidad. Esto puede hacer que actúen las protecciones de sobreintensidad. Para evitarlo se deben aumentar los niveles de arranque y, para ello, se puede utilizar la última Tabla activa como un segundo grupo de ajustes con un tarado superior.

Los equipos, por definición de su aplicación, operan sobre más de un interruptor. A la hora de aplicar la función de “carga fría”, es necesario seleccionar mediante un ajuste (***Interruptor CF***) cuál es el interruptor cuya posición se va a supervisar, es decir, a qué devanado corresponde.

Suponiendo que el equipo trabaja con la Tabla 1 y se produce una apertura del interruptor supervisado, en ese momento se empieza a contar un tiempo tras el cual, si el interruptor sigue abierto, se activan los ajustes última Tabla activa. La última tabla activa será la operativa mientras el interruptor permanezca abierto.

Cuando se produzca el cierre del interruptor, el equipo estará funcionando con unos ajustes más elevados, con lo que no se producirán disparos debidos a las conexiones de los motores.

En el momento de cierre empieza a contar un tiempo tras el cual, si el interruptor permanece cerrado, se activa la Tabla 1. En el caso de que esta función esté deshabilitada, la última tabla activa puede ser usada del mismo modo que las otras.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Puede darse el caso de que, estando la unidad de Carga fría habilitada, el interruptor cambie de estado mientras el equipo se encuentra apagado. Es ese caso, el funcionamiento de la unidad sería el siguiente:

- **Si el equipo es apagado con el interruptor cerrado y al encender se encuentra abierto**, la unidad de carga fría se activará pasados 100 milisegundos tras el arranque del equipo, y se pasará a la última tabla activa.
- **Si el equipo es apagado con la unidad de carga fría actuada (el relé se encuentra en la Tabla 4 por apertura del interruptor) y al encender el interruptor se encuentra cerrado**, la unidad de carga fría permanecerá activada durante 100 milisegundos (última tabla activa) tras el arranque. Pasado ese tiempo la unidad se repondrá y se volverá a la última tabla que tuvo el relé antes de actuar la unidad de carga fría.
- **Si el equipo es apagado con la unidad de carga fría actuada y al encender se encuentra activa la señal digital de deshabilitación de la unidad**, la salida de la unidad permanece activa durante 100 milisegundos tras el arranque. Pasado ese tiempo la salida se repondrá y se recuperará la tabla original.
- **Si el equipo arranca con la unidad de carga fría desactivada y se produce una apertura del interruptor dentro de los 100 milisegundos de espera a arranque de la unidad**, se activará la salida de la unidad de forma instantánea tras dicha espera.
- **Si el equipo es apagado con la unidad de carga fría actuada y al encender el interruptor continúa abierto**, la unidad sigue su funcionamiento normal, como si no hubiera ocurrido nada.

8.9.4 Rangos de ajuste

Protección / Carga Fría					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Habilitación de la unidad (Permiso)	`Perm.Carga Fría`		SÍ / NO		NO
Interruptor supervisado	`Interruptor CF`		1 - 3	1	1
Temp. Act. última tabla activa	`Temp.Act. Ult.Tabla`		0 - 1800 s	0,1 s	120 s
Tiempo de recuperación de Tabla ajustes de trabajo	`Temp.Recup. Tabla`		0 - 1800 s	0,1 s	120 s

8.9.5 Entradas digitales al módulo de Carga Fría

Tabla 8.9-1: Entradas digitales al módulo de Carga Fría					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ENBL_CLPU			Entrada de habilitación de carga fría	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se pueden asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un “1”.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.9.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Carga Fría

Tabla 8.9-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Carga Fría					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
ACT_CLPU			Activación carga fría (tabla 4)	I	Señal que indica que se ha activado la lógica de carga fría de modo que se ha ordenado el paso a la Tabla 4 de ajustes o que se ha desactivado y se vuelve a la Tabla de ajustes original.
CLPU_ENBLD			Unidad de carga Fría	I	Indicación del estado de habilitación o inhabilitación de la unidad.
ENBL_CLPU			Entrada de habilitación de carga fría	I	Lo mismo que para las Entradas Digitales.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

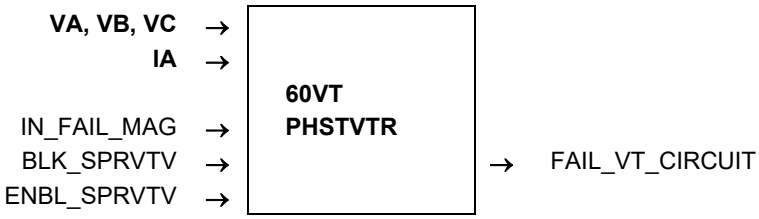
8.10 Supervisión del Circuito de Medida de Tensión

8.10.1 Identificación 8.10-2
8.10.2 Bloque general de la unidad 8.10-2
8.10.3 Principio de operación y diagrama de bloques 8.10-2
8.10.4 Rangos de ajuste 8.10-3
8.10.5 Entradas digitales al módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-3
8.10.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-4
8.10.7 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.10-5
8.10.8 Ensayo de la Supervisión de Medida del Circuito de Tensión 8.10-5

8.10.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Supervisión del Circuito de Medida de Tensión	PHSTVTR1	MCS 3V	60VT

8.10.2 Bloque general de la unidad



8.10.3 Principio de operación y diagrama de bloques

Para evitar actuaciones incorrectas por parte de las unidades que hacen uso de las medidas de las tensiones, los equipos disponen de una función que permite detectar fallos en el circuito de captación de dichas tensiones.

La unidad de supervisión permite bloquear la actuación de funciones de protección cuando se ha producido previamente el disparo del magnetotérmico de protección de los transformadores de medida de tensión. La lógica relacionada con la detección de la condición de disparo del magnetotérmico debe ejecutarse antes de las funciones a las que bloquea y es la indicada en la siguiente figura.

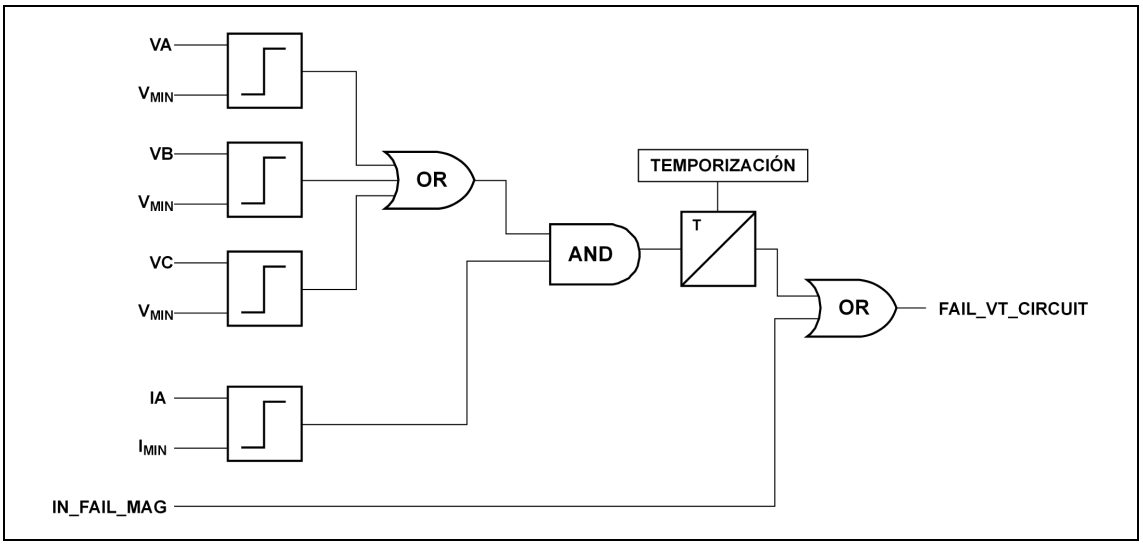


Figura 8.10.1 Diagrama de la unidad de detección de fallo en el circuito de tensión.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Se compara la intensidad IA con el ajuste de la unidad ***I Mínima supervisión TTs***. En el caso de que sea mayor, se supervisa la tensión de cada fase, comparándola con el ajuste ***V Mínima supervisión TTs***. Si las tensiones son inferiores al valor de tensión ajustado, y tras una temporización ajustable (***Tiempo supervisión TTs***), se genera la señal de fallo en el circuito de medida de tensiones. El bloqueo de la actuación de unidades de protección que se ven afectadas por un desequilibrio en la medida de tensiones ha de programarse en la lógica mediante el programa de configuración ***ZIV e-NET tool***®.

8.10.4 Rangos de ajuste

Protección / Supervisión Transformadores de Tensión					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Supervisión TIs	Permiso Superv TI	PHSTCTR1.SupSvc	NO / SÍ		NO
I Mínima Supervisión TTs	I mín Superv TT	PHSTVTR1.SupMinA	0,2-2 A	0,01A	0,5 A
V Mínima Supervisión TTs	V mín Superv TT	PHSTVTR1.SupMinV	2-100 V	0,01 V	30 V
Tiempo Supervisión TTs	Tiempo superv TI	PHSTCTR1.SupTmms	0,05-300 s	0,01 s	0,05 s

8.10.5 Entradas digitales al módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión

Tabla 8.10-1: Entradas digitales al módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_FAIL_MAG	Entradas lógicas a protección	PHSTVTR1.SupFailIn	Entrada fallo magnetotérmico	I	La activación de esta entrada supone la activación directa de la señal de Detector de fallo en circuito de tensión.
BLK_SPRVTV		PHSTVTR1.SupBlk	Entrada bloqueo supervisión de TT	I	La activación de la entrada antes de que se genere el disparo impide la actuación de la unidad. Si se activa después del disparo, éste se repone.
ENBL_SPRVTV	Ordenes de habilitación/deshabilitación	PHSTVTR1.SupEna	Entrada de habilitación supervisión de TT	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se puede asignar a entradas digitales por nivel o a mandos desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.10.6 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión

Tabla 8.10-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
FAIL_VT_CIRCUIT	Salidas de disparo de protección	PHSTVTR1.SupFail	Actuación de unidad supervisión del TT	I	Indica que, aunque no llega la medida de tensión al equipo, realmente sí hay. Por lo tanto, no hay que disparar por falta de tensión.
SPRVTV_ENBL	Salidas de protección de unidades habilitadas	PHSTVTR1.SupEna	Salida de habilitación supervisión de TT		Indicación de puesta en servicio de la unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.10.7 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPHSTVTR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
Vol	SAV	Voltage
Status information		
FuFail	ACD	TVTR fuse failure
Settings		
VRtg	ASG	Rated Voltage
Rat	ASG	Winding ratio of external voltage transformer
Extended Data		
SupEna	EXT_SPC	TVTR supervision enable command
SupBlk	EXT_SPC	TVTR supervision block command
SupFailIn	EXT_SPS	Supervision failure input
SupFail	EXT_SPS	Supervision failure signal
SupSvc	EXT_SPG	Supervision in service
SupTmms	EXT_ING	Supervision delay time
SupMinA	EXT_ASG	Supervision mínimum current
SupMinV	EXT_ASG	Supervision mínimum voltage
FuFailIn	EXT_SPS	Fuse failure input
FuFailBlk	EXT_SPS	Fuse failure block
FuFailSvc	EXT_SPG	Fuse failure in service
FuFailBlkE	EXT_SPG	Enable fuse failure block
FuInRsTmms	EXT_ING	Fuse failure delay time
FuFailMinV	EXT_ASG	Fuse failure mínimum operating voltage

8.10.8 Ensayo de la Supervisión de Medida del Circuito de Tensión

Sin inyectar ninguna magnitud, activar la señal **Entrada fallo magnetotérmico** que habrá sido configurada en una ED o asignada en una lógica de control. Comprobar que se activa el **Fallo en el circuito de tensión** sin que haya temporización alguna. Llevar a cabo la misma comprobación aplicando tensiones por encima del valor de ajuste mínimo de tensión e intensidad por debajo del ajuste mínimo de intensidad, siendo el comportamiento similar al activar la señal de **Entrada fallo magnetotérmico**.

Partiendo de una inyección de IA por encima del ajuste de mínima intensidad y con las tres tensiones de fase por encima del ajuste de mínima tensión, mantener las tensiones VB y VC por encima de dicho valor y disminuir el valor de VA hasta que llegue a estar por debajo del ajuste. Comprobar que la salida de la unidad se activa cuando **VA** < ***V Mín Superv TT*** y se desactiva cuando **VA** ≥ ***V Mín Superv TT***. Es decir, no hay histéresis entre el arranque y la reposición, siendo este valor de aproximadamente 50mV.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11 Supervisión de los Circuitos de Medida de Intensidad

8.11.1 Supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-3
8.11.1.a Identificación 8.11-3
8.11.1.b Bloque general de la unidad 8.11-3
8.11.1.c Principio de operación y diagrama de bloques 8.11-3
8.11.1.d Rangos de ajuste 8.11-4
8.11.1.e Entradas digitales al módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-4
8.11.1.f Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-5
8.11.1.g Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.11-6
8.11.1.h Ensayo de la supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-6
8.11.2 Supervisión del circuito de medida de intensidad por secuencia inversa 8.11-7
8.11.2.a Identificación 8.11-7
8.11.2.b Bloque general de la unidad 8.11-7
8.11.2.c Principio de operación y diagrama de bloques 8.11-7
8.11.2.d Aplicación de la unidad 8.11-10
8.11.2.e Recomendación de ajustes 8.11-12
8.11.2.f Rangos de ajuste 8.11-13
8.11.2.g Entradas analógicas a la unidad 8.11-13
8.11.2.h Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa 8.11-14
8.11.2.i Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa 8.11-15
8.11.2.j Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.11-15
8.11.2.k Ensayo de la supervisión de TIs basada en intensidad de secuencia inversa 8.11-16
8.11.3 Supervisión del circuito de medida de intensidad por intensidad diferencial de neutro 8.11-17
8.11.3.a Identificación 8.11-17
8.11.3.b Bloque general de la unidad 8.11-17
8.11.3.c Principio de operación y diagrama de bloques 8.11-17
8.11.3.d Aplicación de la unidad 8.11-21
8.11.3.e Recomendación de ajustes 8.11-22
8.11.3.f Rangos de ajuste 8.11-23

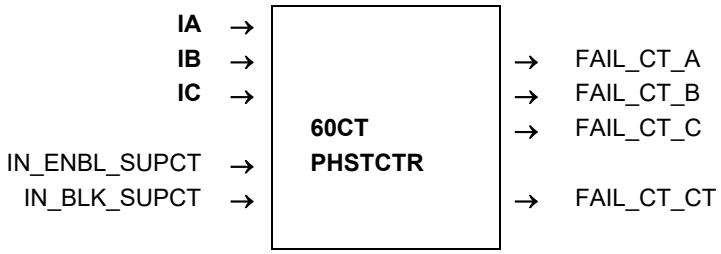
8.11.3.g Entradas analógicas a la unidad 8.11-23
8.11.3.h Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-24
8.11.3.i Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-25
8.11.3.j Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.11-25
8.11.3.k Ensayo de la Supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-26

8.11.1 Supervisión del circuito de medida de intensidad

8.11.1.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Supervisión del circuito de medida de intensidad	PHSTCTR	MCS 3I	60CT

8.11.1.b Bloque general de la unidad



8.11.1.c Principio de operación y diagrama de bloques

Todos los modelos disponen de un sistema de supervisión del conjunto de elementos que conforman el sistema de medida de intensidades de fase, desde los propios transformadores de intensidad externos, pasando por los cables de cobre que los conectan al relé, hasta los propios módulos magnéticos internos del equipo.

Esta función de supervisión está basada exclusivamente en la propia medida de las intensidades de fase. Para su aplicación es necesaria la medida de las tres intensidades de fase, en otro caso deberá ser inhabilitada.

Por la improbabilidad de que ocurra un fallo en más de una fase simultáneamente, se emplea un algoritmo sencillo que permite detectar fallos en una única fase cada vez. Fallos simultáneos no son detectados.

Cuando se detecta que la intensidad de una de las fases (fase X) es inferior al 2% de su valor nominal, se comprueba si las intensidades de las otras fases (fases Y y Z) son superiores al 5% e inferiores al 120% de su valor nominal. También se calcula la diferencia angular entre dichas intensidades, la cual, en condiciones de funcionamiento normal, ha de estar en torno a los 120º±10º.

Si se dan todas las condiciones de funcionamiento “normal” en las fases Y y Z, se activa la alarma de fallo en el circuito de intensidad de la fase X.

En la figura se muestra el algoritmo de supervisión para la medida de intensidad de la fase A:

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

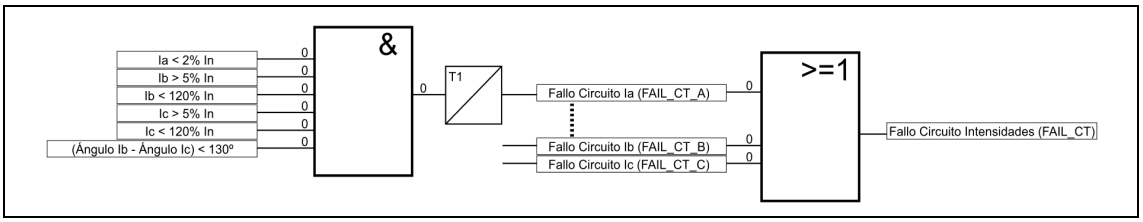


Figura 8.11.1 Algoritmo de supervisión para la medida de intensidad de la fase A.

La detección de fallo en alguno de los circuitos de medida genera la activación de las señales **Actuación de unidad supervisión del TI Fase A, B y C** (**FAIL_CT_A**, **FAIL_CT_B**, **FAIL_CT_C)** y la señal general de **Actuación de unidad supervisión del TI** (**FAIL_CT)**. El bloqueo de la actuación de unidades de protección que se ven afectadas por un desequilibrio en la medida de intensidades de fase ha de programarse en la lógica mediante el programa ***ZIV e-NET tool***®.

8.11.1.d Rangos de ajuste

Protección / Supervisión Transformadores de Intensidad / Supervisión Transformadores de Intensidad					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Supervisión TIs	Permiso Superv TI	PHSTCTR1.SupSvc	NO / SÍ		NO
Tiempo Supervisión TTs	Tiempo superv TI	PHSTCTR1.SupTmms	0,05-300 s	0,01 s	0,05 s

8.11.1.e Entradas digitales al módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad

Tabla 8.11-1: Entradas digitales al módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_ENBL_SUPCT	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PHSTCTR1.SupEna	Entrada de habilitación de supervisión de TI	I	La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un "1".
IN_BLK_SUPCT	Entradas lógicas a protección	PHSTCTR1.SupBlk	Entrada de bloqueo de supervisión de TI	I	La activación de esta entrada genera el bloqueo de la supervisión.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.1.f Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad

Tabla 8.11-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
FAIL_CT_A	Salidas de disparo de protección	PHSTCTR1.SupFail	Actuación de unidad supervisión del TI fase A	I	Su activación indica la existencia de un fallo en el sistema de medida de una de las fases.
FAIL_CT_B		PHSTCTR1.SupFail	Actuación de unidad supervisión del TI fase B	I	
FAIL_CT_C		PHSTCTR1.SupFail	Actuación de unidad supervisión del TI fase C	I	
FAIL_CT		PHSTCTR1.SupFail	Actuación de unidad supervisión del TI	I	
ENBL_SUPCT	Salidas de protección de unidades habilitadas	PHSTCTR1.SupEna	Supervisión de TI habilitada	I	Salida de bloqueo por condición de fallo de fusible detectado por la propia unidad.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.1.g Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLPHSTCTR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
Amp	SAV	Current
Settings		
ARtg	ASG	Rated Current
Rat	ASG	Winding ratio of external current transformer
Extended Data		
SupEna	EXT_SPC	TCTR supervision enable command
SupBlk	EXT_SPC	TCTR supervision block command
SupSvc	EXT_SPG	Supervision in service
SupTmms	EXT_ING	Supervision delay time
SupFail	EXT_ACT	TCTR supervision failure

8.11.1.h Ensayo de la supervisión del circuito de medida de intensidad

Inyectar un sistema equilibrado de intensidades con un valor por encima del 5% de In. Reducir el valor de intensidad inyectado en una de las fases hasta llegar por debajo del 2% de In. Asignar un desfase a las fases B y C de entre 110º y 130º En estas condiciones la unidad actuará.

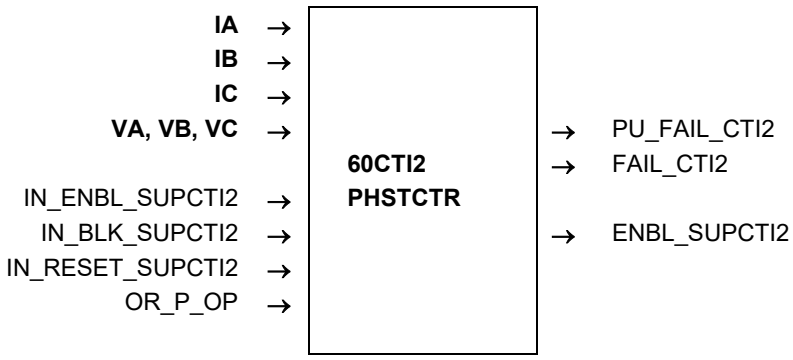
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.2 Supervisión del circuito de medida de intensidad por secuencia inversa

8.11.2.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Supervisión del circuito de medida de intensidad por intensidad de secuencia inversa	PHSTCTR1	MCS 3I	60CTI2

8.11.2.b Bloque general de la unidad



8.11.2.c Principio de operación y diagrama de bloques

Esta función de supervisión de los TIs de fase está basada en la medida de las intensidades de fase para calcular la intensidad de secuencia inversa, y en la medida de las tensiones de fase para, igualmente, calcular la tensión de secuencia inversa del sistema.

En caso de fallo de uno o dos TIs, el equipo detectará la presencia de intensidad de secuencia inversa ($I2 \neq 0$) sin presencia de tensión de secuencia inversa ($V2 = 0$), detectando el fallo en el grupo de TIs de fase supervisado.

Para independizar el valor de secuencia inversa (I2) que se genera por el fallo del TI del nivel de carga que exista en el sistema (I1), la unidad trabaja con la relación I2/I1 (activación al 100% del ajuste y reposición al 95%). Por este motivo, para que la unidad opere es necesario que exista un valor de carga (intensidad de secuencia directa I1) igual o mayor que el ajustado (ajuste ***Carga Min***.). De este modo, se evita la actuación de la unidad con cargas muy bajas que generarían un nivel alto de secuencia inversa (I2/I1) debido al propio error de la medida de los TIs. Como nota, es preciso mencionar que la unidad considera ausencia de carga cuando la secuencia directa es menor o igual al 95% del ajuste.

La ausencia de tensión de fase generará un nivel de tensión de secuencia inversa nula (V2=0), por lo que la unidad podría indicar fallo de TI en caso de darse falta monofásica o bifásica en el sistema. Para evitarlo, la unidad queda bloqueada por la activación de la señal **Deshabilitación Frecuencia por Falta de Tensión** (**BLK_MIN_V**) cuando la tensión no cumple las condiciones mínimas de estabilidad (ver Capítulo 5.2, de Unidades de Frecuencia).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La unidad queda igualmente bloqueada si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

- La tensión de secuencia inversa es igual o superior al 100% de la tensión residual máxima del sistema (ajuste ***Tensión Residual max.***). El bloqueo se repone cuando la tensión de secuencia inversa es igual o menor que el 95% del ajuste.
- La intensidad de secuencia directa es igual o superior a la intensidad de secuencia directa que existía dos ciclos antes. En caso de fallo de TI, la intensidad de secuencia directa nunca se incrementa.
- La intensidad de alguna de las fases es igual o superior al valor de ***Máxima Corriente*** ajustado. La supervisión del grupo de TIs se supone en situación de carga, por lo que la unidad debe ser bloqueada en situación de falta. El valor del ajuste de intensidad máxima debería ajustarse a la máxima carga del sistema. El bloqueo se repone cuando la intensidad es igual o menor que el 95% del ajuste durante más de 3 ciclos.
- La activación de la señal **Entrada de Bloqueo por Energización** (**IN_BLK_ENER**). El cierre del interruptor puede provocar un transitorio de tensión de secuencia inversa (cuando el TT está en el lado de línea) y situaciones de energización en las que la tensión de secuencia inversa puede ser inferior a la tensión residual máxima. Para evitar la activación del fallo de TI en estos casos, se puede bloquear la unidad conectando en la lógica de usuario la orden de cierre del interruptor a la señal **IN_BLK_ENER** mediante el programa ***ZIV e-NET tool***®. Hay que tener en cuenta que la unidad se bloqueará con la activación de la señal **IN_BLK_ENER** y permanecerá bloqueada hasta que transcurra el ***Tiempo min. de bloqueo de cierre*** tras la desactivación de la señal **IN_BLK_ENER**.
- La activación de la señal **Entrada de bloqueo de la unidad de supervisión de TI basada en secuencia inversa** (**IN_BLK_SUPCTI2**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la figura se muestra el algoritmo de supervisión de TIs basado en secuencia inversa:

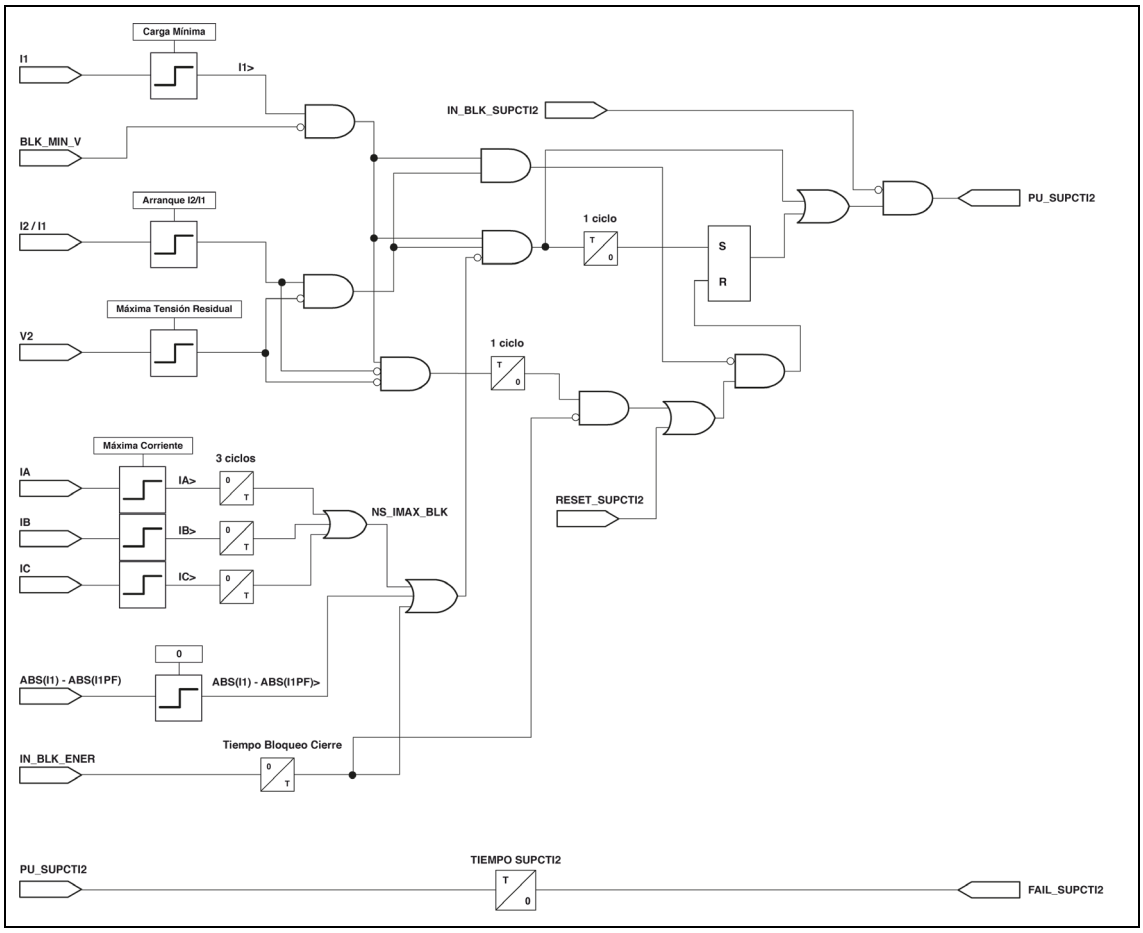


Figura 8.11.2 Algoritmo de supervisión de TIs basado en secuencia inversa.

La detección de fallo en alguno de los circuitos de medida genera la activación del arranque de la unidad (**PU_SUPCTI2**). Una vez transcurrido un ciclo de señal con el arranque activado, este queda sellado, produciendo la activación de la unidad (**FAIL_SUPCTI2**) cuando finalice el tiempo ajustado como tiempo de supervisión (***Tiempo_SUPCTI2***).

Una vez se ha corregido el fallo detectado en el grupo de TIs, el usuario puede reponer la unidad activando la señal **Entrada de reposición de la unidad** (**RESET_SUPCTI2**) que repondrá la indicación del fallo de TI siempre que las condiciones de fallo hayan desaparecido. La unidad dispone de una reposición automática, que se produce cuando las condiciones de fallo de TI han desaparecido y el equipo detecta durante un ciclo condiciones de carga y tensión estables en el sistema.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.2.d Aplicación de la unidad

La unidad de supervisión de TIs basada en intensidad y tensión de secuencia inversa tiene verdadera aplicación en los casos en los que la detección del fallo del TI debe realizarse de manera muy rápida, como, por ejemplo, para bloquear la activación de la unidad diferencial de fases cuando la carga del sistema es mayor que la sensibilidad de la unidad diferencial y evitar así el disparo de la unidad debido a la falsa intensidad diferencial producida por el fallo del TI.

Como posibles fallos de TI, se pueden dar los siguientes casos:

- Fallo de un TI (secundario abierto). En este caso I2/I1 = 0,5.
- Fallo de dos TIs (secundarios abiertos). En este caso I2/I1 = 1.
- Cortocircuito en secundario, en cuyo caso I2/I1 < 0,5.

Cuando un TI falla, se produce una falsa intensidad de secuencia inversa (I2) al mismo tiempo que se produce una falsa intensidad diferencial (**I_DIF**). La falsa intensidad diferencial **I_DIF** producirá el disparo del equipo si la intensidad de carga (**I_LOAD**) es superior al ajuste de la sensibilidad (Io) x toma.

La unidad de supervisión de TI puede bloquear la unidad diferencial si la señal de activación de fallo de TI (**PU_SUPCTI2** o **FAIL_SUPCTI2**) se conecta a la entrada de bloqueo de la unidad diferencial a través de la lógica programable (utilizar la lógica de máxima prioridad que se ejecuta cada 2 ms). En este caso, para evitar el disparo, I2/I1 tiene que alcanzar el valor del ajuste ***Arranque I2/I1*** antes de que **I_DIF** alcance el valor de la sensibilidad **Io x toma**.

La falsa intensidad diferencial (**I_DIF**) debida al fallo del TI comienza con un valor de 0 A para alcanzar el régimen estacionario en 1 ciclo. Durante 1 ciclo la intensidad diferencial experimenta un transitorio (debido al algoritmo de medida) cuya curva es similar a la del transitorio que experimenta I2/I1, por lo que se puede hacer la siguiente aproximación:

$$I_DIF / I_LOAD = 2 \times I2/I1$$

Es decir, para un valor de carga máximo y un ajuste de sensibilidad de la unidad diferencial dado (**Io**), el ajuste de arranque de la unidad de fallo de TI (***Arranque I2/I1***) debería cumplir la siguiente expresión:

$$Arranque\ I2/I1 < 0{,}5 \times (Io \times toma / I_LOAD)$$

Esta condición no es suficiente para definir completamente el ajuste de arranque de la unidad de fallo de TI, ya que, aunque la unidad de fallo de TI arranque antes que la unidad diferencial de fases, la activación de la señal de bloqueo podría darse durante los 2 ms siguientes, tiempo suficiente para que la unidad diferencial detecte el nivel su nivel de arranque y dispare.

Aunque se puede determinar la curva teórica para ajustar la unidad de fallo de TI en base al ajuste de sensibilidad de la unidad diferencial, carga, etcétera, lo más práctico es realizar un pequeño ensayo en laboratorio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A continuación, se muestran los valores de ajuste más representativos de esta aplicación en el peor escenario (carga máxima = 1.2 x intensidad nominal):

Ajuste Sensibilidad Unidad Diferencial Fases (Io)	Ajuste Arranque I2/I1 Unidad Supervisión de TI
0,05	0,04
0,1	0,06
0,2	0,09
0,3	0,09

Como nota para esta aplicación, la unidad dispone de suficiente estabilidad ante la energización del transformador, por lo que no es necesario configurar ningún bloqueo de la unidad por detección de armónicos. De hacerlo, bloquearía la unidad durante el transitorio que se produce en el fallo del TI impidiendo el bloqueo de la unidad diferencial.

Además de la aplicación especial comentada anteriormente, a continuación, se describe el comportamiento de la unidad en algunos casos particulares de aplicación:

Detección de fallo de TI en carga

Como se ha descrito previamente, los distintos casos que pueden darse en carga son los siguientes:

- Fallo de un TI (secundario abierto). En este caso I2/I1 = 0,5.
- Fallo de dos TIs (secundarios abiertos). En este caso I2/I1 = 1.
- Cortocircuito en secundario, en cuyo caso I2/I1 < 0,5.

Detección de fallo de TI tras cierre del interruptor (carga o energización de transformador)

La unidad se mantiene estable (ausencia de activación) ante el transitorio de tensión de secuencia inversa debido al cierre, tanto por el **Bloqueo por Energización** (**IN_BLK_ENER**), como por el bloqueo por incremento de secuencia directa. No es necesario configurar un bloqueo por detección de armónicos.

El fallo del TI se detectará una vez transcurrido el tiempo mínimo de bloqueo de cierre, y cuando se cumplan las condiciones del algoritmo (tensión de secuencia inversa, decremento de intensidad de secuencia directa, etcétera).

Detección de fallo de TI en condiciones de falta

La unidad nunca detecta fallo de TI en condiciones de falta.

La unidad se mantiene estable ante faltas monofásicas y bifásicas debido al bloqueo por tensión de secuencia inversa y al bloqueo por intensidad máxima. En faltas trifásicas actuará el bloqueo por incremento de secuencia directa y el bloqueo por intensidad máxima.

En el despeje de faltas, monofásicas y bifásicas, en una línea aguas abajo del transformador, se produce un decremento de intensidad positiva, a la vez que cae la intensidad de secuencia inversa, lo que podría ocasionar la activación de la unidad si la tensión de secuencia inversa fuera inferior a la tensión residual ajustada. Para evitar este tipo de activaciones intempestivas el bloqueo por incremento de intensidad de secuencia directa no se repone mientras exista un decremento de intensidad de secuencia inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cuando el despeje es el de una falta trifásica, se produce un incremento de intensidad de secuencia inversa (en el momento de la apertura del interruptor) a la vez que se da un decremento de intensidad de secuencia directa. Para mantener la estabilidad de la unidad en este caso, el bloqueo por intensidad máxima cuenta con un temporizador de 3 ciclos que mantiene el bloqueo el tiempo suficiente para evitar la activación de la unidad.

En caso de faltas trifásicas que generen saturación en alguno de los TIs, el bloqueo por incremento de intensidad de secuencia directa bloqueará inicialmente la unidad el tiempo suficiente para que el bloqueo por intensidad máxima se active.

Detección de fallo de TI en situación de fase abierta (conductor caído) o polo abierto

La unidad nunca detecta fallo de TI en dichas condiciones debido al bloqueo por presencia de tensión de secuencia inversa, que a su vez mantiene la estabilidad de la unidad.

8.11.2.e Recomendación de ajustes

El ajuste ***Max. Tensión Residual*** debe ser mayor que la tensión residual de secuencia inversa que tenga el sistema con carga máxima, y debe ser menor que la mínima tensión de secuencia inversa durante la energización del transformador.

Si la tensión de secuencia inversa (V2) durante la energización del trasformador es menor que la tensión residual de secuencia inversa del sistema con carga máxima, entonces el valor del ajuste ***Max. Tensión Residual*** debería ser mayor que la tensión residual de secuencia inversa del sistema con carga máxima, y el ajuste ***Tiempo mín. de bloqueo de cierre*** debería tener un valor mayor que la duración de la intensidad de energización del transformador.

El ajuste ***Arranque I2/I1*** debería ser mayor que la máxima intensidad residual de secuencia inversa debida al desequilibrio de la carga, errores de TI, etcétera. Por otro lado, este ajuste debería ser menor que el ajuste de sensibilidad de la unidad diferencial de fases, y menor que 0,5 (para detectar el fallo de TI por 1 TI abierto).

Si no hay un gran desequilibrio de carga, se recomienda un ajuste del 9% de la intensidad de carga (I2/I1=0,09). Para TIs con un error máximo de medida del 5%, el máximo error teórico de I2/I1 sería:

$$Error_I2/I1 = [(I + 0{,}05*I - I + 0{,}05I) / 3] / (I - 0{,}05*I) = 0{,}035$$

suponiendo el error de ángulo entre las tres fases despreciable, por lo que el valor del ajuste recomendado (0,09) puede reducirse si es necesario.

El ajuste ***Carga Min***. debería ajustarse al mínimo valor de la intensidad de carga para evitar la activación del fallo de TI en caso de desequilibrios debidos a los propios errores de los TIs, que quedarían amplificados con carga muy baja (I2/I1>>0).

El valor ***Máxima Corriente*** debería ajustarse con la máxima intensidad de operación a la que el usuario quiere detectar el fallo de TI. El valor recomendado es de 1,2 x intensidad nominal.

El ajuste ***Tiempo Min. de bloqueo de cierre*** debería tener un valor mayor que 1 ciclo, para evitar la activación de la unidad debido al transitorio de V2 (tensión de secuencia inversa) durante el cierre del interruptor. El valor recomendado es de 25 ms.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si la tensión de secuencia inversa (V2) durante la energización del transformador es menor que la ***Tensión máx. residual***, el ajuste ***Tiempo mín. de bloqueo de cierre*** debería ser mayor que la duración de la intensidad de energización.

La temporización de la unidad (***Tiempo SUPCTI2***) depende de la aplicación de la unidad. Como señalización de alarma puede ajustarse en varios segundos.

La ***Tensión de inhibición*** (ver Capítulo 5.2, de Unidades de Frecuencia) asegura que los transformadores de tensión de fases estén conectados al equipo de modo que este pueda calcular la tensión de secuencia inversa (V2). Si el equipo no detecta presencia de tensión la unidad de supervisión de TI quedará bloqueada.

8.11.2.f Rangos de ajuste

Protección / Supervisión Transformadores de Intensidad / Ajustes Comunes					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Mínima Carga	Carga Min.	PHSCTR1.MinValPsA (ASG)	0,04 - 1 A	0,01	0,1
Máxima Corriente	Corriente Max	PHSCTR1.BlkValA (ASG)	0,05 - 10 A	0,01	6

Protección / Supervisión Transformadores de Intensidad / Supervisión Transformadores de Intensidad por Secuencia Inversa					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Supervisión TIs	Permiso Superv TI I2	PHSCTR1.NsSupSvc (SPG)	NO / SÍ		NO
Arranque I2/I1	Arranque I2/I1	PHSCTR1.NsStrVal (ASG)	0,01 - 0.4	0,001	0,1
Máxima tensión residual	Max. Tensión Residual	PHSCTR1.MaxResNsV (ASG)	0,01 - 20 V	0,01	1
Tiempo Supervisión TIs	Tiempo superv TI I2	PHSTCTR1.SupTmms	0,05 - 300 s	0,01 s	0,05 s
Tiempo bloqueo cierre	Tiempo min. bloqueo cierre	PHSCTR1.ClsBlkTmms (ING)	0 - 3 s	0,001	0,025

8.11.2.g Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.11-3: Entradas analógicas de los módulos de supervisión de los transformadores de intensidad

Nombre	Descripción	IEC 61850
VA	Tensión fase A	MMXU1.PhV.phsA
VB	Tensión fase B	MMXU1.PhV.phsB
VC	Tensión fase C	MMXU1.PhV.phsC
IA	Intensidad Fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad Fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad Fase C	MMXU1.A.phsC
I2	Intensidad de secuencia inversa	MSQI1.SeqA.c2
I1	Intensidad de secuencia directa	MSQI1.SeqA.c1
V2	Tensión de secuencia inversa	MSQI1.SeqV.c2

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.2.h Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa

Tabla 8.11-4: Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_ENB_SUPCTI2	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PHSTCTR1.NsSupEna (SPC (ctlVal))	Entrada de habilitación de unidad supervisión de TIs basada en I2		La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un “1”.
IN_BLK_SUPCTI2	Entradas lógicas a protección	PHSTCTR1.NsSupBlk (SPC)	Entrada de bloqueo de unidad supervisión de TIs basada en I2		La activación de esta entrada genera el bloqueo de la supervisión.
IN_BLK_ENER		PHSTCTR1.EnerBlkIn (SPC)	Entrada de bloqueo por energización		
IN_RESET_SUPCTI2	Ordenes de Reposición	PHSTCTR1.ResNsSup (SPC)	Entrada de reposición de la unidad de supervisión de TIs basada en I2		La activación de esta entrada genera la reposición de la señal de activación de la unidad y de la señal de arranque.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.2.i Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa

Tabla 8.11-5:Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_FAIL_CTI2	Salidas de disparo de protección	PHSCTR1.NsSupStr (ACD)	Arranque de unidad de supervisión de TIs basada en I2	I	Su activación indica la existencia de un fallo en el sistema de medida de una de las fases.
FAIL_CTI2		PHSCTR1.NsSupFail (ACT)	Actuación de unidad de supervisión de TIs basada en I2	I	
ENB_SUPCTI2	Salidas de protección de unidades habilitadas	PHSCTR1.NsSupEna (SPC (stVal))	Supervisión unidad de TIs basada en I2 habilitada	I	Salida de bloqueo por condición de fallo de fusible detectado por la propia unidad.
NS_IMAX_BLK	Salidas generales de protección	PHSCTR1.NsMaxABlk (SPS)	Bloqueo unidad de supervisión de TIs basada en I2 por intensidad máxima.	I	Salida de bloqueo por condición de intensidad máxima

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.11.2.j Nodo lógico IEC 61850

CLASS PHSTCTR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
Amp	SAV	Current
Settings		
ARtg	ASG	Rated Current
Rat	ASG	Winding ratio of external current transformer

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

CLASS PHSTCTR		
Extended Data		
SupEna	EXT_SPC	TCTR supervision enable command
SupBlk	EXT_SPC	TCTR supervision block command
SupSvc	EXT_SPG	Supervision in service
SupTmms	EXT_ING	Supervision delay time
SupFail	EXT_ACT	TCTR supervision failure
NsSupSvc	EXT_SPG	CT SUP I2 Enable
MinValPsA	EXT_ASG	Min. LOAD
NsStrVal	EXT_ASG	I2/I1 PICKUP
MaxResNsV	EXT_ASG	Max. RESIDUAL VOLTAGE
BlkValA	EXT_ASG	Max. CURRENT
OpDelTmms	EXT_ING	SUPCTI2 TIME DELAY
ClsBlkTmms	EXT_ING	Min. CLOSE BLOCK TIME
NsSupEna	EXT_SPC	Enable of CT Supervision unit based on I2
NsSupBlk	EXT_SPC	Block input of CT Supervision unit based on I2
ResNsSup	EXT_SPC	Reset Input of CT Supervision unit based on I2
NsSupStr	EXT_ACD	CT Supervision based on I2 picked up
NsSupFail	EXT_ACT	CT Failure based on I2
NSupSvc	EXT_SPG	CT SUP IDIFN Enable
NStrVal	EXT_ASG	IDIFN PICKUP
RstPct	EXT_ASG	Restraint Slope
GndMaxValA	EXT_ASG	Maximum IG Current
NOpDelTmms	EXT_ING	SUPCTIN TIME DELAY
NSupEna	EXT_SPC	Enable input of CT Supervision unit based on IDIFN
NSupBlk	EXT_SPC	Block input of CT Supervision unit based on IDIFN
ResNSup	EXT_SPC	Reset Input of CT Supervision unit based on IDIFN
EnerBlkIn	EXT_SPC	Energization Blocking Input
NSupStr	EXT_ACD	CT Supervision based on IDIFN picked up
NSupFail	EXT_ACT	CT Failure based on IDIFN
NMaxABlk	EXT_SPS	Maximum Current Blocking of CT Supervision based on IDIFN
NOpBlk	EXT_SPS	Blocked Operation

8.11.2.k Ensayo de la supervisión de TIs basada en intensidad de secuencia inversa

Inyectar un sistema equilibrado de intensidades y tensiones con valor nominal. Reducir a cero de forma drástica el valor de intensidad inyectado en una de las fases (simulando la apertura del secundario del TI). En estas condiciones la unidad actuará.

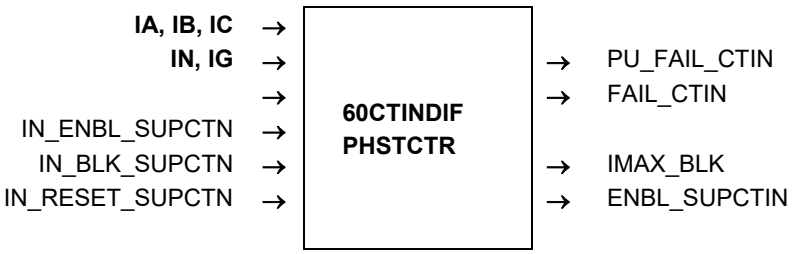
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.3 Supervisión del circuito de medida de intensidad por intensidad diferencial de neutro

8.11.3.a Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Supervisión del circuito de medida de intensidad por intensidad diferencial de neutro	PHSTCTR1	MCS 3I	60CTINDIF

8.11.3.b Bloque general de la unidad



8.11.3.c Principio de operación y diagrama de bloques

Esta función de supervisión de los TIs de fase está basada en la medida de las intensidades de fase para calcular la intensidad de neutro y compararla con la intensidad de neutro medida en un canal de tierra del equipo. Su aplicación principal es para TIs con dos secundarios, de modo que sobre el secundario supervisado se calcula la intensidad de neutro, que se compara con la intensidad medida en el canal de tierra conectado al retorno de la estrella del segundo secundario.

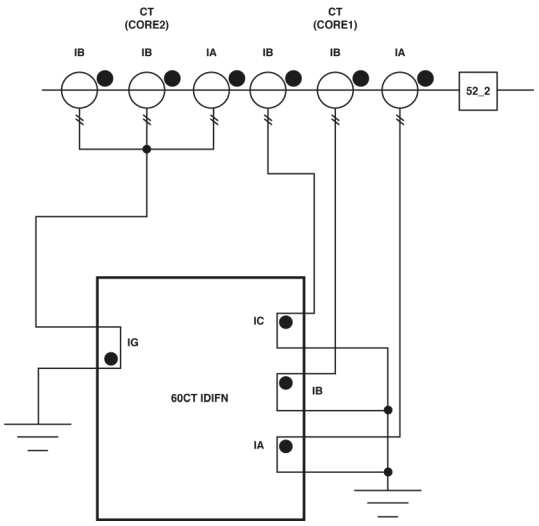


Figura 8.11.3 Supervisión de TIs con dos secundarios.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En caso de fallo de uno o dos TIs el equipo detectará la presencia de intensidad de neutro (**IN ≠ 0**) sin presencia de intensidad en el canal de tierra (**IG = 0**), de modo que la intensidad diferencial de neutro será distinta de cero (**IDIFN = (IN / tN) + IG ≠ 0**), detectando el fallo en el grupo de TIs de fase supervisado.

Esta unidad también puede utilizarse para detectar el fallo de TI de las fases comparando la intensidad de neutro (**IN**) con la intensidad a través de la puesta a tierra del transformador medida en el canal de tierra (**IG**) del equipo. En este caso si **IN ≠ 0 e IG = 0** significa que se ha producido un fallo en algún TI de fase.

Esta aplicación debería ser únicamente utilizada como alarma temporizada, ya que es muy complicado coordinar el valor de la ***Corriente máxima de IG*** con el valor del ajuste de ***Arranque IDIFN*** para actuaciones instantáneas (habrá que esperar un cierto tiempo para comprobar que **IG** no supera el ajuste antes de considerar que **IG=0**).

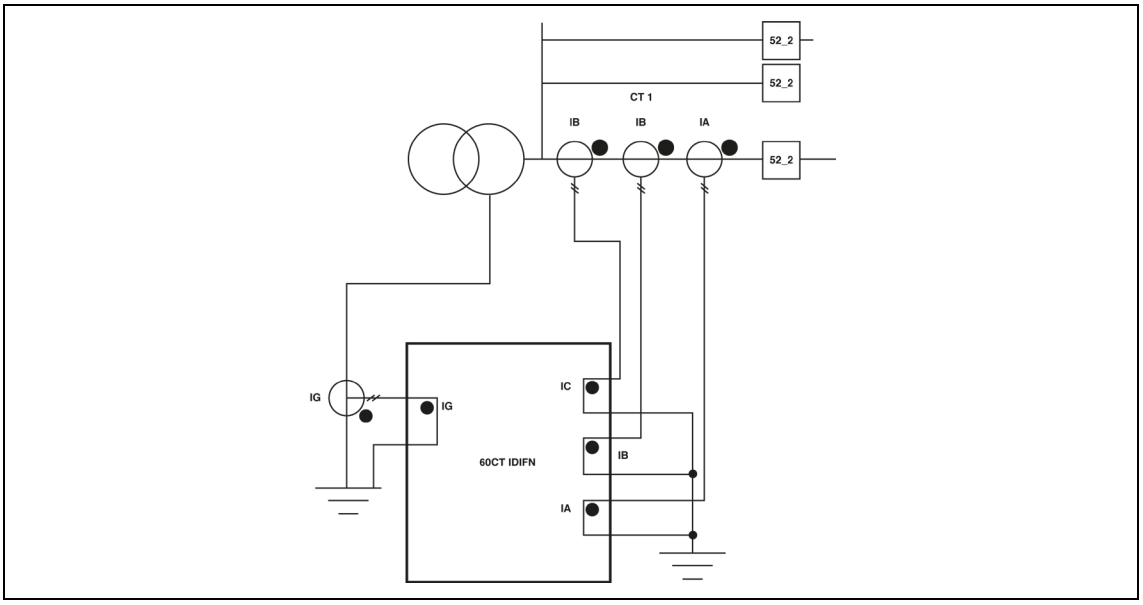


Figura 8.11.4 Supervisión de TI mediante la intensidad de puesta a tierra del transformador de potencia.

Independientemente de la aplicación con la que se utilice la unidad de supervisión, el principio de operación es el mismo.

La unidad calcula la intensidad de neutro como suma de las intensidades de fase que supervisa **(IN = IA + IB + IC**) y la referencia a la intensidad del canal de tierra IG, con la que va a calcular la intensidad diferencial de neutro mediante el valor de toma **tn = CTIG / CTFase**.

En definitiva, la intensidad diferencial de neutro se calcula como:

IDIFN = IG + IN / tn.

Siendo la intensidad de frenado la mayor intensidad de las fases que se supervisan:

IrestN = Max (IA, IB, IC) / tn

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A partir del valor eficaz de la magnitud de intensidad de frenado y del valor eficaz de la intensidad diferencial de neutro, se obtiene la pendiente correspondiente:

$$P_N = \frac{I_{diffN}}{\frac{I_{restN}}{t_N}} \times 100$$

Donde *IdiffN_Setting* es la sensibilidad de la característica (ajuste ***Arranque IDIFN***), y *Slope_Setting* la pendiente de la característica (ajuste de pendiente de ***Frenado Supervisión TIs***).

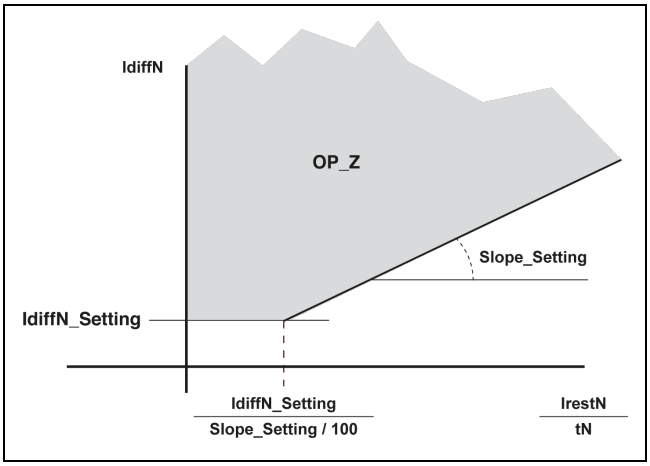


Figura 8.11.1 Característica diferencial con frenado porcentual.

LEYENDA	
IdiifN: INTENSIDAD DIFERENCIAL DE NEUTRO	**IrestN**: INTENSIDAD DE FRENADO DE NEUTRO
IdiffN_Setting: AJUSTE DE INTENSIDAD DIFERENCIAL DE NEUTRO.	**tN**: RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DEL CANAL DE PUESTA A TIERRA ENTRE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN DEL DEVANADO ASIGNADO A DICHO CANAL DE TIERRA.
OP_Z: ZONA DE OPERACIÓN.	
Slope_Setting: AJUSTE DE LA PENDIENTE DE FRENADO.	

El arranque la característica (**PU_IDIFN**) se realiza al 100% del valor correspondiente a partir de la característica de operación y la reposición se ha de producir al 80% de este mismo valor.

El arranque de la unidad (**PU_FAIL_CTIN**) exige que, además de producirse el arranque de la característica (**PU_IDIFN**), la intensidad de neutro calculada (IN) sea igual o mayor que el 100% del ajuste de sensibilidad de la característica (***Arranque IDIFN***). La reposición se produce al 80%.

La unidad queda bloqueada si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

- La intensidad **IG** es igual o superior al 100% del ajuste ***Corriente máxima de IG***. El bloqueo se repone cuando IG es igual o menor que el 95% del ajuste.
- La intensidad de alguna de las fases es igual o superior al valor de ***Máxima Corriente*** Ajustado (activación de **N_IMAX_BLK**). La supervisión del grupo de TIs se supone en situación de carga, por lo que la unidad debe ser bloqueada en situación de falta. El valor del ajuste de intensidad máxima debería ajustarse a la máxima carga del sistema. El bloqueo se repone cuando la intensidad es igual o menor que el 95% del ajuste durante más de 1,5 ciclos.
- La activación de la señal **Entrada de bloqueo de la unidad de supervisión de TI por intensidad diferencial de neutro** (**IN_BLK_SUPCTN**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En la figura se muestra el algoritmo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro:

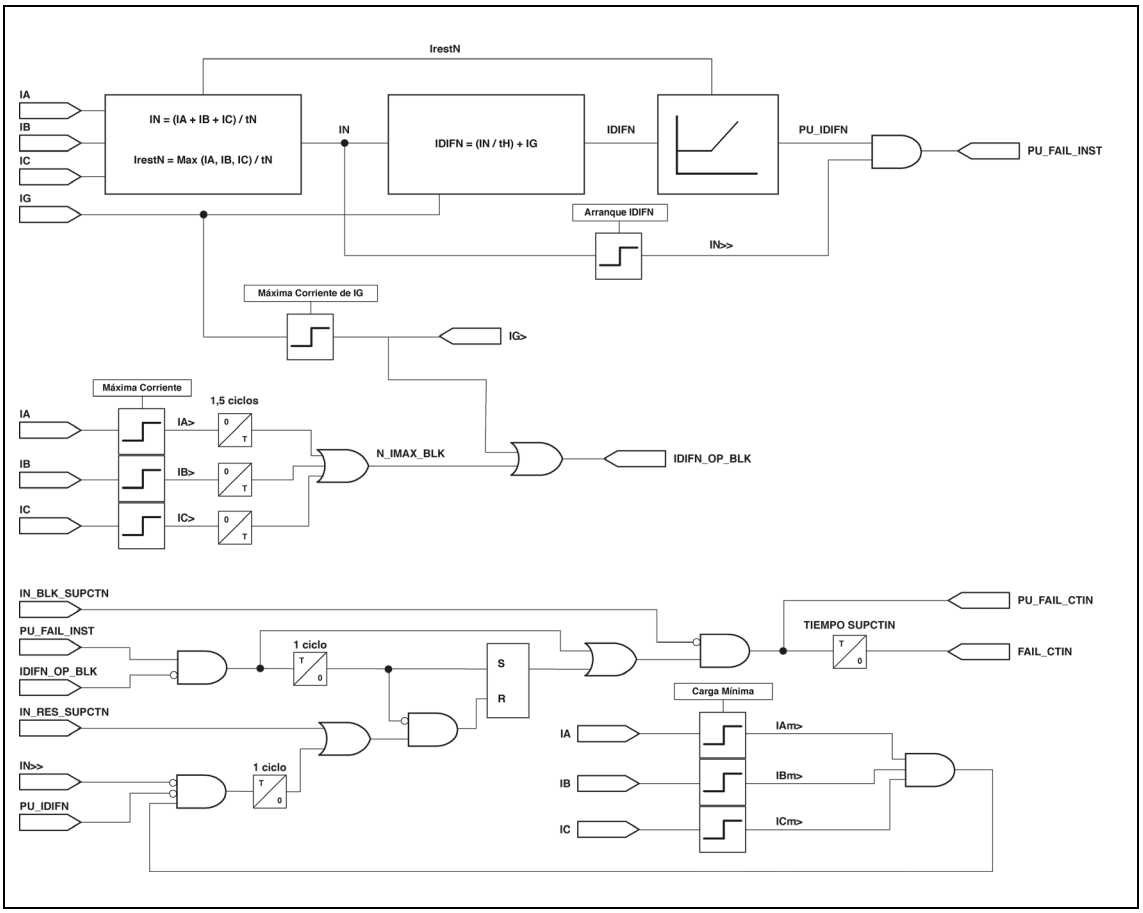


Figura 8.11.2 Algoritmo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro.

La detección de fallo en alguno de los circuitos de medida genera la activación del arranque de la unidad (**PU_FAIL_CTIN**). Una vez transcurrido un ciclo de señal con el arranque activado, este queda sellado, produciendo la activación de la unidad (**FAIL_CTIN**) cuando finalice el tiempo ajustado como tiempo de supervisión (***Tiempo_SUPCTIN***).

Una vez se ha corregido el fallo detectado en el grupo de TIs, el usuario puede reponer la unidad activando la señal **Entrada de reposición de la unidad** (**IN_RES_SUPCTN**) que repondrá la indicación del fallo de TI siempre que las condiciones de fallo hayan desaparecido. La unidad dispone de una reposición automática, que se produce cuando las condiciones de fallo de TI han desaparecido y el equipo detecta durante un ciclo condiciones de carga en el sistema.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.3.d Aplicación de la unidad

La unidad de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro puede aplicarse en los casos en los que la detección del fallo del TI debe realizarse de manera instantánea, como, por ejemplo, para bloquear la activación de la unidad diferencial de fases cuando la carga del sistema es mayor que la sensibilidad de la unidad diferencial y evitar, así, el disparo de la unidad debido a la falsa intensidad diferencial producida por el fallo del TI. En este caso la señal de activación de fallo de TI (**PU_FAIL_CTIN** o **FAIL_CTIN**) se debe conectar a la entrada de bloqueo de la unidad diferencial a través de la lógica programable (se utilizará la lógica de máxima prioridad que se ejecuta cada 2 ms).

Esta aplicación (detección instantánea del fallo del TI) requiere que el canal de **IG** asociado al grupo de TIs supervisados se dedique de forma exclusiva a la unidad de supervisión de TIs, es decir, que sea el canal dedicado exclusivamente a la medida de intensidad de neutro del "segundo" secundario del grupo de TIs, y no sea el canal dedicado a la medida de la intensidad de la puesta a tierra del transformador, ya que, en este último caso, la unidad no se comportará correctamente ante faltas internas en el transformador de potencia y faltas externas en devanados con interruptor y medio (en ambos casos, como el aporte de intensidad de **IN** es distinto del aporte de intensidad de **IG**, existirá intensidad de neutro diferencial, por lo que es probable que se detecte fallo de TI antes de bloquearse por alcanzar la intensidad máxima de **IG**).

En cualquier caso, esta unidad puede utilizarse para detectar el fallo de TI de las fases comparando la intensidad de neutro con la intensidad de la puesta a tierra del transformador de potencia, siempre que sea utilizada de forma temporizada.

Volviendo a la aplicación de supervisión de TIs con dos secundarios (supervisión del primer secundario de las tres fases calculando **IN** y comparándola con la **IG** medida del retorno de la estrella del segundo secundario de los TIs), se analiza a continuación el comportamiento de la unidad ante los distintos casos en los que puede operar:

Detección de fallo de TI en carga

En cualquier caso de fallo (uno o dos TIs con secundario abierto, o cortocircuito en secundario), la intensidad diferencial de neutro (**IDIFN**) será igual a la intensidad de neutro calculada (**IN / tn**), al ser siempre **IG = 0**. Por otro lado, la intensidad diferencial de fases (**IDIF**) que se genera por el fallo del TI también es igual a la intensidad de neutro (IN), por lo que se cumple:

$$IDIFN = IN / tn = IDIF / tn$$

Cuando se produce el fallo de TI aparece una falsa intensidad de neutro (IN) al mismo tiempo que una falsa intensidad diferencial de fases (IDIF), que provocará el disparo del equipo si la intensidad de carga (I_LOAD) es mayor que la sensibilidad ajustada en la unidad diferencial (**Io x toma**). La unidad de supervisión de TI puede configurarse para bloquear la unidad diferencial de fases y evitar el disparo intempestivo del equipo (habría que conectar la activación del fallo de TI, **PU_FAIL_CTIN** o **FAIL_CTIN**, a la entrada de bloqueo de la unidad diferencial de fases mediante la lógica programable de alta prioridad).

En este caso, para evitar el disparo, **IDIFN** tiene que alcanzar el valor de ***Arranque IDIFN*** antes de que **IDIF** alcance el valor ***Io x toma***.

En valores de primario **IDIFN = IDIF**, por lo que en valores de secundario:

$$Arranque\ IDIFN < Io\ x\ toma / tn$$

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Detección de fallo de TI tras cierre del interruptor (carga o energización de transformador)

La unidad detecta el fallo del TI (**IDIFN ≠ 0**).

Además, la unidad se mantiene siempre estable (ausencia de activación) debido a que no se genera nunca intensidad diferencial de neutro (**IDIFN=0**) si no hay fallo de TI.

No es necesario configurar un bloqueo por detección de armónicos. De hacerlo, bloquearía la unidad durante el transitorio que se produce en el fallo del TI impidiendo el bloqueo de la unidad diferencial.

Detección de fallo de TI en condiciones de falta

La unidad detectaría el fallo de TI en condiciones de falta siempre que no exista saturación en ninguno de los TIs (la unidad de supervisión de TI no implementa ningún bloqueo por comparación direccional).

Respecto a la estabilidad, en todo tipo de faltas, si no hay fallo de TI y no se alcanza la saturación de ninguno de los TIs, la intensidad diferencial de neutro (**IDIFN**) será nula debido a que **IN / tn = IG**.

En caso de faltas que generen saturación en alguno de los TIs, la intensidad diferencial de neutro debido a la saturación del TI podría activar la unidad. Para evitarlo, el bloqueo por intensidad máxima (**N_IMAX_BLK**) debe bloquear la unidad lo antes posible, por lo que se recomienda ajustar la intensidad máxima en el máximo valor de carga (**1,2 x nominal**).

Como nota, cabe mencionar que no se deber utilizar el detector de saturación (en la lógica programable) para bloquear la unidad de supervisión de TI, debido a que la saturación del TI genera la misma intensidad diferencial de neutro que el fallo del TI, por lo que el detector de saturación bloquearía la unidad en caso de fallo de TI, evitando que la unidad de supervisión de TI bloquee la unidad diferencial (evidentemente, si se ha configurado esta aplicación).

Detección de fallo de TI en situación de fase abierta (conductor caído) o polo abierto

La unidad detecta el fallo de TI en todos los casos. En sistemas de neutro aislado **IN** e **IG** serán siempre nulas, por lo que el fallo del TI provocará una **IDIFN ≠ 0** detectando el fallo de TI. En sistemas de neutro puesto a tierra, el desequilibrio en situación de fase abierta o polo abierto generará una **IN = - IG**, por lo que **IDIFN = 0** si no existe fallo de TI. Si se produce el fallo de TI, habrá un incremento de **IN** que provocará una **IDIFN ≠ 0**, permitiendo a la unidad indicar el fallo de TI.

8.11.3.e Recomendación de ajustes

El ajuste ***Arranque IDIFN*** debería ser menor que la sensibilidad de la unidad diferencial de fases, es decir, ***Arranque IDIFN < Io x toma / tn***. En cualquier caso, para que la unidad de supervisión de TI disponga de un tiempo mayor para bloquear la unidad diferencial en caso de fallo de TI, se recomienda el ajuste: ***Arranque IDIFN < 0.33 x Io x toma / tn***.

El ajuste ***Carga Min.*** debería ajustarse al mínimo valor de la intensidad de carga.

El valor ***Máxima Corriente*** debería ajustarse con la máxima intensidad de operación a la que el usuario quiere detectar el fallo de TI. El valor recomendado es de **1,2 x intensidad nominal**.

La temporización de la unidad (***Tiempo SUPCTIN***) depende de la aplicación de la unidad. Como señalización de alarma puede ajustarse en varios segundos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.3.f Rangos de ajuste

Protección / Supervisión Transformadores de Intensidad / Ajustes Comunes					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Mínima Carga	Carga Min.	PHSCTR1.MinValPsA (ASG)	0,04 - 1 A	0,01	0,1
Máxima Corriente	Corriente Max	PHSCTR1.BlkValA (ASG)	0,05 - 10 A	0,01	6

Supervisión Transformadores de Intensidad / Supervisión Transformadores de Intensidad por Intensidad Diferencial de Neutro					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Supervisión TIs	Permiso Superv TI IDIFN	PHSCTR1.NSupSvc (SPG)	NO / SÍ		NO
Arranque supervisión TIs	Arranque IDIFN	PHSCTR1.NStrVal (ASG)	0,05 - 50 A	0,01	0,05
Frenado Supervisión TIs	Pendiente Frenado	PHSCTR1.RstPct (ASG)	0 - 100 %	1	0
Tiempo Supervisión TIs	Tiempo superv TI IDIFN	PHSTCTR1.SupTmms	0 - 300 s	0,01 s	1 s
Máxima IG	Corriente máxima de IG	PHSCTR1.GndMaxValA (ASG)	0,02 - 10 A	0,01	6

8.11.3.g Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.11-6: Entradas analógicas de los módulos de supervisión de los transformadores de intensidad

Nombre	Descripción	IEC 61850
IA	Intensidad de Fase A	MMXU1.A.phsA
IB	Intensidad de Fase B	MMXU1.A.phsB
IC	Intensidad de Fase C	MMXU1.A.phsC
IN	Intensidad de Neutro	MMXU1.A.res
IG	Intensidad de Tierra	MMXU1.A.neut

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.3.h Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro

Tabla 8.11-7: Entradas digitales al módulo de Supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
IN_ENB_SUPCTN	Órdenes de habilitación / deshabilitación	PHSCTR1.NSupEna (SPC (ctlVal))	Entrada de habilitación de unidad supervisión de TIs por IDIFN		La activación de esta entrada pone en servicio la unidad. Se puede asignar a una entrada digital por nivel o a un mando desde el protocolo de comunicaciones o desde el HMI. El valor por defecto de esta entrada lógica es un “1”.
IN_BLK_SUPCTN	Entradas lógicas a protección	PHSCTR1.NsSupBlk (SPC)	Entrada de bloqueo de unidad supervisión de TIs por IDIFN		La activación de esta entrada genera el bloqueo de la supervisión.
IN_RES_SUPCTN	Órdenes de reposición	PHSCTR1.ResNsSup (SPC)	Entrada de reposición de la unidad de supervisión de por IDIFN		La activación de esta entrada genera la reposición de la señal de activación de la unidad y de la señal de arranque.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.11.3.i Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro

Tabla 8.11-8: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_FAIL_CTN	Salidas de disparo de protección	PHSTCTR1.NSupStr (ACD)	Arranque de unidad de supervisión de TIs por IDIFN	I	Su activación indica la existencia de un fallo en el sistema de medida de una de las fases.
FAIL_CTIN		PHSTCTR1.NSupFail (ACT)	Actuación de unidad de supervisión de TIs por IDIFN	I	
ENB_SUPCTIN	Salidas de protección de unidades habilitadas	PHSTCTR1.NSupEna (SPC (stVal))	Supervisión unidad de TIs por IDIFN	I	Salida de bloqueo por condición de fallo de fusible detectado por la propia unidad.
NS_IMAX_BLK	Salidas generales de protección	PHSTCTR1.NMaxABlk (SPS)	Bloqueo unidad de supervisión de TIs por IDIFN por intensidad máxima.	I	Salida de bloqueo por condición de intensidad máxima
IDIFN_OP_BLK		PHSTCTR1.NOpBlk (SPS)	Unidad de supervisión de TIs por IDIFN bloqueada	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.11.3.j Nodo lógico IEC 61850

CLASS PHSTCTR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
Amp	SAV	Current
Settings		
ARtg	ASG	Rated Current
Rat	ASG	Winding ratio of external current transformer

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

CLASS PHSTCTR		
Extended Data		
SupEna	EXT_SPC	TCTR supervision enable command
SupBlk	EXT_SPC	TCTR supervision block command
SupSvc	EXT_SPG	Supervision in service
SupTmms	EXT_ING	Supervision delay time
SupFail	EXT_ACT	TCTR supervision failure
NsSupSvc	EXT_SPG	CT SUP I2 Enable
MinValPsA	EXT_ASG	Min. LOAD
NsStrVal	EXT_ASG	I2/I1 PICKUP
MaxResNsV	EXT_ASG	Max. RESIDUAL VOLTAGE
BlkValA	EXT_ASG	Max. CURRENT
OpDelTmms	EXT_ING	SUPCTI2 TIME DELAY
ClsBlkTmms	EXT_ING	Min. CLOSE BLOCK TIME
NsSupEna	EXT_SPC	Enable of CT Supervision unit based on I2
NsSupBlk	EXT_SPC	Block input of CT Supervision unit based on I2
ResNsSup	EXT_SPC	Reset Input of CT Supervision unit based on I2
NsSupStr	EXT_ACD	CT Supervision based on I2 picked up
NsSupFail	EXT_ACT	CT Failure based on I2
NSupSvc	EXT_SPG	CT SUP IDIFN Enable
NStrVal	EXT_ASG	IDIFN PICKUP
RstPct	EXT_ASG	Restraint Slope
GndMaxValA	EXT_ASG	Maximum IG Current
NOpDelTmms	EXT_ING	SUPCTIN TIME DELAY
NSupEna	EXT_SPC	Enable input of CT Supervision unit based on IDIFN
NSupBlk	EXT_SPC	Block input of CT Supervision unit based on IDIFN
ResNSup	EXT_SPC	Reset Input of CT Supervision unit based on IDIFN
EnerBlkIn	EXT_SPC	Energization Blocking Input
NSupStr	EXT_ACD	CT Supervision based on IDIFN picked up
NSupFail	EXT_ACT	CT Failure based on IDIFN
NMaxABlk	EXT_SPS	Maximum Current Blocking of CT Supervision based on IDIFN
NOpBlk	EXT_SPS	Blocked Operation

8.11.3.k Ensayo de la Supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro

Inyectar un sistema equilibrado de intensidades con valor nominal. Reducir a cero de forma drástica el valor de intensidad inyectado en una de las fases (simulando la apertura del secundario del TI). En estas condiciones la unidad actuará.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

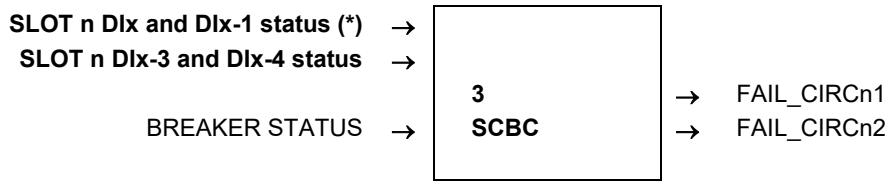
8.12 Supervisión de los Circuitos de Maniobra

8.12.1	Identificación	8.12-2
8.12.2	Bloque general de la unidad	8.12-2
8.12.3	Principio de operación y diagrama de bloques	8.12-2
8.12.3.a	Supervisión del Circuito 1 en un estado	8.12-5
8.12.3.b	Supervisión de Circuito de maniobra 2	8.12-5
8.12.4	Rangos de ajuste	8.12-6
8.12.5	Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión de los Circuitos de Maniobra	8.12-6
8.12.6	Nodo lógico IEC 61850	8.12-7
8.12.7	Ensayo de la unidad	8.12-7

8.12.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Unidad de Supervisión de los Circuitos de Maniobra	SCBC1	TCS	3

8.12.2 Bloque general de la unidad



(*) Donde ***n*** va de la "A" a la "J", y ***x*** es el número de la última entrada digital de la tarjeta.

Los slots de entradas digitales que disponen de entradas de supervisión de los circuitos de maniobra tienen siempre 2 grupos de 3 entradas para la supervisión de 2 circuitos (bobinas).

8.12.3 Principio de operación y diagrama de bloques

La función de supervisión permite obtener una alarma cuando se produce una situación anómala en los circuitos de maniobra del interruptor: pérdidas de la tensión auxiliar de maniobra o aperturas en los propios circuitos de apertura y cierre.

El número de circuitos sobre el que se puede realizar la supervisión depende de las tarjetas seleccionadas en el modelo (ver 1.2, Selección de modelo y 1.9, Esquemas y planos de conexiones), siendo ajustable para cada circuito, si la supervisión se realiza en ambas posiciones del interruptor (abierto y cerrado), mediante 3 entradas digitales, o sólo en una de ellas (mediante 2 entradas digitales, quedando la tercera libre para otras aplicaciones).

La función de supervisión genera 2 salidas por cada circuito supervisado, de modo que, con los 2 posibles circuitos a supervisar en cada slot habilitados, las salidas serían las siguientes: **Slot n Fallo de Alimentación Circuito 1, Slot n Fallo de Circuito 1, Slot n Fallo de Alimentación Circuito 2, Slot n Fallo de Circuito 2**.

Los dos circuitos de supervisión, en cada slot, son tratados como funciones independientes que pueden, bajo ajuste, ser configuradas y habilitadas por separado.

Las bobinas a supervisar podrán ser de disparo o de cierre; por ello la denominación de la unidad es genérica. La supervisión de cada una de las bobinas tiene asociada una pareja de entradas digitales configurables para ello. Pueden usarse emparejadas para realizar la **Supervisión en 2 estados**, que se explica a continuación, o emplearse una sola de ellas para realizarse la **Supervisión en 1 estado**; en cualquier caso, es posible combinar ambos modos para diferentes bobinas (por ejemplo, supervisar la bobina 1 en abierto y cerrado, y la bobina dos sólo en abierto).

En la tabla se identifican las entradas físicas que hay que emplear para la supervisión de cada uno de los circuitos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8.12-1: Configuración de entradas para la supervisión de los circuitos por SLOTs		
Circuito supervisado	Supervisión en 2 estados	Supervisión en 1 estado
SLOT n Circuito 1	IN(x-4)	IN(x-4)
	IN(x-3)	-
SLOT n Circuito 2	IN(x-1)	IN(x-1)
	INx	-

Donde ***x*** es el número de la última entrada digital de la tarjeta.

Para supervisar el circuito 1 es necesario conectar un positivo directo a la borna IN(x-5) del slot n y para supervisar el circuito 2 a la borna IN(x-2) del Slot n. Ver detalle en 1.9, Esquemas y planos de conexiones.

No es necesario configurar estas entradas digitales para la función de Supervisión de los Circuitos de Maniobra mediante una lógica programable. Al habilitar cada una de las supervisiones se asigna automáticamente el par de entradas a utilizar según se indica en la tabla. Es decir, no es necesaria ninguna intervención física en el equipo para poder asignar entradas digitales para la función de supervisión; sólo es necesario ajustarlas para tal efecto. Cada una de las bobinas se puede configurar en los siguientes modos:

1. **No supervisar**: No se ejecuta la lógica de supervisión, y las entradas digitales asociadas a la supervisión de cada una de las bobinas se tratan como entradas digitales estándar.
2. **Supervisión en 2 estados**: Se realiza la lógica indicada a modo de ejemplo de la figura 8.12.1. Básicamente, se hace una lógica XOR que supervisa tanto con interruptor abierto como con interruptor cerrado, el estado del circuito de maniobra.
3. **Supervisión en 1 estado**: Se realiza una lógica en la cual sólo se tiene en cuenta la supervisión de la bobina en la posición del interruptor que se haya configurado. En el estado contrario, no se supervisa y por tanto nunca se podrá dar la detección de fallo en la bobina.

Será configurable para cada una de las bobinas supervisadas el establecimiento de un tiempo tras el cual, caso de existir discordancia, se activará el fallo.

El sistema de supervisión de los circuitos de maniobra es poco sensible a la impedancia de los circuitos vista desde el relé, basándose su principio de funcionamiento en una inyección de pulsos de corriente que permiten detectar continuidad en dicho circuito. Se inyectan pulsos de corriente de 100ms cada segundo y se comprueba si dicha corriente circula o no. En caso de no circular, la razón podrá ser que se está supervisando por el contacto auxiliar abierto o que la bobina está abierta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En las condiciones de la figura siguiente (interruptor abierto), por las entradas **IN12** e **IN13** se inyectan pulsos de intensidad.

Debido a que **IN12** está conectada al contacto **52/b**, que está cerrado, por ella circula intensidad. Esta circulación de intensidad implica que la tensión en el (+) de **IN12** va a ser la correspondiente a la caída de tensión en la bobina y por lo tanto insuficiente para activarla. Por lo tanto **IN12** estará desactivada.

Por **IN13** no circula intensidad, ya que el contacto **52/a** está abierto. Como consecuencia de ello, la caída de tensión en el (+) de esa entrada digital va a ser prácticamente la tensión de alimentación del Circuito de Apertura. Por lo tanto, **IN13** estará activada.

Dado que la supervisión se ha programado para **Supervisión en 2 estados**, el µControlador encargado de la gestión de esta función de supervisión enviará un "0" lógico al µProcesador principal y éste pondrá a "0" lógico la señal **SLOTn_FAIL_CIR1** (**Fallo en circuito 1**). En esta situación, se detectará que la entrada digital **IN12** está desactivada e **IN13** activada.

Si se produce una apertura de la bobina de maniobra, la entrada que estaba desactivada (**IN12**) se activará, permaneciendo **IN13** activada y, tras el tiempo configurado, se activará la señal de **Fallo en circuito 1** (**SLOTn_FAIL_CIR1**).

Si, en condiciones de integridad del circuito de maniobra, se produce un cierre, una vez ejecutada la orden, cambia el estado del interruptor y la de sus contactos 52/a y 52/b, con lo que se invertirá la situación de activación de las entradas **IN12** e **IN13**, permaneciendo la salida **SLOTn_FAIL_CIR1** desactivada.

La función del tiempo de reposición es la de absorber la posible carrera de tiempos entre el cierre del contacto 52/a y la apertura del 52/b. En general, las entradas digitales **IN12** e **IN13** no cambiarán de estado simultáneamente y, por lo tanto, habrá una discordancia entre ambos contactos. Esto no modificará el estado de la salida **SLOTn_FAIL_CIR1**, siempre que su duración sea inferior al tiempo ajustado.

Si estando el interruptor cerrado se produce un disparo y el interruptor abre, invirtiéndose el estado de los contactos **52/a** y **52/b**, no se activará la señal **SLOTn_FAIL_CIR1** independientemente de la duración de la orden de disparo. Si el interruptor no ejecutase la orden y la orden de apertura durase más del tiempo de reposición ajustado, se activaría la señal **SLOTn_FAIL_CIR1**.

Si desaparece la tensión de maniobra, se desenergizarán las entradas que lo estuvieran y esto provocará la activación de las salidas de fallo de circuito de maniobra (**SLOTn_FAIL_CIR1** y **SLOTn_FAIL_CIR2**).

Para que la función de supervisión de una bobina de disparo (**SLOTn_FAIL_CIR1**, **SLOTn_FAIL_CIR2**) impida el cierre del interruptor que supervisa, dicha lógica habrá de configurarse en la lógica programable.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

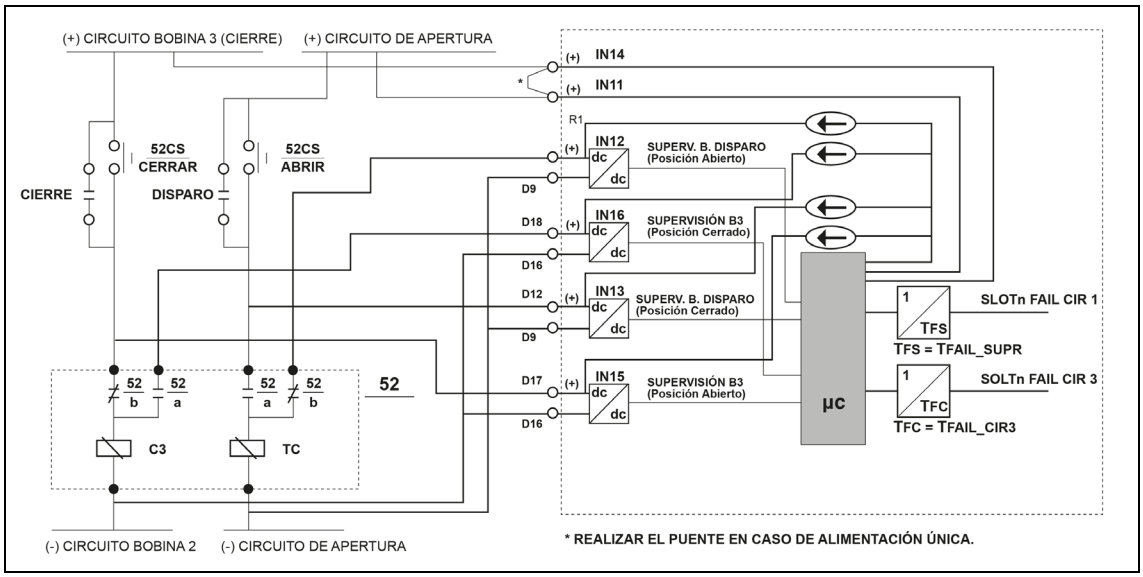


Figura 8.12.1 Diagrama de bloques y aplicación de las funciones de supervisión de circuitos de maniobra.

8.12.3.a Supervisión del Circuito 1 en un estado

En las condiciones de la Figura anterior (interruptor abierto), cuando se realiza la supervisión en un estado se tendrá que elegir si se supervisa el estado abierto o cerrado del interruptor. En cualquier caso siempre se hará uso de la primera de las entradas del grupo (**IN12** o **IN15**).

La entrada **IN12** o **IN15** se cableará, por lo tanto, al estado abierto o cerrado del interruptor, el que se desee supervisar. En el caso de la Figura anterior, la entrada **IN12** estaría supervisando el estado abierto del interruptor y por lo tanto cuando el interruptor esté cerrado la supervisión no se encontrará operativa.

Con el interruptor abierto, la entrada **IN12** se encuentra desenergizada, ya que cuando se realiza la inyección de corriente en el circuito, la tensión en la borna positiva es menor que su umbral de activación. En esta situación la salida de **Fallo del circuito 1** (**SLOTn_FAIL_CIR1**) esté inactiva.

Si se produce una anomalía (rotura) en la bobina de maniobra, la entrada que se encontraba desactivada se activará y una vez cumplida la temporización ajustada se dará la señal de **Fallo del circuito 1** (**SLOTn_FAIL_CIR1**).

8.12.3.b Supervisión de Circuito de maniobra 2

La explicación dada para la supervisión el Circuito 1 es válida para el Circuito de maniobra 2 y para cualquiera de los SLOTS (A y/o B), tanto para la supervisión en dos estados como para la supervisión en un único estado. Hay que tener en cuenta, además, que los tiempos de reposición para la activación de la salida de fallo son independientes del indicado para el Circuito 1. En este caso, la señal indicadora del fallo en el circuito de maniobra es la denominada como **SLOTX_FAIL_CIR2**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.12.4 Rangos de ajuste

Supervisión de Circuitos de Maniobra					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
SLOT n. Circuito 1					
Modo de Supervisión	Modo Supervisión	SCBC1.ColChk1	NO Doble Estado Un estado (52 abierto 1) Un estado (52 cerrado 1) Un estado (52 abierto 2) Un estado (52 cerrado 2) Un estado (52 abierto 3) Un estado (52 cerrado 3) Un estado (52 abierto 4) Un estado (52 cerrado 4)		NO
Temporización de Fallo	Tiempo de Fallo	SCBC1.ColAlmTms1	1 - 60 s	1 s	5 s
SLOT n. Circuito 2					
Modo de Supervisión	Modo Supervisión	SCBC1. ColChk2	NO Doble Estado Un estado (52 abierto 1) Un estado (52 cerrado 1) Un estado (52 abierto 2) Un estado (52 cerrado 2) Un estado (52 abierto 3) Un estado (52 cerrado 3) Un estado (52 abierto 4) Un estado (52 cerrado 4)		NO
Temporización de Fallo	Tiempo de Fallo	SCBC1.ColAlmTms2	1 - 60 s	1 s	5 s

8.12.5 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión de los Circuitos de Maniobra

Tabla 8.12-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión de los Circuitos de Maniobra

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
SLOTn_FAIL_CIR1	Salidas genéricas de protección	SCBCn.ColAlm1	Slot n Fallo de circuito 1	I	Se activan cuando se detecta una anomalía en alguno de los circuitos de maniobra.
SLOTn_FAIL_CIR2		SCBCn.ColAlm2	Slot n Fallo de circuito 2	I	
SLOTA_FAIL_ALMCIR1		SCBCn.ColPwrAlm1	Slot n Fallo alimentación circuito 1	I	Señales de alarma que indican una anomalía en la alimentación del circuito interno de supervisión.
SLOTA_FAIL_ALMCIR2		SCBCn.ColPwrAlm2	Slot n Fallo alimentación circuito 2	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.12.6 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLSCBCn		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
ColAlm1	SPS	Slotn_Circuit 1 alarm indication
ColAlm2	SPS	Slotn_Circuit 2 alarm indication
ColPwrAlm1	SPS	Slotn_Circuit 1 internal supply failure indication
ColPwrAlm2	SPS	Slotn_Circuit 2 internal supply failure indication
Settings		
ColChk1	ENG	Slotn_Circuit 1 supervision mode
ColAlmTmms1	ING	Slotn_Circuit 1 time delay
ColChk2	ENG	Slotn_Circuit 2 supervision mode
ColAlmTmms2	ING	Slotn_Circuit 2 time delay

8.12.7 Ensayo de la unidad

Cablear el equipo con las entradas **IN12** e **IN13**, **IN15** e **IN16**, correspondientes al Slot A o B, conectadas a una resistencia simulando la bobina de un interruptor y con un contacto en serie que se puede abrir y cerrar (simulando el contacto del estado del interruptor) para cerrar el circuito a tierra.

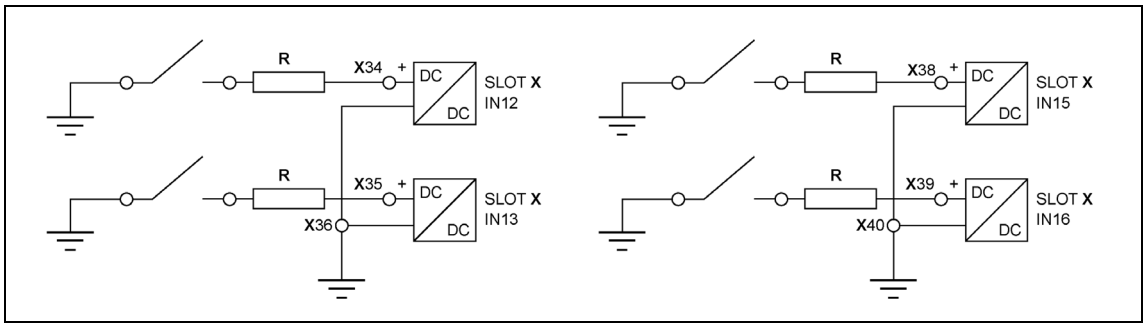


Figura 8.12.2 Cableado para el ensayo de la Supervisión de los Circuitos de Maniobra del SLOT X (A y/o B).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ajustar la unidad del Circuito 1 y 2 a **doble estado** comprobando que:

- Generación de la señal de anomalía del circuito cuando ambos contactos que simulan el estado del interruptor se encuentran abiertos o ambos cerrados.
- La alarma de cada uno de los circuitos de supervisión desaparece cuando uno de los contactos, y solo uno, se encuentra en estado cerrado, mientras que el otro permanece abierto (siempre hablando de las parejas de contactos relativas a las entradas de cada circuito de supervisión, **IN12**-**IN13** e **IN15**-**IN16**).

Ajustar la unidad a un estado con interruptor cerrado, de tal manera que las entradas que se utilizarán para la supervisión serán la **IN12** (Circuito 1) y la **IN15** (Circuito 2).

- Con el estado de interruptor cerrado, dejar el contacto que simula el interruptor abierto y verificar que se generan las alarmas.
- Con el estado de interruptor cerrado, cerrar el contacto que simula el interruptor y verificar que las alarmas desaparecen.
- Con el estado de interruptor abierto verificar que nunca se generan alarmas independientemente del estado del contacto que simula el estado del interruptor.

Ajustar la unidad a un estado con interruptor abierto, de tal manera que las entradas que se utilizarán para la supervisión serán la **IN12** (Circuito 1) y la **IN15** (Circuito 2).

- Con el estado de interruptor abierto, dejar el contacto que simula el interruptor abierto y verificar que se generan las alarmas.
- Con el estado de interruptor abierto, cerrar el contacto que simula el interruptor y verificar que las alarmas desaparecen.
- Con el estado de interruptor cerrado verificar que nunca se generan alarmas independientemente del estado del contacto que simula el estado del interruptor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

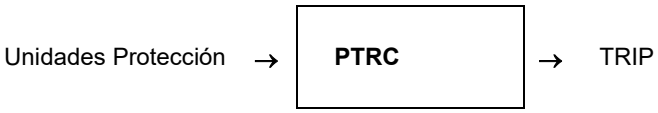
8.13 Lógica de Disparo

8.13.1 Identificación 8.13-2
8.13.2 Bloque general de la unidad 8.13-2
8.13.3 Principios de operación y diagrama de bloques 8.13-2
8.13.4 Lógica de generación de la orden de disparo 8.13-3
8.13.5 Lógica de disparo trifásico 8.13-5
8.13.6 Lógica de disparo de los polos 8.13-6
8.13.7 Rangos de ajuste 8.13-13
8.13.8 Entradas digitales a la Lógica de Disparo 8.13-14
8.13.9 Salidas digitales y sucesos de la Lógica de Disparo 8.13-15
8.13.10 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.13-16

8.13.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Lógica de Disparo	PTRC		

8.13.2 Bloque general de la unidad



8.13.3 Principios de operación y diagrama de bloques

Los equipos disponen una Lógica de Disparo que genera la señal de disparo de la protección en función de las activaciones de las unidades de protección, entradas digitales de bloqueo, máscaras de actuación de las unidades, estado del reenganchador, etc. La lógica de disparo se encarga por tanto de la generación del disparo.

Los equipos disponen de una lógica de disparo mono o trifásico que genera las señales de disparo de los polos A, B y C en función de las activaciones de las unidades de protección, entradas digitales de bloqueo, máscaras de actuación de las unidades, estado del reenganchador, etc. La lógica de disparo mono / trifásico está formada básicamente por tres sublógicas:

1. Una **lógica de generación de la orden de disparo**, encargada de procesar las activaciones de todas las unidades generadoras de disparo para la obtención de una orden de disparo global.
2. Una **lógica de preparación de disparo trifásico**, encargada de indicar a la lógica de disparo de los polos si éste ha de ser trifásico.
3. Una **lógica de disparo de los polos**, encargada de generar independientemente las señales de disparo del polo A, B y C (salidas **TRIP_A**, **TRIP_B** y **TRIP_C** respectivamente), las cuales serán empleadas por el módulo de mando para generar las salidas de apertura de cada polo.

En el diagrama de bloques de la Figura 8.13.2 se muestra la Lógica de Disparo Monofásico / Trifásico para los elementos de Distancia y Auxiliares. En la Figura 8.13.3 se muestra el diagrama de bloques de la Lógica de Disparo Monofásico / Trifásico para las Unidades Diferenciales. El tiempo de reposición de disparo se aplica a las señales **TRIP_A**, **TRIP_B**, **TRIP_C**, generadas a partir de ambos diagramas lógicos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.13.4 Lógica de generación de la orden de disparo

La función de esta lógica es generar la orden de disparo a partir de las activaciones de las unidades de protección que producen disparo, que son las siguientes (según modelo):

Unidades diferenciales.
Unidades de distancia.
Esquemas de protección (de distancia y sobreintensidad).
Unidades auxiliares:
- Detector de cierre sobre falta
- Detector de oscilación de potencia (disparo por oscilación de potencia habilitado).
- Detector de interruptor remoto abierto.
- Unidades de sobreintensidad instantánea de fases.
- Unidades de sobreintensidad instantánea de neutro.
- Unidades de sobreintensidad instantánea de secuencia inversa.
- Unidades de sobreintensidad temporizada de fases.
- Unidades de sobreintensidad temporizada de neutro.
- Unidades de sobreintensidad temporizada de secuencia inversa.
- Unidad de imagen térmica.
- Unidad de fase abierta.
- Unidades de subtensión de fases.
- Unidades de sobretensión de fases.
- Unidades de sobretensión de neutro.
- Unidades de subfrecuencia.
- Unidades de sobrefrecuencia.
- Unidades de derivada de frecuencia.
- Detector de discordancia de polos.
- Disparo programable.
- Disparo externo.

La activación del esquema de **Distancia escalonada** (señal **TRIP_STP**), comprende la activación de las unidades para faltas monofásicas a tierra y faltas entre fases de las zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. El ajuste de **Máscara de zona** permite enmascarar por separado cada una de estas activaciones para inhibir su influencia en el disparo.

Los disparos por distancia (escalonada o por canal) pueden bloquearse mediante la entrada digital **Bloqueo de distancia** (**INBLK_DIST**), que presenta un tiempo de reposición ajustable (**Tiempo bloqueo distancia**)

El disparo de las unidades auxiliares, al igual que el de las unidades de tierra y fase de las zonas 1 a 8, puede enmascararse, en este caso mediante el ajuste de **Máscara de unidades auxiliares**. Si en dicha máscara se ajusta una unidad determinada a **0** (**NO**), se inhabilitará su disparo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Como se ve en la Figura 8.13.2, la orden de disparo se generará cuando se dé alguna de las condiciones siguientes:

1. Disparo por unidades diferenciales o disparo por transferencia directa recibido desde el extremo remoto.
2. Un disparo por distancia escalonada (**TRIP_STP**) o por esquema de protección de distancia (**TRIP_SCHM_D**) no bloqueado por entrada digital (**INBLK_DIST**).
3. Un disparo por esquema de protección de sobreintensidad (**TRIP_SCHM_OC**).
4. Un disparo de alguna de las unidades auxiliares.
5. Activación de la entrada de **Disparo programable** (**INPROGTRIP**).
6. La activación de la entrada de **Disparo externo trifásico (IN_EXT_3PH)** o de las entradas **Disparo externo polo A (IN_EXT_A)**, **Disparo externo polo B (IN_EXT_B)** y **Disparo externo polo C (IN_EXT_C)**.

Además, no debe estar activada la entrada digital de **Bloqueo de disparo** (**INBLK_TRIP**) y debe estar activado el **Detector de falta** (**FD**) siempre y cuando no se den condiciones de oscilación de potencia y el disparo no provenga de unidades de tensión, frecuencia, imagen térmica, discordancia de polos y detector de oscilación de potencia (disparo por oscilación de potencia: **TRIP_PS**), o de la lógica de alimentación débil (ya sea de distancia o de sobreintensidad) o de la entrada de **Disparo programable** o de la entrada de **Disparo trifásico externo (IN_EXT_3PH)**. La activación de la entrada de **Bloqueo preparación disparo trifásico** (**INBLK_3PHPREP**) anulará cualquier disparo que solo pueda ser trifásico (ver condiciones en apartado siguiente). Así, existen dos supervisiones por Detector de Falta dependiendo del tipo de unidad. Para las unidades diferenciales de línea, se supervisarán cuando el ajuste ***Supervisión Det. Falta 87L*** esté en **SI**. El resto de las unidades serán supervisadas si se activa el ajuste ***Supervisión Det. Falta***.

Asimismo, las entradas de bloqueo de disparo de cada polo (**INBLK_TRIP_A**, **INBLK_TRIP_B**, **INBLK_TRIP_C**) anularán los disparos del polo correspondiente, excepto si el disparo se produce a través de las entradas de **Disparo externo polo A (IN_EXT_A), Disparo externo polo B (IN_EXT_B)** y **Disparo externo polo C (IN_EXT_C)**. La aplicación de las entradas de bloqueo de disparo por polo es la de permitir disparos monofásicos por unidades bifásicas ante faltas *cross-country*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.13.5 Lógica de disparo trifásico

Esta lógica tiene como función detectar si el disparo generado por la lógica anterior ha de ser trifásico, en cuyo caso activa la salida de **Preparación de disparo trifásico** (**3PH_PREP**).

En caso de que la falta detectada sea entre fases (bifásica o trifásica: señales **PU_ZIPH**, **PU_ZIIPH**, **PU_ZIIIPH**, **PU_ZIVPH**, **PU_ZVPH**, **PU_ZVIPH**, **PU_ZVIIPH**, **PU_ZVIIIPH**) el disparo será siempre trifásico. Además, existen algunos casos adicionales en los cuales el disparo será trifásico independientemente del tipo de falta:

1. Si el ajuste de **Disparo trifásico** está en **SÍ**.
2. Si está activada la entrada digital de **Permiso disparo trifásico** (señal **3POL_OPEN**).
3. Si el reenganchador está en **Bloqueo por orden** (señal **RCLS_CMD_LO** activada) o en **Bloqueo interno** (señal **RCLS_LO** activada).
4. Si el reenganchador está en modo trifásico, es decir, sólo reengancha disparos trifásicos (ajuste de **Modo de reenganche** en **Modo 3p**).
5. Si el reenganchador está en **Ciclo en curso** (señal **RECLOSING** activada), para garantizar que tras un reenganche monofásico los siguientes disparos son siempre trifásicos.
6. El disparo de las Unidades Diferenciales de Neutro, Secuencia Directa o Secuencia Inversa mientras el ajuste ***Disparo Monofásico 87SEC*** está en **NO**.
7. Si se han activado las Zonas 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8, es decir, si en el esquema de **Distancia escalonada** se han activado las salidas **Falta en zona 2** (**Z_II**), **Falta en zona 3** (**Z_III**), **Falta en zona 4** (**Z_IV**), **Falta en zona 5** (**Z_V**) o **Falta en zona 6** (**Z_VI**), siempre que no estén activadas las salidas de **Bloqueo Disparo Trifásico Zona 2** (**INBLK_3PH_ZII**), **Bloqueo Disparo Trifásico Zona 3** (**INBLK_3PH_ZIII**), **Bloqueo Disparo Trifásico Zona 4** (**INBLK_3PH_ZIV**), **Bloqueo Disparo Trifásico Zona 5** (**INBLK_3PH_ZV**), **Bloqueo Disparo Trifásico Zona 6** (**INBLK_3PH_ZVI**), **Bloqueo Disparo Trifásico Zona 7** (**INBLK_3PH_ZVII**) o **Bloqueo Disparo Trifásico Zona 8** (**INBLK_3PH_ZVIII**),respectivamente.
8. Si se produce el disparo de alguna de las unidades auxiliares, excepto si se trata de la unidad 1 de sobreintensidad de neutro o de secuencia inversa y el ajuste **Disparo monofásico 67G** (**1P_67G_ON**) está a **SÍ** y la falta es monofásica (**AG_F**, **BG_F** y **CG_F**).
9. Si se ha activado la entrada de **Disparo programable (INPROGTRIP)**.
10. Si se ha activado la entrada de **Disparo externo trifásico (IN_EXT_3PH)**.
11. Si han disparado al menos dos polos del interruptor (señal **3PH_PREP_TRIP**).
12. Si el selector de fases indica falta bifásica a tierra y se encuentran arrancadas las dos unidades monofásicas asociadas a dicha falta (señal **PREP_3PH_PH-PH-G**).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Independientemente de las condiciones anteriores, la activación de la entrada de **Bloqueo preparación disparo trifásico** (**INBLK_3PHPREP**) anulará toda preparación a disparo trifásico.

En los casos mencionados, el disparo será trifásico incluso cuando la falta detectada sea monofásica. Por lo tanto, sólo podrán darse disparos monofásicos cuando disparen:

1. El disparo de las Unidades Diferenciales (con o sin frenado) o el disparo de las Unidades Diferenciales de Neutro, de Secuencia Directa o de Secuencia Inversa mientras el ajuste ***Disparo Monofásico 87SEC*** esté en **SÍ** y la falta sea monofásica (**AG**, **BG** y **CG**).
2. Las unidades de **Zona 1** y la falta sea monofásica (**AG_F**, **BG_F** y **CG_F**).
3. El esquema de protección de distancia en funcionamiento, siendo también la falta monofásica (salidas **AG_F**, **BG_F** y **CG_F** o salidas **TRIP_WI_D_A**, **TRIP_WI_D_B** y **TRIP_WI_D_C**), siempre y cuando lo haga antes de la temporización de las unidades de la Zona 2 y no se cumpla ninguna de las condiciones anteriores.
4. La unidad 1 de sobreintensidad de neutro o de secuencia inversa siempre y cuando el ajuste **Disparo monofásico 67G** (**1P_67G_ON**) está a **SÍ** y la falta sea monofásica (**AG**, **BG** y **CG**).
5. El esquema de protección de sobreintensidad en funcionamiento, siendo también la falta monofásica (salidas **AG_F**, **BG_F** y **CG_F** o salidas **TRIP_WI_I_A**, **TRIP_WI_I_B** y **TRIP_WI_I_C**), siempre y cuando lo haga antes de la temporización de la unidad 2 de sobreintensidad de neutro o de secuencia inversa.
6. Cuando arranquen las unidades de Distancia de las zonas 1 a 6, la unidad 1 de sobreintensidad de neutro o de secuencia inversa o se haya activado la entrada de **Arranque unidad en sobrealcance**, siempre que la falta sea monofásica y se active la entrada de **Bloqueo preparación disparo trifásico** (**INBLK_3PHPREP**) o se activen las entradas de **Bloqueo de disparo de los polos** (**INBLK_TRIP_A**, **INBLK_TRIP_B**, **INBLK_TRIP_C**) asociados a las fases sanas. De esa forma se estarían permitiendo disparos monofásicos temporizados.
7. Cuando se active una sola de las entradas **Disparo externo polo A (IN_EXT_A)**, **Disparo externo polo B (IN_EXT_B)** o **Disparo externo polo C (IN_EXT_C)**.

Todo ello siempre y cuando no se haya activado la señal de **Preparación de disparo trifásico** antes comentada, excepto en el caso de las entradas de disparo externo por polo **(IN_EXT_A, IN_EXT_B** e **IN_EXT_C)**.

8.13.6 Lógica de disparo de los polos

La función de esta lógica es generar las salidas directas de disparo de cada polo (**TRIP_A**, **TRIP_B** y **TRIP_C**), además de las salidas de disparo (**TRIP**) y disparo trifásico (**TRIP_3PH**). Para ello, se sirve de la orden de disparo y de la señal de preparación de disparo trifásico ya descritas, además de otras señales cuya función se explica a continuación.

La lógica de disparo de los polos está formada por tres sublógicas monofásicas correspondientes a las fases A, B y C. La orden de disparo es común a las tres lógicas. Sin embargo, en caso de que den condiciones de preparación de disparo trifásico (por ejemplo, si el reenganchador está bloqueado), activándose la señal **3PH_PREP**, el disparo se produce en las tres fases, aunque las sublógicas monofásicas indiquen lo contrario. Por otra parte, según modelo, el disparo de cada polo podrá ser inhibido mediante las entradas **INBLK_TRIP_A**, **INBLK_TRIP_B**, **INBLK_TRIP_C**.

Cuando el disparo se produce por una de las entradas de disparo externo por polo **(IN_EXT_A, IN_EXT_B** y **IN_EXT_C)** éste se cortará cuando se desactive la entrada correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

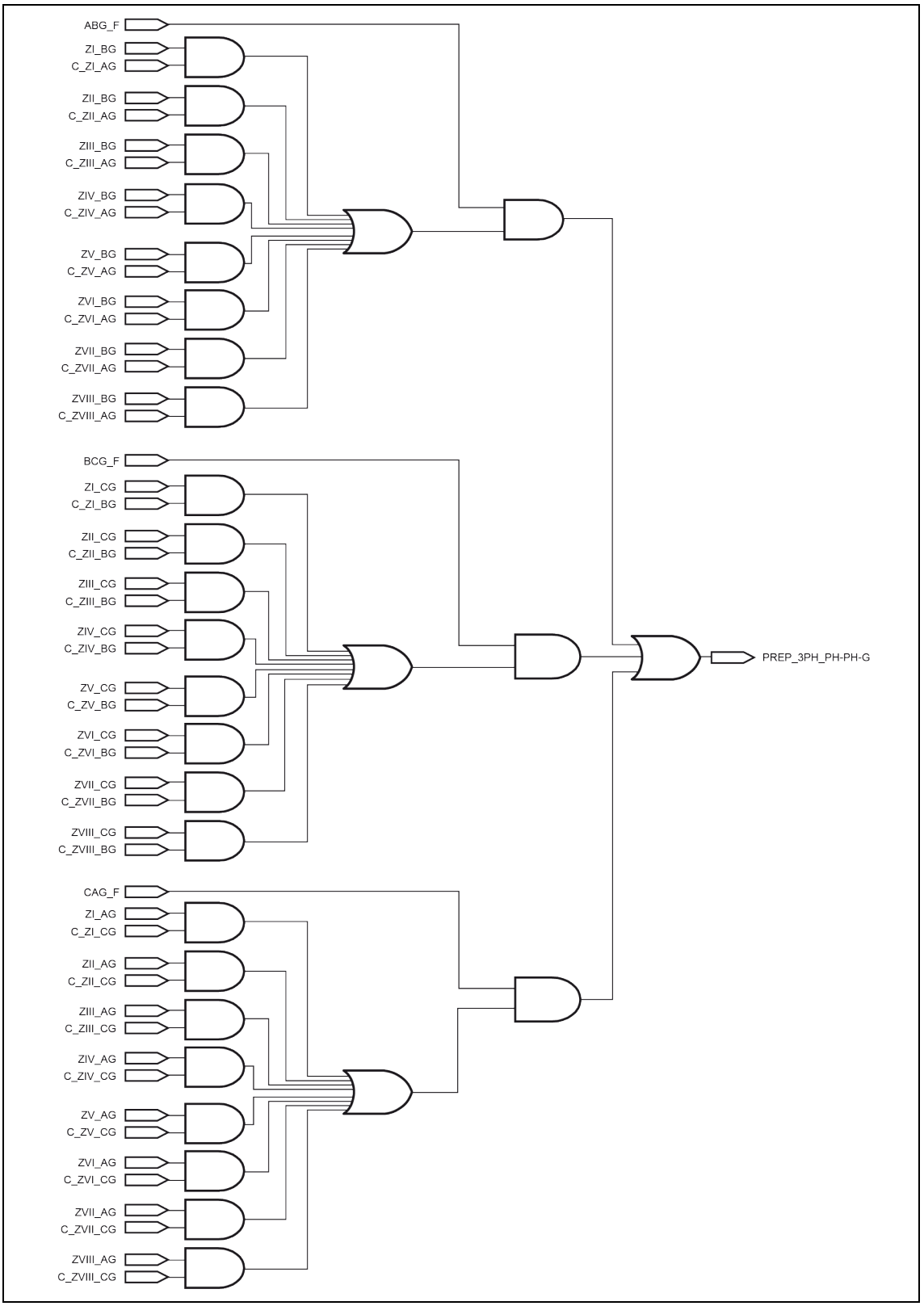


Figura 8.13.1 Lógica de generación de la señal de preparación a disparo trifásico ante falta bifásica a tierra.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

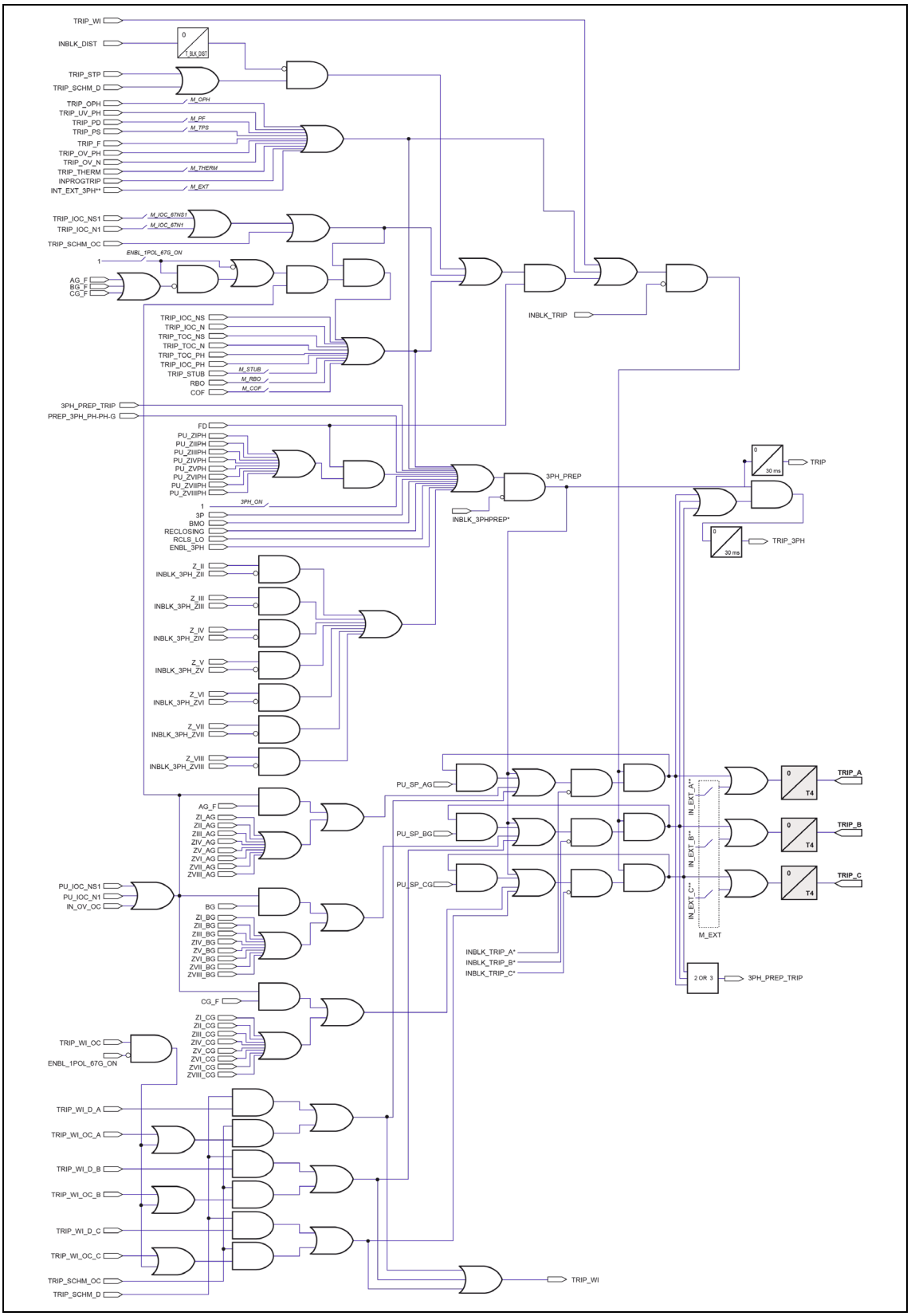


Figura 8.13.2 Diagrama de bloques de la lógica de disparo mono / trifásico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

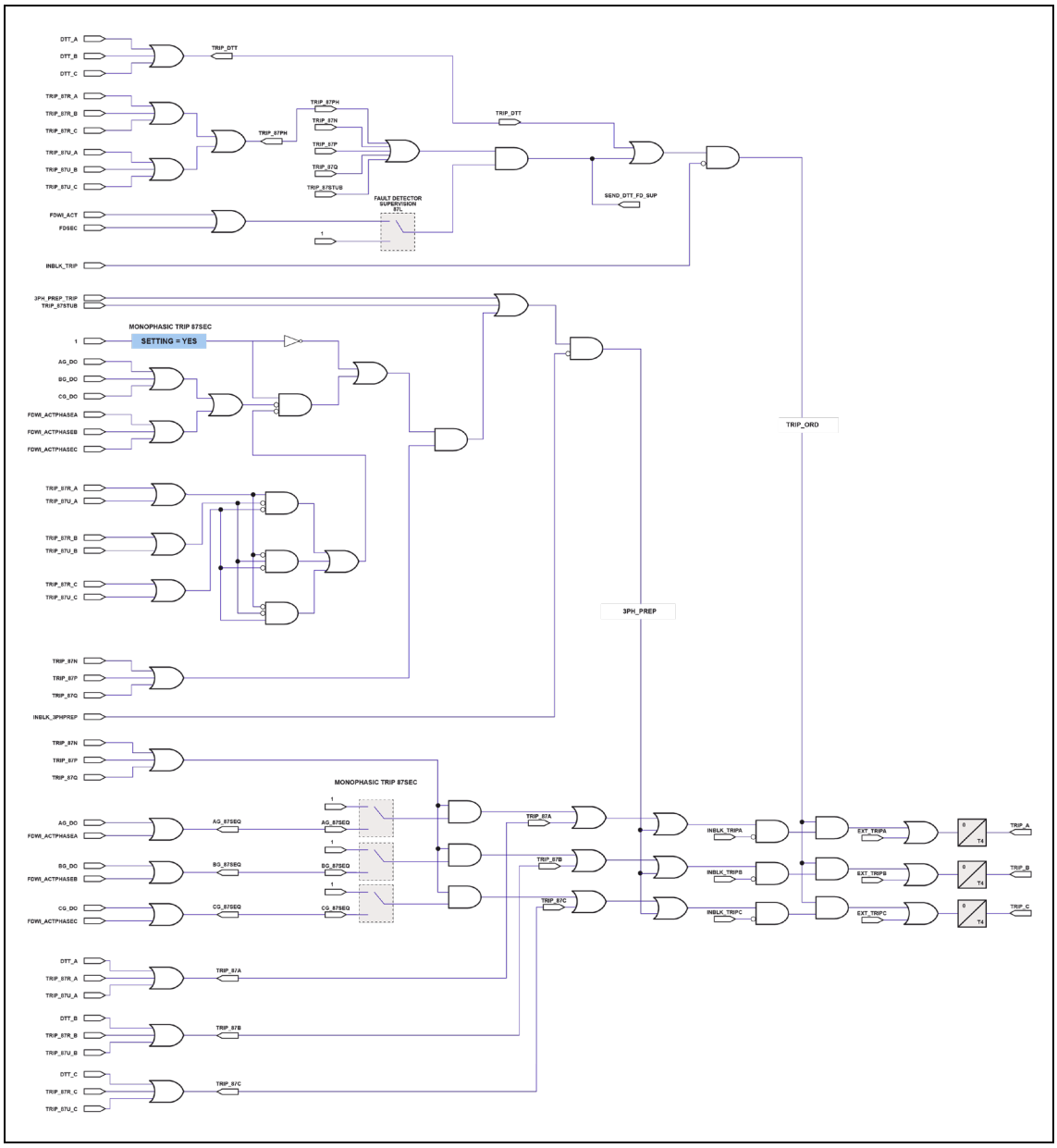


Figura 8.13.3 Diagrama de bloques de la lógica de disparo mono / trifásico de las unidades diferenciales.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda
T_BLK_DIST: Tiempo de reposición entrada bloqueo de distancia (ajuste).
M_OPH: Máscara de disparo unidad de fase abierta (ajuste).
M_PF: Máscara de disparo unidad de discordancia de polos (ajuste).
M_TPS: Máscara de disparo unidad de oscilación de potencia (ajuste).
M_THERM: Máscara de disparo unidad de imagen térmica (ajuste).
M_IOC_67NS1: Máscara de disparo un. de sobreintensidad inst. de secuencia inversa 1 (ajuste).
M_IOC_67N1: Máscara de disparo un. de sobreintensidad inst. de neutro 1 (ajuste).
ENBL_1POL_67G_ON: Habilitación disparo monofásico por un. de sobreintensidad de tierra (ajuste).
M_RBO: Máscara de disparo unidad de remoto abierto (ajuste).
M_COF: Máscara de disparo unidad de cierre sobre falta (ajuste).
M_EXT: Máscara para disparo externo (ajuste).
MR=3POL: Modo de reenganche 3P (ajuste).
DTT: Disparo transferido directo.
87R: Unidad diferencial de fase con frenado.
87U: Unidad diferencial de fase sin frenado.
87N: Unidad diferencial de neutro.
87P: Unidad diferencial de secuencia directa.
78Q: Unidad diferencial de secuencia inversa.
T4: Tiempo de reposición de disparo.

Para los modelos con capacidad de configuración de doble interruptor o interruptor y medio:

- La señal **TRIP_PD** (Disparo de discordancia de polos) será una OR de las señales de Disparo de discordancia de polos de cada interruptor.
- La señal **RECLOSING** será una OR de las señales **RECLOSING1** y **RECLOSING2**.
- La señal **RCLS_LO** seguirá la lógica incluida en la figura 8.13.4.
- La señal **BMO** seguirá la lógica incluida en la figura 8.13.5.

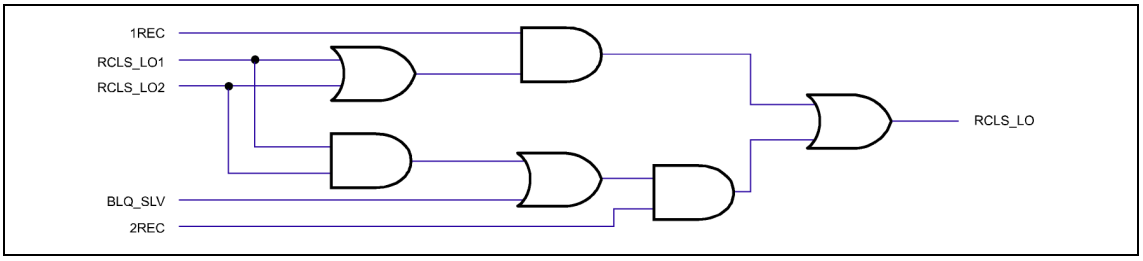


Figura 8.13.4 Lógica de generación de la señal de reenganchador en bloqueo interno.

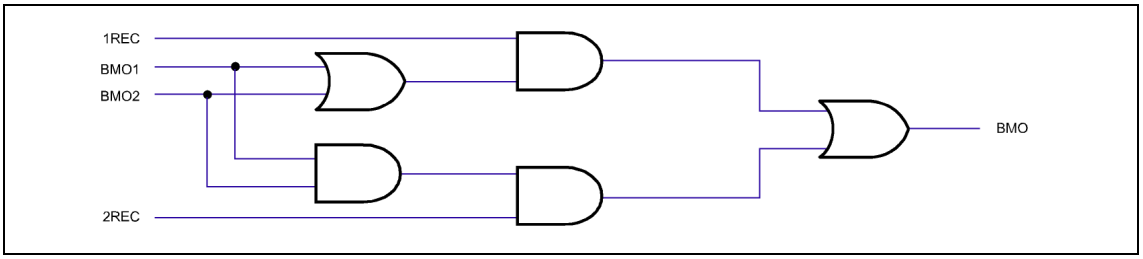


Figura 8.13.5 Lógica de generación de la señal de reenganchador en bloqueo por orden.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Leyenda	
1REC: 1 reenganchador en operación.	BLK_SLV: Bloqueo reenganchador esclavo.
RCLS_LO: Bloqueo interno del reenganchador.	2REC: 2 reenganchadores en operación.

Las señales de disparo de las unidades de protección entran dentro de la Lógica de Disparo. Una vez aplicada la máscara correspondiente, se genera la señal enmascarada, que es la utilizada para la señalización final del disparo.

Dependiendo de la unidad dichas máscaras serán únicas y genéricas o estarán sujetas al estado del reenganchador y por lo tanto se contará con una máscara en función de cada uno de los estados del reenganchador.

En el caso de las señales enmascaradas dependientes del estado del reenganchador, se generarán máscaras para las unidades de sobreintensidad, esquemas de protección y disparo programable en base a los estados del reenganchador:

Disparo en reposo.
Disparo Reenganchador bloqueado.
Disparo Tiempo de Seguridad Ciclo 1.
Disparo Tiempo de Seguridad Ciclo 2.
Disparo Tiempo de Seguridad Ciclo 3.
Disparo Tiempo de Seguridad Ciclo 4.
Disparo Tiempo de Seguridad Cierre Manual o Externo.
Disparo Tiempo de Seguridad Cierre Manual por Reenganche.

La lista de unidades enmascaradas y que dependerán de los estados del reenganchador serán las siguientes.

Tabla 8.13-1: Unidades de protección dependientes de los estados del Reenganchador

Descripción	Programa Comunicaciones	Rango	Por defecto
Disparo directo transferido	DTT	SÍ/NO	SÍ
Diferencial de fases con frenado	87PH	SÍ/NO	SÍ
Diferencial de fases sin frenado	87I	SÍ/NO	SÍ
Diferencial de neutro con frenado	87N	SÍ/NO	SÍ
Diferencial de secuencia positiva	87P	SÍ/NO	SÍ
Diferencial de secuencia negativa	87Q	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de fases unidad 1	INST F1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de fases unidad 2	INST F2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de fases unidad 3	INST F3	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de neutro unidad 1	INST N1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de neutro unidad 2	INST N2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de neutro unidad 3	INST N3	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de secuencia inversa unidad 1	INST SEC IN1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de secuencia inversa unidad 2	INST SEC IN2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de secuencia inversa unidad 3	INST SEC IN3	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de fases unidad 1	TEMP F1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de fases unidad 2	TEMP F2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de fases unidad 3	TEMP F3	SÍ/NO	SÍ

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8.13-1: Unidades de protección dependientes de los estados del Reenganchador			
Descripción	**Programa Comunicaciones**	**Rango**	**Por defecto**
Sobreintensidad Temporizado de neutro unidad 1	TEMP N1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de neutro unidad 2	TEMP N2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de neutro unidad 3	TEMP N3	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de secuencia inversa unidad 1	TEMP SEC IN1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de secuencia inversa unidad 2	TEMP SEC IN2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de secuencia inversa unidad 3	TEMP SEC IN3	SÍ/NO	SÍ
Disparo Teleprotección sobreintensidad	DISP_CANAL	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de tierra unidad 1	INST GND1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de tierra unidad 2	INST GND2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Instantáneo de tierra unidad 3	INST GND3	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de tierra unidad 1	TEMP GND1	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de tierra unidad 2	TEMP GND2	SÍ/NO	SÍ
Sobreintensidad Temporizado de tierra unidad 3	TEMP GND3	SÍ/NO	SÍ
Disparo programable	DISP_PROG	SÍ/NO	SÍ
Disparo programable sin detector de falta	DISP_PROG_SFD	SÍ/NO	SÍ

La disponibilidad de la máscara de disparo depende del modelo seleccionado.

Mientras que las unidades con máscara única y general serán las siguientes.

Tabla 8.13-2:Unidades de protección independientes de los estados del Reenganchador			
Descripción	**Programa Comunicaciones**	**Rango**	**Por defecto**
Sobretensión de fases unidad 1	SOB TEN F1	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de fases unidad 2	SOB TEN F2	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de fases unidad 3	SOB TEN F3	SÍ / NO	SÍ
Subtensión de fases unidad 1	SUB TEN F1	SÍ / NO	SÍ
Subtensión de fases unidad 2	SUB TEN F2	SÍ / NO	SÍ
Subtensión de fases unidad 3	SUB TEN F3	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de neutro unidad 1	SOB TEN N1	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de neutro unidad 2	SOB TEN N2	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de neutro unidad 3	SOB TEN N3	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de tierra unidad 1	SOB TEN G1	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de tierra unidad 2	SOB TEN G2	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de tierra unidad 3	SOB TEN G3	SÍ / NO	SÍ
Sobrefrecuencia unidad 1	SOBF1	SÍ / NO	SÍ
Sobrefrecuencia unidad 2	SOBF2	SÍ / NO	SÍ
Sobrefrecuencia unidad 3	SOBF3	SÍ / NO	SÍ
Sobrefrecuencia unidad 4	SOBF4	SÍ / NO	SÍ
Subfrecuencia unidad 1	SUBF1	SÍ / NO	SÍ
Subfrecuencia unidad 2	SUBF2	SÍ / NO	SÍ
Subfrecuencia unidad 3	SUBF3	SÍ / NO	SÍ
Subfrecuencia unidad 4	SUBF4	SÍ / NO	SÍ
Derivada de frecuencia unidad 1	DERIVF1	SÍ / NO	SÍ
Derivada de frecuencia unidad 2	DERIVF2	SÍ / NO	SÍ
Derivada de frecuencia unidad 3	DERIVF3	SÍ / NO	SÍ
Derivada de frecuencia unidad 4	DERIVF4	SÍ / NO	SÍ

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8.13-2:Unidades de protección independientes de los estados del Reenganchador			
Descripción	**Programa Comunicaciones**	**Rango**	**Por defecto**
Disparo Externo	DISP EXT	SÍ / NO	SÍ
Sobretensión de secuencia inversa	SOBTEN SI	SÍ / NO	SÍ
Discordancia de polos	DISC POLOS	SÍ / NO	SÍ
Fase abierta	F ABIERTA	SÍ / NO	SÍ
Imagen térmica	I TERMICA	SÍ / NO	SÍ

La disponibilidad de la máscara de disparo depende del modelo seleccionado.

En resumidas cuentas, las unidades sujetas a los estados del Reenganchador son todas las unidades de sobreintensidad (fases, tierra, neutro, secuencia inversa, dependiente de tensión), esquemas de protección y disparo programable mientras que el resto de unidades de protección contarán con una máscara única y común para cualquier estado del Reenganchador.

Los disparos producidos por el equipo se pueden configurar como trifísicos o monofásicos (por defecto). Si el ajuste ***Disparo Trifásico*** esta a **SÍ**, entonces, solo se permitirán disparos trifásicos. Si, por el contrario, está a **NO**, se permitirán disparos monofasicos de aquellas unidades que lo permitan. Además, existe la posibilidad de disparar en monofásico unidades trifásicas como las diferenciales de neutro, secuencia directa e inversa activando el ajuste ***Disparo Monofásico 87sec*** o las unidades de sobreintensidad direccionales de neutro o secuencia inversa o el esquema de protección por sobrecorriente activando el ajuste ***Disparo Monofásico 87G***. En ambos casos, la selección del polo a disparar dependerá del selector de fases.

8.13.7 Rangos de ajuste

Protección / Lógica de Disparo					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Supervisión Det Falta	Sup Det. Falta	PTRC1.FltDetEna	SÍ / NO		SÍ
Supervisión Det Falta 87L	Sup Det Falta 87L		SÍ / NO		SÍ
Disparo Trifásico	Disparo Trifasico		SÍ / NO		NO
Disparo Monofásico 67G	Disparo Mono 67G		SÍ / NO		NO
Disparo Monofásico 87sec	Dif. Sec. Directa		SÍ / NO		NO
Temp Bloqueo Dist	Temp Bloq Dist		0 - 1000	50	150 ms
Tiempo Reposición Disparo	Tiempo Rep Disparo	PTRC1.RsDlTmms	0-5 s	0,01s	0,02s

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.13.8 Entradas digitales a la Lógica de Disparo

Tabla 8.13-3: Entradas digitales a la Lógica de Disparo					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INPROGTRIP_3P	Salidas de disparo de protección	PTRC1.TrProg1	Disparo Programable Trifásico	I	La activación de esta entrada genera un disparo trifásico directo.
INPROGTRIP_A		PTRCx.TrProg1	Disparo Programable Polo A	I	Al activar esta entrada se produce un disparo directo del polo correspondiente (A/B/C)
INPROGTRIP_B		PTRCx.TrProg1	Disparo Programable Polo B	I	
INPROGTRIP_C		PTRCx.TrProg1	Disparo Programable Polo C	I	
INPROGTRIP_3P_FD		PTRC1.TrProg2	Disparo Programable Trifásico con supervisión por detector de falta	I	La activación de esta entrada genera un disparo trifásico sujeto al cumplimiento de las condiciones del detector de falta.
INPROGTRIP_A_FD		PTRC1.TrProg2	Disparo Programable Polo A con supervisión por detector de falta	I	La activación de esta entrada genera un disparo del polo A sujeto a conformidad con las condiciones del detector de fallas.
INPROGTRIP_B_FD		PTRC1.TrProg2	Disparo Programable Polo B con supervisión por detector de falta	I	La activación de esta entrada genera un disparo del polo B sujeto a conformidad con las condiciones del detector de fallas.
INPROGTRIP_C_FD		PTRC1.TrProg2	Disparo Programable Polo C con supervisión por detector de falta	I	La activación de esta entrada genera un disparo del polo C sujeto a conformidad con las condiciones del detector de fallas.
INBLK_TRIP	Entradas lógicas a protección	PTRC1.BlkTr	Entrada Bloqueo Disparo	I	La activación de esta entrada produce un bloqueo de cualquier disparo.
IN_EXT_3PH		PTRC1.TrEx	Entrada Disparo Externo Trifásico	I	Su activación indica la existencia de un disparo trifásico del interruptor generado por una protección externa.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.13.9 Salidas digitales y sucesos de la Lógica de Disparo

Tabla 8.13-4:Salidas digitales y sucesos de la Lógica de Disparo					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
M_ALGUNARR	Salidas de arranque de protección	PTRC1.Str	Alguna Unidad Arrancada	I	OR del arranque de todas las unidades de protección.
TRIP	Salidas de disparo de protección	PTRC1.Tr	Disparo	I	Disparo de la unidad.
TRIP1		PTRC1.TrCB1	Disparo 1	I	
TRIP_A1			Disparo A 1		
TRIP_B1			Disparo B 1		
TRIP_C1			Disparo C 1		
TRIP_3PH1			Disparo 3PH 1		
TRIP2		PTRC2.TrCB2	Disparo 2	I	
TRIP_A2			Disparo A 2		
TRIP_B2			Disparo B 2		
TRIP_C2			Disparo C 2		
TRIP_3PH2			Disparo 3PH 2		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.13.10 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IDFPTRC		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
Str	ACT	Trip
Tr	ACT	Operate
Extended Data		
FltDetEna	EXT_SPG	Fault detector supervision enable
RsDlTmms	EXT_ING	Time to reset the trip
PHIOC1TrY	EXT_SPG	Phase inst unit 1 mask trip X
PHIOC2TrY	EXT_SPG	Phase inst unit 2 mask trip X
PHIOC3TrY	EXT_SPG	Phase inst unit 3 mask trip X
NIOC1TrY	EXT_SPG	Neutral inst unit 1 mask trip X
NIOC2TrY	EXT_SPG	Neutral inst unit 2 mask trip X
NIOC3TrY	EXT_SPG	Neutral inst unit 3 mask trip X
GIOC1TrY	EXT_SPG	Ground inst unit 1 mask trip X
GIOC2TrY	EXT_SPG	Ground inst unit 2 mask trip X
GIOC3TrY	EXT_SPG	Ground inst unit 3 mask trip X
NSIOC1TrY	EXT_SPG	Negative sequence inst unit 1 mask trip X
NSIOC2TrY	EXT_SPG	Negative sequence inst unit 2 mask trip X
NSIOC3TrY	EXT_SPG	Negative sequence inst unit 3 mask trip X
PHTOC1TrY	EXT_SPG	Phase time unit 1 mask trip X
PHTOC2TrY	EXT_SPG	Phase time unit 2 mask trip X
PHTOC3TrY	EXT_SPG	Phase time unit 3 mask trip X
NTOC1TrY	EXT_SPG	Neutral time unit 1 mask trip X
NTOC2TrY	EXT_SPG	Neutral time unit 2 mask trip X
NTOC3TrY	EXT_SPG	Neutral time unit 3 mask trip X
GTOC1TrY	EXT_SPG	Ground time unit 1 mask trip X
GTOC2TrY	EXT_SPG	Ground time unit 2 mask trip X
GTOC3TrY	EXT_SPG	Ground time unit 3 mask trip X
NSTOC1TrY	EXT_SPG	Negative sequence time unit 1 mask trip X
NSTOC2TrY	EXT_SPG	Negative sequence time unit 2 mask trip X
NSTOC3TrY	EXT_SPG	Negative sequence time unit 3 mask trip X
PSCH1TrY	EXT_SPG	Protection schema mask trip X
ProgTrTrY	EXT_SPG	Programmable trip mask trip X
PHTOV1Tr	EXT_SPG	Overvoltage unit 1 trip mask
PHTOV2Tr	EXT_SPG	Overvoltage unit 2 trip mask
PHTOV3Tr	EXT_SPG	Overvoltage unit 3 trip mask
PHTUV1Tr	EXT_SPG	Undervoltage unit 1 trip mask
PHTUV2Tr	EXT_SPG	Undervoltage unit 2 trip mask
PHTUV3Tr	EXT_SPG	Undervoltage unit 3 trip mask

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Extended Data (Cont.)		
GNDTOV1Tr	EXT_SPG	Ground overvoltage unit 1 trip mask
GNDTOV2Tr	EXT_SPG	Ground overvoltage unit 2 trip mask
GNDTOV3Tr	EXT_SPG	Ground overvoltage unit 3 trip mask
PTOF1Tr	EXT_SPG	Overfrequency unit 1 trip mask
PTOF2Tr	EXT_SPG	Overfrequency unit 2 trip mask
PTOF3Tr	EXT_SPG	Overfrequency unit 3 trip mask
PTOF4Tr	EXT_SPG	Overfrequency unit 4 trip mask
PTUF1Tr	EXT_SPG	Underfrequency unit 1 trip mask
PTUF2Tr	EXT_SPG	Underfrequency unit 2 trip mask
PTUF3Tr	EXT_SPG	Underfrequency unit 3 trip mask
PTUF4Tr	EXT_SPG	Underfrequency unit 4 trip mask
PFRC1Tr	EXT_SPG	ROCOF unit 1 trip mask
PFRC2Tr	EXT_SPG	ROCOF unit 2 trip mask
PFRC3Tr	EXT_SPG	ROCOF unit 3 trip mask
PFRC4Tr	EXT_SPG	ROCOF unit 4 trip mask
ExProTr	EXT_SPG	External protection trip mask
NSTOV1Tr	EXT_SPG	Negative sequence overvoltage trip mask
PPDS1Tr	EXT_SPG	Pole discrepancy trip mask
OPHTOC1Tr	EXT_SPG	Open phase trip mask
PTTR1Tr	EXT_SPG	Thermal image trip mask

Los datos dependen del modelo seleccionado.

Nota: Y vale X+1.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.14 Mando / Lógica

8.14.1	Principio de operación	8.14-2
8.14.1.a	Sellado del disparo	8.14-2
8.14.1.b	Sellado de la orden de apertura manual	8.14-2
8.14.1.c	Tiempo de fallo de apertura y cierre del interruptor	8.14-3
8.14.1.d	Cierre a través del reenganchador	8.14-3
8.14.1.e	Supervisión del cierre manual por sincronismo	8.14-3
8.14.1.f	Bloqueo de cierre	8.14-4
8.14.2	Rangos de ajuste	8.14-4
8.14.3	Entradas digitales al módulo de Mando / Lógica	8.14-5
8.14.4	Salidas digitales y sucesos del módulo de Mando / Lógica	8.14-6
8.14.5	Nodo lógico IEC 61850	8.14-7

8.14.1 Principio de operación

Dentro del grupo de Mando/Lógica existen las siguientes funciones:

Sellado del disparo.
Sellado de la orden de apertura manual.
Tiempo mínimo de activación de orden de apertura.
Tiempo mínimo de activación de orden de cierre.
Temporización para fallo a la apertura y cierre del interruptor.
Cierre a través del reenganchador.
Supervisión del cierre por sincronismo 1.
Supervisión del cierre por sincronismo 2.

8.14.1.a Sellado del disparo

La función de sellado del disparo se habilita dando al ajuste de ***Sellado disparo*** el valor **SÍ**. En estas circunstancias, la orden de disparo sobre un polo del interruptor (**Disparo polo A**, **Disparo polo B**, **Disparo polo C**) se mantendrá activada en tanto no se detecte la apertura de ese polo (salidas del detector de polo abierto **PA_OP**, **PB_OP** y **PC_OP**). Si se le hubiera asignado el valor **NO** al ajuste de ***Sellado disparo***, la reposición de la orden de disparo se repondría al reponerse las unidades de medida de la protección o la señal lógica que hayan generado su activación.

La aplicación de este ajuste se basa en que si el interruptor asociado a la protección hubiera fallado o fuera muy lento (contactos auxiliares 52/a encargados del corte de corriente en el circuito de disparo muy lentos), y la falta hubiera sido despejada por un interruptor aguas arriba, el contacto de disparo se vería obligado a abrir la intensidad que circula por el circuito de disparo provocándose su destrucción.

El fallo o la lentitud del interruptor dan lugar a que, una vez repuesta la función que provocó el disparo, abra primero el contacto del relé que el auxiliar 52/a del interruptor aun habiendo transcurrido todo el tiempo de sobrerrecorrido del primero. Manteniendo el disparo se evita que sea un contacto del relé quien corte la corriente (básicamente inductiva y de alto valor) del circuito de disparo, con el consiguiente daño del mismo ya que normalmente estas corrientes superan sus características nominales de corte.

8.14.1.b Sellado de la orden de apertura manual

La función de Sellado de la orden de apertura manual se habilita dando al ajuste de ***Sellado Apertura Manual*** el valor **SÍ**. En estas circunstancias, una vez generada la orden de apertura manual y la consiguiente orden de maniobra sobre el interruptor, la orden se mantiene en tanto no se detecte la apertura del interruptor por medio de su contacto auxiliar.

Si se le hubiera asignado el valor **NO** al ajuste de ***Sellado Apertura Manual***, la orden de apertura se repondría al reponerse la señal lógica que hayan generado su activación, respetando siempre el tiempo mínimo de activación de orden apertura ajustado.

La aplicación de este ajuste es la misma que la del sellado de disparo descrita en el punto anterior.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.14.1.c Tiempo de fallo de apertura y cierre del interruptor

Tanto en el caso de maniobras manuales como en las generadas por las unidades de protección, es posible ajustar el tiempo mínimo de activación de una orden de apertura. Para ello se utiliza el ajuste ***Tiempo mínimo de activación de orden de apertura*** cuyo rango es de 100ms a 5s.

Si es generada por la activación de alguna unidad de protección, la orden de apertura se mantendrá durante el valor ajustado cuando dicha activación dure menos del valor del ajuste. En caso de que la activación de las unidades dure un tiempo superior, la orden de apertura se mantendrá hasta la desactivación de las unidades.

Si la orden de apertura es manual, su duración es siempre el valor ajustado.

Si el ajuste de ***Sellado disparo*** está en **SÍ**, la orden de apertura (por disparo) se mantendrá el tiempo necesario hasta ver el interruptor abierto.

Si el ajuste de ***Sellado Apertura Manual*** está en **SÍ**, la orden de apertura manual se mantendrá el tiempo necesario hasta ver el interruptor abierto.

En el caso de las órdenes de cierre se dispone de un ajuste denominado ***Tiempo mínimo de activación de orden de cierre*** que permite ajustar el tiempo mínimo de activación de una orden de cierre. Su rango es de 0s a 5s. El valor de 0 indica que estas órdenes de cierre se mantendrán hasta que se detecte que el interruptor ha cerrado o hasta que se dé el fallo de orden de cierre.

Tanto en el caso de maniobras manuales como en las generadas por las unidades de protección o de reenganche, la no recepción del cambio de estado del interruptor, después de emitida la orden de maniobra, dentro del tiempo de fallo de maniobra (ajustable independientemente para la apertura y el cierre), provoca la activación de las señales de **Fallo de orden de apertura** o de **Fallo de orden de cierre**. Si la señal de fallo de orden de cierre se genera antes de que el interruptor cierre durante un ciclo de reenganche, provocará el bloqueo del reenganchador.

Sin embargo, las órdenes de apertura y cierre se mantienen el tiempo de activación ajustado, aunque se produzca fallo de orden de apertura o cierre.

8.14.1.d Cierre a través del reenganchador

Existe la posibilidad de realizar los cierres pasando por la lógica del Reenganchador, para que sea ésta quién decida el cierre. Para que así suceda es necesario que el ajuste de ***Cierre manual por Reeng*** (dentro de los ajustes de ***Control de ciclo*** del Reenganchador) esté en SÍ.

8.14.1.e Supervisión del cierre manual por sincronismo

Como ya se ha comentado en el apartado correspondiente del reenganchador, existe la posibilidad de realizar los cierres sin pasar por la lógica del Reenganchador; es el llamado **Cierre manual externo**.

Para que estas órdenes de cierre sean supervisadas por la existencia o no de sincronismo, es necesario que el ajuste de ***Chequeo Sinc. C.*** esté en **SÍ**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.14.1.f Bloqueo de cierre

Cada supervisión de bobinas tiene asociado un ajuste, ***Bloqueo de cierre***, que permite habilitar o no el bloqueo automático de las órdenes de cierre del interruptor, de tal manera que, si el ajuste de bloqueo de cierre ***SLOT X bobina 1 y 2*** (donde X puede ser A y/o B) se encuentra habilitado, cuando se produzca una anomalía de dicha bobina las órdenes de cierre del reenganchador y la orden manual de cierre se encontrarán bloqueadas.

8.14.2 Rangos de ajuste

Lógica					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Sellado Disparo	Sellado Disparo	PTRC1.TrSeal (SPG ext.)	NO / SÍ		NO
Sellado Apertura Manual	Sellado Apertura Manual	PTRC1.OpnCmdSeal (SPG ext.)	NO / SÍ		NO
Tiempo Mínimo de Activación de Orden de Apertura	T. Mín. Act. Apert	SCBR1.OpnPlsTmms	0,1-5 s	0,1 s	0,2
Tiempo Fallo Apert	Tiemp Fallo Apert	SCBR1.OpnFlTmms	0,02-2 s	0,005 s	0,02 s
Tiempo Mínimo de Activación de Orden de Cierre	T. Mín. Act. Cierr	SCBR1.ClsPlsTmms	0-5 s	0,1 s	0,2
Tiempo Fallo Cierr	Tiemp Fallo Cierr	SCBR1.ClsFlTmms	0,02-5 s	0,01 s	0,02 s
Chequeo Sinc. C. 1	Chequeo Sinc.C.	SCBR1.ManClsChk	SÍ / NO		NO
Chequeo Sinc. C. 2*	Chequeo Sinc.C.	SCBR2.ManClsChk	SÍ / NO		NO
Permiso Reposición Cargas					
REP DLS1**	REP DLS1	SCBR1.LodShedMsk	NO / SÍ		NO
Bloqueo de cierre**					
Slot A Bobina 1	Slot A Bobina 1	SCBC1.CBBlkEna1	NO / SÍ		NO
Slot A bobina 2	Slot A Bobina 2	SCBC1.CBBlkEna2	NO / SÍ		NO
Slot B Bobina 1	Slot B Bobina 1	SCBC2.CBBlkEna1	NO / SÍ		NO
Slot B bobina 2	Slot B Bobina 2	SCBC2.CBBlkEna2	NO / SÍ		NO

(*) Solo para los modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio.
(**) No disponible en los modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor doble o de interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.14.3 Entradas digitales al módulo de Mando / Lógica

Tabla 8.14-1: Entradas digitales al módulo de Mando/Lógica					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
M_OPN1	Supervisión de Interruptor	SCBR1.OpnCmdIn	Orden manual de apertura interruptor 1		Sus activaciones generan órdenes de apertura y cierre manuales respectivamente; se pueden asignar al HMI, a las comunicaciones, a las entradas digitales o a cualquier señal de la lógica programable. Su aplicación está orientada a que sean asignadas a MANDOS.
M_OPN2		SCBR2.OpnCmdIn	Orden manual de apertura interruptor 2		
M_CLS1		SCBR1.ClsCmdIn	Orden manual de cierre interruptor 1		
M_CLS2		SCBR2.ClsCmdIn	Orden manual de cierre interruptor 2		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.14.4 Salidas digitales y sucesos del módulo de Mando / Lógica

Nombre		Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
DLF-A	DLF-B					
E_BLQ_CIERRE	IN_79_x	Supervisión de Interruptor	SCBRx.ClsBlkIn	Entrada de bloqueo de cierre X		Entrada de bloqueo de cierre.
CIERRE	CLOSE_CMDx		SCBRx.ColCls	Orden de cierre X		Orden de cierre.
ORD_CIERRE	IN_CLOSE_CMD1		SCBRx.ClsCmdIn	Orden de cierre manual X		Orden de cierre manual.
OCAx	OCAx		SCBRx.ClsOpIntr	Orden de cierre X cancelada		Orden de cierre cancelada.
FOC	FAIL_CLOSEx		SCBRx.ClsFail	Fallo de orden de cierre X		Fallo de orden de cierre.
IN_CLS_EXCMD	IN_CLSx_EXCMD		SCBRx.ExClsCmd	Activación de orden de cierre externa X		Activación de la orden de cierre externa.
APERTURA	OPEN_CMDx		SCBRx.ColOpn	Orden de apertura X		Orden de apertura.
ORD_APERTUA	IN_OPEN_CMDx		SCBRx.OpnCmdIn	Orden de apertura manual X		Orden de apertura manual.
APER_TR	OPEN_3PHx			Orden de apertura trifásica		Orden de apertura trifásica.
FOA	FAIL_OPENx		SCBRx.OpnFail	Fallo de orden de apertura X		Fallo de orden de apertura.
IN_OPN_EXCMD	IN_OPNx_EXCMD		SCBRx.ExOpnCmd	Activación de orden de apertura externa X		Activación de orden de apertura externa.
APER_A	OPEN_Ax			Orden de apertura polo A X		Orden de apertura Polo A.
FOA_A	FAIL_OPEN_Ax			Fallo de orden de apertura Polo A X		Fallo de orden de apertura Polo A.
APER_B	OPEN_Bx			Orden de apertura polo B X		Orden de apertura Polo B.
FOA_B	FAIL_OPEN_Bx			Fallo de orden de apertura Polo B X		Fallo de orden de apertura Polo B.
APER_C	OPEN_Cx			Orden de apertura polo C X		Orden de apertura Polo C.
FOA_C	FAIL_OPEN_Cx			Fallo de orden de apertura Polo C X		Fallo de orden de apertura Polo C.

En la columna **Descripción**: X= Interruptor 1 o Interruptor 2 para modelos con capacidad de doble interruptor. En los modelos con capacidad para un solo interruptor no se añade ningún sufijo.
En la columna **Nombre**: x= 1,2 para modelos con capacidad de doble interruptor. Para los modelos con capacidad de un solo interruptor no se añade ningún sufijo.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.14.5 Nodo lógico IEC 61850

CLASS DLFSCBR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
SumSwARs1	BCR	Accumulative KA2 phase A
SumSwARs2	BCR	Accumulative KA2 phase B
SumSwARs3	BCR	Accumulative KA2 phase C
OpCntRs1	INC	Number of pole A closing operations
OpCntRs2	INC	Number of pole B closing operations
OpCntRs3	INC	Number of pole C closing operations
OpCntRs4	INC	Number of pole 3 phase closing operations
SwA1	MV	Current opened phase A
SwA2	MV	Current opened phase B
SwA3	MV	Current opened phase C
Status information		
ArcStrIn1	SPS	Pole A arc initiation input
ArcStrIn2	SPS	Pole B arc initiation input
ArcStrIn3	SPS	Pole C arc initiation input
NumTrAlm	SPS	Alarm excessive number of trips
SwAAlm1	SPS	Alarm KA2 phase A
SwAAlm2	SPS	Alarm KA2 phase B
SwAAlm3	SPS	Alarm KA2 phase C
SwARsCmd1	SPC	Reposition command KA2 phase A
SwARsCmd2	SPC	Reposition command KA2 phase B
SwARsCmd3	SPC	Reposition command KA2 phase C
SwABlkIn	SPS	Accumulative kA2 block input
OpCntRs1	INC	Reposition command open current phase A
OpCntRs2	INC	Reposition command open current phase B
OpCntRs3	INC	Reposition command open current phase C
CBInA	SPS	Breaker pole A open input
CBInB	SPS	Breaker pole B open input
CBInC	SPS	Breaker pole C open input
CBInOR	SPS	Breaker any pole open input
CBInAND	SPS	Breaker all pole open input
AnyPoleOpn	ACT	Breaker any pole open
OnePoleOpn	SPS	Breaker one pole open
AllPoleOpn	SPS	Breaker all pole open
OpnFail	SPS	Breaker open command failure
ClsFail	SPS	Breaker close command failure
ColOpn	SPS	Breaker open command executed
ColCls	SPS	Breaker close command executed
ClsOpIntr	SPS	Breaker close command canceled

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Status information (cont.)		
OpnCmdIn	SPC	Breaker open command
ClsCmdIn	SPC	Breaker close command
ClsBlkIn	SPS	Breaker close command block input
Settings		
MaxTrEna	SPG	Enable maximum number of trips
MaxNumTr	ING	Maximum number of trips value
MaxSwA	ASG	Value for KA2 alarm
SwARsVal1	ASG	Reposition value for KA2 phase A
SwARsVal2	ASG	Reposition value for KA2 phase B
SwARsVal3	ASG	Reposition value for KA2 phase C
SwAExp	ASG	KA2 index
ArcDlTmCyc	ASG	Arc initiation delay
ArcEvTmCyc	ING	Arc calculation window
NumIn	ENG	Open Pole number of breaker inputs
OpnCurA	ASG	Open Pole current pole A open
OpnCurB	ASG	Open Pole current pole B open
OpnCurC	ASG	Open Pole current pole C open
OpnPlsTmms	ING	Minimum open command time
ClsPlsTmms	ING	Open command failure
ClsFlTmms	ING	Minimum close command time
ClsPlsTmms	ING	Close command failure
StrInf	SPG	Fault report with pickups
MagVisMod	ENG	Primary/secondary values in fault report
ManClsChk	SPG	Synchrocheck for closing
LodShedMsk	SPG	Load shedding close command enable
CBBlkEna1	SPG	Close command block enable due to circuit 1 alarm_SlotA
CBBlkEna2	SPG	Close command block enable due to circuit 2 alarm_SlotA
CBBlkEna1	SPG	Close command block enable due to circuit 1 alarm_SlotB
CBBlkEna2	SPG	Close command block enable due to circuit 2 alarm_SlotB

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

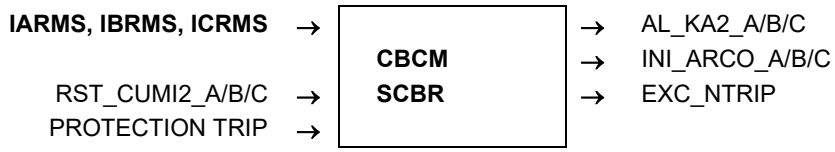
8.15 Supervisión de Interruptor

8.15.1 Identificación 8.15-2
8.15.2 Bloque general de la unidad 8.15-2
8.15.3 Principio de operación 8.15-2
8.15.3.a Amperios acumulados 8.15-2
8.15.3.b Número excesivo de disparos 8.15-4
8.15.4 Rangos de ajuste 8.15-5
8.15.5 Entradas analógicas a la unidad 8.15-5
8.15.6 Entradas digitales al módulo de Supervisión del Interruptor 8.15-6
8.15.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Interruptor 8.15-6
8.15.8 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.15-7

8.15.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Supervisión del Interruptor	SCBR1	CBCM	CBCM

8.15.2 Bloque general de la unidad



8.15.3 Principio de operación

En el caso de los relés adaptados para interruptor y medio con configuración de TI de línea, la supervisión se realiza mediante un equipo externo y por tanto la función interna de supervisión del interruptor está inhabilitada. Además, bajo esta configuración, no se dispone de información de las intensidades de cada interruptor, por lo que estas unidades no son aplicables. En este caso, si el ajuste de ***Número de Interruptores*** se establece en **I1**, lo que indica configuración de interruptor simple, la función de supervisión del interruptor está habilitada. Si se establece en **I1+I2**, está deshabilitada.

8.15.3.a Amperios acumulados

Los equipos incorporan una función de Supervisión del Interruptor mejorada que efectúa un cálculo más preciso de la energía del arco disipada por los contactos del interruptor. Por otra parte, dicho cálculo se realiza para cada polo del interruptor.

La fórmula teórica de la energía del arco generado durante el proceso de corte será la siguiente: $E_{arc}=\int(I_{arc}*V_{arc})dt$, donde I_{arc} y V_{arc} representan la intensidad y la tensión de arco. Dado que $V_{arc}=I_{arc}*R_{arc}$, donde R_{arc} es la resistencia de arco, la fórmula anterior se puede expresar como $E_{arc}=\int(I_{arc}^2*R_{arc})dt$. Teniendo en cuenta una resistencia de arco constante, la energía del arco será proporcional a $I_{RMS}^2*T_{arc}$, donde I_{RMS} es el valor RMS de la intensidad, calculado durante una ventana de tiempo que coincida exactamente con el tiempo de arco y T_{arc} es el tiempo que dura el arco entre los contactos del interruptor.

Los equipos calculan la expresión anterior, sin necesidad de usar ventanas de cálculo variables (T_{arc} varía de una apertura del interruptor a otra), en base a la fórmula $I_{RMS}^2*T_{ventana}$, donde $T_{ventana}$, que representa el tiempo de la ventana de cálculo, es fijo y lo suficientemente elevado para abarcar todo el tiempo del arco.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Teniendo en cuenta los tiempos de arco típicos que incluye la norma IEC T100a (de 4 a 25 ms) se ha considerado una duración de la ventana de cálculo de 2 ciclos. Dicha ventana debe comenzar en el momento en el que se genera el arco entre los contactos, el cual se puede determinar de dos formas:

- Teniendo en cuenta el instante en el que se activa la señal de apertura del correspondiente polo del interruptor (ya sea externa o interna al equipo), una vez sumado el tiempo de separación de los contactos de dicho polo (tiempo de operación del mecanismo: interruptores de tiempos de operación de 2, 3, 5 y 8 ciclos presentan tiempos de separación de contactos típicos de 1.5, 2, 3 y 4 ciclos).
- Teniendo en cuenta el instante en el que actúan los contactos de posición del polo del interruptor (52b o 52a) una vez restado el tiempo de retardo de dichos contactos con respecto al instante de operación de los contactos principales.

Con el fin de elegir la forma más conveniente, en base a la información disponible del interruptor, la señal de inicio del arco (**Entrada inicio arco Polo X** (X=A, B, C) es configurable mediante la lógica programable (señal de apertura o contactos de posición del interruptor) o mediante la asignación de entradas digitales. Al momento de activación de dicha señal se le añadirá o se le restará un tiempo ajustable (***Retardo de inicio de arco***: de -1 a 50 ciclos en pasos de ¼ de ciclo).

Si no se conoce el tiempo de separación de contactos ni el retardo de los contactos secundarios (52b/52a) con respecto a los contactos primarios, no se podrá determinar el instante de generación del arco ni, por lo tanto, su duración. En ese caso, lo mejor es considerar un tiempo de arco de 1 ciclo y que el relé acumule el valor RMS de la intensidad con ventanas de cálculo de esa misma duración (para ello bastará con poner el ajuste ***Duración ventana de cálculo*** en 1 ciclo), que comiencen en el instante de activación de la señal de apertura de cada polo del interruptor (ajustar ***Retardo de inicio de arco*** en 0 ciclos).

Los equipos generarán unas magnitudes llamadas **IA_ABIERTA, IB_ABIERTA, IC_ABIERTA**. Dichas magnitudes serán igual al valor RMS de la intensidad que circula por el polo X del interruptor, calculado durante la ventana antes definida. El valor de esta magnitud se actualiza cada vez que se activa la señal de **Entrada inicio arco Polo X**, una vez que ha finalizado la ventana de cálculo y se ha activado la entrada **Polo X abierto**. Existen varias condiciones que hacen que el valor de la magnitud se actualice con el valor 0:

- Cuando, una vez finalizada la ventana de cálculo, se produce un fallo de la orden de apertura del polo X (en ese caso no se activaría la entrada **Polo X abierto**).
- Cuando el ajuste ***Duración ventana de cálculo*** vale 0.
- Cuando está activada la señal **Entrada bloqueo acumulación amperios**. Dicha entrada tiene la finalidad de evitar el incremento de los acumuladores de intensidad (ver más adelante) cuando se estén efectuando pruebas del relé con equipos de inyección secundarios (durante las cuales la intensidad que circula por el interruptor será nula).

Antes se ha considerado que la energía del arco era proporcional a $I_{RMS}^2 * T_{arc}$, suponiendo que la resistencia de arco era constante. En la realidad, la resistencia de arco depende del valor de la intensidad que fluye a través de él, por lo que la energía del arco será proporcional a $I_{RMS}^N * T_{arc}$, donde N presenta un valor comprendido entre 1 y 2. El fabricante del interruptor normalmente suministra dos datos que indican un número de operaciones a una intensidad dada: n1 operaciones a I1 kA y n2 operaciones a I2 kA. Para que la energía calculada para ambos niveles de intensidad sea la misma, se necesita, por lo general, utilizar un exponente N para la intensidad diferente de 2: n1*I1N=n2*I2N. Los equipos ofrecen la posibilidad de elegir el exponente N mediante un ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los equipos generan otra magnitud llamada **ACUMI_X** (**Intensidad acumulada por el polo X)** (X=A, B, C), que acumula, cada vez que se actualiza la magnitud **Intensidad abierta polo X**, el siguiente valor:

$$\left(I_{RMS_X} \times R_{TIABC}\right)^N \times T_{ventana}$$

donde I_{RMS_X} representa la intensidad abierta por el polo X del interruptor, R_{TIABC} representa la relación de transformación de intensidad de fase, N representa el exponente elegido y $T_{ventana}$ representa el tiempo de la ventana de cálculo elegido.

El valor total acumulado se obtiene en tanto por ciento con respecto al ajuste de ***Alarma de amperios acumulados*** (expresada en kA^{N*} ciclo). Una vez que la magnitud **Intensidad acumulada por el polo X** alcanza el 100%, la función activa la señal **Alarma amperios acumulados polo X**, que puede utilizarse a través de la función de salidas programables para activar una salida; asimismo, se realiza una anotación en el registro de sucesos.

El valor de la magnitud de intensidad acumulada es actualizado cada vez que se produce una activación de la entrada de inicio del arco. No obstante, dicho valor puede ser modificado manualmente, mediante la activación de la señal **Orden de reposición amperios acumulados polo X**. En ese caso, la magnitud anterior tomará el valor del ajuste ***Valor reposición kA acumulados polo X***. Dicho ajuste representa el valor base de acumulación sobre el que se sumarán los sucesivos valores correspondientes a posteriores aperturas. La modificación manual permite tener en cuenta la historia de aperturas del polo del interruptor al instalar el equipo y la actualización del valor tras una operación de mantenimiento.

Cuando el ajuste ***Alarma amperios acumulados*** toma valor 0, el contador de amperios acumulados no acumula y nunca se generará alarma. Cuando dicho ajuste es modificado las magnitudes de acumulados y de intensidades abiertas se resetean yéndose a su valor definido de reposición.

8.15.3.b Número excesivo de disparos

La función de número excesivo de disparos tiene por objeto impedir una secuencia incontrolada de aperturas y cierres que pudieran dañar al interruptor. Por lo tanto, cuando se alcanza un cierto número de disparos, ajustable entre 1 y 40, en un tiempo determinado (30 minutos), se genera una señal de salida que puede conectarse a alguna de las salidas físicas del equipo.

La activación de la salida de la función de número excesivo de disparos inhabilita la generación de nuevos inicios de reenganche, por lo que el reenganchador quedará en estado de **Bloqueo interno por interruptor abierto**. Esta situación se repondrá cuando se dé una orden de cierre manual o el equipo pierda la alimentación auxiliar.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.15.4 Rangos de ajuste

Supervisión de Interruptor					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso Excesivo Num Disp	Permiso Ex.Num.Dis	SCBR1.MaxTrEna	SÍ / NO		NO
Excesivo Num Disp	Excesivo Num Disp	SCBR1.MaxNumTr	1 - 40	1	40
Alarma Amperios Acumulados	Alarma Suma I Acum	SCBR1.MaxSwA	0 - 99.999,99 kA^2	0,01	99.999,99
Valor reposición kA acumulados polo A	Valor Rep I Polo A	SCBR1.SwARsVal1	0 - 99.999,99 kA^2	0,01	0 kA^2
Valor reposición kA acumulados polo B	Valor Rep I Polo B	SCBR1.SwARsVal2	0 - 99.999,99 kA^2	0,01	0 kA^2
Valor reposición kA acumulados polo C	Valor Rep I Polo C	SCBR1.SwARsVal3	0 - 99.999,99 kA^2	0,01	0 kA^2
Índice kA	Indice kA	SCBR1.SwAExp	1 - 2	0,1	2
Retardo de Inicio de Arco	Retardo Inicio Arc	SCBR1.ArcDlTmCyc	(-1)-50 ciclos	¼ ciclo	0 ciclos
Duración Ventana Cálculo	Ventana Calculo	SCBR1.ArcEvTmCyc	0/1/2 ciclos	0,01	2 ciclos

8.15.5 Entradas analógicas a la unidad

Tabla 8.15-1: Entradas analógicas del módulo de Supervisión del Interruptor		
Nombre	**Descripción**	**IEC 61850**
IARMS	Intensidad RMS fase A	MHAI1.HRmsA.phsA
IBRMS	Intensidad RMS fase B	MHAI1.HRmsB.phsA
ICRMS	Intensidad RMS fase C	MHAI1.HRmsC.phsA

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.15.6 Entradas digitales al módulo de Supervisión del Interruptor

Tabla 8.15-2: Entradas digitales al módulo de Supervisión del Interruptor					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
IN_BLK_KA	Control de Interruptor	SCBR1.SwABlkIn	Entrada bloqueo acumulación amperios	I	La activación de esta entrada bloquea la acumulación de amperios.
IN_KA_STR_A		SCBR1.ArcStrIn1	Entrada inicio arco polo A	I	La activación de esta entrada inicia la ventana de cálculo del valor RMS de la intensidad abierta por el polo X del interruptor.
IN_KA_STR_B		SCBR1.ArcStrIn2	Entrada inicio arco polo B	I	
IN_KA_STR_C		SCBR1.ArcStrIn3	Entrada inicio arco polo C	I	
RST_CUMIA	Órdenes de reposición	SCBR1.SwARsCmd1	Orden reposición amperios acumulados polo A	I	La activación de esta entrada repone la magnitud de intensidad acumulada por el polo X del interruptor al valor introducido en el ajuste “Valor reposición kA acumulados” para el polo correspondiente.
RST_CUMIB		SCBR1.SwARsCmd2	Orden reposición amperios acumulados polo B	I	
RST_CUMIC		SCBR1.SwARsCmd3	Orden reposición amperios acumulados polo C	I	

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.15.7 Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Interruptor

Tabla 8.15-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Interruptor					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
AL_KA_A	Supervisión Interruptor	SCBR1.SwAAlm1	Alarma amperios acumulados polo A	I	Indicación de que los kA^{N*} ciclo acumulados por el polo (A/B/C) del interruptor han llegado al valor de alarma.
AL_KA_B		SCBR1.SwAAlm2	Alarma amperios acumulados polo B	I	
AL_KA_C		SCBR1.SwAAlm3	Alarma amperios acumulados polo C	I	
EXC_NTRIP		SCBR1.NumTrAlm	Excesivo número de disparos	I	Indicación de que se ha alcanzado el número de disparos ajustado.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.15.8 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLSCBR		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
SumSwARs1	BCR	Accumulative KA2 phase A
SumSwARs2	BCR	Accumulative KA2 phase B
SumSwARs3	BCR	Accumulative KA2 phase C
OpCntRs1	INC	Number of pole A closing operations
OpCntRs2	INC	Number of pole B closing operations
OpCntRs3	INC	Number of pole C closing operations
OpCntRs4	INC	Number of pole 3 phase closing operations
SwA1	MV	Current opened phase A
SwA2	MV	Current opened phase B
SwA3	MV	Current opened phase C
Status information		
ArcStrIn1	SPS	Pole A arc initiation input
ArcStrIn2	SPS	Pole B arc initiation input
ArcStrIn3	SPS	Pole C arc initiation input
NumTrAlm	SPS	Alarm excessive number of trips
SwAAlm1	SPS	Alarm KA2 phase A
SwAAlm2	SPS	Alarm KA2 phase B
SwAAlm3	SPS	Alarm KA2 phase C
SwARsCmd1	SPC	Reposition command KA2 phase A
SwARsCmd2	SPC	Reposition command KA2 phase B
SwARsCmd3	SPC	Reposition command KA2 phase C
SwABlkIn	SPS	Accumulative kA2 block input
OpCntRs1	INC	Reposition command open current phase A
OpCntRs2	INC	Reposition command open current phase B
OpCntRs3	INC	Reposition command open current phase C
CBInA	SPS	Breaker pole A open input
CBInB	SPS	Breaker pole B open input
CBInC	SPS	Breaker pole C open input
CBInOR	SPS	Breaker any pole open input
CBInAND	SPS	Breaker all pole open input
AnyPoleOpn	ACT	Breaker any pole open
OnePoleOpn	SPS	Breaker one pole open
AllPoleOpn	SPS	Breaker all pole open
OpnFail	SPS	Breaker open command failure
ClsFail	SPS	Breaker close command failure
ColOpn	SPS	Breaker open command executed
ColCls	SPS	Breaker close command executed
ClsOpIntr	SPS	Breaker close command canceled

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Status information (cont.)		
OpnCmdIn	SPC	Breaker open command
ClsCmdIn	SPC	Breaker close command
ClsBlkIn	SPS	Breaker close command block input
Settings		
MaxTrEna	SPG	Enable maximum number of trips
MaxNumTr	ING	Maximum number of trips value
MaxSwA	ASG	Value for KA2 alarm
SwARsVal1	ASG	Reposition value for KA2 phase A
SwARsVal2	ASG	Reposition value for KA2 phase B
SwARsVal3	ASG	Reposition value for KA2 phase C
SwAExp	ASG	KA2 index
ArcDlTmCyc	ASG	Arc initiation delay
ArcEvTmCyc	ING	Arc calculation window
NumIn	ENG	Open Pole number of breaker inputs
OpnCurA	ASG	Open Pole current pole A open
OpnCurB	ASG	Open Pole current pole B open
OpnCurC	ASG	Open Pole current pole C open
TrSeal	SPG	Sealed enable
OpnPlsTmms	ING	Minimum open command time
ClsPlsTmms	ING	Open command failure
ClsFlTmms	ING	Minimum close command time
ClsPlsTmms	ING	Close command failure
StrInf	SPG	Fault report with pickups
MagVisMod	ENG	Primary/secondary values in fault report
ManClsChk	SPG	Synchrocheck for closing
LodShedMsk	SPG	Load shedding close command enable

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

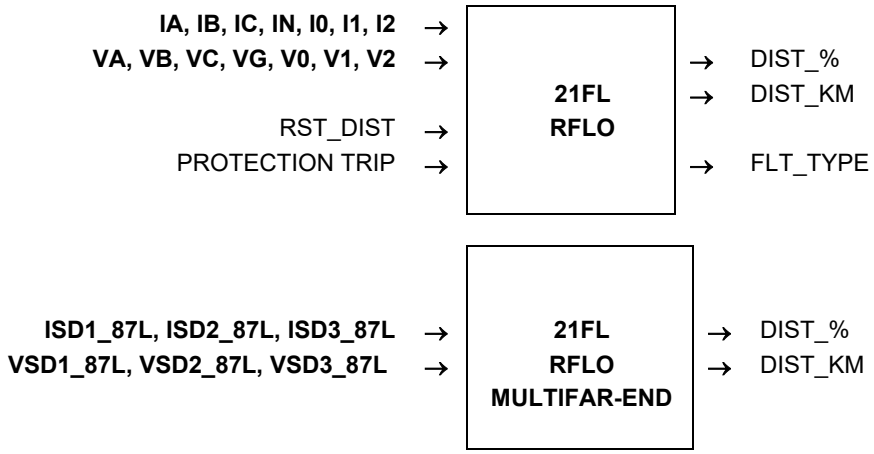
8.16 Localizadores de Faltas

8.16.1	Identificación	8.16-2
8.16.2	Bloque general de la unidad	8.16-2
8.16.3	Introducción	8.16-2
8.16.4	Localizador de faltas con magnitudes locales	8.16-2
8.16.4.a	Ajustes del Localizador de Faltas	8.16-3
8.16.4.b	Configuración del Localizador de Faltas	8.16-4
8.16.4.c	Información de localización	8.16-5
8.16.5	Localizador de faltas multi-extremo	8.16-8
8.16.6	Rangos de ajuste	8.16-9
8.16.7	Nodo lógico IEC 61850	8.16-10

8.16.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Localizador de Faltas	RFLO	FLOC	21FL

8.16.2 Bloque general de la unidad



8.16.3 Introducción

El equipo dispone de dos localizadores de falta que trabajan a la vez. El primero de ellos se basa en medidas locales mientras que el segundo, denominado como localizador de faltas multi-extremo, utiliza magnitudes tanto locales como remotas.

8.16.4 Localizador de faltas con magnitudes locales

El funcionamiento del Localizador de Faltas con magnitudes locales está basado, en primer lugar, en la determinación del tipo de falta mediante el Selector de Fases (ver Capítulo 8.8). Posteriormente, la aplicación del algoritmo correspondiente a cada tipo de falta determina la localización de la distancia a la falta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.16.4.a Ajustes del Localizador de Faltas

- **Impedancia de línea**

Los parámetros eléctricos de la línea que se ajustan son: ***Módulo de secuencia directa***, ***Angulo de secuencia directa***, ***Angulo de secuencia homopolar*** y ***Factor K0***, siendo todos los módulos ohmios secundarios.

El ajuste de ***Factor K0*** permite definir el factor de compensación de secuencia homopolar y se define como ($\mathbf{Z_0 = k_0 \times Z_1}$).

- **Impedancia de fuente local**

También se requiere el ajuste de la ***Impedancia homopolar de fuente local*** (**Módulo** y **Argumento**) para el caso en que se estén empleando únicamente dos transformadores de tensión fase-fase (VAB y VBC).

Nota: los rangos de los ajustes de Módulo de Secuencia Directa de la línea y de Módulo de Secuencia Homopolar de la Fuente Local dependen del valor de Intensidad Nominal.

- **Longitud y unidades**

Longitud de línea

Este ajuste es el correspondiente a la longitud de línea sobre la que va a operar el localizador, siendo un valor adimensional.

Unidad de longitud

El ajuste **Unidades de longitud** permite seleccionar la unidad de longitud, kilómetros o millas, correspondiente al ajuste anterior.

Unidad del localizador

En el ajuste ***Unidad Localizador*** se puede optar entre unidades de longitud o tanto por ciento de la longitud de línea. La información que proporcione el localizador en caso de falta vendrá ofrecida según el ajuste aquí definido.

- **Indicación**

Indicación permanente y duración de la indicación

Una vez calculada la distancia a la falta, la variable de medida de localización permanecerá un tiempo con el valor calculado, tiempo que va a depender de los ajustes de ***Indicación permanente*** (***Indic Permanente***) y ***Duración de la indicación*** (***Duracion Indic***).

Si el ajuste de ***Indicación permanente*** toma el valor **SÍ**, el valor de la variable no se modificará hasta que no se almacene un nuevo informe de falta, momento en el que se renovará con el nuevo valor calculado. En este modo de funcionamiento, la medida de localización tendrá siempre el valor calculado para el último informe de falta almacenado.

Si, por el contrario, el ajuste de ***Indicación permanente*** toma el valor **NO**, la variable de medida mantendrá el valor por el tiempo indicado en el ajuste de **Duración de la indicación**. Si mientras está transcurriendo este tiempo se almacena otro informe de falta, la distancia a la falta correspondiente no es almacenada en la variable de medida de localización, aunque sí se almacena en su correspondiente registro del Informe de Faltas.

Este modo de funcionamiento es el mismo tanto para la indicación de la distancia a la falta en el display como para el valor de la distancia que puede configurarse para ser enviado por comunicaciones mediante cualquiera de los protocolos disponibles.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Valor mínimo de intensidad homopolar

Es posible ajustar un valor umbral de intensidad de secuencia homopolar (3 x I_0) para faltas de tipo monofásico, de modo que si dos ciclos y medio después del arranque de la primera unidad la magnitud 3 x I_0 es inferior a este ajuste, la falta se clasificará como **Falta desconocida**. El ajuste es ***Valor mínimo de intensidad homopolar*** **(Min 3xI_0)**, y está referido a valores de primario.

Zona de indicación

Mediante el ajuste ***Zona de indicación*** se puede seleccionar si el localizador de faltas informa únicamente de aquellas faltas que se hayan producido dentro de la línea o si bien genera la información para cualquier falta que se detecte por parte del equipo. La limitación en cuanto a la disponibilidad de la información afecta tanto a la indicación en el HMI (display alfanumérico), como a los informes de faltas y al envío por comunicaciones.

Cuando el ajuste está configurado con ***Dentro línea***, se informa únicamente de las faltas que se localizan dentro de la longitud definida para la línea.

Cuando está ajustado como ***Dentro y fuera***, se da información de la localización de cualquier falta que el equipo detecte, sin considerar si está dentro o no de la longitud de la línea configurada.

Es importante tener en cuenta el ajuste de ***Informe de arranques*** (descrito en 8.14, Mando/Lógica).

Con el ajuste ***Dentro línea*** puede interesar o no considerar los arranques de las unidades, pero en cualquier caso se detectan todas las faltas que se produzcan.

Con el ajuste ***Dentro y fuera*** se hace necesario ajustar el ***Informe arranque*** en **SÍ** para poder detectar faltas que se produzcan fuera de la línea protegida y calcular su distancia, ya que en condiciones normales el relé no debiera llegar a dar disparo. Si el equipo no está configurado con las unidades direccionales en contradirección, para faltas que se produzcan “aguas arriba”, únicamente podrá arrancar, y nunca disparar, por lo que la única forma de detectarlas es a través del arranque de unidades. Si el equipo está correctamente ajustado, por coordinación de tiempos entre equipos, ante faltas que se produzcan más allá del 100% de la línea sólo podrá arrancar (el disparo lo debe realizar el relé de la línea contigua); en estas circunstancias, nuevamente el arranque de unidades es el único modo de detectarlas.

8.16.4.b Configuración del Localizador de Faltas

Como se ha indicado, el localizador de faltas dispone de un ajuste para el envío de la distancia a través de la comunicación remota (en el perfil de control):

Duración de la indicación: 1 - 120min

Si el ajuste de ***Indicación permanente*** está a **NO**, se tiene en cuenta el ajuste de ***Duración de la indicación*** para el envío de la distancia del localizador a través del perfil de comunicaciones. Una vez que se produce el informe de falta, la indicación de la distancia a través del perfil de control dura el tiempo ajustado. Si durante el tiempo ajustado para duración de la indicación se produce una nueva falta, la distancia que se envía por comunicaciones sigue siendo la de la primera falta. Una vez que transcurra el tiempo ajustado, se envía un valor inválido de la distancia y si ahora se produce una nueva falta se envía la distancia correspondiente a esta última falta. En cambio, en la indicación del **Último disparo** del display y en el **Informe de falta** se visualiza siempre el valor de la distancia del localizador correspondiente al último disparo producido.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si el ajuste de ***Indicación permanente*** está a **SÍ**, se envía siempre por comunicaciones la distancia de la última falta registrada. Si el relé no ha registrado nunca ninguna falta estará enviando valor inválido.

El localizador de faltas dispone de un ajuste para impedir el cálculo de la distancia a la falta en caso de faltas monofásicas en las cuales el valor de $3xI_0$ sea inferior a dicho ajuste dos ciclos y medio después del arranque. La falta será clasificada como **Falta desconocida**:

Valor mínimo de corriente homopolar:0 - 500A

Este ajuste está referido a valores de primario.

También se clasificarán como **Falta desconocida** aquellas faltas que duren menos de 2,5 ciclos.

Y, por último, hay que indicar que cualquier falta que se produzca durante los 15 ciclos posteriores al cierre del interruptor será también clasificada como **Falta desconocida**; esta lógica sólo tiene en cuenta el cambio de estado del interruptor, y tiene como objeto insensibilizar el comportamiento del localizador ante las corrientes de *inrush* de los transformadores que se energizan al cerrar el interruptor.

8.16.4.c Información de localización

- **Desde el display**

La indicación de la distancia a la falta puede ser ajustada para ofrecerse bien en unidades de longitud (kilómetros o millas) bien en tanto por ciento de la longitud de línea, y siempre va acompañada por el tipo de falta (AN, BN, CN, AB, BC, CA, ABN, BCN, CAN y TRIFÁSICA). La pantalla en reposo indicará esta distancia cuando se haya producido una falta.

Los mensajes que el localizador de faltas puede presentar en el display son función de los cálculos que realice, y las posibilidades son:

- Distancias negativas.
- Distancias positivas.
- Cuando el localizador no tenga información para calcular la distancia: se muestra en el display el mensaje **Falta desconocida**.
- Mientras se está calculando la Distancia: se muestra en el display el mensaje **Calculando distancia**.

- **Informe de falta**

La información de la distancia a la falta que se puede presentar en el informe es la misma que se muestra en el display, es decir, las unidades son las mismas que se hayan elegido para su presentación en él. Únicamente hay que añadir que cuando la falta sea desconocida, la distancia se rellenará con asteriscos y en el tipo de falta se indicará **Falta desconocida**.

- **Información vía comunicación remota**

El valor de la distancia a la falta que se envía por comunicaciones mediante el protocolo que está seleccionado es totalmente configurable, es decir, puede elegirse su **Fondo de escala** y el **Tipo de unidades** en que se envía.

A la hora de configurarlo en la lógica programable para que sea enviado, se puede elegir entre el **Valor porcentual**, el **Valor en kilómetros** o el **Valor en millas**; la selección es totalmente independiente de la magnitud que se esté empleando para su presentación en el display y en los informes de falta.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Mediante el ***ZIV e-NET tool***® se puede definir el fondo de escala que se desea emplear para transmitir esta magnitud en cuentas, que es la unidad que se emplea en todos los protocolos. Existen tres parámetros configurables que determinan el rango de distancia cubierto:

- **Offset**: es el valor mínimo de la magnitud para el cual se envían 0 cuentas.
- **Límite máximo**: es la longitud del rango de la magnitud sobre la cual se interpola para calcular el número de cuentas a enviar. Si el valor de offset es 0, coincide con el valor de la magnitud para el cual se envía el máximo de cuentas definido para cada protocolo (4095 cuentas para PROCOME y MODBUS y 32767 cuentas para DNP 3.0).
- **Dependen de los datos nominales**: este flag permite determinar si el límite ajustado es proporcional al valor nominal de la magnitud o no. El valor nominal de las nuevas magnitudes definidas por el usuario en la lógica programable es configurable, mientras que para el resto de las magnitudes existentes es un valor fijo.

La expresión que permite definir dicho fondo de escala es la siguiente:

Cuando el Flag nominal está activo,

$$MedidaComunicaciones = \frac{Medida - Offset}{Nominal} \times \frac{4095}{Limite}$$ para PROCOME y MODBUS

$$MedidaComunicaciones = \frac{Medida - Offset}{Nominal} \times \frac{32767}{Limite}$$ para DNP 3.0

Cuando el Flag nominal NO está activo,

$$MedidaComunicaciones = (Medida - Offset) \times \frac{4095}{Limite}$$ para PROCOME y MODBUS

$$MedidaComunicaciones = (Medida - Offset) \times \frac{32767}{Limite}$$ para DNP 3.0

Teniendo en cuenta este sistema de envío de magnitudes, si se desea enviar la distancia de tal modo que en el 0% se envíen 0 cuentas y en el 100% se envíe el máximo de cuentas del protocolo, los ajustes han de ser:

Se selecciona el **Valor porcentual** de la distancia.
Se realizan los siguientes ajustes:

Offset = 0
Límite Máximo= 100
Dependen de los datos nominales = NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si lo que se desea es crear un perfil como el mostrado en la figura, habrá de realizarse la siguiente configuración: se selecciona el **Valor porcentual** de la distancia y se realizan los siguientes ajustes:

Valor de Offset = -20
Límite = 120
Nominales = NO

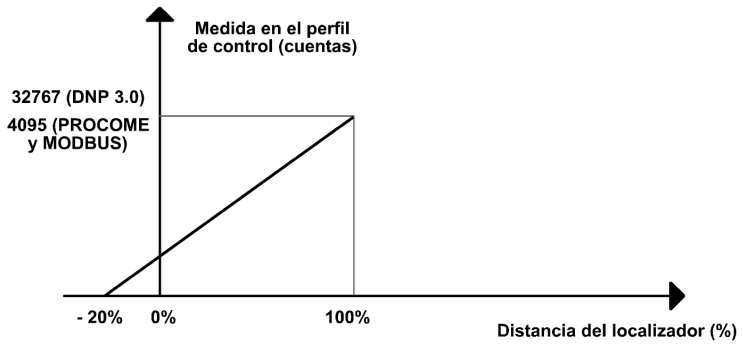


Figura 8.16.1 Escala de las medidas del localizador en el perfil de control.

Si adicionalmente interesa que entre -20% y 0% se envíen 0 cuentas, sólo hay que realizar una lógica en la lógica programable generando una magnitud de usuario que sea el **Valor porcentual de usuario**. Esta nueva magnitud será la que se envíe por comunicaciones, generándose del siguiente modo:

- Se configura un **Selector analógico**, que tenga por entradas el valor porcentual y un cero, y que tenga por salida el valor porcentual de usuario.
- Se configura un **Comparador** que active su salida de mayor que (>) cuando el valor porcentual sea mayor que 0, y posteriormente se niega dicha salida.
- se emplea dicha salida negada como **Señal de control** del selector analógico.

De este modo, por comunicaciones se recibe:

Distancia: -20% → 0 cuentas
Distancia: 100% → 32767 cuentas (DNP 3.0) o 4095 cuentas (PROCOME y MODBUS)

De esta forma, si la distancia que calcula el localizador es mayor del 100% o es menor o igual del 0%, la medida que se envía en el perfil de control es 0 cuentas.

Si lo que se desea es enviar la distancia en kilómetros o millas, enviando el mismo número de cuentas que kilómetros o millas se muestran en el display y el informe de faltas, habrá de realizarse la siguiente configuración:

Se selecciona el valor en **kilómetros** o **millas** de la distancia. Se realizan los siguientes ajustes:

Offset = 0
Límite Máximo= 4095 en PROCOME y MODBUS, y 32767 en DNP 3.0
Dependen de los datos nominales = NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Como ya se ha indicado anteriormente, existen dos ajustes del localizador en protección relacionados con la transmisión de la distancia al protocolo de control: ***Indicación permanente*** y ***Duración de la indicación***.

También existe una entrada al módulo de Localizador de Faltas que es **Reset de Distancia** a la falta, y cuya función es poner a cero el valor de la distancia a la falta y del tipo de falta que pueden enviarse por comunicaciones.

8.16.5 Localizador de faltas multi-extremo

Este localizador faltas trabajará con las tensiones e intensidades de secuencia directa de todos los extremos de la línea en el instante de falta (1,5 ciclos después del arranque). La distancia a la falta solamente se calcula cuando dispare alguna de las siguientes unidades:

- Cualquier unidad diferencial.
- Cualquier unidad de distancia.
- Cualquier unidad de sobreintensidad (incluye disparo por esquema de protección de sobreintensidad).
- Disparo programable.
- Disparo externo (entradas APE, APE_TR, APE_A, APE_B, APE_C).

El localizador de faltas multi-extremo determina que tramo está en fallo y lo indica en el informe de faltas.

- **Habilitación de compensación de intensidad capacitiva**

Cuando se habilite la compensación por intensidad capacitiva se añade la intensidad capacitiva previamente eliminada de las intensidades de secuencia directa. Para ello se emplearán las siguientes intensidades:

$I_{1n}' = I_{1n} + V_{1n} \cdot \frac{Y1}{m}$, donde n es el extremo de la línea (n=E1, E2 y E3) y m es el número de extremos que realizan compensación de intensidad capacitiva; Y1 es la admitancia de secuencia directa total de la línea (suma de las admitancias de secuencia directa de cada sección de línea).

- **Línea con una o múltiples secciones**

En este localizador, se puede configurar una serie de secciones de la línea que permiten dividir la línea en tramos (ideal para líneas mixtas con línea aérea y cable). Existen las siguientes configuraciones de secciones:

- Una sección y dos extremos. Es el ajuste por defecto y los valores de impedancia de secuencia directa y la admitancia de secuencia directa o susceptancia de esta sección, denominada Sección E1E2, son los ajustados del grupo impedancias de línea. El resto de las secciones deben estar desactivadas.
- Dos secciones y dos extremos. Compuesta por las secciones E1M1 y M1E2. El resto de las secciones deben estar desactivadas.
- Tres secciones y dos extremos. Compuesta por las secciones E1M1, M1M2 y M2E2. El resto de las secciones deben estar desactivadas.
- Tres secciones y tres extremos. Compuesta por las secciones E1M1, M1E3 y M1E2. El resto de las secciones deben estar desactivadas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En este caso se calcula la distancia a la falta suponiendo que la falta está en cada una de las secciones. Esta suposición se realizará de manera secuencial hasta encontrar el tramo en falta que será aquel que proporcione una distancia a la falta mayor que cero, pero menor que la longitud del tramo.

La distancia a la falta se calcula considerando intensidades y tensiones de secuencia directa en todos los extremos de la línea, tanto de falta como de falta pura (restada la componente de prefalta y congelada dos ciclos antes del inicio de falta). El cálculo se realizará con ambos tipos de magnitud. Se selecciona el método que menor dispersión genere en la distancia a la falta calculada con y sin error angular.

Si la falta se localiza fuera de la línea, el localizador de faltas multi-extremo no proporcionará ninguna medida de esta independientemente del valor del ajuste ***Zona de Indicación***.

8.16.6 Rangos de ajuste

Protección / Localizador de Faltas					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Longitud y unidades	Long. y unidades				
Long. Línea	Long.Línea	RFLO1.LinLen	0,1 - 1000	0,01	100
Unidad longitud	Unidad Longitud	RFLO1.LenUnit	Kilómetros Millas		Kilómetros
Unidad localizador	Unidad Localizador	RFLO1.FLoUnit	Unidad Longitud % Longitud		% Longitud
Acoplamiento Línea Paralela	Acop Linea Paralel				
Correcc Acopl Mutuo	Corr Acop Mutuo	RFLO1.MutCompEna	SÍ / NO		NO
Comp. no Homogeneidad	Comp. no Homog.	RFLO1.NHomComp	SÍ / NO		NO
Indicación	Indicación				
Indic Permanente	Indic Permanente	RFLO1.PermInd	SÍ / NO		NO
Duracion Indic	Duración Indic	RFLO1.IndTmm	1 - 120 min	1 min	5 min
Min 3 x I0	Mín 3 x I0	RFLO1.MinZerA	0 - 500 A	0,01 A	0 A
Zona de Indicacion	Zona de Indicación	RFLO1.IndZn	Dentro línea Dentro y Fuera		Dentro línea

Secciones de Línea					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Tramo E1E2	Seccion E1E2	RFLO1.E1E2Sect	SI / NO		SÍ
Tramo E1M1	Seccion E1M1	RFLO1.E1M1Sect	SI / NO		NO
Tramo M1E2	Seccion M1E2	RFLO1.M1E2Sect	SI / NO		NO
Tramo M1M2	Seccion M1M2	RFLO1.M1M2Sect	SI / NO		NO
Tramo M1E3	Seccion M1E3	RFLO1.M1E3Sect	SI / NO		NO
Tramo M2E2	Seccion M2E2	RFLO1.M2E2Sect	SI / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Impedancias de sección n (E1M1, M1E2, M1M2, M1E3, M2E2)					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Módulo impedancia de sec. directa	Mod Z Sec Directa	RFLO1.ExMxZ1Mod	0,001 - 10 ohm/L	0,001 ohm/L	0,5 ohm/L
Ángulo impedancia de sec. directa	Ang Z Sec Directa	RFLO1.ExMxZ1Ang	0 - 90º	0,1º	75º
Susceptancia de sec. directa	Mod B Sec Directa	RFLO1.ExMxB1Mod	0,1-1000 uS/L	0,001 ohm/L	0,5 ohm/L
Longitud	Long. Seccion	RFLO1.ExMxLen	0,01-1000 uds de longitud	0,01	50

8.16.7 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLRFLO		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Measured values		
FltZ	CMV	Fault Impedance
FltDiskm	MV	Fault distance in Km
Settings		
Z1Mod	ASG	Positive sequence line impedance value
Z1Ang	ASG	Positive sequence line impedance angle
Z0Mod	ASG	Zero sequence line impedance value
Z0Ang	ASG	Zero sequence line impedance angle
Extended Data		
FltDisPct	EXT_MV	Fault distance in %
FltDisMile	EXT_MV	Fault distance in miles
FltLoop	EXT_ENS	Type of fault
LinLen	EXT_ASG	Line length
LenUnit	EXT_ENG	Units of line lenght
FLoUnit	EXT_ENG	Unit of fault locator
PermInd	EXT_SPG	Permanent indication
IndTmm	EXT_ING	Time of indication
MinZerA	EXT_ASG	Minimum zero sequence current
IndZn	EXT_ENG	Indication zone

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.17 Ajustes Generales

8.17.1 Descripción 8.17-2
8.17.1.a Ajustes de descripción 8.17-2
8.17.1.b Equipo en servicio 8.17-2
8.17.1.c Modo operación 8.17-3
8.17.1.d Relaciones de transformación 8.17-4
8.17.1.e TT Capacitivo 8.17-4
8.17.1.f Secuencia de fases 8.17-4
8.17.1.g Tipo de IG 8.17-5
8.17.1.h Referencia de ángulos 8.17-5
8.17.1.i Inversión de polaridad 8.17-5
8.17.1.j PLL digital 8.17-5
8.17.1.k Comandos simultáneos 8.17-6
8.17.1.l Número de interruptores 8.17-6
8.17.1.m Arranque de sobreintensidad 8.17-6
8.17.2 Rangos de ajuste 8.17-7

8.17.1 Descripción

Dentro del grupo de **Ajustes generales** existen los siguientes ajustes:

Ajustes de descripción.
Equipo en servicio.
Modo Operación
Relaciones de transformación.
TT Capacitivo.
Secuencia de fases.
Tipo de IG.
Referencia de ángulo.
Inversión de polaridad
Habilitación PLL digital.
Comandos simultáneos.
Arranque de sobreintensidad

8.17.1.a Ajustes de descripción

El equipo cuenta con 6 ajustes para poder describir el equipo mediante un máximo de 64 caracteres por ajuste:

Nombre.
Interruptor.
División.
Zona.
Descripción1.
Descripción2.

8.17.1.b Equipo en servicio

La habilitación del equipo (**SÍ**), supone el normal desarrollo de todas las funciones integradas en el mismo (siempre en función de los ajustes configurados para estas funciones).

Cuando el equipo está inhabilitado (**NO**), su función se verá reducida, exclusivamente, a las operaciones de medida. Estas medidas serán visualizadas en display y a través de comunicaciones locales y remotas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.17.1.c Modo operación

La operación del relé puede ser configurado en cinco modos diferentes:

- **On**: equivalente a equipo en servicio. Supone el normal desarrollo de todas las funciones integradas en el mismo (siempre en función de los ajustes configurados para estas funciones).
- **Bloqueado**: las salidas del equipo a campo se inhabilitan, se ponen todas a OFF. En este modo, el relé puede operar normalmente sus unidades; sin embargo, las salidas a campo quedan bloqueadas.
- **Test**: el equipo acepta entradas de datos con calidad TEST (GOOSEs y comandos). Todos los datos IEC 61850 emitidos por el equipo llevarán la indicación de TEST en su calidad. Las salidas a campo operarán normalmente.
- **Test bloqueado**: el equipo acepta entradas de datos con calidad TEST (GOOSEs y comandos) y todos los datos IEC 61850 emitidos por el equipo llevarán la indicación TEST en su calidad. A diferencia del anterior, las salidas a campo quedarán bloqueadas.
- **Off**: equivalente a equipo fuera de servicio. Supone que las unidades no operarán y que las salidas a campo estarán a OFF. Las medidas y comunicaciones estarán activas, pero todos los datos IEC 61850 emitidos por el equipo llevarán la indicación INVALID en su calidad.

En la siguiente tabla se podrá ver el resumen de características de las funciones operativas de cada modo:

Función	ON	Bloqueado	Test	Test bloqueado	OFF
Operación	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO
Salida a proceso	SÍ	NO	SÍ	NO	NO
Calidad (q) datos emitidos	q.test = false	q.test = false	q.test = true	q.test = true	q.validity = true
Calidad (q) datos recibidos*	q.test = false	q.test = false	q.test = false q.test = true	q.test = false q.test = true	---
Comandos normales	SÍ	SÍ	NO	NO	NO
Comandos test	NO	NO	SÍ	SÍ	NO
Comunicaciones	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

*** Calidad necesaria de los datos para ser procesados.**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.17.1.d Relaciones de transformación

La relación de transformación va a definir el modo en el que van a ser visualizados los valores analógicos en el display de la protección. Si la relación de transformación se ajusta como 1, el display presentará valores secundarios. Si, por el contrario, se opta por la relación de transformación que corresponda según los transformadores de adaptación que tenga la entrada analógica, el display presentará valores primarios. Las relaciones de transformación que pueden ajustarse son:

- Intensidades de fase, neutro y neutro de línea paralela.
- De tensión de fases, de sincronismo y de tierra.

En cualquier caso, todos los ajustes de las unidades de protección de intensidad y de tensión están referidos a los valores secundarios. Los ajustes analógicos que se definan en la lógica programable podrán referirse tanto a valores secundarios como primarios. En el caso de modelos con capacidad de doble interruptor, y diferente relación de TI para cada grupo de TI, los valores secundarios de intensidad utilizados internamente para la protección se refieren a la relación de TI 1 y se muestran como intensidades compensadas.

8.17.1.e TT Capacitivo

El equipo incorpora para el localizador de faltas, un algoritmo de filtrado de transitorios en la onda de tensión que procedan de transformadores de tensión capacitivos. El fin es reducir el sobrealcance del localizador ante sistemas eléctricos que dispongan de los transformadores capacitivos. Dicho filtrado se puede habilitar o inhabilitar a través del ajuste general **TT Capacitivo**.

8.17.1.f Secuencia de fases

Es posible seleccionar la Secuencia de fases del sistema de potencia (ABC o ACB) para:

- Calcular adecuadamente las componentes de secuencia.
- Seleccionar en las unidades direccionales las magnitudes de polarización correctas.
- Seleccionar el ángulo entre las tensiones de lado A y lado B de la unidad de sincronismo.

El ajuste ***Secuencia de fases*** informa al relé de la rotación real del sistema y, manteniendo las mismas conexiones de las entradas analógicas de intensidad y tensión indicadas para las fases A, B y C en el esquema de conexiones externas, se obtiene el correcto funcionamiento de todas las funciones.

ATENCIÓN. Si se invierte la secuencia de fases en un DLF, debe realizarse la misma operación para el resto de los equipos DLF conectados entre sí para mantener la homogeneidad de medida en las funciones de protección diferencial de secuencia directa y secuencia inversa.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.17.1.g Tipo de IG

Cuando el ***Tipo de IG*** se define como **IG**, se puede indicar a la protección si se ha cableado un TI para medir la intensidad de puesta a tierra y, por lo tanto, dicha medida se puede utilizar para polarizar la unidad direccional de neutro (control de par **67N**) a través de la magnitud ***Ipol***.

En caso de ajustar el ***Tipo de IG*** como **IN**, la direccionalidad de las unidades de neutro (**67N**) dejará de estar influenciada por la magnitud ***Ipol***, dado que carecerá de sentido ya que la protección entiende que la intensidad cableada es la resultante a una suma externa de las intensidades de fase.

La direccionalidad de las unidades de tierra (**67G**), al carecer de sentido, no estará influenciada por este ajuste, ya que en este tipo de conexión la intensidad que fluye por el TI de tierra es unidireccional, por lo que no intervendrá en la polarización de las unidades direccionales como ***Ipol*** y no tiene efecto sobre el funcionamiento de las mismas.

En cualquier caso, las unidades de sobreintensidad de neutro y tierra están siempre operativas. Este ajuste influye en el funcionamiento de la unidad de Tierras Restringidas.

8.17.1.h Referencia de ángulos

La referencia de ángulos es ajustable: puede ser la medida realizada por el canal analógico de tensión de fase VA o la medida realizada por el canal analógico de intensidad de la fase A.

Así mismo, se pueden ajustar los valores mínimos de intensidad o tensión necesarios para llevar a cabo el cálculo de los ángulos.

Cuando no exista magnitud de referencia de ángulos, se mostrarán todos los ángulos en el relé con un valor invalido (***) y en la representación mostrada por el oscilo se visualizarán a 0˚.

8.17.1.i Inversión de polaridad

La finalidad de este ajuste es la de poder corregir un posible mal cableado en los canales analógicos del equipo, evitando así tener que hacerlo físicamente.

Si el ajuste de ***Invertir Polaridad*** está en **SÍ**, la polaridad del canal analógico correspondiente será la opuesta a la que se indica en el plano de conexiones externas del equipo.

8.17.1.j PLL digital

Los equipos incorporan un algoritmo que efectúa, automáticamente, una adaptación de la frecuencia de muestreo a la frecuencia de red, variando el tiempo entre muestras, con el fin de asegurar que la ventana de cálculo de la DFT abarque, exactamente, un ciclo de red. Si no se produjera dicha adaptación la citada ventana no abarcaría una onda periódica lo cual produciría errores de medida en la DFT. Dichos errores serán más elevados cuanto mayor sea la desviación entre el tiempo de la ventana y el período de la onda muestreada.

El algoritmo de adaptación de la frecuencia de muestreo se encuentra por defecto deshabilitado. Su habilitación, recomendable solamente en aquellos casos en los que se puedan producir fuertes variaciones de frecuencia, se puede efectuar por HMI o desde el programa de configuración.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.17.1.k Comandos simultáneos

El ajuste ***Comandos simultáneos*** permite fijar el comportamiento de aceptación de mandos. Cuando dicho ajuste toma la opción **NO**, el equipo permitirá la ejecución de un único mando a la vez, es decir, una vez se recibe un mando cualquier otro mando que llegue será rechazado hasta que se dé por concluido, de forma satisfactoria o no, el mando anterior que ya estaba en curso. Esto es, cuando hay un mando en curso no se admiten nuevos mandos.

Con el ajuste en **SÍ**, el equipo permite mandos concurrentes salvo que sean sobre el mismo elemento lógico en cuyo caso serían rechazados. Un mando se comenzará a ejecutar una vez que el anterior haya iniciado su acción, pudiéndose encolar o llevar a cabo hasta un máximo de 32 mandos concurrentes.

A la hora de ejecutar los mandos se verifican las condiciones de concurrencia 2 veces para dar mayor seguridad al cambio de condiciones desde que se recibió el mando hasta el momento en el que finalmente se va a ejecutar. Solo se considera que el mando ha progresado si no hay problemas de ejecución y el bloqueo solo se examina una vez ya que depende del estado y los estados se cambian en cada instante. De esta manera, el proceso de ejecución de un mando sería el siguiente:

1. Evaluación de las condiciones de concurrencia. Se sigue adelante, en cualquier caso.
2. Se examinan las condiciones de bloqueo, si hay bloqueo se devuelvo error.
3. Si las condiciones de concurrencia anteriores no se cumplieron, se devuelve error de concurrencia.
4. Se pasa a una zona no interrumpible en tiempo real.
5. Se reevalúan las condiciones de concurrencia, si no se cumplen se devuelve error.
6. Activación de mando en ejecución (lo que evitará que puedan entrar nuevos mandos).
7. Se vuelve a zona interrumpible.
8. Activación del pulso del mando si todo el proceso anterior ha sido satisfactorio.

8.17.1.l Número de interruptores

Este ajuste indica la configuración de posiciones en la que está trabajando el equipo:

I1. Interruptor simple o doble barra con doble interruptor.
I1+I2. Interruptor y medio o doble barra con interruptor simple.

8.17.1.m Arranque de sobreintensidad

El arranque de las unidades de sobreintensidad puede ajustarse desde el 100% hasta el 110% del ajuste de arranque específico.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.17.2 Rangos de ajuste

Generales					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Nombre		LPHD1.Name	Max cars=20		""
Interruptor		LPHD1.Breaker	Max cars=5		""
División		LPHD1.Division	Max cars=64		""
Zona		LPHD1.Zone	Max cars=64		""
Descripción1		LPHD1.Desc1	Max cars=64		""
Descripción2		LPHD1.Desc2	Max cars=64		""
Equipo en servicio		LPHD1.UnitInSvc	NO / SÍ		SÍ
Modo Operación	Modo Operación	LPHD1.UnitInSvc	On. Bloqueado. Test. Test bloqueado. Off.		On
Rel T.I. Fase 1	Rel T.I. Fase	PHSTCTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel T.I. Fase 2	Rel T.I. Fase 2	PHSTCTR2.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel T.I. Fase 3	Rel T.IN. Paralelo	PHSTCTR3.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel. T.I. Tierra	Rel T.I. Tierra	GNDTCTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel. TI.N Paralelo	Rel T.I. N.Sensib.	GNDSTCTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel. T.T. Fase	Rel T.T. Fase	PHSTVTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel. T.T. 1	Rel T.T. 1	V1TVTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel. T.T. 2	Rel T.T. 2	V2TVTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel. T.T. 3	Rel T.T. 3	V3TVTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
Rel. T.T. Tierra	Rel T.T.Tierra	GNDTVTR1.Rat	1 - 100000	0,01	1
TT Capacitivo	TT Capacitivo	GENTVTR1.CapVT	SÍ / NO		NO
Secuencia de fases	Secuencia de Fases	LPHD1.PhSeq	ABC / ACB		ABC
Tipo de IG	Tipo de IG	LPHD1.IGTyp	IN / IG		IG
Hab PLL Digital	Hab. PLL Digital	GENTVTR1.PLLEna	SÍ / NO		NO
Comandos Simultáneos	Comandos Simul.	LPHD1.LmtCmdEna	SÍ / NO		NO
Arranque Sobreintensidad			100 - 110	1	105
Número de interruptores		LPHD1.CBNum (ENG)	1I /1I+I2		I1
Referencia ángulos	Referencia ángulo				
Referencia de ángulos	Referencia angulo	LPHD1.AngRef	VA IA		VA
Valor Mínimo de Tensión	Tensión mínima	LPHD1.AngRefMinV	0,5-110 V	0,001 V	0,5 V
Valor Mínimo de Intensidad	Intensidad mínima	LPHD1.AngRefMinA	0,02-5 A	0,001 A	0,02 A

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Generales					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Inversión de la Polaridad	Invertir Polaridad				
Va	Va	PHSTVTR1.InvPolPhsA	SÍ / NO		NO
Vb	Vb	PHSTVTR1.InvPolPhsB	SÍ / NO		NO
Vc	Vc	PHSTVTR1.InvPolPhsC	SÍ / NO		NO
Vsync	Vsync	SYNCTVTR1.InvPol	SÍ / NO		NO
Vg	Vg	GNDTVTR1.InvPol	SÍ / NO		NO
Ia	Ia	PHSTCTR1.InvPolPhsA	SÍ / NO		NO
Ib	Ib	PHSTCTR1.InvPolPhsB	SÍ / NO		NO
Ic	Ic	PHSTCTR1.InvPolPhsC	SÍ / NO		NO
Ig par	Ig par	GNDTCTR2.InvPol	SÍ / NO		NO
Ig	Ig	GNDTCTR1.InvPol	SÍ / NO		NO

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.18 Ajustes de Configuración

8.18.1 Descripción 8.18-2
8.18.1.a Valores nominales 8.18-2
8.18.1.b Claves de acceso 8.18-3
8.18.1.c Comunicaciones 8.18-3
8.18.1.d Fecha y hora 8.18-3
8.18.1.e Ajuste de contraste 8.18-3
8.18.1.f Auto-apagado (Autodimming) del display 8.18-4
8.18.1.g Tiempo retorno 8.18-4
8.18.2 Rangos de ajuste 8.18-5

8.18.1 Descripción

Dentro del grupo de configuración existen los siguientes grupos de ajustes:

Valores nominales.
Claves de acceso.
Comunicaciones.
Permisos de maniobra (cuando hay mandos en la lógica de control configurados para llevarse a cabo desde HMI).
Fecha y hora.
Imagen.
Autodimming.

8.18.1.a Valores nominales

Mediante estos ajustes se seleccionan los valores nominales de funcionamiento, tanto para las intensidades como las tensiones. Los parámetros seleccionables son:

- **Nominal IABC:** Intensidad nominal de fase
- **Nominal IG:** Intensidad nominal de tierra.
- **Nominal IGPAR**: Intensidad nominal de tierra de la línea paralela.
- **Nominal VABC**: se ajusta el valor nominal de la tensión en valor fase-fase, siendo la referencia para todos aquellos ajustes que se expresen en veces o % la tensión nominal. Se aplica a las tensiones de fase.
- **Nominal Frec.**: permite elegir la frecuencia nominal de la red, independientemente de que luego el sistema de adaptación a la frecuencia sea capaz de ajustarse a los cambios que se produzcan en esta magnitud.
- **Nominal V1**: el ajuste de la tensión nominal es el valor de referencia para todos los ajustes expresados en tiempos o en *% de la tensión nominal*. Aplicado a la tensión de sincronismo 1*.
- **Nominal V2**: el ajuste de la tensión nominal es el valor de referencia para todos los ajustes expresados en tiempos o en *% de la tensión nominal*. Aplicado a la tensión de sincronismo 2*.
- **Nominal V3**: el ajuste de la tensión nominal es el valor de referencia para todos los ajustes expresados en tiempos o en *% de la tensión nominal*. Aplicado a la tensión de sincronismo 3*.

(*) Para modelos con capacidad de configuración de posición de doble interruptor o de interruptor y medio.

Tras modificar cualquiera de estos ajustes, solamente accesibles desde el display del HMI, el relé se reinicia de la misma forma que si lo apagáramos y volviéramos a darle alimentación; no se pierde ningún ajuste ni información.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.18.1.b Claves de acceso

La opción ***Claves de acceso*** posibilita efectuar un cambio de clave de acceso para las opciones de: configuración, maniobras y ajustes.

Si se elige la opción configuración se puede variar la clave de acceso para las opciones del grupo de configuración. Del mismo modo es posible configurar claves diferentes para las opciones de maniobras y modificación de ajustes.

Estos ajustes solo se encuentran disponibles por HMI y las claves son numéricos formadas por cuatro dígitos.

8.18.1.c Comunicaciones

Ver apartado 1.5.8, Comunicaciones.

8.18.1.d Fecha y hora

Desde el menú de configuración y seleccionando fecha y hora se accede a este ajuste que permite configurar la fecha y la hora del equipo.

- **Ajuste de Huso horario local**

El ajuste ***Huso horario local*** permite adelantar o atrasar la hora UTC según sea necesario.

- **Cambios de estaciones verano / invierno**

El equipo permite configurar las fechas en las que se va a producir el comienzo de las estaciones de verano e invierno. En el primer caso la consecuencia es el adelantamiento de una hora (**+1 Hora**) en el reloj del equipo. En el segundo caso, el comienzo del invierno implica un atraso una hora (**-1 Hora**).

Para configurar un inicio de estación se debe especificar:

- **Hora de inicio**: hora en la que se va a realizar el cambio de estación. Rango de 0 a 23 h.
- **Tipo de día de inicio**: especifica el tipo de día en el que se realiza el cambio de estación. Puede tomar los valores de **Primer domingo**, **Segundo domingo**, **Tercer domingo**, **Cuarto domingo**, **Último domingo de mes** y **Día específico**.
- **Día de inicio**: en el caso de seleccionar **Día específico**, indica en que día concreto del mes se realiza el cambio de estación.
- **Mes de inicio**: especifica el mes en el que se realiza el cambio de estación.

Estos ajustes son independientes para la estación de verano y de invierno.

Nota: en el caso de ajustar un Día de inicio superior al número de días de ese mes, se toma como fecha correcta para el inicio de estación el último día válido del mes.

Mediante el ajuste de ***Habilitación de cambio verano / invierno*** se puede activar o desactivar la función de cambio de estación.

8.18.1.e Ajuste de contraste

Mediante este ajuste se modifica el valor de contraste del display (valor alto = mayor contraste).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.18.1.f Auto-apagado (Autodimming) del display

La función de ***Auto-apagado*** fuerza el apagado de la iluminación del display alfanumérico tras un tiempo configurable durante el cual no haya sido pulsado ningún botón del frente del equipo. Las condiciones que producen el encendido de la iluminación del display son:

- Pulsación de cualquier tecla del frente.
- Disparo de la protección del equipo.
- Aparición de una alarma interna del equipo.

Partiendo de una situación con la iluminación del display apagada, la pulsación de una tecla cualquiera producirá su encendido inmediato, mostrando la pantalla de reposo. Si no vuelve a pulsarse ninguna tecla, permanecerá encendido el tiempo ajustado a tal efecto. Cada vez que se pulse una tecla antes de finalizar el tiempo ajustado, se reiniciará la cuenta atrás de dicha temporización.

Si el equipo se encuentra en una pantalla distinta a la de reposo no se iniciará la cuenta del tiempo de auto-apagado. Una vez transcurra el ***Tiempo retorno*** que devuelve a la pantalla a su estado de reposo, se pondrá en marcha esta función de auto-apagado del display.

El disparo de la protección o la aparición de una alarma interna del equipo producirá el encendido inmediato del display, mostrando la pantalla inicial donde se reflejarán los disparos o alarmas producidos. La pantalla del display permanecerá encendida hasta la reposición del disparo o alarma.

El display nunca se quedará apagado permanentemente por ajuste.

8.18.1.g Tiempo retorno

Si el equipo se encuentra en una pantalla distinta a la de reposo no volverá a ese estado hasta que no finalice el ***Tiempo retorno*** ajustado.

Si el ***Tiempo retorno*** es menor que tiempo de ***Autodimming***, se usa este último para tiempo de retorno.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.18.2 Rangos de ajuste

Programa de comunicaciones	HMI	IEC 61850	Rango	Paso	Defecto
Valores nominales					
Nominal IABC1	Nominal IABC	PHSTCTR1.ARtg	1 A / 5 A		5 A
Nominal IG	Nominal IG	GNDTCTR1.ARtg	1 A / 5 A		5 A
Nominal IGPAR	Nominal IGPAR	GNDTCTR2.ARtg	1 A / 5 A		5 A
Nominal VABC	Nominal VABC	PHSTVTR1.VRtg	50-230 V		110 V
Nominal Frec	Nominal Frec.	GENTVTR1.HzRtg	50Hz / 60Hz		50 Hz
Nominal V1*	Nominal V1	PV1TVTR1.VRtg	50 - 230 V		0,1
Nominal V2*	Nominal V2	PV2TVTR1.VRtg	50 - 230 V		0,1
Nominal V3*	Nominal V3	PV3TVTR1.VRtg	50 - 230 V		0,1
Auto-apagado (Autodimming) del display					
Permiso autodimming		LPHD1.AutoDimEna	NO / SÍ		NO
Tiempo Autodimming	Tiempo Autodimming	LPHD1.AutoDimTmm	1-100 min	1 min	2 min
Comunicaciones					
Ver apartado 1.5.8					
Claves de acceso					
La clave de acceso (acceso total) que se ha especificado de fábrica es 2140. Sin embargo, el usuario puede modificar la clave para acceder mediante el teclado a las siguientes opciones: **configuración**, **maniobras** y **ajustes**.					
Imagen					
No disponible	Imagen		-01 a +04		-01
T Retorno					
No disponible	T Retorno		1-100 min	1	2 min

(*) Para modelos con capacidad de configuración de posición de doble interruptor o de interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.19 Cambio de Tabla de Ajuste

8.19.1 Descripción 8.19-2
8.19.2 Entradas digitales para el cambio de Tabla de Ajuste 8.19-3
8.19.3 Salidas digitales y sucesos para el cambio de Tabla de Ajuste 8.19-4

8.19.1 Descripción

El conjunto de los ajustes de protección, lógica y reenganchador disponen de cuatro tablas alternativas (TABLA 1, TABLA 2, TABLA 3, TABLA 4, TABLA 5, TABLA 6, TABLA 7 y TABLA 8) que pueden activarse o desactivarse desde teclado, las puertas de comunicación, mediante el uso de entradas digitales o por señales generadas en la lógica programable.

Esta función permite modificar las tablas de ajustes activas y, por lo tanto, la respuesta de la protección. De esta forma se puede adecuar el comportamiento del equipo al cambio de las circunstancias externas.

Existen dos entradas lógicas que permiten bloquear los cambios de tabla activa desde el HMI así como por comunicaciones. Cuando las señales de entrada **Inhibición de Cambio de Tabla por Comunicaciones (INH_CGRP_COM)** e **Inhibición de Cambio de Tabla por MMI (INH_CGRP_MMI**) se encuentren activas, no podrá conmutarse de tablas ni por medio de mandos de comunicaciones ni por el HMI respectivamente.

En el caso de emplear las entradas digitales para el cambio de tabla, hay que tener presente que puede requerir que hasta cuatro entradas digitales hayan sido programadas para ello por medio de la función de entradas digitales programables:

- Orden de activación de Tabla 1 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 1 de Ajustes por ED, CMD_GRP1_DI**).
- Orden de activación de Tabla 2 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 2 de Ajustes por ED, CMD_GRP2_DI**).
- Orden de activación de Tabla 3 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 3 de Ajustes por ED, CMD_GRP3_DI**).
- Orden de activación de Tabla 4 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 4 de Ajustes por ED, CMD_GRP4_DI**).
- Orden de activación de Tabla 1 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 5 de Ajustes por ED, CMD_GRP5_DI**).
- Orden de activación de Tabla 2 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 6 de Ajustes por ED, CMD_GRP6_DI**).
- Orden de activación de Tabla 3 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 7 de Ajustes por ED, CMD_GRP7_DI**).
- Orden de activación de Tabla 4 de ajustes por ED (**Orden de Activación de Tabla 8 de Ajustes por ED, CMD_GRP8_DI**).

La activación de dichas entradas dará lugar a la activación de las TABLA 1, TABLA 2, TABLA 3, TABLA 4, TABLA 5, TABLA 6, TABLA 7 y TABLA 8 respectivamente.

Si estando activa una de las entradas se activase cualquiera de las otras tres o varias de ellas simultáneamente, no se producirá cambio alguno de tabla. Es decir, el cambio de tabla se producirá cuando se encuentre activa una sola de las entradas. Por el contrario, en el caso de desactivarse las cuatro entradas, el equipo permanecerá en la última tabla activada.

Nota: solamente se podrá cambiar de tabla, activando T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8, si el display se encuentra en la pantalla de reposo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.19.2 Entradas digitales para el cambio de Tabla de Ajuste

Tabla 8.19-1: Entradas digitales para el cambio de Tabla de Ajuste					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
INH_CGRP_COM	Tablas de ajustes	-	Inhibición de cambio de tabla por comunicaciones		Impide cualquier cambio de tabla activa mediante el procedimiento de PROCOME.
INH_CGRP_HMI		-	Inhibición de cambio de tabla por HMI		Impide cualquier cambio de tabla activa desde el menú HMI.
CMD_GRP1_COM	Órdenes	-	Orden de activación de tabla 1 de ajustes por comunicaciones		Son las diferentes entradas al módulo de órdenes cambiar la tabla activa.
CMD_GRP1_DI		-	Orden de activación de tabla 1 de ajustes por ED		
CMD_GRP1_HMI		-	Orden de activación de tabla 1 de ajustes por HMI		
CMD_GRP2_COM		-	Orden de activación de tabla 2 de ajustes por comunicaciones		
CMD_GRP2_DI		-	Orden de activación de tabla 2 de ajustes por ED		
CMD_GRP2_HMI		-	Orden de activación de tabla 2 de ajustes por HMI		
CMD_GRP3_COM		-	Orden de activación de tabla 3 de ajustes por comunicaciones		
CMD_GRP3_DI		-	Orden de activación de tabla 3 de ajustes por ED		
CMD_GRP3_HMI		-	Orden de activación de tabla 3 de ajustes por HMI		
CMD_GRP4_COM		-	Orden de activación de tabla 4 de ajustes por comunicaciones		
CMD_GRP4_DI		-	Orden de activación de tabla 4 de ajustes por ED		
CMD_GRP4_HMI		-	Orden de activación de tabla 4 de ajustes por HMI		
CMD_GRP5_COM		-	Orden de activación de tabla 5 de ajustes por comunicaciones		
CMD_GRP5_DI		-	Orden de activación de tabla 5 de ajustes por ED		
CMD_GRP5_HMI		-	Orden de activación de tabla 5 de ajustes por HMI		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8.19-1: Entradas digitales para el cambio de Tabla de Ajuste					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
CMD_GRP6_COM	Órdenes	-	Orden de activación de tabla 6 de ajustes por comunicaciones		Son las diferentes entradas al módulo de órdenes cambiar la tabla activa.
CMD_GRP6_DI		-	Orden de activación de tabla 6 de ajustes por ED		
CMD_GRP6_HMI		-	Orden de activación de tabla 6 de ajustes por HMI		
CMD_GRP7_COM		-	Orden de activación de tabla 7 de ajustes por comunicaciones		
CMD_GRP7_DI		-	Orden de activación de tabla 7 de ajustes por ED		
CMD_GRP7_HMI		-	Orden de activación de tabla 7 de ajustes por HMI		
CMD_GRP8_COM		-	Orden de activación de tabla 8 de ajustes por comunicaciones		
CMD_GRP8_DI		-	Orden de activación de tabla 8 de ajustes por ED		
CMD_GRP8_HMI		-	Orden de activación de tabla 8 de ajustes por HMI		

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.19.3 Salidas digitales y sucesos para el cambio de Tabla de Ajuste

Tabla 8.19-2: Salidas digitales y sucesos para el cambio de Tabla de Ajuste					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
T1_ACTIVATED	Tablas de ajustes	-	Tabla de ajustes 1 activada		Indicación de la tabla activa.
T2_ACTIVATED		-	Tabla de ajustes 2 activada		
T3_ACTIVATED		-	Tabla de ajustes 3 activada		
T4_ACTIVATED		-	Tabla de ajustes 4 activada		
T5_ACTIVATED		-	Tabla de ajustes 5 activada		
T6_ACTIVATED		-	Tabla de ajustes 6 activada		
T7_ACTIVATED		-	Tabla de ajustes 7 activada		
T8_ACTIVATED		-	Tabla de ajustes 8 activada		

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

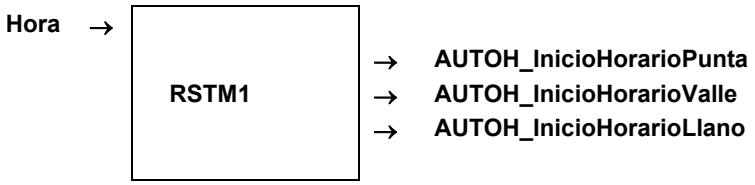
8.20 Calendario Zonas Horarias

8.20.1 Identificación 8.20-2
8.20.2 Bloque general de la unidad 8.20-2
8.20.3 Descripción 8.20-2
8.20.4 Rangos de ajuste 8.20-2
8.20.5 Salidas digitales del módulo de Calendario 8.20-3
8.20.6 Nodo lógico IEC 61850 ..... 8.20-3

8.20.1 Identificación

Descripción de la unidad de protección	Nodo IEC 61850	IEC 60617	ANSI/IEEE C37.2
Calendario Zonas Horarias	RSTM1		

8.20.2 Bloque general de la unidad



8.20.3 Descripción

El Calendario de zonas horarias permitirá realizar aplicaciones que dependan de franjas horarias definidas en los ajustes de protección del equipo. Se permitirá ajustar las horas que definan tres franjas horarias, esto es, horario pico, valle y llano, teniendo acceso en la parte de control a las señales de indicación de cada zona horaria, de tal manera que puedan ser utilizadas, por ejemplo, para realizar cambio de tablas de ajustes, bloqueo de unidades de protección o inicios de automatismos de control. Las zonas horarias definidas serán comunes a los 7 días de la semana, no pudiéndose diferenciar entre días laborables, sábados o festivos.

8.20.4 Rangos de ajuste

Calendario Zonas Horarias					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Permiso	Permiso	RSTM1.LNInSvc	NO / SÍ		NO
Inicio Horario Punta	Horario Punta	RSTM1.StrTmm1	00:00-24:00	00:01	00:00
Inicio Horario Valle	Horario Valle	RSTM1.StrTmm2	00:00-24:00	00:01	00:00
Inicio Horario Llano	Horario Llano	RSTM1.StrTmm3	00:00-24:00	00:01	00:00

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.20.5 Salidas digitales del módulo de Calendario

Tabla 8.20-1: Salidas digitales del módulo de Calendario					
Nombre	**Grupo**	**IEC 61850**	**Descripción**	**Vis.**	**Función**
AUTOH_InicioHorarioPunta	Automatismos	RSTM1.StrInd1	Horario punta		Indica que la hora actual se encuentra dentro de la zona horaria definida como punta.
AUTOH_InicioHorarioValle		RSTM1.StrInd2	Horario valle		Indica que la hora actual se encuentra dentro de la zona horaria definida como valle.
AUTOH_InicioHorarioLlano		RSTM1.StrInd3	Horario llano		Indica que la hora actual se encuentra dentro de la zona horaria definida como llano.

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

8.20.6 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLRSTM		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Status information		
StrInd1	SPS	Peak Time zone
StrInd2	SPS	Off-peak time zone
StrInd1	SPS	Plain time zone
Settings		
LnInSvc	SPG	In Service
StrTmm1	ING	Time zone definition for peak time
StrTmm2	ING	Time zone definition for off-peak time
StrTmm3	ING	Time zone definition for plain time

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.21 Lógica Programable

8.21.1	Descripción	8.21-2
8.21.2	Características funcionales	8.21-2
8.21.3	Mandos de control	8.21-4
8.21.3.a	Jerarquía de mandos u orígenes	8.21-4
8.21.3.b	Señales de éxito y fallo de orden	8.21-5
8.21.3.c	Ejecución de mandos simultáneos	8.21-5
8.21.3.d	Tratamiento de los mandos	8.21-5
8.21.3.e	Bloqueo de mandos en función de la jerarquía	8.21-6
8.21.4	Descripción de operaciones lógicas	8.21-7
8.21.4.a	Operaciones Booleanas (Booleans)	8.21-7
8.21.4.b	Operaciones de desplazamiento (Move Instructions)	8.21-8
8.21.4.c	Operaciones de activación pulso (Triggers)	8.21-10
8.21.4.d	Contadores (Counters)	8.21-13
8.21.4.e	Operaciones aritméticas (Arithmetic)	8.21-14
8.21.4.f	Operaciones especiales	8.21-17

8.21.1 Descripción

Dentro del conjunto de funciones con las que cuentan los equipos, existe una función totalmente configurable que es la Lógica Programable. Esta lógica puede ser interconectada digital y analógicamente de forma libre por el usuario por medio del programa ***ZIV e-NET tool***®.

Los sucesos, registros oscilográficos, entradas y salidas digitales, HMI y comunicaciones dispondrán de todas las señales generadas por el equipo en función de cómo haya sido configurada su lógica programable.

A partir de las señales y/o medidas generadas por cualquiera de las funciones implementadas en el equipo (Unidades de protección, Entradas digitales, Comunicaciones, Funciones de mando y Entradas analógicas), el usuario puede definir una lógica de operación utilizando las funciones primitivas del tipo puertas lógicas (AND, OR, XOR, NOT,...), biestables (FLIP-FLOP's memorizados y no memorizados), temporizadores, comparadores, constantes, magnitudes, etc.

Pueden definirse lógicas de disparo, lógicas de control, interbloqueos, automatismos, estados de Local y Remoto, y jerarquías de mando necesarios para la completa protección y operación de la posición.

También es posible elegir prioridades en la lógica programada. Existen tres ciclos de ejecución, de 2, 10 y 20 milisegundos, y se pueden asignar prioridades situando las lógicas en uno u otro ciclo. De este modo, se pueden realizar lógicas de control y utilizarlas como funciones de protección ya que se podrán ejecutar con una prioridad similar a las implementadas en el propio firmware del equipo. Para más información, consultar el manual de ***ZIV e-NET tool***®.

El procesado de las señales de entrada genera salidas lógicas que pueden ser direccionadas hacia las diferentes conexiones existentes entre el equipo y el exterior: contactos de salida, display, LEDs, comunicaciones, HMI...

El tamaño máximo que puede alcanzar la lógica programable es de 64KB, aproximadamente 1000 funciones primitivas.

8.21.2 Características funcionales

Los equipos tienen la posibilidad de realizar automatismos locales asociados a la posición, así como lógica asociada a enclavamientos internos y externos, tratamiento y generación de alarmas y procesamiento de señales, siendo todo ello programable.

La realización de enclavamientos hacia el exterior supone la posibilidad de ejecutar salidas activadas en permanencia, en función de la combinación del estado de diversas señales de entrada a través de puertas lógicas. Dichas salidas de enclavamiento se utilizan para interrumpir / continuar un circuito exterior de órdenes. Estos enclavamientos serán consecuencia de la capacidad de lógica apuntada en los apartados siguientes.

La realización de enclavamientos internos supone la posibilidad de obtener unas salidas lógicas de permiso / bloqueo de órdenes hacia el exterior en función de la combinación del estado de diversas señales de entrada a través de puertas lógicas. Dichas señales lógicas procesadas afectan al permiso / bloqueo de órdenes generadas tanto desde el módulo local de mando del equipo, como de las procedentes de la Unidad Central originadas en la pantalla de mando, automatismos centrales y / o telemando.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La realización del tratamiento y generación de alarmas supone la posibilidad de obtener alarmas lógicas generadas a partir de la combinación del estado de diversas señales de entrada a través de puertas lógicas, así como de "temporizadores" de presencia / ausencia de una determinada señal, ya sea esta física o lógica.

El procesamiento de señales analógicas, por su parte, supone la posibilidad de realizar comparaciones de entradas analógicas con consignas y generación de señales digitales ON / OFF como resultado de esta comparación, así como la posibilidad de realizar sumas y multiplicaciones de señales analógicas. Estas magnitudes analógicas pueden ser tratadas tanto en valores primarios como en valores secundarios.

Las configuraciones lógicas también son capaces de generar nuevas magnitudes “de usuario” en el equipo, así como contadores; magnitudes resultado de la ejecución de algoritmos de cálculo definidos libremente por el usuario. El valor de estas magnitudes “de usuario” así como de los contadores puede leerse tanto por comunicaciones como en el display y en el ***ZIV e-NET tool***®.

De igual forma, es posible definir nuevos ajustes de usuario en el equipo asociados a la lógica. Dichos ajustes podrán ser luego consultados desde el HMI o comunicaciones.

Se ofrece además la posibilidad de inhabilitar unidades de protección del equipo desde las configuraciones lógicas. La inhabilitación de operación de una unidad permite la sustitución de la misma por otra que opere bajo algoritmos definidos por el usuario.

Básicamente se toman señales de entrada de diversas fuentes, tanto externas al equipo (comunicaciones o HMI) como internas; procesa dichas señales según la configuración que haya sido cargada y los ajustes preestablecidos y, en función de todo ello, activa determinadas señales de salida que serán utilizadas para enviar mensajes informativos o medidas a la unidad central, órdenes a relés, LEDs y a unidades de protección o de lógica.

La **Lógica programable** y su **Configuración** son el motor de todo este sistema. Se puede decir que la lógica tiene un conjunto de *bloques* que engloban una serie de operaciones lógicas. Cada uno de estos bloques determina un *resultado* (estado de una o varias señales) en función del estado de las entradas que toma dicho bloque. La utilización de uno u otro bloque viene determinada por la configuración.

Si las señales de entrada requeridas son señales que llegan a través de comunicaciones, llegan de forma codificada según el protocolo de comunicaciones PROCOME, MODBUS, DNP 3.0 o IEC 61850, lo que obliga a asociar cada señal necesaria con su protocolo correspondiente. Este proceso se realiza en el **Etiquetado de entrada** y las asociaciones se realizarán de una forma u otra en función de la configuración. Lo mismo ocurre con las señales que se envían a través de las comunicaciones; el proceso de software se realiza en el **Etiquetado de salida** y estará también determinado por la configuración.

En el caso de nuevas magnitudes generadas por la lógica, dichas magnitudes pueden ser redireccionadas a los diferentes protocolos de comunicación del equipo, así como al HMI.

Mediante la lógica programable, es posible generar sucesos con cualquier señal digital disponible por el equipo para su recogida con el protocolo de comunicaciones PROCOME y el programa. No importa si dicha señal es una entrada digital, o una señal recibida por comunicaciones desde la unidad central o por el contrario es el resultado de unas operaciones internas incluidas en la propia lógica programada. Además, puede seleccionarse si el suceso se anota por flanco de subida de la señal elegida, por flanco de bajada o por ambos motivos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Una vez generado el suceso es posible recogerlo de igual manera que el resto de los sucesos generados por el equipo (como puede ser el caso de sucesos de disparos) mediante el programa de comunicaciones ***ZIV e-NET tool***®.

Con el fin de simplificar el trabajo de configuración de las Entradas Digitales, Salidas Digitales y LEDs, existe una opción exclusiva para realizar esta tarea. De esta manera no es necesario trabajar con lógicas complejas que dificultarían innecesariamente esta labor.

8.21.3 Mandos de control

El sistema se basará en emplear grupos de acciones **ON** / **OFF**. De esta manera, a la hora de configurar un mando mediante el programa de configuración, se definen grupo de acciones, denominadas también acciones lógicas (ON, OFF…) y luego, por cada grupo de acción, tantas acciones 'físicas' como el usuario desee, hasta un máximo de 256. En el resto de la configuración, cuando se quiere ejecutar una acción en realidad, se selecciona el grupo de acción (no la acción asociada a la señal que hace el pulso, sino la acción lógica).

Cada elemento de mando contará con un ajuste de tiempo de operación (*opertimeout*). No se puede asignar el mismo ajuste a varios mandos diferentes.

8.21.3.a Jerarquía de mandos u orígenes

En la configuración de protocolos, el usuario debe seleccionar el origen desde el que se ejecutará el grupo de acción. Por defecto dicho valor Station-Control (2) o consola.

De esta manera, el equipo será capaz de gestionar los orígenes y saber de dónde viene cada mando sin necesidad de configurarlo en la lógica.

Este nuevo mecanismo de configuración pretende usar una sola acción de ON (y otra de OFF) con todos los orígenes posibles. Sin embargo, para protocolos no IEC61850, no es posible distinguir desde qué origen se realizan los mandos, pues la señal que se acciona cuando se ejecuta la única acción de ON (y de OFF) que se pretende configurar es única. Por lo tanto, en caso necesario es obligatorio configurar tantas acciones de ON (y de OFF) como orígenes se desee distinguir, asignando diferentes señales a accionar. Se analizan casos particulares:

- Los orígenes 1 y 4 hechos desde la lógica con el opcode MANDO se pueden controlar por lógica.
- El origen 1 desde HMI se puede controlar por lógica mirando la simultaneidad de las señales ControlLocal = 1 y la Señal a Accionar.
- El origen 7 se puede controlar por lógica mirando la simultaneidad de las señales ControlMantenimiento = 1 y la Señal a Accionar.
- El origen 2 se puede controlar por lógica mirando la simultaneidad de las señales ControlCuadro = 1 y la Señal a Accionar.
- El origen 3 se puede controlar por lógica mirando la simultaneidad de las señales Telemando = 1 y la Señal a Accionar.
- Los orígenes 5 y 6 se pueden encuadrar en la misma que los orígenes 2 y 3, respectivamente, si no es necesario distinguirlos (el primero sería consola y el segundo telemando). Si hay que distinguir si es automatismo o no, entonces obligaría a definir acciones particulares para los orígenes 5 y 6 (este último, parece que no usado hasta el momento).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.21.3.b Señales de éxito y fallo de orden

En los mandos simples y dobles, es el relé quien asignará automáticamente valor a las señales de éxito y fallo que se configuren con ***ZIV e-NET tool***®. El equipo realizará la gestión en función de la señal de estado del mando y del grupo de acción (**ON** / **OFF**). Una vez que considere que el mando se ha ejecutado con **éxito** / **fallo**, generará un pulso en la correspondiente **Señal de éxito** / **Señal de fallo** asignada con el programa de configuración de duración suficiente para que todos los posibles clientes la detecten (lógica, LEDs, protocolos…). Dicha duración será de 22ms.

Dichas señales, asignadas como **Señal de éxito** / **Señal de fallo**, pasarán a marcarse como usadas y únicamente se podrán asignar como **Señal de éxito** / **Señal de fallo** en el mismo grupo de orden (**ON** / **OFF**), para la misma o distintas acciones. Se podrá usar la misma señal para éxito y fallo.

8.21.3.c Ejecución de mandos simultáneos

El equipo cuenta con un ajuste, ***Comandos simultáneos*** (Ajustes Generales), para permitir o no la ejecución de mandos simultáneos. El comportamiento del relé en función de dicho nuevo ajuste será el siguiente:

- **NO**: el equipo permitirá la ejecución de un único mando a la vez. Una vez que se haya recibido un mando, cualquier otro mando que llegue será rechazado hasta que se dé por concluido, de forma satisfactoria o no, el mando que ya estaba en curso. Esto es, cuando hay un mando en curso no se admiten nuevos mandos.
- **SÍ**: el equipo permite mandos concurrentes, salvo que sean sobre el mismo elemento lógico, en cuyo caso serían rechazados. Un mando se comenzará a ejecutar una vez que el anterior haya iniciado su acción, pudiéndose encolar o llevar a cabo hasta un máximo de 32 mandos concurrentes.

8.21.3.d Tratamiento de los mandos

A la hora de ejecutar los mandos se verifican las condiciones de concurrencia 2 veces. Se busca dar mayor seguridad al cambio de condiciones desde que se recibió el mando hasta el momento en el que finalmente se va a ejecutar. Solo se considera que el mando ha progresado si no hay problemas de ejecución. El bloqueo solo se examina una vez, ya que depende del estado y los estados se cambian en cada instante. De esta manera, el proceso de ejecución de un mando sería el siguiente:

1. Evaluación de las condiciones de concurrencia. Se sigue adelante en cualquier caso.
2. Se examinan las condiciones de bloqueo. Si hay bloqueo se devuelve error.
3. Si las condiciones de concurrencia anteriores no se cumplieron, se devuelve error de concurrencia.
4. Se pasa a una zona no interrumpible en tiempo real.
5. Se reevalúan las condiciones de concurrencia. Si no se cumplen, se devuelve error.
6. Activación de mando en ejecución (lo que evitará que puedan entrar nuevos mandos).
7. Se vuelve a zona interrumpible.
8. Activación del pulso del mando (si todo el proceso anterior ha sido satisfactorio).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

De esta manera siempre:

- Se evalúan dos veces las condiciones de concurrencia. Primero, antes del mando. Después, en zona ya no interrumpible, para verificar que no ha cambiado y que el mando se sigue pudiendo ejecutar.
- Se considera que el mando ha progresado solo si no hay problemas de ejecución.
- El bloqueo sólo se examina una vez, en concurrencia. La razón es que el bloqueo depende del estado, y los estados se cambian en cualquier instante. Si se evaluara al comienzo, al ejecutarse el mando posteriormente podrían existir ya un bloqueo.

En cualquier de los dos casos, hay disponible una nueva señal que indica en todo momento que existe un *Mando en ejecución*, ya sea un mando analógico o digital. Con el ajuste de ***Comandos simultáneos*** a **SÍ**, dicha señal se podría añadir por configuración como bloqueo de todos los mandos.

8.21.3.e Bloqueo de mandos en función de la jerarquía

Control-Local	Control-Mantenimiento	Control-Cuadro	Telemando	Bay-control (1)	Station-control (2)	Remote-control (3)	Automatic-bay (4)	Automatic-station (5)	Automatic-remote(6)	Maintenance (7)	Process (8)
0	0	0	0	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
0	0	0	1	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	PERMITIDO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	PERMITIDO
0	0	1	0	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	PERMITIDO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
0	0	1	1	BLOQUEADO	PERMITIDO	PERMITIDO	PERMITIDO	PERMITIDO	PERMITIDO	BLOQUEADO	PERMITIDO
0	1	0	0	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	PERMITIDO
0	1	0	1	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	PERMITIDO
0	1	1	0	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	PERMITIDO
0	1	1	1	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	PERMITIDO
1	0	0	0	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
1	0	0	1	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
1	0	1	0	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
1	0	1	1	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
1	1	0	0	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
1	1	0	1	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
1	1	1	0	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO
1	1	1	1	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	BLOQUEADO	PERMITIDO

Las señales **ControlCuadro** (es la que se mapeará por configuración al mando que finalmente se asocie el LLN0.LocSta en IEC 61850) y **Telemando** puedan valer ambas 0 o ambas 1.

ControLocal tiene prioridad absoluta, después **ControlMantenimiento** y, finalmente, las otras dos por igual (**ControlCuadro** y **Telemando**).

Esa tabla tiene dos excepciones a tratar cuando los mandos vienen por comunicaciones:

1) Cuando **ControlLocal** ("LLN0.Loc" en IEC 61850) esté a **TRUE**, se rechazarán todos los mandos realizados por comunicaciones, indicando en IEC *61850 AddCause=Blocked-by-switching-hierarchy*, vengan con el origen que vengan (incluido el origen 1).

2) El origen 4 (Automatic-Bay) jamás será admitido desde comunicaciones. Se rechazará siempre. Son mandos hechos siempre en lógica del relé, es decir, con origen siempre en el relé. Por lo tanto, no se permiten por comunicaciones.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.21.4 Descripción de operaciones lógicas

Para cada configuración sólo estarán disponibles aquellas funciones lógicas indicadas en el perfil del modelo que se está configurando. En esta sección se describirán las funciones lógicas definidas para los diferentes modelos de **ZIV**.

El valor de una señal o variable se puede asignar directamente a otra variable del mismo tipo conectando directamente las dos variables y sin necesidad de emplear un operador lógico intermedio. Se puede asignar el valor de una misma variable a varias variables.

8.21.4.a Operaciones Booleanas (Booleans)

AND: operación AND entre las entradas digitales.

Operandos	Desde 2 hasta un máximo de 16 entradas digitales.			
Resultados	1 salida digital.			
Tabla de verdad para dos entradas	In0	In1	Q	
	0	0	0	
	0	1	0	
	1	0	0	
	1	1	1	

OR: operación OR entre las entradas digitales.

Operandos	Desde 2 hasta un máximo de 16 entradas digitales.			
Resultados	1 salida digital.			
Tabla de verdad para dos entradas	In0	In1	Q	
	0	0	0	
	0	1	1	
	1	0	1	
	1	1	1	

XOR: operación OR-exclusiva entre dos entradas digitales.

Operandos	2 entradas digitales.			
Resultados	1 salida digital.			
Tabla de verdad para dos entradas	In0	In1	Q	
	0	0	0	
	0	1	1	
	1	0	1	
	1	1	0	

NOT: mueve a la salida digital el resultado de negar la entrada digital.

Operandos	1 entrada digital.		
Resultados	1 salida digital.		
Tabla de verdad para dos entradas	In	Q	
	0	1	
	1	0	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.21.4.b Operaciones de desplazamiento (Move Instructions)

BCD_TO_DINT: BCD to integer (BCD a entero).

Este opcode establece el valor de una salida analógica entera a partir de una serie de entradas digitales.

Operandos	Hasta 16 entradas digitales (I0..I15).
Resultados	1 salida analógica de tipo entero resultado de la operación: Q=(I0+(I1<<1)+(I2<<2)+(I2<<3))+ (I3+(I4<<1)+(I5<<2)+(I6<<3))*10+...

BCD_TO_REAL: BCD to real (BCD a flotante/real).

Este opcode establece el valor de una salida analógica de tipo flotante a partir de una serie de entradas digitales.

Operandos	Hasta 16 entradas digitales (I0..I15).
Resultados	1 salida analógica de tipo flotante resultado de la operación: Q=(I0+(I1<<1)+(I2<<2)+(I2<<3))+ (I3+(I4<<1)+(I5<<2)+(I6<<3))*10+...

BIN_TO_DINT: Binary to integer (Binario a entero).

Este opcode establece el valor de una salida analógica entera a partir de una serie de entradas digitales.

Operandos	Hasta 16 entradas digitales (I0..I15).
Resultados	1 salida analógica de tipo entero resultado de la operación: Q=I0+(I1<<1)+(I2<<2)+...(IN<<N+1)

BIN_TO_REAL: Binary to real (Binario a flotante/real).

Este opcode establece el valor de una salida analógica de tipo flotante a partir de una serie de entradas digitales.

Operandos	Hasta 16 entradas digitales (I0..I15).
Resultados	1 salida analógica de tipo flotante resultado de la operación: Q=I0+(I1<<1)+(I2<<2)+...(IN<<N+1)

BOOL_TO_DINT: Boolean to integer (Boleano a entero).

Este opcode convierte un valor booleano en un entero (con valor 0 o 1).

Operandos	1 entrada booleana.
Resultados	1 salida analógica de tipo entero.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

BOOL_TO_REAL: Boolean to real (Boleano a real/flotante).

Este opcode convierte un valor booleano en un número real (con valor 0 o 1).

Operandos	1 entrada booleana.
Resultados	1 salida analógica de tipo real.

DINT_TO_BCD: Integer to BCD (Entero a BCD).

Este opcode, a partir de una entrada analógica de tipo entero, establece el valor de una serie de salidas digitales que representan el valor entero de la magnitud en formato BCD.

Operandos	Una entrada analógica tipo entero.
Resultados	Desde 1 hasta 16 salidas digitales (Q0, Q1,...,Q15).

DINT_TO_Bin: Integer to binary (Entero a Binario).

Este opcode, a partir de una entrada analógica de tipo entero, establece el valor de una serie de salidas digitales que representan el valor entero de la magnitud en formato Binario.

Operandos	Una entrada analógica tipo entero.
Resultados	Desde 1 hasta 16 salidas digitales (Q0, Q1,...,Q15).

MUX: multiplexor.

En base a un selector, establece el valor de la salida con el valor de una de las dos entradas. Los tipos de las entradas (no selector) y el de la salida deben coincidir.

Operandos	1 entrada digital que actúa como selector (SEL). 2 entradas (I0, I1).		
Resultados	Q = 1 salida		
Tabla de verdad para dos entradas	***Sel***	Q	
	0	***E0***	
	1	***E1***	

REAL_TO_BCD: Real to BCD (Real/flotante a BCD)

Este opcode, a partir de una entrada analógica de tipo real, establece el valor de una serie de salidas digitales que representan el valor entero de la magnitud en formato BCD.

Operandos	Una entrada analógica tipo entero.
Resultados	Desde 1 hasta 16 salidas digitales (Q0, Q1,...,Q15).

REAL_TO_Bin: Binary to real (Binario a flotante/real).

Este opcode, a partir de una entrada analógica, establece el valor de una serie de salidas digitales que representan el valor entero de la entrada.

Operandos	Una entrada analógica tipo real.
Resultados	Desde 1 hasta 16 salidas digitales (Q0, Q1,...,Q15).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

VALID:

La salida digital del opcode se establece a 1 cuando la entrada analógica tiene un valor válido. La salida se establece a 0 en caso contrario.

Operandos	IN = 1 magnitud, ajuste analógico o constante.
Resultados	Q = 1 Salida digital (1 si entrada tiene un valor válido, 0, en caso contrario).

8.21.4.c Operaciones de activación pulso (Triggers)

FFD: biestable tipo D.

Cada vez que se produce un flanco ascendente en la entrada digital marcada como reloj, el biestable toma el valor de la entrada.

Operandos	1 entrada digital de reloj. Entrada digital.				
Resultados	1 salida digital.				
Tabla de verdad		**E**	**CLK**	Q	
		0	↑	0	
		1	↑	1	

FFDmem:

Los mismos parámetros y funcionamiento que la operación lógica FFD. La única diferencia reside en que, en este caso, se memoriza el valor.

FFRS: biestable tipo RS.

Mientras se encuentra activa la entrada digital ***S***, el biestable toma el valor de la entrada. Cuando se activa la entrada ***R***, el biestable toma valor 0.

Operandos	1 entrada digital R. 1 entrada digital S.				
Resultados	1 salida digital.				
Tabla de verdad		**R**	**S**	Qt+ Δt	
		0	0	Qt	
		0	1	1	
		1	0	0	
		1	1	1	

FFRSmem:

Los mismos parámetros y funcionamiento que la operación lógica FFRS. La única diferencia reside en que, en este caso, se memoriza el valor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

PLSTRAIN : Pulse train (Tren de pulsos).

Este opcode es un bloque lógico que produce un tren de pulsos mientras la entrada digital se encuentra activa

Operandos	1 entrada digital de activación de tren de pulsos. 1 entrada analógica que indica el tiempo de pulso activo en segundos (TM1). 1 entrada analógica que indica el tiempo de pulso inactivo en segundos (TM0).
Resultados	1 salida digital.

PLSTRAINmem: pulse train memorized (Tren de pulsos memorizado).

Los mismos parámetros y funcionamiento que la operación lógica PLSTRAIN. La única diferencia reside en que, en este caso, se memoriza el valor.

PULSE:

cuando la entrada digital pasa de 0 a 1 se activa la salida durante el tiempo especificado como parámetro.

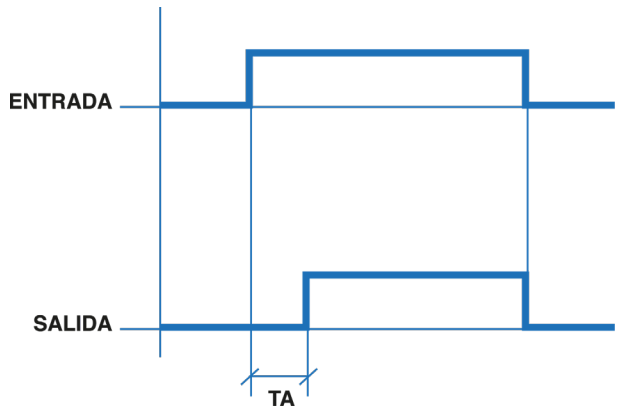
Operandos	1 entrada digital. 1 ajuste analógico o constante de tiempo de pulso en segundos (TM).
Resultados	1 salida digital.
Límites	El tiempo máximo debe ajustarse entre 0.0 y 2147483.648 segundos (24 días).

PULSEmem:

Los mismos parámetros y funcionamiento que la operación lógica PULSE. La única diferencia reside en que, en este caso, se memoriza el valor.

TMA: temporizador (A- Timer).

Pasado el tiempo ajustado desde que la entrada digital pasó de 0 a 1, pone la salida a uno mientras la entrada no se reponga.

Operandos	1 entrada digital. 1 ajuste o constante de tiempo de retraso en segundos.
Resultados	1 salida digital.
Diagrama de funcionamiento	
Límites	El tiempo máximo debe ajustarse entre 0.0 y 2147483.648 segundos (24 días).

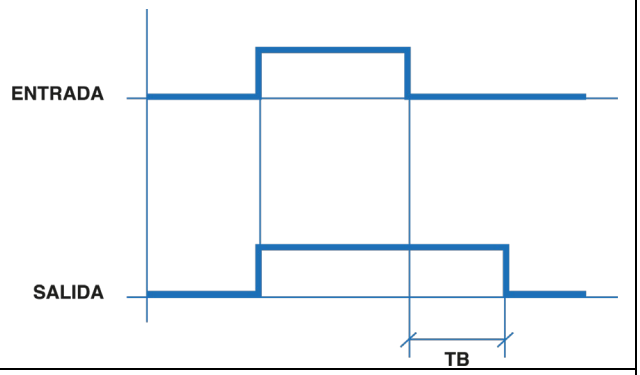
© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

TMAmem:

Los mismos parámetros y funcionamiento que la operación lógica TMA. La única diferencia reside en que, en este caso, se memoriza el valor.

TMB: temporizador (B- Timer).

Pasado el tiempo ajustado desde que la entrada digital pasó de 1 a 0, pone la salida a cero mientras la entrada no se reponga.

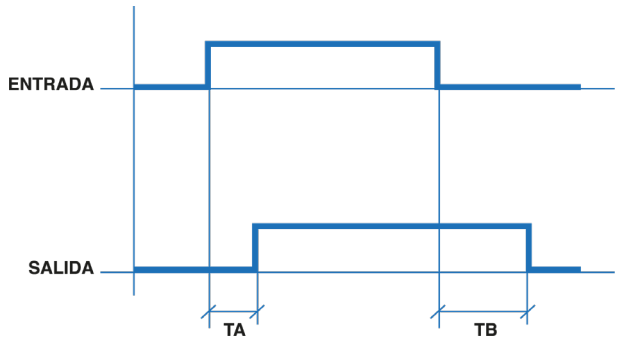
Operandos	1 entrada digital. 1 ajuste o constante de tiempo de elongación en segundos.
Resultados	1 salida digital.
Diagrama de funcionamiento	
Límites	El tiempo máximo debe ajustarse entre 0.0 y 2147483.648 segundos (24 días).

TMBmem:

Los mismos parámetros y funcionamiento que la operación lógica TMB. La única diferencia reside en que, en este caso, se memoriza el valor.

TEMPOR:

Temporizador que permite configurar tanto el inicio de activación de la salida como el tiempo de desactivación.

Operandos	IN: 1 entrada digital. TA: 1 ajuste o constante de tiempo de elongación en segundos. TB: 1 ajuste o constante de tiempo de reposición en segundos.
Resultados	Q: 1 salida digital.
Diagrama de funcionamiento	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

R_TRIG: Rising edge (Flanco Ascendente).

Este opcode activa la salida digital cuando se detecta un cambio de 0 a 1 en la entrada digital.

Operandos	1 entrada digital
Resultados	1 salida digital.

8.21.4.d Contadores (Counters)

COUNT_I: Contador (entero).

Este opcode gestiona un contador que se incrementa con cada flanco ascendente de la entrada digital señalada como reloj. Cuando la entrada de reset se activa, el contador se repone a 0. La salida es una señal analógica de tipo entero.

Operandos	1 entrada digital de reset (RST). 1 entrada digital de reloj (CLK).
Resultados	1 salida analógica de tipo entero.
Límites	El contador tiene un valor de saturación de 65535. Incrementos posteriores no modifican el valor de salida del contador.

COUNTmem_I: Contador (entero - memorizado).

Este opcode gestiona un contador que se incrementa con cada flanco ascendente de la entrada digital señalada como reloj. Cuando la entrada de reset se activa, el contador se repone a 0. La diferencia con el opcode COUNT_I reside en que en este caso la salida queda memorizada.

COUNT_R: Contador (real).

Este opcode gestiona un contador que se incrementa con cada flanco ascendente de la entrada digital señalada como reloj. Cuando la entrada de reset se activa, el contador se repone a 0. La salida es una señal analógica de tipo flotante (= real).

Operandos	1 entrada digital de reset (RST). 1 entrada digital de reloj (CLK).
Resultados	1 Salida analógica de tipo flotante (real).
Límites	El contador tiene un valor de saturación de 65535. Incrementos posteriores no modifican el valor de salida del contador.

COUNTmem_R: Contador (real - memorizado).

Este opcode gestiona un contador que se incrementa con cada flanco ascendente de la entrada digital señalada como reloj. Cuando la entrada de reset se activa, el contador se repone a 0. La diferencia con el opcode COUNT_R reside en que en este caso la salida queda memorizada. Como en el caso anterior, la salida analógica es de tipo flotante (= real).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.21.4.e Operaciones aritméticas (Arithmetic)

+ : Addition (Sumador).

Este opcode establece el valor de la salida analógica con el resultado de la suma de las entradas analógicas.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida analógica.

- : Substraction (Restador).

Este opcode establece el valor de la salida analógica con el resultado de la resta de las entradas analógicas.

Operandos	2 Entradas analógicas (minuendo IN1 y sustraendo IN2).
Resultados	1 Salida analógica.

* : Multiply (Multiplicador).

Este opcode establece el valor de la salida analógica con el resultado del producto de las entradas analógicas.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida analógica.

/ : Divide (Divisor).

Este opcode establece el valor de la salida analógica con el resultado de la división de las entradas analógicas.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida analógica.

- **Operaciones de comparación**

< : Less Than (Menor que).

Este opcode compara dos entradas analógicas IN1 e IN2, estableciendo el valor de la salida digital en base al resultado de la comparación. Si IN1 es menor a IN2 la salida digital se activa. En caso contrario la salida se pone a 0.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida digital.

<= : Less or Equal (Menor o igual que).

Este opcode compara dos entradas analógicas IN1 e IN2, estableciendo el valor de la salida digital en base al resultado de la comparación. Si IN1 es menor a IN2, o IN1 es igual a IN2 la salida digital se activa. En caso contrario la salida se pone a 0.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida digital.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

<> : Is not equal (Distinto de).

Este opcode compara dos entradas analógicas IN1 e IN2, estableciendo el valor de la salida digital en base al resultado de la comparación. Si IN1 es diferente a IN2 la salida digital se activa. En caso contrario la salida se pone a 0.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida digital.

= : Is Equal (Igual que).

Este opcode compara dos entradas analógicas IN1 e IN2, estableciendo el valor de la salida digital en base al resultado de la comparación. Si IN1 es igual a IN2 la salida digital se activa. En caso contrario la salida se pone a 0.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida digital.

> : Greater than (Mayor que).

Este opcode compara dos entradas analógicas IN1 e IN2, estableciendo el valor de la salida digital en base al resultado de la comparación. Si IN1 es mayor que IN2 la salida digital se activa. En caso contrario la salida se pone a 0.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida digital.

>= : Greater or equal (Mayor o igual que).

Este opcode compara dos entradas analógicas IN1 e IN2, estableciendo el valor de la salida digital en base al resultado de la comparación. Si IN1 es igual o mayor a IN2 la salida digital se activa. En caso contrario la salida se pone a 0.

Operandos	2 entradas analógicas.
Resultados	1 salida digital.

CMPCONT: Comparador de Contador.

Compara el valor de la entrada contador CON con el valor definido en la entrada Vc. Si la comparación es mayor o igual se activará la salida. En caso contrario se desactivará la salida.

Operandos	1 entrada de contador tipo DINT (CON). 1 entrada Vc.
Resultados	1 salida digital Q.
Lógica de funcionamiento	Si CON >= Vc se activa Q. Si CON < Vc se desactiva Q.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

DNIVEL: Evaluador de rango.

Funciona de la siguiente manera: toma el valor de la medida en campo (representada en la entrada MEA), y se compara con las entradas Vc (igual), Vmin (menor) y Vmax (mayor), de forma que:

Si [MEA] >= Vmax => se activa la señal de salida GT.
Si [MEA] = Vc => se activa la señal de salida EQ.
Si [MEA] <= Vmin => se activa la señal de salida LT.

Operandos	1 entrada tipo medida (REAL) (MEA). 1 entrada REAL Vmax. 1 entrada REAL Vc. 1 entrada REAL Vmin.
Resultados	1 salida digital GT. 1 salida digital EQ. 1 salida digital LT.
Lógica de funcionamiento	Si [MEA] >= Vmax => se activa la señal de salida GT. Si [MEA] = Vc => se activa la señal de salida EQ. Si [MEA] <= Vmin => se activa la señal de salida LT.

LVCOMP: Level comparator (Comparador de nivel).

Este opcode compara la entrada analógica con respecto a un valor mínimo y máximo de referencia, estableciendo la salida digital en base al mismo. De este modo:

La salida se pone a 1 si la entrada es mayor al valor máximo de referencia.
La salida se pone a 0 si la entrada es menor al valor mínimo de referencia.
En caso contrario la salida permanece con el mismo valor.

Operandos	1 entradas analógica IN. Una entrada analógica como valor mínimo de referencia (Min). Una entrada analógica como valor máximo de referencia (Max).
Resultados	1 salida digital.

LVCOMPmem: Comparador de nivel (memorizado).

El mismo comportamiento que el LVCOMP, con la única diferencia que, en este caso, la salida queda memorizada.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.21.4.f Operaciones especiales

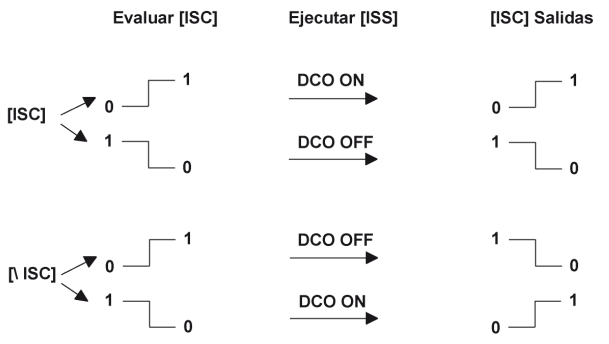
DEACT:

Esta función activa la salida digital si (y solo si) hay una única entrada activa. En caso contrario, la salida se desactiva.

Operandos	Hasta 16 posibles entradas digitales (IN0..IN15).				
Resultados	1 salida digital.				
Tabla de la verdad (caso particular de 3 entradas)	**IN0**	**IN1**	**IN2**	Q	
	0	0	0	0	
	0	0	1	1	
	0	1	0	1	
	0	1	1	0	
	1	0	0	1	
	1	0	1	0	
	1	1	0	0	
	1	1	1	0	

ESC:

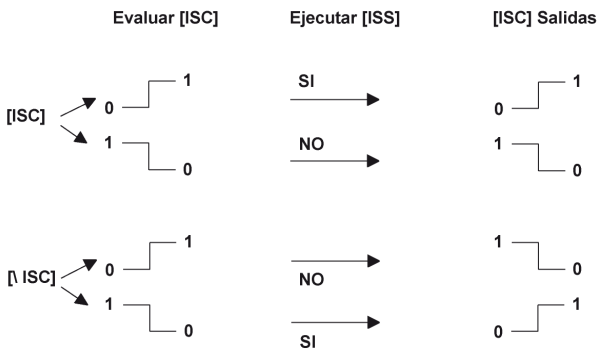
Esta función lógica ejecuta la escritura de salidas [ISS] con el DCO_ON se la señal ISC está activa y ejecuta la escritura de salidas ISS con el DCO_OFF si la señal de entrada de la ISC está inactiva. Además, se asigna a las salidas el valor que tenga la ISC de entrada.

Operandos	1 entrada digital ISC de activación/desactivación de la escritura de salida ISS. 1 entrada digital que representa la ISS o escritura de salida sobre la que se ejecuta el mando. 1 ajuste o constante entera que marca el valor del DCO_ON con el que ejecutar el mando, si la ISC de entrada está activa. 1 ajuste o constante entera que marca el valor del DCO_OFF con el que ejecutar el mando, si la ISC de entrada está inactiva.
Resultados	Hasta 32 posibles salidas digitales. Cuando se ejecuta el mando, estas salidas toman el valor de la ISC de entrada.
Diagrama de funcionamiento	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

MANDO:

Esta función lógica (FB) ejecuta el mando de la entrada ISE con el DCO indicado, y asigna a las salidas el valor que tenga la ISC de entrada, cada vez que la entrada ISC se activa (es decir, pasa de 0 a 1) o se desactiva en el caso de que la entrada esté negada. Para la entrada ISE, sólo se admiten mandos (o señales ISEs) de la base de datos de la unidad central que no pertenezcan al equipo lógico “LOGICA”, debido a que carece de sentido que un equipo efectúe una orden sobre sí mismo.

Operandos	1 entrada digital ISC de activación del mando 1 entrada digital que representa la ISE o señal sobre la que se ejecuta el mando. 1 ajuste o constante entera que marca el DCO con el que ejecutar el mando.
Resultados	Hasta 32 posibles salidas digitales. Cuando se ejecuta el mando, estas salidas toman el valor de la ISC de entrada.
Diagrama de funcionamiento	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Operaciones sobre elementos de mando**

Cmd:

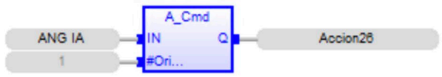
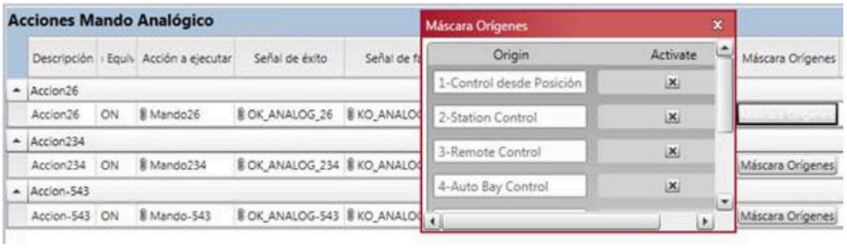
Esta función intenta ejecutar una acción de mando cuando la entrada se activa.

Operandos	Dos entradas: Entrada digital para la activación del mando. Entero que identifica el origen a asociar al mando (el identificador numérico se corresponde con el identificador empleado en la norma 61850). A la salida del editor, la aplicación rechazará cualquier valor no contemplado entre los posibles orígenes soportados por el equipo.
Resultados	1 salida grupo de acción digital (activación del grupo de acción del mando).
Lógica de funcionamiento	Si se produce una activación por flanco ascendente de la señal digital de la entrada IN se intenta ejecutar el grupo de acción de mando indicado en la salida Q. Esto resulta en que en función del origen indicado en la entrada #Origin y si el elemento de mando no está bloqueado para esa acción ni se encuentra en el estado ya deseado, se generará un pulso sobre la señal a ejecutar asociada a la acción activa para ese origen de entre las acciones del grupo de acción del mando. Ejemplo: Cuando la señal “Activación CMD Doble ON” se active (pase de 0 a 1) se ejecutará el grupo de acción “CMD_DOBLE-ON” con origen = 1. Esto hace que se busquen entre todas las acciones del grupo de acción “CMD_DOBLE-ON” aquella que tenga activado el origen “1” (Control desde posición) en la máscara de orígenes. Se intentará generar un pulso sobre la “señal a Activar” configurada para la acción, en el ejemplo, se generará el pulso sobre la señal “Mando ON Doble”. Si no hubiera ninguna acción con el origen 1 activo en la máscara de orígenes, no se generaría ningún pulso y por tanto no se realizaría ninguna acción. Si hubiera varias acciones con dicho origen activo, se ejecutaría la primera de ellas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A-Cmd:

esta función intenta ejecutar una acción de mando analógico cuando cambia el valor de la entrada analógica.

Operandos	Dos entradas: Entrada analógica para la activación del mando. Entero que identifica el origen a asociar al mando (el identificador numérico se corresponde con el identificador empleado en la norma 61850). A la salida del editor, la aplicación rechazará cualquier valor no contemplado entre los posibles orígenes soportados por el equipo.
Resultados	1 salida grupo de acción analógica (activación del grupo de acción del mando).
Lógica de funcionamiento	Si se produce un cambio en el valor de la señal analógica de entrada In, se intenta ejecutar el grupo de acción de mando indicado en la salida Q. Esto resulta en que en función del origen indicado en la entrada #Origin, si el elemento de mando no está bloqueado para esa acción ni el elemento de mando se encuentra en el estado ya deseado, se pasará el valor de la señal analógica de la entrada a la "Acción a ejecutar" asociada a la acción activa para ese origen de entre las acciones del grupo de acción del mando. Ejemplo:   Cuando la magnitud "Ang IA" cambie de valor se ejecutará el grupo de acción "Accion26" con origen = 1. Esto hace que se busquen entre todas las acciones del grupo de acción "Accion26" aquella que tenga activado el origen "1" (Control desde posición) en la máscara de orígenes. Se intentará copiar el valor de la entrada "Ang IA" a la señal "Acción a ejecutar" configurada para la acción, en el ejemplo, se generará copiará el valor de "ANG IA" sobre "Mando26". Si no hubiera ninguna acción con el origen 1 activo en la máscara de orígenes, no se realizaría ninguna acción. Si hubiera varias acciones con dicho origen activo, se ejecutaría la primera de ellas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Capítulo 9.

Registros

9.1 Registro Oscilográfico

9.1.1 Principios de operación 9.1-2
9.1.2 Función de captura 9.1-2
9.1.3 Datos almacenados 9.1-2
9.1.4 Número de canales y señales digitales 9.1-2
9.1.5 Función de arranque 9.1-3
9.1.6 Función de borrado de oscilos 9.1-3
9.1.7 Disparo requerido 9.1-3
9.1.8 Encadenamiento modo continuo 9.1-4
9.1.9 Tiempo de inicio (prearranque) 9.1-4
9.1.10 Longitud del oscilo 9.1-4
9.1.11 Intervalo entre arranques 9.1-4
9.1.12 Rangos de ajuste 9.1-5
9.1.13 Entradas digitales del Registro Oscilográfico 9.1-8
9.1.14 Salidas digitales y sucesos del Registro Oscilográfico 9.1-8
9.1.15 Nodo lógico IEC 61850 ..... 9.1-9

9.1.1 Principios de operación

La función de registro oscilográfico está compuesta por dos subfunciones distintas: función de **Captura** y función de **Visualización**. La primera hace referencia a la captura y almacenamiento de la información en el interior de la protección y forma parte del software del relé; la segunda se refiere a la recuperación y visualización gráfica de los datos almacenados y se trata de uno o varios programas que corren en un PC conectado a la protección.

Para 50Hz, la frecuencia de muestreo y almacenamiento es de 4800Hz (96 muestras por ciclo) con 15 segundos de almacenamiento máximo por oscilo (14 segundos de falta y 1 segundo de pre-falta, ambos tiempos ajustables) y 100 segundos de almacenamiento total de memoria y 64 ficheros. Se garantiza la permanencia de la información con el equipo desconectado de la alimentación ya que el equipo almacena la información en memoria Flash no volátil con caché en RAM.

Junto con los equipos, se proporciona un programa de visualización y análisis. Los oscilos capturados están en formato COMTRADE binario según la norma IEEE C37.111-1999. El fichero COMTRADE generado tiene en cuenta los cambios de frecuencia que se puedan producir en el sistema, de modo que se almacenan las magnitudes analógicas con total fidelidad a cómo han evolucionado en la red.

9.1.2 Función de captura

Se podrán registrar tanto las magnitudes analógicas capturadas como las de *usuario*, las entradas digitales al equipo y las señales internas generadas por la protección, el reenganchador y la lógica programable, hasta un total de 64 oscilos en memoria circular.

9.1.3 Datos almacenados

Se almacenan, con una resolución en tiempo igual al muestreo, los siguientes datos:

- Valor de las muestras de las magnitudes seleccionadas (capturadas y “de usuario”) y de las señales digitales y analógicas programadas a tal efecto.
- Etiqueta de tiempo correspondiente al momento del arranque del oscilo.

Hay que tener en cuenta que cuando no exista magnitud de referencia de ángulos, se mostraran todos los ángulos en el relé con un valor invalido (***) y en la representación mostrada por el oscilo se visualizaran a 0˚.

9.1.4 Número de canales y señales digitales

El equipo es capaz de registrar todas las entradas analógicas, ocho, y adicionalmente pueden añadirse hasta un máximo de 16 magnitudes adicionales de *usuario*.

Magnitudes de *usuario* son aquellas que se seleccionan de entre todas las magnitudes calculadas por el equipo, incluidas las que se calculan en la lógica programable mediante el programa ***ZIV e-NET tool***®.

En los equipos con Supervisión de la Tensión de Alimentación, dicha tensión de alimentación medida a través de un convertidor de entrada también se considera magnitud de *usuario*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Dentro de estas magnitudes de *usuario* se puede encuadrar cualquier tipo de magnitud; cuando lo que se asigna es una magnitud sinusoidal, lo que se almacena en el oscilo es la evolución de su valor eficaz.

Todas las magnitudes se almacenan en el fichero COMTRADE del oscilo con la etiqueta que se le haya asignado en la lógica programable o, en el caso de la tensión de alimentación, con la etiqueta VDC.

También es posible asignar como magnitud de *usuario* alguna de las magnitudes capturadas directamente en las entradas analógicas. Como ya se ha señalado, por el hecho de ser señales sinusoidales el valor que se registra representa el valor eficaz de dicha magnitud. La etiqueta en el fichero COMTRADE tiene la forma *MAGNITUD_u* (por ejemplo, para VA se almacena VA_u).

El número máximo de señales digitales que se pueden registrar es de 160.

9.1.5 Función de arranque

La Función de Arranque está determinada por una máscara programable aplicada sobre ciertas señales internas (arranque de unidades, orden de apertura, etc.) y sobre una señal de **Arranque externo** (que, si se quiere utilizar, deberá ser conectada a cualquiera de las entradas digitales físicas, a un botón programable del HMI, a un mando por comunicaciones o a una señal configurada al efecto en la lógica programable).

Si la máscara de una función de arranque está en **SÍ**, se habilita el arranque del oscilo por esta señal. Por el contrario, el oscilo no arranca por esta señal si la máscara de la misma está en **NO**.

9.1.6 Función de borrado de oscilos

Dado que los oscilos se almacenan en memoria no volátil, se provee un mecanismo que permite borrar todo el contenido de dicha memoria de una forma externa.

La función de borrado de oscilos se podrá realizar activando la señal **Orden de borrado de oscilos**, asignable mediante la lógica programable a cualquiera de las entradas digitales físicas, a un botón programable del HMI, a un mando por comunicaciones, ...).

9.1.7 Disparo requerido

Sólo se almacena información si se produce disparo en el tiempo configurado como ***Longitud*** del oscilo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.1.8 Encadenamiento modo continuo

Mediante ajuste (**SÍ** / **NO**) existe la posibilidad de extender la longitud del oscilo si durante el momento de grabación del mismo se producen nuevos arranques de unidades. El sistema de grabación reinicia la cuenta de ciclos a almacenar si antes de reponerse la unidad generadora del arranque de oscilo arranca alguna otra unidad.

Es posible que al producirse una falta arranquen varias unidades diferentes; en algunas ocasiones esos arranques no son simultáneos, sino que se van generando paulatinamente durante los primeros instantes del incidente. Dado que la memoria disponible para el almacenamiento de oscilos se divide en zonas, de acuerdo al ajuste de ***Longitud del oscilo***, y para optimizar la gestión de la misma, se establece el criterio de que los arranques de unidades que se produzcan dentro del intervalo de arranques ajustado tras el primer arranque no extenderán la longitud del oscilo.

9.1.9 Tiempo de inicio (prearranque)

Es el tiempo de almacenamiento, previo a la activación de la función de arranque, que debe garantizarse. El rango de ajuste es de 0 a 1 segundo de pre-falta.

9.1.10 Longitud del oscilo

Es el tiempo de duración de la ventana de almacenamiento. La memoria disponible se gestiona de tal modo que el número de registros es variable y depende de la longitud de los registros. Una vez llena la memoria de registro, el siguiente registro se almacenará sobre el más antiguo de los almacenados.

El número máximo de oscilos es de 64, la longitud máxima por oscilo es de 15 segundos y la memoria máxima de 100 segundos. En función de la longitud seleccionada, el número máximo varía.

Número de segundos ajustados	Número máximo de oscilos
15	6
10	10
7	14
...	...
3	33
1,56	64

9.1.11 Intervalo entre arranques

El ajuste ***Longitud Intervalo Arranque*** sirve para discriminar arranques pertenecientes a una misma falta. Se empieza a contar con la activación del oscilo y si durante ese intervalo de tiempo se producen nuevas activaciones, se considera que son de la misma falta y no se alarga el registro.

Sin embargo, si las nuevas activaciones ocurren fuera del intervalo y está habilitado el encadenamiento de oscilos, se alarga el registro según el ajuste de ***Longitud***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.1.12 Rangos de ajuste

Oscilo					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Disparo requerido	Disparo Requerido	RDRE1.TrReq	SÍ / NO		SÍ
Encadenamiento	Encadenamiento	RDRE1.ReTrgMod	SÍ / NO		NO
Longitud Intervalo Prearranque	Long Prearr	RDRE1.PreTmms	0-1 s	0,01 s	0,1 s
Longitud	Longitud	RDRE1.PstTmms	0,1-14 s	0,01 s	0,1 s
Longitud Intervalo Arranque	Intervalo Arr	RDRE1.ExclTmms	0,01-10 s	0,01 s	0,08 s

Máscara de arranque			
Ajuste	**Paso**	**Defecto**	**IEC 61850**
DTT	SÍ / NO	NO	RDRE1.DTTPDIFTrg
Diferencial de fases con frenado	SÍ / NO	NO	RDRE1.PDIFTrg
Diferencial de fases sin frenado	SÍ / NO	NO	RDRE1.NRPDIFTrg
Diferencial de neutro	SÍ / NO	NO	RDRE1.GNDPDIFTrg
Diferencial de secuencia inversa	SÍ / NO	NO	RDRE1.NSPDIFTrg
Diferencial de secuencia directa	SÍ / NO	NO	RDRE1.PSPDIFTrg
Instantáneos de fase (50F1, 50F2 y 50F3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PHIOCTrgX
Instantáneos de neutro (50N1, 50N2 y 50N)	SÍ / NO	NO	RDRE1.NIOCTrgX
Instantáneos de tierra (50G1, 50G2 y 50G3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.GNDIOCTrgX
Instantáneos de secuencia inversa (50Q1, 50Q2 y 50Q3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.NSIOCTrgX
Temporizado de fase (51F1, 51F2 y 50F3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PHTOCTrgX
Temporizados de neutro (51N1, 51N2 y 50N3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.NTOCTrgX
Temporizados de tierra (51G1, 51G2 y 50G3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.GNDTOCTrgX
Temporizados de secuencia inversa (51Q1, 51Q2 y 50Q3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.NSTOCTrfX
Unidades de subtensión de fases (27F1, 27F2 y 27F3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PHTUVTrgX
Unidades de sobretensión de fases (59F1, 59F2 y 59F3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PHTOVTrgX
Unidades de sobretensión de neutro (59N1, 59N2 y 59Ns)	SÍ / NO	NO	RDRE1.NTOVTrgX
Unidades de sobretensión de neutro (64-1, 64-2 y 64-3N3)	SÍ / NO	NO	RDRE1.GNDTOVTrgX
Unidad de sobretensión de secuencia inversa (47)	SÍ / NO	NO	RDRE1.NSTOVTrg
Unidades de subfrecuencia (81m1, 81m2, 81m3 y 81m4)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PTUFTrgX
Unidades de sobrefrecuencia (81M1, 81M2, 81M3 y 81M4)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PTOFTrgX
Unidades de derivada de frecuencia (81D1, 81D2, 81D3 y 81D4)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PFRCTrgX
Reposición deslastre de cargas	SÍ / NO	NO	RDRE1.LodShedTrg
Unidad de fase abierta	SÍ / NO	NO	RDRE1.OPHTOCTrg
Unidad de imagen térmica (49)	SÍ / NO	NO	RDRE1.PTTRTrg
Externo	SÍ / NO	NO	RDRE1.ExtTrg
Zonas (1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6) Fase	SÍ / NO	NO	RDRE1.PHDISTrgx
Zonas (1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6) Tierra	SÍ / NO	NO	RDRE1.GDISTrgx
Disparo Programable	SÍ / NO	NO	RDRE1.ProgTrg
Disparo Programable SFD	SÍ / NO	NO	RDRE1.FDSProgTrg
Disparo Programable Mono / Trifásico	SÍ / NO	NO	RDRE1.Prog13Trg
Disparo Programable SFD Mono / Trifásico	SÍ / NO	NO	RDRE1.FDSPr13Trg
Disparo por Oscilación de Potencia	SÍ / NO	NO	

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Máscara de arranque			
Ajuste	**Paso**	**Defecto**	**IEC 61850**
Interruptor remote abierto	SÍ / NO	NO	
Cierre sobre falta	SÍ / NO	NO	
Discordancia de polos	SÍ / NO	NO	RDRE1.PPDSTrg
Discordancia de polos 2*	SÍ / NO	NO	RDRE2.PPDSTrg

(*) Para modelos con capacidad de configuración de posición de doble interruptor o de interruptor y medio.

Máscara de canales analógicos			
Ajuste	**IEC61850**	**Paso**	**Defecto**
VA	RDRE1.AnChgMsk1	SÍ / NO	SÍ
VB	RDRE1.AnChgMsk2	SÍ / NO	SÍ
VC	RDRE1.AnChgMsk3	SÍ / NO	SÍ
VSYN	RDRE1.AnChgMsk4	SÍ / NO	SÍ
VG	RDRE1.AnChgMsk5	SÍ / NO	SÍ
IA	RDRE1.AnChgMsk6	SÍ / NO	SÍ
IB	RDRE1.AnChgMsk7	SÍ / NO	SÍ
IC	RDRE1.AnChgMsk8	SÍ / NO	SÍ
IGPAR	RDRE1.AnChgMsk9	SÍ / NO	SÍ
IG	RDRE1.AnChgMsk10	SÍ / NO	SÍ
IN	RDRE1.AnChgMsk11	SÍ / NO	SÍ
IA1	RDRE1.AnChgMsk12	SÍ / NO	SÍ
IB1	RDRE1.AnChgMsk13	SÍ / NO	SÍ
IC1	RDRE1.AnChgMsk14	SÍ / NO	SÍ
IA2	RDRE1.AnChgMsk15	SÍ / NO	SÍ
IB2	RDRE1.AnChgMsk16	SÍ / NO	SÍ
IC2	RDRE1.AnChgMsk17	SÍ / NO	SÍ
IA3	RDRE1.AnChgMsk18	SÍ / NO	SÍ
IB3	RDRE1.AnChgMsk19	SÍ / NO	SÍ
IC3	RDRE1.AnChgMsk20	SÍ / NO	SÍ
IDIFA	RDRE1.AnChgMsk21	SÍ / NO	SÍ
IDIFB	RDRE1.AnChgMsk22	SÍ / NO	SÍ
IDIFC	RDRE1.AnChgMsk23	SÍ / NO	SÍ
IRSTA	RDRE1.AnChgMsk24	SÍ / NO	SÍ
IRSTB	RDRE1.AnChgMsk25	SÍ / NO	SÍ
IRSTC	RDRE1.AnChgMsk26	SÍ / NO	SÍ
V2*	RDRE1.AnChgMsk11	SÍ / NO	SÍ
V3*	RDRE1.AnChgMsk12	SÍ / NO	SÍ

(*) Para modelos con capacidad de configuración de posición de doble interruptor o de interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Magnitudes de usuario (máximo 16 magnitudes)				
ACTGRP	HARM2 IA	HARM7 VG	MREF A	VAB
ALARMS	HARM2 IB	HARM8 IA	N.A.ENGY	VAB_ANG
ANG IA	HARM2 IC	HARM8 IB	N.R.ENGY	VB
ANG IB	HARM2 IG	HARM8 IC	N_CLOSING	VBC
ANG IC	HARM2 IN	HARM8 IG	N_OPENING_A	VBC_ANG
ANG IG	HARM2 VA	HARM8 IGS	N_OPENING_B	VC
ANG IN	HARM2 VB	HARM8 IN	N_OPENING_C	VCA
ANG IGPAR	HARM2 VC	HARM8 VA	NSC	VCA
ANG IPOL	HARM2 VG	HARM8 VB	NSV	VCA_ANG
ANG NSC	HARM3 IA	HARM8 VC	NTRAPS	VG
ANG PSC	HARM3 IB	HARM8 VG	Null	VMAX
ANG PSV	HARM3 IC	HARM9 IA	OPENI_A	VMIN
ANG VA	HARM3 IG	HARM9 IB	OPENI_B	VN
ANG VB	HARM3 IN	HARM9 IC	OPENI_C	VSYNC
ANG VC	HARM3 VA	HARM9 IG	P	WARMSTARTS
ANG VG	HARM3 VB	HARM9 IN	P.Active Energy	ZSC
ANG VN	HARM3 VC	HARM9 VA	P.React. Energy	ZSV
ANG VSYNC	HARM3 VG	HARM9 VB	P_A	VAB C2
ANG ZSC	HARM4 IA	HARM9 VC	P_B	VAB PR C2
ANG ZSV	HARM4 IB	HARM9 VG	P_C	VAB PI C2
C REENG	HARM4 IC	IA	PF	VBC C2
COLDSTARTS	HARM4 IG	IB	PF_A	VBC PR C2
CUMIOPEN_A	HARM4 IN	IC	PF_B	VBC PI C2
CUMIOPEN_B	HARM4 VA	IG	PF_C	VCA C2
CUMIOPEN_C	HARM4 VB	IMCNPAR_A	PMAX	VCA PR C2
DIST	HARM4 VC	IMCA	PMIN	VCA PI C2
DISTk	HARM4 VG	IMCA_A	PSC	U.TFALTA
DISTm	HARM5 IA	IMCB	PSV	VMCA
FAULTT	HARM5 IB	IMCB_A	Q	VMCB
FREQ	HARM5 IC	IMCC	Q_A	VMCC
FREQ PLL	HARM5 IG	IMCC_A	Q_B	VMCSD
FREQ SYNC	HARM5 IN	IMCNPAR	Q_C	IMCSD
HARM10 IA	HARM5 VA	IMCSI	QMAX	IMCSD_A
HARM10 IB	HARM5 VB	IMCSI_A	QMIN	IMCSH_A
HARM10 IC	HARM5 VC	IMCAB	RMSIA	VMCA_A
HARM10 IG	HARM5 VG	IMCAB_A	RMSIB	VMCB_A
HARM10 IN	HARM6 IA	IMCBC	RMSIC	VMCC_A
HARM10 VA	HARM6 IB	IMCBC_A	ROC FREQ	VMCSI
HARM10 VB	HARM6 VG	IMCCA	S	VMCSI_A
HARM10 VC	HARM7 IA	IMCCA_A	S_A	VMCSH
HARM10 VG	HARM7 IB	IGN	S_B	VMCSH_A
HARM6 IC	HARM7 IC	IGPAR	S_C	VMCAB
HARM6 IG	HARM7 IG	IMAX	SMAX	VMCAB_A
HARM6 IN	HARM7 IGN	IMIN	SMIN	VMCBC
HARM6 VA	HARM7 VA	IN	THERMAL IMG	VMCBC_A
HARM6 VB	HARM7 VB	IPOL	THREE PH RECL	VMCCA
HARM6 VC	HARM7 VC	L.FAULTT	VA	VMCCA_A
				V2*
				V3*

(*) Para modelos con capacidad de configuración de posición de doble interruptor o de interruptor y medio.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Selección de canales digitales (máximo 160)
Seleccionables entre todas las Entradas Digitales y Señales Digitales configurables

9.1.13 Entradas digitales del Registro Oscilográfico

Tabla 9.1-1: Entradas digitales del Registro Oscilográfico

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
TRIG_EXT_OSC	Entradas lógicas a protección	RDRE1.RcdTrg	Arranque externo de oscilo	I	Entrada al módulo de oscilo para generar un arranque de oscilo.
DEL_OSC	Órdenes de reposición	RDRE1.MemClr	Orden de borrado de oscilos	I	Entrada al módulo de oscilo para borrar todos los oscilos almacenados.
ENBL_OSC	Órdenes de habilitación / deshabilitación	RDRE1.Mod	Entrada de habilitación de oscilo		La activación de esta señal pone en servicio el oscilo. El valor por defecto de esta señal lógica es un "1".

Nota: la columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

9.1.14 Salidas digitales y sucesos del Registro Oscilográfico

Tabla 9.1-2: Salidas digitales y sucesos del Registro Oscilográfico

Nombre	Grupo	IEC 61850	Descripción	Vis.	Función
PU_OSC	Otras	RDRE1.RcdStr	Oscilo arrancado	I	Indica que se está registrando un oscilo.
OSC_ENBLD	Salidas de protección de unidades habilitadas	RDRE1.Mod	Oscilo habilitado	I	Indicación de estado de habilitación o inhabilitación del Oscilo.

Nota: La columna Visualización (Vis.) indica si la señal se muestra como indicación en el estado del equipo (I) a través del programa de comunicaciones y en el informe de faltas (F).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.1.15 Nodo lógico IEC 61850

CLASS IRLRDRE		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Controls		
MemClr	SPC	Clear memory
Status Information		
RcdMade	SPS	Recording made
FltNum	INS	Fault Number
RcdStr	SPS	Recording started
Settings		
PreTmms	ING	Pre-trigger time
PstTmms	ING	Post-trigger time
ReTrgMod	ING	Retrigger mode
ExclTmms	ING	Exclusion time
Extended Data		
RcdTrg	EXT_SPC	External trigger
TrReq	EXT_SPG	Trip required
PHIOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
NIOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
SGIOCTrg	EXT_SPG	Trigger mask
NSIOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
PHTOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
NTOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
SGTOCTrg	EXT_SPG	Trigger mask
ESGTOCTrg	EXT_SPG	Trigger mask
NSTOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
PSDETrg	EXT_SPG	Trigger mask
PHTUVTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
PHTOVTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
GNDTOVTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
NSTOVTrg	EXT_SPG	Trigger mask
PTUFTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
PTOFTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
PFRCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
LodShedTrg	EXT_SPG	Trigger mask
RDRE1.OPHTOCTrg (SPG)	EXT_SPG	Trigger mask
PTTRTrg	EXT_SPG	Trigger mask
PDOPTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
PTUCTrg	EXT_SPG	Trigger mask
PPAMTrg	EXT_SPC	Trigger mask
PVPHTrg	EXT_SPG	Trigger mask
PVOCTrg	EXT_SPG	Trigger mask
CRVVOCTrg	EXT_SPG	Trigger mask

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Extended Data (Cont.)		
ExTrg	EXT_SPG	Trigger mask
ZBATLTrg	EXT_SPG	Trigger mask
ZBATHTrg	EXT_SPG	Trigger mask
ProgTrg	EXT_SPG	Trigger mask
PPDSTrg	EXT_SPG	Trigger mask
GNDIOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
GNDTOCTrgX	EXT_SPG	Trigger mask
GNDDIFTrg (	EXT_SPG	Trigger mask

Nota: X es el índice de la unidad correspondiente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.2 Registro de Sucesos

9.2.1	Introducción	9.2-2
9.2.2	Registro de sucesos de protección	9.2-2
9.2.2.a	Principios de operación	9.2-2
9.2.2.b	Organización del registro de sucesos	9.2-4
9.2.2.c	Máscaras de sucesos	9.2-4
9.2.2.d	Consulta del registro	9.2-4
9.2.2.e	Ajustes del registro de sucesos (sólo vía comunicaciones)	9.2-4
9.2.2.f	Registro de sucesos SYSLOGSOE	9.2-6
9.2.3	Registro de sucesos SYSLOGSOE basado en IEC 61850	9.2-9
9.2.3.a	Formato de sucesos SYSLOG	9.2-12
9.2.3.b	Formato de fichero SYSLOGSOE	9.2-13

9.2.1 Introducción

En función del modelo existen hasta dos sistemas diferentes de registro de sucesos en el equipo, uno basado en recursos internos y otro basado en recursos del modelo de datos IEC 61850 (registrador de sucesos SYSLOGSOE). El primero se describe a continuación, mientras que el segundo se describirá en la Sección 9.2.3.

9.2.2 Registro de sucesos de protección

9.2.2.a Principios de operación

La capacidad del equipo es de 2000 registros en memoria no volátil donde cada registro almacena todos los sucesos que se han generado en el mismo instante de tiempo hasta un máximo de 16 sucesos de activación o desactivación por registro. Las señales que generan los sucesos son seleccionables por parte del usuario y su anotación se realiza con una resolución de 1ms junto a un máximo de 12 magnitudes también seleccionables de entre todas las medidas directamente o calculadas por el equipo (*Magnitudes de usuario*, incluida VDC en los modelos que incorporan supervisión de tensión de alimentación).

Cada una de las funciones utilizadas por el sistema anotará un suceso en el Registro de Sucesos cuando se produzca alguna de las situaciones enumeradas en las tablas que acompañan a la descripción de cada señal descrita en cada unidad de protección y adicionalmente, también se anotarán los sucesos indicados en la Tabla 9.2-1, todas ellas correspondientes a los servicios generales del equipo. En las tablas señaladas se enumeran únicamente los sucesos disponibles con la configuración por defecto, pudiendo ampliarse la lista de señales con aquellas que se configuren en la lógica programable (cualquier señal existente en la lógica programable puede configurarse para que genere suceso con la descripción que el usuario desee).

Tabla 9.2-1: Registro de Sucesos

Nombre	Descripción
Arranque en Frío del equipo	Se activa cada vez que se alimenta el equipo.
Arranque en Caliente del equipo	Se activa tras un reset del equipo (carga de configuración, reset manual…) pero sin dejar de alimentar el equipo.
Fallo de tensión de alimentación de EDs	Se activa cuando no exista tensión en la entrada digital seleccionada para la supervisión de EDs.
Horario de verano	Se activa cuando el equipo se encuentra en horario de verano.
Control Local	Señal digital que indica la habilitación de maniobras locales en el equipo. Ver apartado 8.19.3, relativo a los mandos.
Control desde Cuadro	Señal digital que indica la habilitación de maniobras desde cuadro o consola sobre el equipo. Ver apartado 8.19.3, relativo a los mandos.
Telemando	Señal digital que indica la habilitación de maniobras desde telemando sobre el equipo Ver apartado 8.19.3, relativo a los mandos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 9.2-1: Registro de Sucesos	
Nombre	**Descripción**
Control de Mantenimiento	Señal digital que indica la habilitación de maniobras desde mantenimiento sobre el equipo. Ver apartado 8.19.3, relativo a los mandos.
Error no Crítico del Sistema	Anotan que se ha producido algún problema técnico en el equipo.
Error Crítico del Sistema	
Evento del Sistema	Indica que ha habido un reset SW del equipo.
Inicialización por cambio de ajustes	Se indica cuando se modifica algún ajuste.
Acceso a MMI	Se activa cada vez que se accede al HMI desde la pantalla de reposo del equipo y se desactiva cuando se vuelve a la pantalla de reposo.
Sincronización SNTP	El equipo se encuentra recibiendo sincronización SNTP.
Sincronización de reloj	El equipo se encuentra sincronizado.
Fallo de comunicaciones por puerto local	Se activan cuando no exista actividad de comunicaciones por los puertos durante el tiempo ajustado para cada uno de ellos.
Fallo de comunicaciones por puerto remoto	
LAN1 / Fallo de comunicaciones protocolo PROCOME	
LAN1 / Fallo de comunicaciones protocolo 1	
LAN1 / Fallo de comunicaciones protocolo 2	
LAN1 / Fallo de comunicaciones protocolo 3	
LAN1 / Fallo de comunicaciones protocolo 4	

Todos los sucesos que se configuren junto con aquellos preexistentes en la configuración por defecto pueden enmascararse.

Al texto indicado en las tablas de sucesos se añadirá el mensaje **Activación de...** cuando el evento se genere por activación de cualquiera de las señales o **Desactivación de...** cuando el evento se genere por desactivación de la señal.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.2.2.b Organización del registro de sucesos

El registro alcanza los 2000 últimos sucesos generados, en forma de pila circular, por lo que la anotación de sucesos por encima de esta capacidad dará lugar al borrado de aquellos anotados al inicio de la pila. La información almacenada junto con cada uno de los registros es la siguiente:

- Valores de las 12 magnitudes seleccionas en el momento de la generación del suceso.
- Fecha y hora de la generación del suceso.

La gestión del anotador de sucesos está optimizada, de forma que sucesos simultáneos generados por la misma función no ocuparán registros separados y, de esta forma, utilizarán solamente una de las posiciones de la memoria de sucesos. Por ejemplo, la activación simultánea del arranque de las unidades de tiempo de fase A y neutro constituye una sola anotación de la doble información. Sin embargo, si la ocurrencia no fuera simultánea se registrarían dos anotaciones diferentes en la pila. Se entiende por sucesos simultáneos aquellos que ocurren separados entre sí por un intervalo temporal de menos de 1 ms, que es la resolución en tiempo del anotador. Cada registro de la pila puede almacenar un máximo de 16 sucesos de activación o desactivación por registro por lo que la capacidad máxima real del equipo será de 32000 sucesos cuando en cada milisegundo se generen 16 sucesos diferentes.

9.2.2.c Máscaras de sucesos

Existe la posibilidad de enmascarar aquellos sucesos que no sean necesarios, o no tengan utilidad, a la hora de estudiar el comportamiento del equipo. Esta posibilidad solamente se puede efectuar vía comunicaciones.

Importante: es conveniente enmascarar aquellos sucesos que pudieran generarse en exceso, dado que se podría llenar el registro con éstos y borrar sucesos anteriores más importantes.

9.2.2.d Consulta del registro

El programa de comunicaciones y gestión remota ***ZIV e-NET tool***® dispone de un sistema de consulta del registro de sucesos totalmente decodificado.

9.2.2.e Ajustes del registro de sucesos (sólo vía comunicaciones)

Máscaras de sucesos
Es posible enmascarar de manera independiente cada uno de los sucesos del equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Magnitudes de usuario (máximo 16 magnitudes)				
ACTGRP	HARM2 IA	HARM8 IA	N.A.ENGY	VAB_ANG
ALARMS	HARM2 IB	HARM8 IB	N.R.ENGY	VB
ANG IA	HARM2 IC	HARM8 IC	N_CLOSING	VBC
ANG IB	HARM2 IG	HARM8 IG	N_OPENING_A	VBC_ANG
ANG IC	HARM2 IN	HARM8 IGS	N_OPENING_B	VC
ANG IG	HARM2 VA	HARM8 IN	N_OPENING_C	VCA
ANG IN	HARM2 VB	HARM8 VA	NSC	VCA
ANG IGPAR	HARM2 VC	HARM8 VB	NSV	VCA_ANG
ANG IPOL	HARM2 VG	HARM8 VC	NTRAPS	VG
ANG NSC	HARM3 IA	HARM8 VG	Null	VMAX
ANG PSC	HARM3 IB	HARM9 IA	OPENI_A	VMIN
ANG PSV	HARM3 IC	HARM9 IB	OPENI_B	VN
ANG VA	HARM3 IG	HARM9 IC	OPENI_C	VSYNC
ANG VB	HARM3 IN	HARM9 IG	P	WARMSTARTS
ANG VC	HARM3 VA	HARM9 IN	P.Active Energy	ZSC
ANG VG	HARM3 VB	HARM9 VA	P.React. Energy	ZSV
ANG VN	HARM3 VC	HARM9 VB	P_A	VAB C2
ANG VSYNC	HARM3 VG	HARM9 VC	P_B	VAB PR C2
ANG ZSC	HARM4 IA	HARM9 VG	P_C	VAB PI C2
ANG ZSV	HARM4 IB	IA	PF	VBC C2
C REENG	HARM4 IC	IB	PF_A	VBC PR C2
COLDSTARTS	HARM4 IG	IC	PF_B	VBC PI C2
CUMIOPEN_A	HARM4 IN	IG	PF_C	VCA C2
CUMIOPEN_B	HARM4 VA	IMCNPAR_A	PMAX	VCA PR C2
CUMIOPEN_C	HARM4 VB	IMCA	PMIN	VCA PI C2
DIST	HARM4 VC	IMCA_A	PSC	U.TFALTA
DISTk	HARM4 VG	IMCB	PSV	VMCA
DISTm	HARM5 IA	IMCB_A	Q	VMCB
FAULTT	HARM5 IB	IMCC	Q_A	VMCC
FREQ	HARM5 IC	IMCC_A	Q_B	VMCSD
FREQ PLL	HARM5 IG	IMCNPAR	Q_C	IMCSD
FREQ SYNC	HARM5 IN	IMCSI	QMAX	IMCSD_A
HARM10 IA	HARM5 VA	IMCSI_A	QMIN	IMCSH_A
HARM10 IB	HARM5 VB	IMCAB	RMSIA	VMCA_A
HARM10 IC	HARM5 VC	IMCAB_A	RMSIB	VMCB_A
HARM10 IG	HARM5 VG	IMCBC	RMSIC	VMCC_A
HARM10 IN	HARM6 IA	IMCBC_A	ROC FREQ	VMCSI
HARM10 VA	HARM6 IB	IMCCA	S	VMCSI_A
HARM10 VB	HARM6 VG	IMCCA_A	S_A	VMCSH
HARM10 VC	HARM7 IA	IGN	S_B	VMCSH_A
HARM10 VG	HARM7 IB	IGPAR	S_C	VMCAB
HARM6 IC	HARM7 IC	IMAX	SMAX	VMCAB_A
HARM6 IG	HARM7 IG	IMIN	SMIN	VMCBC
HARM6 IN	HARM7 IGN	IN	THERMAL IMG	VMCBC_A
HARM6 VA	HARM7 VA	IPOL	THREE PH RECL	VMCCA
HARM6 VB	HARM7 VB	L.FAULTT	VA	VMCCA_A
HARM6 VC	HARM7 VC	MREF A	VAB	
	HARM7 VG			

Nota: todas las magnitudes que se muestran junto a los sucesos están en valores de secundario y no se ven afectadas por las de Relaciones de Transformación. Sin embargo, las Energías son un caso especial y aparecen siempre en valores de primario.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.2.2.f Registro de sucesos SYSLOGSOE

Además del registro de sucesos de protección, el usuario puede configurar los eventos de protección para que se almacenen en un segundo registro llamado SYSLOGSOE en memoria *Flash* (no volátil). Todos los eventos almacenados en dicho registro son automáticamente enviados a través del protocolo **Syslog** del equipo (ver Anexo de Protocolo Syslog).

El fichero de sucesos SYSLOGSOE (extensión *.soe*) estará disponible en el directorio /SYSLOGSOE (al mismo nivel que los directorios COMTRADE, COMFEDE, y SCL, y con el mismo nivel de seguridad de acceso que estos, es decir, con los mismos permisos) de modo que el usuario pueda descargarlo a través del servicio cliente-servidor FTP o SFTP.

La configuración de los sucesos que serán enviados a través del protocolo Syslog se realiza activando los correspondientes ajustes (máscaras de sucesos) que se ubican en **Ajustes\Comunicaciones\Protocolos\Syslog\Sucesos Soe\Máscara de Sucesos** (ver ***ZIV e-NET tool®*** / ***ZIVercomPlus®***).

Es importante tener en cuenta que para que un suceso sea asignado al registro SYSLOGSOE, este debe ser también asignado al Registro de Sucesos, es decir, el usuario debe habilitar tanto la máscara de sucesos Syslog (**Ajustes\Comunicaciones\Protocolos\Syslog\Sucesos Soe\Máscara de Sucesos**) como la máscara del Registro de Sucesos principal (***Ajustes\Registros\Sucesos\Máscaras de sucesos***).

Los sucesos de usuario generados en la lógica a través del ***ZIV e-NET tool®*** (definidos como sucesos Procome) quedarán disponibles de forma automática para ser configurados tanto dentro del Registro de Sucesos (**Ajustes\Registros\Sucesos\Máscaras de sucesos**) como del registro SYSLOGSOE (**Ajustes\Comunicaciones\Protocolos\Syslog\Sucesos Soe\Máscara de Sucesos**).

Una vez habilitadas las máscaras de los sucesos, cada uno de los sucesos puede ser configurado, mediante el correspondiente ajuste, con una "***Facility***" y una "***Severity***" según define el protocolo.

Las opciones disponibles del ajuste ***Facility*** son las siguientes:

- 13 log audit.
- 16 local use 0 (local0).
- 17 local use 1 (local1).
- 18 local use 2 (local2).

Respecto a las opciones de ajuste de la ***Severity***, el equipo soporta las siguientes:

- 2 Critical: critical conditions.
- 4 Warning: warning conditions.
- 6 Informational: informational messages.
- 7 Debug: debug-level messages.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los ajustes por defecto de los distintos grupos de ajustes se describen en la siguiente tabla:

Suceso / Grupo de Sucesos	***Facility***	***Severity***
Digital Inputs/Output/LEDs/Buttons	18	6
Protection	18	6
Recloser	18	6
Control	18	6
User Events (Programmable Logic)	17	6
Oscillography	18	6
Breaker Supervision	18	6
Coil Circuit Supervision	18	6
Energy Counters Reset & Pick value Reset	18	6
Schedule	18	6
System		
System\Equipment Cold Start Up	16	4
System\Equipment Warm Start Up	16	4
System\Alarms\System Critical Error	16	2
System\Alarms\System Non Critical Error	16	4
System\Alarms\System Event	16	4
System\Date and Time	16	6
System\Control State	18	6
System\Settings	18	6
System\HMI	18	6
System\Synchronization	16	6
Communications	18	6

- **Formato de sucesos SYSLOG**

El formato (ver debajo) se describe en detalle en el Anexo de Protocolo Syslog.

```
HEADER SP STRUCTURED-DATA [SP MSG]
```

Ejemplo de sucesos SYSLOG:

```
<110>1 2020-04-29T12:25:35.231Z 192.168.1.81 IRF1Q11F01 – IEC62351-14:1-nocyb
[62351-14@41912 ID=”7446544” Text=”On Phase A Instantaneous unit 1
Trip|On|Good” SOE=”1234567890”]
[VA63.1VVB34VVC63.41VVG26.87VIA13.81AIB24AIC13.41AIG23.87AIGS4.75ª]
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Formato del fichero SYSLOGSOE**

El formato del fichero SYSLOGSOE es el siguiente:

TIMESTAMP – EventId – PRI (only Severity description) - MSG

Ejemplo:

```
2000:01:01_00:03:19.716 - 3705006 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Digital Inputs
Enabled|Off|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3702630 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Frequency Disabled by
Lack of Voltage|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3702211 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Protection in
Service|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3702207 - warning - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Equipment Warm Start
Up|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3702821 - warning - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - System Event|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3716911 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Communication Failure
PROCOME Protocol|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3716912 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Communication Failure
Protocol 1|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3716913 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Communication Failure
Protocol 2|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3716914 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Communication Failure
Protocol 3|On|Good
2000:01:01_00:03:19.716 - 3716915 - debug - VA0.000V VB0.000V VC0.000V
VG0.000V IA0.000A IB0.000A IC0.000A IG0.000A IGS0.000A - Communication Failure
Protocol 4|On|Good
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.2.3 Registro de sucesos SYSLOGSOE basado en IEC 61850

Además del Registro de sucesos de protección, el usuario puede configurar los sucesos para que se almacenen y/o envíen en un segundo registro denominado SYSLOGSOE en memoria Flash (no volátil). En este registrador de sucesos solo se consideran los datos del modelo de datos IEC 61850. En concreto, solo los cambios sobre estados y medidas, y sus calidades (*qualities*) asociadas, pueden producir sucesos. Estos sucesos pueden ser enviados a través del protocolo Syslog (ver Anexo Protocolo Syslog), almacenados en un fichero o en ambos. Se pueden utilizar dos tipos diferentes de archivos para almacenar sucesos: Txt y XML.

El fichero de sucesos SYSLOGSOE estará disponible en el directorio /SoE (al mismo nivel que los directorios COMTRADE, COMFEDE y SCL, y con el mismo nivel de seguridad de acceso que estos, es decir, con los mismos permisos) para que el usuario pueda descargarlo utilizando un cliente FTP/SFTP. Es posible descargar este fichero de registro de sucesos a través de la herramienta ***ZIV e-NET tool***® pulsando en ***Herramientas/Acceso a dispositivos/Recuperación de ficheros***.

La ***Facility*** y ***Severity*** de cada suceso se pueden configurar individualmente. Están disponibles todas las opciones de ***Facility*** y ***Severity*** definidas en el RFC 5424.

Cada suceso puede asociarse a un grupo de magnitudes o medidas predefinidas. Estas medidas también deben ser datos del modelo de datos IEC 61850. Existe un límite de 20 grupos de medidas y cada suceso puede asociarse a un máximo de 32 medidas.

Es posible configurar si los cambios de calidad (*quality*) de las señales o medidas desencadenan sucesos o no.

Los sucesos deben configurarse mediante la herramienta ***ZIV e-NET tool***® a través de varias fichas de configuración: General, Syslog, Grupos de medida y Señales. Dado que la ficha de señales puede tener cientos de señales, es posible copiar y pegar datos a/desde una hoja de cálculo Excel teniendo en cuenta la estructura indicada en la ficha Señales.

Es posible utilizar comodines predefinidos para algunos de los campos configurables. Los comodines se identifican porque van entre llaves, por ejemplo, {IEDName}. Además, es posible combinar comodines y texto libre. Están disponibles los siguientes comodines:

- **{clientCode}**: Es el parámetro de configuración *clientCode* definido para cada señal (por ejemplo, INT502).
- **{phyLabel}**: Es el parámetro de configuración *phyLabel* definido para cada señal (por ejemplo, DI-2).
- **{desc}**: Es el parámetro de configuración *desc* definido para cada señal (por ejemplo, BREAKER 52 CLOSED).
- **{61850Desc}**: Es la descripción de la señal del campo d de los datos IEC 61850.
- **{acronym}**: Se corresponde con el acrónimo del valor de la señal establecido en el apartado *Acrónimos* (por ejemplo, ON) cuando se activan los sucesos. Si no hay ningún acrónimo fijado, el valor estará vacío.
- **{quality}**: Se corresponde con la calidad (validez del atributo q) IEC 61850 cuando el suceso se activa (por ejemplo, GOOD). Los valores admitidos son los descritos en la norma IEC 61850 (good, invalid, reserved, questionable).
- **{goCBRef}**: Indica la ruta del Goose Control Block (referencia completa del GOOSE Control Block, incluido el IEDName).
- **{FirstLAN}**: Es la dirección IP del primer puerto LAN habilitado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **{LAN1}**: Es la dirección IP del primer puerto LAN.
- **{LAN2}**: Es la dirección IP del segundo puerto LAN.
- **{LAN3}**: Es la dirección IP del tercer puerto LAN.
- **{LAN4}**: Es la dirección IP del cuarto puerto LAN.
- **{IEDName}**: Es el IEDName IEC 61850 del equipo.
- **{intId}**: Es el identificador interno de la señal IEC 61850.
- **{facility}**: Es el parámetro de configuración *facility* definido para cada suceso.
- **{severity}**: Es el parámetro de configuración *severity* definido para cada suceso.
- **{internalDesc}**: Es la descripción interna de la medida.

Los siguientes parámetros relacionados con el registrador de sucesos SYSLOGSOE pueden configurarse a través de la herramienta ***ZIV e-NET tool***®.

Sucesos (SoE) e Informe de faltas - General				
Parámetro	**Tipo**	**Rango**	**Por defecto**	**Descripción**
Formato del fichero de sucesos (SoE)	Seleccionable	Txt XML	Txt	Selecciona el formato de fichero de salida del registrador de sucesos.
Los cambios de calidad (*quality*) generan sucesos	Seleccionable	No Sí	Sí	Selecciona si un cambio de calidad (*quality*) genera sucesos.

Sucesos (SoE) e Informe de faltas - Syslog				
Parámetro	**Tipo**	**Rango**	**Por defecto**	**Descripción**
VERSION (HEADER)	Entero	1-255	1	Valor del campo VERSION del HEADER del Syslog.
HOSTNAME (HEADER)	Texto (hasta 255 car.)	{FirstLAN} {LAN1} {LAN2} {LAN3} {LAN4} {IEDName} Texto libre	{FirstLAN}	Valor del campo HOSTNAME del HEADER del Syslog. Puede ser una IP del equipo IEDName o un texto libre.
APP-NAME (HEADER)	Texto (hasta 48 car.)	{IEDName} Texto libre	{IEDName}	Valor del campo APP-NAME del HEADER del Syslog. Puede ser el IEDName del equipo o un texto libre.
MSGID (HEADER)	Texto (hasta 32 car.)	Texto libre	IEC62351-14:1-nocyb	Valor del campo MSGID del HEADER del Syslog.
SD-ID (STRUCTURED-DATA)	Texto (hasta 32 car.)	Texto libre	62351 - 14@41912	Valor del campo SD-ID del STRUCTURED-DATA del Syslog.
Enviar información adicional (medidas)	Seleccionable	No Sí	Sí	Indica si la información de las medidas se incluye o no en los sucesos Syslog.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Sucesos (SoE) e Informe de faltas - Grupos de medidas				
Parámetro	**Tipo**	**Rango**	**Por defecto**	**Descripción**
Descripción (*)	Texto			Texto descriptivo del grupo de medidas.
Referencia IEC 61850 (**)	Texto no editable			Selecciona la referencia IEC 61850 para la medida requerida.
Descripción para Syslog (**)	Texto	{61850Desc} Texto libre	{61850Desc}	Descripción de la medida.

(*) Para cada grupo de medidas.
(**) Para cada medida.

Sucesos (SoE) e Informe de faltas - Señales				
Parámetro	**Tipo**	**Rango**	**Por defecto**	**Descripción**
Referencia IEC 61850 (*)	Texto no editable			Selecciona la referencia IEC 61850 para el objeto de datos requerido.
Código de cliente (*)	Texto (hasta 32 car.)			Código definido por el cliente para los sucesos.
Etiqueta física (*)	Texto (hasta 32 car.)			Se utiliza normalmente para indicar si la señal es una entrada digital, una salida digital o un LED.
Descripción (*)	Texto (hasta 128 car.)	{61850Desc} Texto libre	{61850Desc}	Texto descriptivo del suceso.
Instalación (*facility*) (*)	Seleccionable	Lista según RFC 5424		Categoría del suceso según RFC 5424.
Gravedad (*severity*) (*)	Seleccionable	Lista según RFC 5424		Gravedad del suceso según RFC 5424.
Enviar por Syslog (*)	Checkbox	No Sí	Sí	Define si el suceso debe ser enviado por el protocolo Syslog.
Guardar en fichero (*)	Checkbox	No Sí	Sí	Define si el suceso debe almacenarse en fichero.
ID (STRUCTURED-DATA Syslog) (*)	Texto (hasta 32 car.)	{intId} {clientCode} Texto libre	{IntId}	Valor del campo ID del STRUCTURED-DATA de Syslog. Puede tomar el ID interno de la señal, el código del cliente u otro texto.
A**X** (**)	Texto (hasta 48 car.)	Texto libre	Booleano: (0 - OFF; 1 - ON) Dbpos: (0 - INTERMEDIATE-STATE; 1 - OFF; 2 - ON; 3 - BAD-STATE) Enum: valor de (“ord” EnumVal IEC 61850) - Texto de (“desc” EnumVal IEC 61850)	La descripción del estado del suceso. Por ejemplo: ON, OFF, OPEN, CLOSE, etcétera.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Sucesos (SoE) e Informe de faltas - Señales				
Parámetro	**Tipo**	**Rango**	**Por defecto**	**Descripción**
E**X** (**)	Checkbox	No Sí	Sí	Define si el estado del suceso genera sucesos o no.
Texto para Syslog (*)	Texto (hasta 128 car.)	{clientCode} {phyLabel} {desc} {acronym} {quality} {goCBRef} {IEDName} {facility} {severity} Texto libre	{desc}|{acronym}|{quality}	El campo de texto para el suceso en el protocolo Syslog. Puede ser texto libre, comodín o comodines o una combinación de comodines y texto libre.
Texto para fichero (*)	Texto (hasta 128 car.)	{clientCode} {phyLabel} {desc} {acronym} {quality} {goCBRef} {IEDName} {facility} {severity} Texto libre	{desc}|{acronym}|{quality}	El campo de texto para el suceso en el fichero. Puede ser texto libre, comodín o comodines o una combinación de comodines y texto libre.
Medidas asociadas (*)	Seleccionable	(***)		Se utiliza para indicar qué grupos de medidas acompañan al suceso.

(*) Para cada suceso.
(**) Pueden existir varios pares de acrónimos y sucesos para cada suceso: por ejemplo, A0E0, A1E1 para un suceso ON / OFF.
(***) Depende de los grupos de medidas ya generados.

9.2.3.a Formato de sucesos SYSLOG

El formato (véase más abajo) se describe detalladamente en el Anexo del Protocolo Syslog (Formato Syslog para sucesos de protección).

```
HEADER SP STRUCTURED-DATA [SP MSG]
```

Ejemplo de sucesos SYSLOG:

```
<110>1 2020-04-29T12:25:35.231Z 192.168.1.81 IRF1Q11F01 - IEC62351-14:1-nocyb
[62351-14@41912 SOE="1234567890" ID="e8ca5212bec076cc" Text="INT502|ED-
2|BREAKER 52 CLOSED|ON|good"] VA=0.000V,0.000° VB=0.000V,0.000°
VC=0.000V,0.000° VG=0.000V,0.000° IA=0.000A,0.000° IB=0.000A,0.000°
IC=0.000A,0.000° IG=0.000A,0.000° IGS=0.000A,0.000°
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.2.3.b Formato de fichero SYSLOGSOE

Hay dos formatos de fichero disponibles: Txt y XML. Solo se genera un tipo de fichero en función del valor seleccionado para el parámetro **Formato de fichero de sucesos (SoE)** en la herramienta ***ZIV e-NET tool***®. Este parámetro se encuentra en **Protocolos/IEC 61850/Sucesos (SoE) e Informe de faltas/General**.

Tenga en cuenta que el cambio del formato de fichero de Txt a XML y viceversa borrará el fichero de sucesos anterior.

- **Formato de fichero de texto**

Este fichero se generará cuando el parámetro **Formato de fichero de sucesos (SoE)** tome el valor Txt.

El fichero Txt tiene un límite de tamaño de 2MB. Una vez alcanzado este límite de tamaño de fichero, los datos de sucesos antiguos serán descartados para permitir el registro de nuevos sucesos. El formato del fichero Txt SYSLOGSOE es el siguiente:

TIMESTAMP – **EventId** – **PRI** (only **Severity** description) – **MSG**

Ejemplo:

```
2022:04:25 14:05:04.268 - e8ca5212bec076cc - informational - INT502|ED-
2|BREAKER 52 CLOSED|ON|good - VA=0.000V,0.000° VB=0.000V,0.000°
VC=0.000V,0.000° VG=0.000V,0.000° IA=0.000A,0.000° IB=0.000A,0.000°
IC=0.000A,0.000° IG=0.000A,0.000° IGS=0.000A,0.000°
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Formato de fichero XML**

Este fichero se generará cuando el parámetro **Formato de fichero de sucesos (SoE)** tome el valor XML. El formato del fichero XML SYSLOGSOE es el siguiente:

El fichero XML tiene un límite de tamaño de 2MB. Una vez alcanzado este límite de tamaño de fichero, los datos de sucesos antiguos serán descartados para permitir el registro de nuevos sucesos. La estructura del fichero de sucesos XML es la siguiente:

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
resource	Nodo raíz	source	**idRes**: indica que se trata de un informe de falta. Siempre toma el valor **sucesos**.
source	Sección única que indica el IED productor de los sucesos	event	**ip**: IP del IED productor de los sucesos. Equivale al campo HOSTNAME del HEADER de Syslog. Ej.: 192.168.1.1 **iedName**: nombre del IED productor de los sucesos (IEC 61850). Ej.: L45GISDB. **man**: nombre del fabricante. Toma el valor fijo **ZIV**. **sn**: número de serie del IED que genera el suceso. Ej.: 154988. **mod**: nombre completo del modelo de IED que genera el suceso. Ej.: IRFA-1A24322A000000XXXX-3332873.
event	Sección que indica los datos de un único suceso.	evtDatST, evtMeas	**sqNum**: número de secuencia del suceso. Equivale al campo SOE del STRUCTURED-DATA de Syslog. **date**: etiqueta de tiempo del suceso. Es igual al campo TIMESTAMP del HEADER de Syslog. **q**: calidad de la etiqueta de tiempo. Es una OR de los bits de IEC 61850 *ClockFailure* y *ClockNotSynchronized*, es decir, un 1 indica fallo de sincronización. Ej.: *0*.
evtDatST	Sección para el propio suceso.	-	**propId**: identificador del cliente. Equivale al parámetro de configuración *clientCode*. **stdrId**: identificador interno del fabricante. **val**: acrónimo correspondiente al valor de la señal cuando se produce el suceso. Si el acrónimo no existe, se utiliza el valor de la señal. **desc**: descripción de la señal. Es igual al parámetro de configuración *Description*. **q**: calidad de la señal (considerando solo los dos bits más significativos de calidad IEC 61850) cuando el suceso se ha activado. Los posibles valores son **good** (00), **invalid** (01), **reserved** (10) o **questionable** (11).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
evtMeas	Sección de medidas asociadas al suceso.	m	**origin**: indica si los valores de medida se toman en el devanado **primario** o **secundario** del TI. Solo puede tomar el valor fijo del **primario**. Ej.: *primary*.
m	Medida asociada al suceso (1).	-	**propId**: puede tomar los siguientes valores: **voltage**, **voltArg**, **current**, **curArg**, **difCurrent**, **biasCurrent**, **brkCurrent**, **frequency**, **difCheckZoneCurrent** y **biasCheckZoneCurrent**. **stdrId**: el mismo valor que **propId**. **unit**: unidad de las medidas. Puede tomar los siguientes valores: **A**, **V**, **kV**, **s**, **deg** y **Hz**. **I1**: medida de intensidad de fase A (mód. y arg.). **I2**: medida de intensidad de fase B (mód. y arg.). **I3**: medida de intensidad de fase C (mód. y arg.). **I4**: Es el 4º canal de intensidad, que podría ser la medida de intensidad de neutro sensible (mód. y arg.). **IN**: medida de intensidad de neutro (mód. y arg.). **V1**: medida de tensión de fase A (mód. y arg.). **V2**: medida de tensión de fase B (mód. y arg.). **V3**: medida de tensión de fase C (mód. y arg.). **V4**: medida de tensión VSYN (mód. y arg.). **VN**: medida de tensión de neutro (mód. y arg.). **F**: medida de frecuencia (mód. y arg.).

(1) Las medidas disponibles dentro del suceso dependen del tipo de relé. Para los relés con varios devanados, I1, I2, I3 e IN corresponderán a los designados como devanado de referencia. Para los equipos diferenciales de barras, I1, I2 e I3 corresponderán a los designados como referencia de ángulo mientras que *difCurrent* y *biasCurrent* corresponderán a la barra que ha disparado. Si han disparado varias, corresponderán a la barra con menor índice de todas ellas.

Ejemplo:

```
<resource idRes="events">
  <source ip="192.168.1.81" iedName="BUS03" man="ZIV" sn="154988" mod="IRFA-
1A24322A000000XXXX-3332873">
    <event sqNum="1" date="2023-09-06T09:47:24.600Z" q="0">
      <evtDatST propId="FPR200" stdrId="cdf6ef6169a58d3d" val="ON" desc="DISTURBANCE
RECORD START" q="good"/>
      <evtMeas origin="primary">
        <m propId="current" stdrId="current" unit="A" I1="12.25" I2="0.16" I3="0.18" I4="0.00"
IN="12.40"/>
        <m propId="curArg" stdrId="curArg" unit="deg" I1="0.0" I2="0.0" I3="0.0" I4="0.0" IN="0.0"/>
        <m propId="voltage" stdrId="voltage" unit="kV" V1="0.00" V2="0.00" V3="0.00" V4="0.61"
VN="0.00"/>
        <m propId="voltArg" stdrId="voltArg" unit="deg" V1="0.0" V2="0.0" V3="0.0" V4="0.0"
VN="0.0"/>
        <m propId="frequency" stdrId="frequency" unit="Hz" F="0.00"/>
        <m propId="brkCurrent" stdrId="brkCurrent" unit="A" I1="0.00" I2="0.00" I3="0.00"/>
      </evtMeas>
    </event>
  </source>
</resource>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.3 Informe de Falta

9.3.1	Principios de operación	9.3-2
9.3.2	Etiqueta del inicio de la falta	9.3-2
9.3.3	Etiqueta de orden de disparo	9.3-2
9.3.4	Etiqueta de fin de falta	9.3-3
9.3.5	Informe de arranques	9.3-3
9.3.6	Informe de faltas con valores de primario	9.3-3
9.3.7	Informe de falta en HMI	9.3-4
9.3.8	Rangos de ajuste	9.3-4
9.3.9	Informe de falta COMFEDE	9.3-5
9.3.9.a	Informe de faltas COMFEDE para DLF	9.3-8
9.3.10	Informe de falta IEC 61850	9.3-25

9.3.1 Principios de operación

El sistema incorpora un registro de informes de falta en el que se almacena la información más relevante relacionada con las 25 últimas faltas despejadas por el propio equipo y se ofrece para su consulta a través de las puertas de comunicaciones o del HMI. La información que se almacena en cada una de las anotaciones realizadas sobre este registro se distribuye en tres etiquetas: **Etiqueta del inicio de la falta**, **Etiqueta de orden de disparo** y **Etiqueta de fin de falta**.

Las magnitudes del informe de falta se pueden seleccionar entre primario y secundario modificando el ajuste ***Magnitud Informe de Falta***. Por último, es posible modificar el instante de registro de las magnitudes de falta mediante el ajuste ***Tiempo Registro Magnitudes de Falta***. Este ajuste es útil para ajustar el registro de las magnitudes de falta antes del tiempo de apertura de los interruptores de protección.

9.3.2 Etiqueta del inicio de la falta

Presenta la fecha y hora correspondiente al momento en que se produjo el arranque de la primera unidad involucrada en la falta. Se incluye también:

- **Intensidades y tensiones de pre-falta**. Son los valores de las intensidades de fase, de neutro, de tierra, y neutro de la línea paralela, y de las tensiones medidas (simples y compuestas) dos ciclos antes del comienzo de la falta, es decir, antes del arranque de la unidad generadora de este informe de falta.

  También se anotan los valores de las intensidades de secuencia inversa y homopolar y la tensión de secuencia inversa. Tanto las intensidades como las tensiones simples van acompañadas de sus argumentos.

- **Unidades arrancadas** (según el modelo) durante todo el tiempo que ha durado la falta.

9.3.3 Etiqueta de orden de disparo

Presenta la fecha y hora de la orden de disparo y muestra, además:

- **Intensidades y tensiones de falta**. Son los valores de las intensidades de fase, de neutro, de tierra, y neutro de la línea paralela, y de las tensiones medidas (simples y compuestas) dos ciclos y medio después del comienzo de la falta, es decir, después del arranque de la unidad generadora de este informe de falta.

  También se anotan los valores de las intensidades de secuencia inversa y homopolar y la tensión de secuencia inversa. Tanto las intensidades como las tensiones simples van acompañadas de sus argumentos.

- **Unidades disparadas** (según el modelo).
- **Distancia a la falta y tipo de falta** (monofásica, bifásica, ...).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.3.4 Etiqueta de fin de falta

La **Etiqueta de fin de falta** corresponde al momento (fecha y hora) de la reposición de la última de las unidades involucradas en la falta.

Los valores de los ángulos mostrados en el informe de falta están todos referenciados a la tensión de la fase A de pre-falta. Además, cada anotación del informe de falta recoge los siguientes datos en el momento de darse la orden del disparo:

- Intensidades y tensiones de falta.
- Frecuencia.
- Intensidad abierta por el interruptor.
- Estado térmico.
- Tabla activa en el momento del disparo.
- Ciclo de reenganche en que se encuentra el equipo antes de producirse el disparo.
- Frecuencia.
- Distancia a la falta en (%) de la longitud total de la línea.
- Valor de Imagen Térmica.
- Intensidad abierta por fase
- Acumulado de KA^2sg por fase.

9.3.5 Informe de arranques

La construcción del Informe de Falta sigue el siguiente esquema: se inicia cuando se produce un arranque y finaliza cuando se reponen las unidades. En el fichero de informes de falta sólo se realiza una anotación si se ha producido un disparo en el transcurso de la falta.

El ajuste de ***Informe arranque*** permite seleccionar la opción de realizar una anotación en el fichero sin que se produzca disparo. Cuando el ajuste toma el valor **SÍ**, se anotará el correspondiente informe en el fichero de informes de falta sin necesidad de que se produzca disparo.

A su vez, este ajuste afecta al Localizador de faltas, ya que cuando está ajustado en **NO** únicamente se calcula la distancia a la falta cuando después del arranque se produce el disparo. Si está ajustado en **SÍ**, se calcula la distancia a la falta una vez que desaparece el arranque independientemente de que se haya producido el disparo o no.

9.3.6 Informe de faltas con valores de primario

El ajuste ***Magnitud informe de falta*** permite visualizar los valores anotados en el Informe de falta en valores de secundario o en valores de primario (influenciado por las relaciones de transformación).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.3.7 Informe de falta en HMI

Los equipos incluyen la posibilidad de visualizar los informes de falta en el HMI. Para acceder a dichos registros es necesario entrar en el campo **3- Información → 5- Sucesos → 1- Informes de falta** o pulsando flecha arriba desde la pantalla de reposo. Una vez que se ha accedido a dicho campo aparecerá una lista con la fecha y hora de los últimos registros de falta, los cuales incluirán la siguiente información:

- Señales de arranque y de disparo que se han activado durante el tiempo de duración de la falta: se utilizará el nombre corto de la señal (ver tablas de salidas digitales correspondientes a cada unidad de protección). Por ejemplo, el disparo y el arranque de la unidad de sobreintensidad instantánea 1 de neutro se visualizará como: **PU_IOC_N1** y **TRIP_IOC_N1**.
- Tipo de falta, tipo de disparo, zona que ha disparado, distancia a la falta, tiempo de duración de la falta, tabla activa, frecuencia, estado del térmico y contador de reenganches.
- Tensiones e intensidades de falta.

9.3.8 Rangos de ajuste

Registros / Informe de falta					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Informe Arranque	`Informe Arranque`	SCBR1.StrInf	SÍ / NO		SÍ
Magnitud Informe de Falta	`Informe falta P/S`	SCBR1.MagVisMod	Primario Secundario		Secund.
Tiempo registro magnitudes de falta		PTRC1.CycFltInf	1 - 4 ciclos	0,01 s	1,5

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.3.9 Informe de falta COMFEDE

Este informe de falta COMFEDE se genera cuando el Informe de falta IEC 61850 no está disponible o cuando el parámetro **Formato de fichero de informes de falta** toma el valor COMFEDE en la herramienta ***ZIV e-NET tool***®. Este parámetro se encuentra en **Protocolos/IEC 61850/Sucesos (SoE) e Informes de falta/General**.

Sucesos (SoE) e Informes de falta - General				
Parámetro	**Tipo**	**Rango**	**Por defecto**	**Descripción**
Formato del fichero de informe de falta	Seleccionable	XML COMFEDE	XML	Selecciona el formato de fichero de salida del informe de falta.

El informe de falta es almacenado en memoria no volátil (*Flash*) siguiendo el formato COMFEDE según el estándar IEEE C37.239. Los 25 últimos registros de falta se almacenarán en 25 ficheros que se gestionarán en memoria circular, de modo que, una vez completa, el último registro generado quedará almacenado, desapareciendo el registro más antiguo de la memoria. Los ficheros permanecen en memoria tras un cambio de configuración en el equipo (lógica, ajustes o CID).

Cada informe de falta COMFEDE se muestra al usuario según la siguiente nomenclatura:

fr_newEntrTm_newEntr.CED

Donde **fr** es informe de falta, **newEntrTm** es la fecha en la que genera el fichero (disparo del equipo), **newEntr** es el identificador numérico (contador secuencial) del fichero y **CED** es la extensión del fichero COMFEDE.

Los informes de falta COMFEDE están disponibles en la carpeta **/COMFEDE** (al mismo nivel que los ficheros COMTRADE y que la carpeta SCL que contiene el CID del equipo). El acceso a los informes de falta COMFEDE exige los mismos permisos que el acceso a la carpeta COMTRADE. La descarga de los ficheros se realiza mediante un cliente FTP/SFTP.

De forma general, la estructura de un informe de faltas COMFEDE es la siguiente:

LOG (cabecera):

- Entry (Event) => FAULT REPORT ACTIVATION
  - Entry\EntryData\agTimeStamp (etiqueta de tiempo del inicio de falta)
  - Entry\TimeEntry (etiqueta de tiempo de la orden de disparo)
  - FltRpt\FaultClearingTime (etiqueta de tiempo de finde falta)
  - BreakerRpt, RecloserRpt, FaultType,… (información sobre el interruptor, reenganches, tipo de falta,…).
  - agTgtData (indicación de las unidades que han arrancado)
  - agTgtData (indicación de las unidades que han disparado)
  - ElectMeas (magnitudes de prefalta)
  - ElectMeas (magnitudes de falta)

Todos los elementos del fichero COMFEDE se muestran en inglés.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A continuación, se muestra la información común del informe de faltas COMFEDE para posteriormente, en apartados independientes, mostrar la estructura en detalle del informe de faltas COMFEDE de cada uno de los modelos (IRF, IDF, DLF, y ZLF).

Referencia COMFEDE	Descripción	Tipo
logName	Nombre del Log	xs:normalizedString
oldEntrTm (*)	Indica el timeOfEntry del momento en el que se almacena el log más antiguo. Se muestra en formato UTC en ns.	xs:dateTime
newEntrTm (*)	Indica el timeOfEntry del momento en el que se almacena el último log. Se muestra en formato UTC en ns.	xs:dateTime
oldEntr (*)	Indica el entryID del entry más antiguo disponible en el log.	xs:unsignedLong
newEntr (*)	Indica el entryID del ultimo entry disponible en el log.	xs:unsignedLong
companyName	Muestra el valor del ajuste: Ajustes\Generales\Descripción 1 Valor por defecto=”Descripción 1”	xs:normalizedString minLength value="1”
stationName	Muestra el valor del ajuste: Ajustes\Generales\Descripción 2 Valor por defecto=”Descripción 2”	xs:normalizedString minLength value="1”
bayName	Muestra el valor del ajuste: Ajustes\Generales\Nombre Valor por defecto=”Nombre”	xs:normalizedString minLength value="1”
tmOfsTmm	Offset de la hora local respect a la UTC en minutos.	xs:integer
sch:IEDNameplate\name	Feeder Protection Transformer Differential Protection Distance Protection Line Differential Protection Bus Bar Differential Protection ….	
sch:IEDNameplate \model	Modelo software complete.	xs:normalizedString minLength value="1”
entryId	Referencia única de todos los entries que tienen el mismo valor de TimeOfEntry. Contador circular desde 1 hasta 4294967295	xs:unsignedLong
timeOfEntry	Fecha del momento en el que se almacena el informe en el LOG (fecha de la orden de disparo) Si no hay disparo: timeOfEntry= EntryData\t	xs:dateTime
EntryData\t	Fecha del momento en el que se genera el informe de falta (inicio de falta por arranque de unidades)	xs:dateTime
faultTrigger	true si Ajustes\Registros\Informe de Faltas\Informe Arranque = 0. false si Ajustes\Registros\Informe de Faltas\Informe Arranque = 1	xs:boolean
sGroup	Tabla de Ajustes activa	xs:unsignedInt
faultType	= Tipo Falta AG, BG, CG, AB, BC, CA, ABG, BCG, CAG, ABC, desconocida	Enum

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Referencia COMFEDE	Descripción	Tipo
trip	true si Ajustes\Registros\Informe de Faltas\Informe Arranque = 0. false si Ajustes\Registros\Informe de Faltas\Informe Arranque = 1	xs:boolean
sch:ThreePhsCurr\desc	Nombre del grupo del transformador de corriente (CT, CT1, CT2, CT3, CT4,…., CT60)	xs:normalizedString
fltCorrel	= Prefault para magnitudes de prefalta = Fault para magnitudes de falta Valor por defecto=none Postfault no se usa en equipos ZIV	Enum: Prefault, Fault, postfault, none.
preTmms	40 ms si Frecuencia nominal = 50 Hz 33 ms si Frecuencia nominal = 60 Hz	xs:integer
pstTmms	Valor del ajuste Ajustes\Registros\Informe de Faltas\Tiempo de Registro de Falta (en ms)	xs:integer
xfmrRatPrimFact	Valor del ajuste Ajustes\Generales\Rel CTx fase X:1,…60 Valor del ajuste Ajustes\Generales\Rel VT fase	xs:float
xfmrRatSecFact	1	xs:float
ActTgtData	Listado de todas las unidades que han arrancado.	
name	Name (nombre)	xs:normalizedString
desc	Description (descripción)	xs:normalizedString
FltClrTm	Duración de la falta (fecha de fin de falta – fecha inicio de falta)	ms

(*) Como solo hay un (1) Entry en cada fichero => newEntr = oldEntr y newEntrTm = oldEntrTm.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.3.9.a Informe de faltas COMFEDE para DLF

- **Información sobre la nomenclatura del fichero**

Referencia COMFEDE	Descripción	Tipo
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Differential"\PhsA	IDIFA (intensidad diferencial fase A)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Differential"\PhsB	IDIFB (intensidad diferencial fase B)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Differential"\PhsC	IDIFC (intensidad diferencial fase C)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Differential"\Res	IDIFN (intensidad diferencial de neutro)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Differential"\Sec\I1	IDIFP (intensidad diferencial de secuencia positiva)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Differential"\Sec\I2	IDIFQ (intensidad diferencial de secuencia negativa)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Restraint"\PhsA	IRESTA (intensidad de frenado fase A)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Restraint"\PhsB	IRESTB (intensidad de frenado fase B)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Restraint"\PhsC	IRESTC (intensidad de frenado fase C)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Restraint"\Res	IRESTN (intensidad de frenado de neutro)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Restraint"\Sec\I1	IRESTP (intensidad de frenado de secuencia positiva)	
sch:ThreePhsCurr differentialInputId="Restraint"\Sec\I2	IRESTQ (intensidad de frenado de secuencia negativa)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L1"\PhsA	VA1_87L (tensión fase A extremo 1)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L1"\PhsB	VB1_87L (tensión fase B extremo 1)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L1"\PhsC	VC1_87L (tensión fase C extremo 1)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L1"\Sec\I1	PSV1_87L (tensión secuencia positiva extremo 1)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L2"\PhsA	VA2_87L (tensión fase A extremo 2)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L2"\PhsB	VB2_87L (tensión fase B extremo 2)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L2"\PhsC	VC2_87L (tensión fase C extremo 2)	
sch:ThreePhsVolt desc="87L2"\Sec\I1	PSV2_87L (tensión secuencia positiva extremo 2)	
sch:ThreePhsCurr desc="87L1"\PhsA	IA1_87L (intensidad fase A extremo 1)	
sch:ThreePhsCurr desc="87L1"\PhsB	IB1_87L (intensidad fase B extremo 1)	
sch:ThreePhsCurr desc="87L1"\PhsC	IC1_87L (intensidad fase C extremo 1)	
sch:ThreePhsCurr desc="87L1"\Sec\I1	PSC1_87L (intensidad secuencia positiva extremo 1)	
sch:ThreePhsCurr desc="87L1"\Sec\I2	NSC1_87L (intensidad secuencia negativa extremo 1)	
sch:ThreePhsCurr\PhsA\Mag	IA (magnitud en valor de primario de la corriente de fase A). El ajuste Ajustes\Registros\Informe de Faltas\Valor Primario/Secundario no se tiene en cuenta.	A xs:decimal
sch:ThreePhsCurr\PhsA\Ang	ANG IA (ángulo de IA)	deg
sch:ThreePhsVolt\PhsA\Mag	VA (magnitud en valor de primario de la tensión de la fase A).	V xs:decimal

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Referencia COMFEDE	Descripción	Tipo
Mult	Multiplicador (opcional).	Enum: m (0.001), h (100), k (1000), M (1000000)
eziv:Curr	IG (corriente de tierra)	A xs:decimal
eziv:CurrP	IPAR (corriente de tierra de la línea paralela)	A xs:decimal
sch:ThreePhsCurr\Res	IN (corriente de neutro)	A xs:decimal
I1, I2, I0	PSC, NSC, ZSC (Corrientes de secuencia positiva, negativa y homopolar)	A xs:decimal
eziv:CurrGN	IGN (corriente diferencial de neutro para unidad de faltas a tierra restringidas)	A xs:decimal
eziv:VoltS	VSYNC (tension de sincronismo)	V xs:decimal
eziv:VoltG	VG (tension de tierra)	V xs:decimal
sch:ThreePhsVolt\Res	VN (tension de neutron)	V xs:decimal
V1, V2, V0	PSV, NSV, ZSV (Tensiones de secuencia positiva, negativa y homopolar)	V xs:decimal
PhsAB, PhsBC, PhsCA	VAB, VBC, VCA (tensiones compuestas fase a fase)	V xs:decimal
Fq	FREQ (frecuencia)	Hz xs:decimal
dFq	ROC FREQ (derivada de frecuencia)	Hz/s xs:decimal
Thm	THERMALI (magnitud de imagen térmica)	% xs:decimal
Hspt	T HOT SPOT (temperatura de punto caliente del bobinado)	ºC xs:decimal
DistToFlt	DIST (distancia a la falta)	km
eziv:DistToFltM	DIST MEXT (distancia a la falta localizador multi-extremo)	
sch:FltCirc	FAULT SECC (sección en falta)	xs:normalizedString
eziv:TrpZn	TRIP ZON (zona de disparo)	xs:normalizedString
shotCnt	C REENG (Contador de reenganches)	xs:nonNegativeInteger
OpTmmsOpnM	Tiempo de apertura mecánica de los contactos del interruptor en ms	xs:integer
OpTmmsOpnMP1	Tiempo de apertura mecánica de los contactos del polo A del interruptor en ms	xs:integer
eziv:OpTmmsOpnE	Tiempo de apertura eléctrica de los contactos del interruptor en ms	xs:integer
eziv:OpTmmsClsM	Tiempo de cierre mecánico de los contactos del interruptor en ms	xs:integer
AOpenIA	OPENI_A in Amps (A). Intensidad abierta por el polo A.	xs:decimal
CumpuOpenIA	CUMIOPEN_A. KA acumulados polo A en valor "por unidad" (tanto por uno) **no** en **%.**	xs:decimal

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Estructura del fichero**

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<COMFEDE xmlns="http://www.pes-psrc.org/Subcommittee/H/COMFEDE" xmlns:sch="http://www.pespsrc.
org/Subcommittee/H/CommonTypes" xmlns:xsi=”http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance”
      xsi:schemaLocation=”http://www.pes-psrc.org/Subcommittee/H/COMFEDE
Comfede.xsd”
xmlns:eziv="http://www.ziv.es/COMFEDEExtension">
 <Log logName="Fault Report" oldEntrTm=”2020-03-11T14:37:12.345000Z” newEntrTm=”2020-03-
      11T14:37:12.345000Z” oldEntr=”4054782143” newEntr=”4054782143” version="2010" revision="A">
  <Location companyName="Description 1" stationName="Description 2" bayName="Name"
      tmOfsTmm="120">
   <sch:IEDNameplate name="Feeder Protection" vendor="ZIV" model="DLFA-2A2472BZ000000X0X0-
      2010550">
   </sch:IEDNameplate>
  </Location>
  <Entry entryId="4054782143" timeOfEntry=”2020-03-11T14:37:12.445852Z”>
   <EntryData t="2020-03-11T14:37:12.345852Z" faultTrigger=”true”>
    <DataRef>FAULT REPORT ACTIVATION</DataRef>
    <Val type="xs:boolean">true</Val>
    <PayloadData sGroup="1" faultType="AB" trip="true">
          <ElectMeas>
           <sch:ThreePhsCurr differentialInputId=”Differential” fltCorrel="prefault" preTmms=”40”
    xfmrRatPrimFact=”200” xfmrRatSecFact=”1”>
            <PhsA>
             <Mag unit="none">0.8</Mag>
            </PhsA>
            <PhsB>
             <Mag unit="none">1.02</Mag>
            </PhsB>
            <PhsC>
             <Mag unit="none">0.2</Mag>
            </PhsC>
            <Res>
             <Mag unit="none">0.1</Mag>
            </Res>
            <Seq>
             <I1>
              <Mag unit="none">0.4</Mag>
             </I1>
             <I2>
              <Mag unit="none">0.2</Mag>
             </I2>
            </Seq>
           </sch:ThreePhsCurr>
           <sch:ThreePhsCurr differentialInputId=”Differential” fltCorrel="fault" pstTmms=”30”
    xfmrRatPrimFact=”200” xfmrRatSecFact=”1”>
            <PhsA>
             <Mag unit="none">0.8</Mag>
            </PhsA>
            <PhsB>
             <Mag unit="none">1.02</Mag>
            </PhsB>
            <PhsC>
             <Mag unit="none">0.2</Mag>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
        </PhsC>
        <Res>
          <Mag unit="none">0.1</Mag>
        </Res>
        <Seq>
          <I1>
            <Mag unit="none">0.4</Mag>
          </I1>
          <I2>
            <Mag unit="none">0.2</Mag>
          </I2>
        </Seq>
      </sch:ThreePhsCurr>
      <sch:ThreePhsCurr differentialInputId=”Restraint” fltCorrel="prefault" preTmms=”40”
xfmrRatPrimFact=”200” xfmrRatSecFact=”1”>
        <PhsA>
          <Mag unit="none">0.8</Mag>
        </PhsA>
        <PhsB>
          <Mag unit="none">1.02</Mag>
        </PhsB>
        <PhsC>
          <Mag unit="none">0.2</Mag>
        </PhsC>
        <Res>
          <Mag unit="none">0.1</Mag>
        </Res>
        <Seq>
          <I1>
            <Mag unit="none">0.4</Mag>
          </I1>
          <I2>
            <Mag unit="none">0.2</Mag>
          </I2>
        </Seq>
      </sch:ThreePhsCurr>
      <sch:ThreePhsCurr differentialInputId=”Restraint” fltCorrel="fault" pstTmms=”30”
xfmrRatPrimFact=”200” xfmrRatSecFact=”1”>
        <PhsA>
          <Mag unit="none">0.8</Mag>
        </PhsA>
        <PhsB>
          <Mag unit="none">1.02</Mag>
        </PhsB>
        <PhsC>
          <Mag unit="none">0.2</Mag>
        </PhsC>
        <Res>
          <Mag unit="none">0.1</Mag>
        </Res>
        <Seq>
          <I1>
            <Mag unit="none">0.4</Mag>
          </I1>
          <I2>
            <Mag unit="none">0.2</Mag>
          </I2>
        </Seq>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
        </sch:ThreePhsCurr>
        <eziv:CurrGN fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”20” xfmrRatSecFact=”1”>
          <Mag unit="A">2.2</Mag>
        </eziv:CurrGN>
        <eziv:CurrGN fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”20” xfmrRatSecFact=”1”>
          <Mag unit="A">22</Mag>
        </eziv:CurrGN>
        <sch:ThreePhsVolt fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="V">170.23</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Res>
            <Mag unit="V">65</Mag>
            <Ang unit="deg">5.1</Ang>
          </Res>
          <Seq>
            <V1>
              <Mag unit="V">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
            </V1>
            <V2>
              <Mag unit="V">10</Mag>
              <Ang unit="deg">168.5</Ang>
            </V2>
            <V0>
              <Mag unit="V">7</Mag>
              <Ang unit="deg">108.5</Ang>
            </V0>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <sch:ThreePhsVolt fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="V">170.23</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Res>
            <Mag unit="V">65</Mag>
            <Ang unit="deg">5.1</Ang>
          </Res>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
          <Seq>
           <V1>
            <Mag unit="V">17</Mag>
            <Ang unit="deg">178.5</Ang>
           </V1>
           <V2>
            <Mag unit="V">10</Mag>
            <Ang unit="deg">168.5</Ang>
           </V2>
           <V0>
            <Mag unit="V">7</Mag>
            <Ang unit="deg">108.5</Ang>
           </V0>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <eziv:VoltS desc=”VTSYN” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
        </eziv:VoltS>
        <eziv:VoltS desc=” VTSYN” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.1</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
         </eziv:VoltS>
         <eziv:VoltG desc=”VTG” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.1</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
        </eziv:VoltG>
        <eziv:VoltG desc=” VTG” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.1</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
        </eziv:VoltG>
        <sch:ThreePhsCurr desc=”CT” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
         <PhsA>
          <Mag unit="A">934</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
         </PhsA>
         <PhsB>
          <Mag unit="A" mult=”k”>1.02</Mag>
          <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
         </PhsB>
         <PhsC>
          <Mag unit="A">246</Mag>
          <Ang unit="deg">138.2</Ang>
         </PhsC>
         <Res>
          <Mag unit="A">65</Mag>
          <Ang unit="deg">5.1</Ang>
         </Res>
         <Seq>
          <I1>
           <Mag unit="A">17</Mag>
           <Ang unit="deg">178.5</Ang>
          </I1>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
          <I2>
            <Mag unit="A">10</Mag>
            <Ang unit="deg">168.5</Ang>
          </I2>
          <I0>
            <Mag unit="A">7</Mag>
            <Ang unit="deg">108.5</Ang>
          </I0>
        </Seq>
      </sch:ThreePhsCurr>
      <sch:ThreePhsCurr desc="CT" fltCorrel="fault" pstTmms="30" xfmrRatPrimFact="200"
xfmrRatSecFact="1">
        <PhsA>
          <Mag unit="A">934</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
        </PhsA>
        <PhsB>
          <Mag unit="A" mult="k">1.02</Mag>
          <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
        </PhsB>
        <PhsC>
          <Mag unit="A">246</Mag>
          <Ang unit="deg">138.2</Ang>
        </PhsC>
        <Res>
          <Mag unit="A">65</Mag>
          <Ang unit="deg">5.1</Ang>
        </Res>
        <Seq>
          <I1>
            <Mag unit="A">17</Mag>
            <Ang unit="deg">178.5</Ang>
          </I1>
          <I2>
            <Mag unit="A">10</Mag>
            <Ang unit="deg">168.5</Ang>
          </I2>
          <I0>
            <Mag unit="A">7</Mag>
            <Ang unit="deg">108.5</Ang>
          </I0>
        </Seq>
      </sch:ThreePhsCurr>
      <eziv:Curr desc="CTG" fltCorrel="prefault" preTmms="40" xfmrRatPrimFact="200"
xfmrRatSecFact="1">
        <Mag unit="A">0.2</Mag>
        <Ang unit="deg">22.1</Ang>
      </eziv:Curr>
      <eziv:Curr desc="CTG" fltCorrel="fault" pstTmms="30" xfmrRatPrimFact="200"
xfmrRatSecFact="1">
        <Mag unit="A">2.0</Mag>
        <Ang unit="deg">72.1</Ang>
      </eziv:Curr>
      <eziv:CurrP desc="CTPAR" fltCorrel="prefault" preTmms="40" xfmrRatPrimFact="20"
xfmrRatSecFact="1">
        <Mag unit="A">22</Mag>
        <Ang unit="deg">22.1</Ang>
      </eziv:CurrP>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
        <eziv:CurrP desc=”CTPAR” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”20”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <Mag unit="A">22</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
        </eziv:CurrP>
        <sch:ThreePhsVolt desc=”87L1” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="V">170.23</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Seq>
            <V1>
              <Mag unit="V">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
            </V1>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <sch:ThreePhsVolt desc=”87L1” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="V">170.23</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Seq>
            <V1>
              <Mag unit="V">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
            </V1>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <sch:ThreePhsVolt desc=”87L2” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
          <Mag unit="V">170.23</Mag>
          <Ang unit="deg">138.2</Ang>
         </PhsC>
         <Seq>
          <V1>
           <Mag unit="V">17</Mag>
           <Ang unit="deg">178.5</Ang>
          </V1>
         </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <sch:ThreePhsVolt desc=”87L2” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
         <PhsA>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
         </PhsA>
         <PhsB>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
          <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
         </PhsB>
         <PhsC>
          <Mag unit="V">170.23</Mag>
          <Ang unit="deg">138.2</Ang>
         </PhsC>
         <Seq>
          <V1>
           <Mag unit="V">17</Mag>
           <Ang unit="deg">178.5</Ang>
          </V1>
         </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <sch:ThreePhsVolt desc=”87L3” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
         <PhsA>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
         </PhsA>
         <PhsB>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
          <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
         </PhsB>
         <PhsC>
          <Mag unit="V">170.23</Mag>
          <Ang unit="deg">138.2</Ang>
         </PhsC>
         <Seq>
          <V1>
           <Mag unit="V">17</Mag>
           <Ang unit="deg">178.5</Ang>
          </V1>
         </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <sch:ThreePhsVolt desc=”87L3” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”300”
xfmrRatSecFact=”1”>
         <PhsA>
          <Mag unit="V" mult=”k”>17.2</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
         </PhsA>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
          <PhsB>
            <Mag unit="V" mult=”k”>17.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="V">170.23</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Seq>
            <V1>
              <Mag unit="V">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
            </V1>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsVolt>
        <sch:ThreePhsCurr desc=”87L1” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="A">934</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="A" mult=”k”>1.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="A">246</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Seq>
            <I1>
              <Mag unit="A">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
            </I1>
            <I2>
              <Mag unit="A">10</Mag>
              <Ang unit="deg">168.5</Ang>
            </I2>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsCurr>
        <sch:ThreePhsCurr desc=”87L1” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="A">934</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="A" mult=”k”>1.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="A">246</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Seq>
            <I1>
              <Mag unit="A">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
          </I1>
          <I2>
            <Mag unit="A">10</Mag>
            <Ang unit="deg">168.5</Ang>
          </I2>
        </Seq>
      </sch:ThreePhsCurr>
      <sch:ThreePhsCurr desc=”87L2” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
        <PhsA>
          <Mag unit="A">934</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
        </PhsA>
        <PhsB>
          <Mag unit="A" mult=”k”>1.02</Mag>
          <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
        </PhsB>
        <PhsC>
          <Mag unit="A">246</Mag>
          <Ang unit="deg">138.2</Ang>
        </PhsC>
        <Seq>
          <I1>
            <Mag unit="A">17</Mag>
            <Ang unit="deg">178.5</Ang>
          </I1>
          <I2>
            <Mag unit="A">10</Mag>
            <Ang unit="deg">168.5</Ang>
          </I2>
        </Seq>
      </sch:ThreePhsCurr>
      <sch:ThreePhsCurr desc=”87L2” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
        <PhsA>
          <Mag unit="A">934</Mag>
          <Ang unit="deg">22.1</Ang>
        </PhsA>
        <PhsB>
          <Mag unit="A" mult=”k”>1.02</Mag>
          <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
        </PhsB>
        <PhsC>
          <Mag unit="A">246</Mag>
          <Ang unit="deg">138.2</Ang>
        </PhsC>
        <Seq>
          <I1>
            <Mag unit="A">17</Mag>
            <Ang unit="deg">178.5</Ang>
          </I1>
          <I2>
            <Mag unit="A">10</Mag>
            <Ang unit="deg">168.5</Ang>
          </I2>
        </Seq>
      </sch:ThreePhsCurr>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
        <sch:ThreePhsCurr desc=”87L3” fltCorrel="prefault" preTmms=”40” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="A">934</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="A" mult=”k”>1.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="A">246</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Seq>
            <I1>
              <Mag unit="A">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
            </I1>
            <I2>
              <Mag unit="A">10</Mag>
              <Ang unit="deg">168.5</Ang>
            </I2>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsCurr>
        <sch:ThreePhsCurr desc=”87L3” fltCorrel="fault" pstTmms=”30” xfmrRatPrimFact=”200”
xfmrRatSecFact=”1”>
          <PhsA>
            <Mag unit="A">934</Mag>
            <Ang unit="deg">22.1</Ang>
          </PhsA>
          <PhsB>
            <Mag unit="A" mult=”k”>1.02</Mag>
            <Ang unit="deg">-91.7</Ang>
          </PhsB>
          <PhsC>
            <Mag unit="A">246</Mag>
            <Ang unit="deg">138.2</Ang>
          </PhsC>
          <Seq>
            <I1>
              <Mag unit="A">17</Mag>
              <Ang unit="deg">178.5</Ang>
            </I1>
            <I2>
              <Mag unit="A">10</Mag>
              <Ang unit="deg">168.5</Ang>
            </I2>
          </Seq>
        </sch:ThreePhsCurr>
      </ElectMeas>
      <eziv:Fq fltCorrel="prefault" preTmms=”40” unit="Hz">50.01</eziv:Fq>
      <eziv:Fq fltCorrel="fault" pstTmms=”30” unit="Hz">50.01</eziv:Fq>
      <eziv:dFq fltCorrel="prefault" preTmms=”0” unit="Hz/s">50.01</eziv:dFq>
      <eziv:dFq fltCorrel="fault" pstTmms=”0” unit="Hz/s">50.01</eziv:dFq>
      <eziv:Thm unit="none" mult=”h”>50</eziv:Thm>
      <eziv:Hspt unit="ºC">50</eziv:Hspt>
      <FltRpt>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
        <sch:DistToFlt unit="m" mult="k">48.17</sch:DistToFlt>
        <eziv:DistToFltM unit="m" mult="k">48.17</sch:DistToFlt>
        <sch:FltCirc>E1M1</sch:FltCirc >
        <eziv:TrpZn>ZONA 1</eziv:TrpZn>
        <sch:FltClrTm>150</sch:FltClrTm>
      </FltRpt>
      <ActTgtData> (The field “name” is the same as the field “desc”. The IEC61850 notation will be implemented in the future)
        <sch:Tgt name="PDIF1.Str.PhsA" desc=”Phase A Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PDIF1.Op.PhsA" desc=”Phase A Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PDIF1.Str.PhsB" desc=”Phase B Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PDIF1.Op.PhsB" desc=”Phase B Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PDIF1.Str.PhsC" desc=”Phase C Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PDIF1.Op.PhsC" desc=”Phase C Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="NRPDIF1.Str.PhsA" desc=”Phase A Instantaneous Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="NRPDIF1.Op.PhsA" desc=”Phase A Instantaneous Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="NRPDIF1.Str.PhsB" desc=”Phase B Instantaneous Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="NRPDIF1.Op.PhsB" desc=”Phase B Instantaneous Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="NRPDIF1.Str.PhsC" desc=”Phase C Instantaneous Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="NRPDIF1.Op.PhsC" desc=”Phase C Instantaneous Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIF1.Str.PhsA" desc=”Neutral Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIF1.Op.PhsA" desc=”Neutral Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="NSPDIF1.Str.PhsA" desc=”Negative Sequence Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="NSPDIF1.Op.PhsA" desc=”Negative Sequence Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PSPDIF1.Str.PhsA" desc=”Positive Sequence Differential Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PSPDIF1.Op.PhsA" desc=”Positive Sequence Differential Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS1.Str.PhsA" desc=”Zone 1 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS1.Op.PhsA" desc=”Zone 1 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS1.Str.PhsA" desc=”Zone 1 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS1.Op.PhsA" desc=”Zone 1 Ground distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS2.Str.PhsA" desc=”Zone 2 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS2.Op.PhsA" desc=”Zone 2 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS2.Str.PhsA" desc=”Zone 2 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS2.Op.PhsA" desc=”Zone 2 Ground distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS3.Str.PhsA" desc=”Zone 3 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS3.Op.PhsA" desc=”Zone 3 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS3.Str.PhsA" desc=”Zone 3 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS3.Op.PhsA" desc=”Zone 3 Ground distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS4.Str.PhsA" desc=”Zone 4 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS4.Op.PhsA" desc=”Zone 4 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS4.Str.PhsA" desc=”Zone 4 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS4.Op.PhsA" desc=”Zone 4 Ground distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS5.Str.PhsA" desc=”Zone 5 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS5.Op.PhsA" desc=”Zone 5 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS5.Str.PhsA" desc=”Zone 5 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS5.Op.PhsA" desc=”Zone 5 Ground distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS6.Str.PhsA" desc=”Zone 6 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS6.Op.PhsA" desc=”Zone 6 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS6.Str.PhsA" desc=”Zone 6 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS6.Op.PhsA" desc=”Zone 6 Ground distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS7.Str.PhsA" desc=”Zone 7 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS7.Op.PhsA" desc=”Zone 7 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS7.Str.PhsA" desc=”Zone 7 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS7.Op.PhsA" desc=”Zone 7 Ground distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS8.Str.PhsA" desc=”Zone 8 Phase distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="PHSPDIS8.Op.PhsA" desc=”Zone 8 Phase distance Unit Trip”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS8.Str.PhsA" desc=”Zone 8 Ground distance Unit Pickup”/>
        <sch:Tgt name="GNDPDIS8.Op.PhsA" desc=”Zone 8 Ground distance Unit Trip”/>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
<sch:Tgt name="DTT from Any Far End Phase A" desc="DTT from Any Far End Phase A"/>
<sch:Tgt name="DTT from Any Far End Phase B" desc="DTT from Any Far End Phase B"/>
<sch:Tgt name="DTT from Any Far End Phase C" desc="DTT from Any Far End Phase C"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC1.Str.PhsA" desc="Phase A Instantaneous Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC1.Op.PhsA" desc="Phase A Instantaneous Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC1.Str.PhsB" desc="Phase B Instantaneous Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC1.Op.PhsB" desc="Phase B Instantaneous Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC1.Str.PhsC" desc="Phase C Instantaneous Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC1.Op.PhsC" desc="Phase C Instantaneous Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC2.Str.PhsA" desc="Phase A Instantaneous Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC2.Op.PhsA" desc="Phase A Instantaneous Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC2.Str.PhsB" desc="Phase B Instantaneous Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC2.Op.PhsB" desc="Phase B Instantaneous Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC2.Str.PhsC" desc="Phase C Instantaneous Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC2.Op.PhsC" desc="Phase C Instantaneous Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC3.Str.PhsA" desc="Phase A Instantaneous Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC3.Op.PhsA" desc="Phase A Instantaneous Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC3.Str.PhsB" desc="Phase B Instantaneous Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC3.Op.PhsB" desc="Phase B Instantaneous Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC3.Str.PhsC" desc="Phase C Instantaneous Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPIOC3.Op.PhsC" desc="Phase C Instantaneous Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="NPIOC1.Str" desc="Neutral Instantaneous Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NPIOC1.Op" desc="Neutral Instantaneous Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="NPIOC2.Str" desc="Neutral Instantaneous Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NPIOC2.Op" desc="Neutral Instantaneous Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="NPIOC3.Str" desc="Neutral Instantaneous Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NPIOC3.Op" desc="Neutral Instantaneous Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="NSPIOC1.Str" desc="Negative Sequence Instantaneous Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NSPIOC1.Op" desc="Negative Sequence Instantaneous Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="NSPIOC2.Str" desc="Negative Sequence Instantaneous Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NSPIOC2.Op" desc="Negative Sequence Instantaneous Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="NSPIOC3.Str" desc="Negative Sequence Instantaneous Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NSPIOC3.Op" desc="Negative Sequence Instantaneous Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="GNDPIOC1.Str" desc="Ground Instantaneous Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="GNDPIOC1.Op" desc="Ground Instantaneous Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="GNDPIOC2.Str" desc="Ground Instantaneous Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="GNDPIOC2.Op" desc="Ground Instantaneous Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="GNDPIOC3.Str" desc="Ground Instantaneous Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="GNDPIOC3.Op" desc="Ground Instantaneous Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC1.Str.PhsA" desc="Phase A Time Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC1.Op.PhsA" desc="Phase A Time Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC1.Str.PhsB" desc="Phase B Time Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC1.Op.PhsB" desc="Phase B Time Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC1.Str.PhsC" desc="Phase C Time Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC1.Op.PhsC" desc="Phase C Time Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC2.Str.PhsA" desc="Phase A Time Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC2.Op.PhsA" desc="Phase A Time Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC2.Str.PhsB" desc="Phase B Time Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC2.Op.PhsB" desc="Phase B Time Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC2.Str.PhsC" desc="Phase C Time Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC2.Op.PhsC" desc="Phase C Time Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC3.Str.PhsA" desc="Phase A Time Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC3.Op.PhsA" desc="Phase A Time Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC3.Str.PhsB" desc="Phase B Time Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC3.Op.PhsB" desc="Phase B Time Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC3.Str.PhsC" desc="Phase C Time Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOC3.Op.PhsC" desc="Phase C Time Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="NPTOC1.Str" desc="Neutral Time Unit 1 Pickup"/>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

<sch:Tgt name="NPTOC1.Op" desc=”Neutral Time Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="NPTOC2.Str" desc=”Neutral Time Unit 2 Pickup”/>
<sch:Tgt name="NPTOC2.Op" desc=”Neutral Time Unit 2 Trip”/>
<sch:Tgt name="NPTOC3.Str" desc=”Neutral Time Unit 3 Pickup”/>
<sch:Tgt name="NPTOC3.Op" desc=”Neutral Time Unit 3 Trip”/>
<sch:Tgt name="NSPTOC1.Str" desc=”Negative Sequence Time Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name="NSPTOC1.Op" desc=”Negative Sequence Time Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="NSPTOC2.Str" desc=”Negative Sequence Time Unit 2 Pickup”/>
<sch:Tgt name="NSPTOC2.Op" desc=”Negative Sequence Time Unit 2 Trip”/>
<sch:Tgt name="NSPTOC3.Str" desc=”Negative Sequence Time Unit 3 Pickup”/>
<sch:Tgt name="NSPTOC3.Op" desc=”Negative Sequence Time Unit 3 Trip”/>
<sch:Tgt name="GNDPTOC1.Str" desc=”Ground Time Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name="GNDPTOC1.Op" desc=”Ground Time Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="GNDPTOC2.Str" desc=”Ground Time Unit 2 Pickup”/>
<sch:Tgt name="GNDPTOC2.Op" desc=”Ground Time Unit 2 Trip”/>
<sch:Tgt name="GNDPTOC3.Str" desc=”Ground Time Unit 3 Pickup”/>
<sch:Tgt name="GNDPTOC3.Op" desc=”Ground Time Unit 3 Trip”/>
<sch:Tgt name="PVOC1.Str.PhsA" desc=”Voltage Restrained Phase A Instantaneous Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name=" PVOC1.Op.PhsA" desc=” Voltage Restrained Phase A Instantaneous Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name=" PVOC1.Str.PhsB" desc=” Voltage Restrained Phase B Instantaneous Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name=" PVOC1.Op.PhsB" desc=” Voltage Restrained Phase B Instantaneous Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name=" PVOC1.Str.PhsC" desc=” Voltage Restrained Phase C Instantaneous Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name=" PVOC1.Op.PhsC" desc=” Voltage Restrained Phase C Instantaneous Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="CRVPVOC1.Str.PhsA" desc=”Voltage Restrained Phase A Time Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name=" CRVPVOC1.Op.PhsA" desc=” Voltage Restrained Phase A Time Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name=" CRVPVOC1.Str.PhsB" desc=” Voltage Restrained Phase B Time Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name=" CRVPVOC1.Op.PhsB" desc=” Voltage Restrained Phase B Time Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name=" CRVPVOC1.Str.PhsC" desc=” Voltage Restrained Phase C Time Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name=" CRVPVOC1.Op.PhsC" desc=” Voltage Restrained Phase C Time Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="OPHPTOC1.Str" desc=”Open Phase Detector Pickup”/>
<sch:Tgt name="OPHPTOC1.Op" desc=”Open Phase Detector Trip”/>
<sch:Tgt name="PTTR1.Op" desc=”Thermal unit Trip”/>
<sch:Tgt name="SPTR1.HPTmpTr" desc=”Hot Spot Thermal unit Trip”/>
<sch:Tgt name="SPTR1.OilTmpTr" desc=”Oil Temperature Trip”/>
<sch:Tgt name="OLPIOC1.Str" desc=”Overload Instantaneous Unit Pickup”/>
<sch:Tgt name="OLPIOC1.Op" desc=”Overload Instantaneous Unit Trip”/>
<sch:Tgt name="OLPTOC1.Str" desc=”Overload Time Unit Pickup”/>
<sch:Tgt name="OLPTOC1.Op" desc=”Overload Time Unit Trip”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Str.PhsA" desc=”Phase A Over Voltage Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Op.PhsA" desc=”Phase A Over Voltage Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Str.PhsB" desc=”Phase B Over Voltage Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Op.PhsB" desc=”Phase B Over Voltage Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Str.PhsC" desc=”Phase C Over Voltage Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Op.PhsC" desc=”Phase C Over Voltage Unit 1 Trip”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Str.General" desc=”Three Phase Over Voltage Unit 1 Pickup”/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV1.Op.General" desc=” Three Phase Over Voltage Unit 1 Trip”/>

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Str.PhsA" desc="Phase A Over Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Op.PhsA" desc="Phase A Over Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Str.PhsB" desc="Phase B Over Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Op.PhsB" desc="Phase B Over Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Str.PhsC" desc="Phase C Over Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Op.PhsC" desc="Phase C Over Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Str.General" desc="Three Phase Over Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV2.Op.General" desc=" Three Phase Over Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Str.PhsA" desc="Phase A Over Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Op.PhsA" desc="Phase A Over Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Str.PhsB" desc="Phase B Over Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Op.PhsB" desc="Phase B Over Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Str.PhsC" desc="Phase C Over Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Op.PhsC" desc="Phase C Over Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Str.General" desc="Three Phase Over Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTOV3.Op.General" desc=" Three Phase Over Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="NSPTOV1.Str" desc="Negative Sequence Over Voltage Unit Pickup"/>
<sch:Tgt name="NSPTOV1.Op" desc="Negative Sequence Over Voltage Unit Trip"/>
<sch:Tgt name="NPTOV1.Str" desc="Neutral Over Voltage Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NPTOV1.Op" desc="Neutral Over Voltage Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="NPTOV2.Str" desc="Neutral Over Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NPTOV2.Op" desc="Neutral Over Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="NPTOV3.Str" desc="Neutral Over Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="NPTOV3.Op" desc="Neutral Over Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="GNDPTOV1.Str" desc="Ground Over Voltage Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="GNDPTOV1.Op" desc="Ground Over Voltage Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="GNDPTOV2.Str" desc="Ground Over Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="GNDPTOV2.Op" desc="Ground Over Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="GNDPTOV2.Str" desc="Ground Over Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="GNDPTOV2.Op" desc="Ground Over Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Str.PhsA" desc="Phase A Under Voltage Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Op.PhsA" desc="Phase A Under Voltage Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Str.PhsB" desc="Phase B Under Voltage Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Op.PhsB" desc="Phase B Under Voltage Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Str.PhsC" desc="Phase C Under Voltage Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Op.PhsC" desc="Phase C Under Voltage Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Str.General" desc="Three Phase Under Voltage Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV1.Op.General" desc=" Three Phase Under Voltage Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Str.PhsA" desc="Phase A Under Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Op.PhsA" desc="Phase A Under Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Str.PhsB" desc="Phase B Under Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Op.PhsB" desc="Phase B Under Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Str.PhsC" desc="Phase C Under Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Op.PhsC" desc="Phase C Under Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Str.General" desc="Three Phase Under Voltage Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV2.Op.General" desc=" Three Phase Under Voltage Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Str.PhsA" desc="Phase A Under Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Op.PhsA" desc="Phase A Under Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Str.PhsB" desc="Phase B Under Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Op.PhsB" desc="Phase B Under Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Str.PhsC" desc="Phase C Under Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Op.PhsC" desc="Phase C Under Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Str.General" desc="Three Phase Under Voltage Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PHSPTUV3.Op.General" desc=" Three Phase Under Voltage Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PTOF1.Str" desc="Over Frequency Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTOF1.Op" desc="Over Frequency Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PTOF2.Str" desc="Over Frequency Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTOF2.Op" desc="Over Frequency Unit 2 Trip"/>

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

<sch:Tgt name="PTOF3.Str" desc="Over Frequency Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTOF3.Op" desc="Over Frequency Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PTOF4.Str" desc="Over Frequency Unit 4 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTOF4.Op" desc="Over Frequency Unit 4 Trip"/>
<sch:Tgt name="PTUF1.Str" desc="Under Frequency Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTUF1.Op" desc="Under Frequency Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PTUF2.Str" desc="Under Frequency Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTUF2.Op" desc="Under Frequency Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PTUF3.Str" desc="Under Frequency Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTUF3.Op" desc="Under Frequency Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PTUF4.Str" desc="Under Frequency Unit 4 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PTUF4.Op" desc="Under Frequency Unit 4 Trip"/>
<sch:Tgt name="PFRC1.Str" desc="Frequency Rate of Change Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PFRC1.Op" desc="Frequency Rate of Change Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PFRC2.Str" desc="Frequency Rate of Change Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PFRC2.Op" desc="Frequency Rate of Change Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PFRC3.Str" desc="Frequency Rate of Change Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PFRC3.Op" desc="Frequency Rate of Change Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PFRC4.Str" desc="Frequency Rate of Change Unit 4 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PFRC4.Op" desc="Frequency Rate of Change Unit 4 Trip"/>
<sch:Tgt name="PVPH1.Str" desc="Over Excitation Unit 1 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PVPH1.Op" desc="Over Excitation Unit 1 Trip"/>
<sch:Tgt name="PVPH2.Str" desc="Over Excitation Unit 2 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PVPH2.Op" desc="Over Excitation Unit 2 Trip"/>
<sch:Tgt name="PVPH3.Str" desc="Over Excitation Unit 3 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PVPH3.Op" desc="Over Excitation Unit 3 Trip"/>
<sch:Tgt name="PVPH4.Str" desc="Over Excitation Unit 4 Pickup"/>
<sch:Tgt name="PVPH4.Op" desc="Over Excitation Unit 4 Trip"/>
<sch:Tgt name="OCPSCH1.Op" desc="Over current protection scheme Trip"/>
<sch:Tgt name="DISPSCH1.Op" desc="Distance protection scheme Trip"/>
<sch:Tgt name="RPSB1.xx" desc="Power Swing Trip"/>
<sch:Tgt name="PROB1.Str" desc="Remote Breaker Open detector Pickup"/>
<sch:Tgt name="PROB1.Op" desc="Remote Breaker Open detector Trip"/>
<sch:Tgt name="PCOF1.Op" desc="Close onto Fault Trip"/>
<sch:Tgt name="PPDS1.Op" desc="Pole Discrepancy Trip"/>
<sch:Tgt name="LREFPDIF1.Str" desc="Restricted Ground Fault Unit Pickup"/>
<sch:Tgt name="LREFPDIF1.Op" desc="Restricted Ground Fault Unit Trip"/>
<sch:Tgt name="PTRC1.TrProg1" desc="Three Phase Programable Trip"/>
<sch:Tgt name="PTRC1.TrProg2" desc="Three Phase Programable Trip with fault detector supervision"/>
<sch:Tgt name="PTRC1.Tr13Prog1" desc="Mono/Three Phase Programable Trip"/>
<sch:Tgt name=" PTRC1.Tr13Prog2" desc="Mono/Three Phase Programable Trip with fault detector supervision"/>
<sch:Tgt name="DISPSCH1.WeiOp.General" desc="Distance scheme weak infeed Trip"/>
<sch:Tgt name="DISPSCH1.WeiOp.PhsA" desc="Distance scheme Phase A weak infeed Trip"/>
<sch:Tgt name="DISPSCH1.WeiOp.PhsB" desc="Distance scheme Phase B weak infeed Trip"/>
<sch:Tgt name="DISPSCH1.WeiOp.PhsC" desc="Distance scheme Phase C weak infeed Trip"/>
<sch:Tgt name="OCPSCH1.WeiOp.General" desc="Over current scheme weak infeed Trip"/>
<sch:Tgt name="OCPSCH1.WeiOp.PhsA" desc="Over current scheme Phase A weak infeed Trip"/>
<sch:Tgt name="OCPSCH1.WeiOp.PhsB" desc="Over current scheme Phase B weak infeed Trip"/>
<sch:Tgt name="OCPSCH1.WeiOp.PhsC" desc="Over current scheme Phase C weak infeed Trip"/>

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
            <sch:Tgt name="Capacitive current compensation of Differential channel I1" desc=”Capacitive current compensation of Differential channel I1”/>
            <sch:Tgt name="Capacitive current compensation of Differential channel I2" desc=”Capacitive current compensation of Differential channel I2”/>
            <sch:Tgt name="Capacitive current compensation of Differential channel I3" desc=”Capacitive current compensation of Differential channel I3”/>
        </ActTgtData>
        <eziv:BrkrRpt eziv:OpTmmsOpnM="40" eziv:OpTmmsOpnE="40" eziv:OpTmmsClsM="40" eziv:OpTmmsClsE="40" eziv:AOpenIA=”950” eziv:AOpenIB=”1100” eziv:AOpenIC=”250” eziv:CumpuOpenIA=”10” eziv:CumpuOpenIB=”10” eziv:CumpuOpenIC=”10”/>
      </PayloadData>
    </EntryData>
  </Entry>
 </Log>
</COMFEDE>
```

9.3.10 Informe de falta IEC 61850

Este informe se genera cuando el parámetro **Formato de fichero de informes de falta** toma el valor XML en la herramienta ***ZIV e-NET tool***®. Este parámetro se encuentra en **Protocolos/IEC 61850/Sucesos (SoE) e Informes de falta/General**.

Sucesos (SoE) e Informe de faltas - General				
Parámetro	**Tipo**	**Rango**	**Por defecto**	**Descripción**
Formato del fichero de informe de falta	Seleccionable	XML COMFEDE	XML	Selecciona el formato de fichero de salida del informe de falta.

Cada informe de falta se muestra al usuario según la siguiente nomenclatura:

fr_newEntrTm_newEntr.xml

Donde **fr** es informe de falta, **newEntrTm** es la fecha en la que genera el fichero (disparo del equipo), **newEntr** es el identificador numérico (contador secuencial) del fichero y **XML** es la extensión del fichero del informe de falta.

Los informes de falta están disponibles en la carpeta **/FALTAS** (al mismo nivel que los ficheros COMTRADE y que la carpeta SCL que contiene el CID del equipo). El acceso a los informes de falta exige los mismos permisos que el acceso a la carpeta COMTRADE. La descarga de los ficheros se realiza mediante un cliente FTP/SFTP.

El informe de falta se almacena en una memoria no volátil (Flash) siguiendo un formato propietario. Los 25 últimos registros de falta se almacenarán en 25 ficheros que se gestionarán en memoria circular, de modo que, una vez completa, el último registro generado quedará almacenado, desapareciendo el registro más antiguo de la memoria. Los ficheros permanecen en memoria tras un cambio de configuración en el equipo (lógica, ajustes o CID).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Cada informe de falta XML se muestra al usuario de acuerdo con la siguiente estructura:

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
resource	Nodo raíz	source	**idRes**: indica que se trata de un informe de falta. Siempre toma el valor **faltas**.
source	Sección única que indica el IED productor del informe de falta.	fault	**ip**: IP del IED productor del informe de falta. **iedName**: nombre del IED (IEC 61850)que genera el informe de falta. Ej.: L45GISDB. **man**: nombre del fabricante. Toma el valor fijo **ZIV**. **sn**: número de serie del IED que genera el informe de falta. Ej.: 154988. **mod**: nombre completo del modelo de IED que genera el informe de falta. Ej.: IRFA-1A24322A000000XXXX-3332873.
fault	Sección para indicar los datos del informe de falta.	starttime, endtime, type, units, fltMeas	**sqNum**: número de secuencia del informe de falta. E.g.: *123*. **date**: etiqueta de tiempo del disparo de falta. Ej.: *2022-05-04T12:24:15.480Z*. **q**: calidad de la etiqueta de tiempo. Es una OR de los bits de IEC 61850 *ClockNotSynchronized* y *ClockFailure*, es decir, un 1 indica fallo de sincronización. Ej.: *0*.
starttime	Hora de inicio del informe de falta.	-	**date**: etiqueta de tiempo de la hora de inicio del informe de falta. Ej.: *2022-05-04T12:24:15.478Z*. **q**: calidad de la etiqueta de tiempo. Es una OR de los bits de IEC 61850 *ClockNotSynchronized* y *ClockFailure*, es decir, un 1 indica fallo de sincronización. Ej.: *0*.
endtime	Hora final del informe de falta.	-	**date**: etiqueta de tiempo de la hora final del informe de falta. Ej.: *2022-05-04T12:24:18.520Z*. **q**: calidad de la etiqueta de tiempo. Es una OR de los bits de IEC 61850 *ClockNotSynchronized* y *ClockFailure*, es decir, un 1 indica fallo de sincronización. Ej.: *0*.
type	Datos de la falta.	-	**fault**: Tipo de falta. Puede tomar los siguientes valores: **AG**, **BG**, **CG**, **AB**, **BC**, **CA**, **ABG**, **BCG**, **CAG**, **ABC**, **unknown**. Ej.: *CG*. **distance**: distancia a la falta en kilómetros. **duration**: tiempo para despejar la falta en ms. Ej.: *3042*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Node	Description	Children	Attributes
units	Unidades de protección arrancadas o activadas.	-	**fstdrId**: ver (1) después de esta tabla. E.g.: *FPR349*. **desc**: ver (1) después de esta tabla. Ej.: *Instantaneous overcurrent unit 1 Phase A*.
fltMeas	Sección de medidas separadas en dos subsecciones: una para las medidas de prefalta y otra para las medidas de falta.	m	**origin**: indica si los valores de medida se toman en el devanado **primario** o **secundario** del TI. Solo puede tomar el valor fijo del **primario**. Ej.: *primary*. **type**: Indica si los valores de las medidas son los de prefalta, falta u otros (**prefault**, **fault**, **other**). Ej.: *prefault*.
m	Medidas dentro del informe de falta (2).	-	**propId**: puede tomar los siguientes valores: **voltage**, **voltArg**, **current**, **curArg**, **timex**, **difCurrent**, **biasCurrent**, **brkCurrent**, **frequency**, **difCheckCurrent** y **biasCheckZoneCurrent**. **stdrId**: el mismo valor que **propId**. **unit**: unidad de las medidas. Puede tomar los siguientes valores: **A**, **V**, **kV**, **s**, **deg** y **Hz**. **I1**: medida de intensidad de fase A (mód. y arg.). **I2**: medida de intensidad de fase B (mód. y arg.). **I3**: medida de intensidad de fase C (mód. y arg.). **I4**: Es el 4º canal de intensidad, que podría ser la medida de intensidad de neutro sensible (mód. y arg.). **IN**: medida de intensidad de neutro (mód. y arg.). **V1**: medida de tensión de fase A (mód. y arg.). **V2**: medida de tensión de fase B (mód. y arg.). **V3**: medida de tensión de fase C (mód. y arg.). **V4**: medida de tensión VSYN (mód. y arg.). **VN**: medida de tensión de neutro (mód. y arg.). **F**: medida de frecuencia (mód. y arg.).

(1) Si la señal aparece en los sucesos (SoE) y en los Informes de falta - sección Señales de *ZIV e-NET tool*® - el campo *stdrId* mostrará el campo *clientCode* y el campo *desc* mostrará el propio campo *desc*. En caso contrario, el campo *stdrId* estará vacío y el campo *desc* mostrará la descripción interna de la señal en el IED.
(2) Las medidas disponibles dentro del suceso dependen del tipo de IED. Para los IEDs con varios devanados, I1, I2, I3 e IN corresponderán a los designados como devanado de referencia. Para los equipos diferenciales de barras, I1, I2 e I3 corresponderán a los designados como referencia de ángulo mientras que *difCurrent* y *biasCurrent* corresponderán a la barra que ha disparado. Si han disparado varias, corresponderán a la barra con menor índice de todas ellas.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A continuación se ofrece un ejemplo de informe de falta XML:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
 <resource idRes="faults">
   <source ip="192.168.1.1" iedName="L45GISDB" man="ZIV" sn="154988" mod="IRFA-
1A24322A000000XXXX-3332873">
    <fault sqNum="7" date="2022-05-04T12:24:15.480Z " q="0">
     <starttime date="2022-05-04T12:24:15.478Z " q="0"/>
     <endtime date="2022-05-04T12:24:18.520Z " q="0"/>
     <type fault="ABC" distance="7.39" duration="49926"/>
     <units>
      <u propId="FPR352" desc="PICKUP UNIT 1 51 TEMP. PHASE A"/>
      <u propId="FPR320" desc="PROT TRIP UNIT 1 51 TEMP. PHASE A"/>
      <u propId="FPR353" desc="PICKUP UNIT 1 51 TEMP. PHASE B"/>
      <u propId="FPR321" desc="PROT TRIP UNIT 1 51 TEMP. PHASE B"/>
      <u propId="FPR354" desc="PICKUP UNIT 1 51 TEMP. PHASE C"/>
      <u propId="FPR322" desc="PROT TRIP UNIT 1 51 TEMP. PHASE C"/>
      <u propId="FPR360" desc="PICKUP UNIT 2 51 TEMP. PHASE A"/>
      <u propId="FPR328" desc="PROT TRIP UNIT 2 51 TEMP. PHASE A"/>
      <u propId="FPR361" desc="PICKUP UNIT 2 51 TEMP. PHASE B"/>
      <u propId="FPR329" desc="PROT TRIP UNIT 2 51 TEMP. PHASE B"/>
      <u propId="FPR362" desc="PICKUP UNIT 2 51 TEMP. PHASE C"/>
      <u propId="FPR330" desc="PROT TRIP UNIT 2 51 TEMP. PHASE C"/>
     </units>
     <fltMeas origin="primary" type="prefault">
      <m propId="current" stdrId="current" unit="A" I1="120.38" I2="120.49" I3="120.48" I4="0.00" IN="0.24"/>
      <m propId="curArg" stdrId="curArg" unit="deg" I1="0.0" I2="240.2" I3="120.0" I4="163.8" IN="321.1"/>
      <m propId="voltage" stdrId="voltage" unit="kV" V1="25.41" V2="25.42" V3="25.41" V4="1.28"
VN="0.13"/>
      <m propId="voltArg" stdrId="voltArg" unit="deg" V1="0.0" V2="239.7" V3="119.7" V4="58.3"
VN="95.7"/>
      <m propId="frequency" stdrId="frequency" unit="Hz" F="50.00"/>
     </fltMeas>
     <fltMeas origin="primary" type="fault">
      <m propId="current" stdrId="current" unit="A" I1="1200.73" I2="1200.16" I3="1200.49" I4="0.00"
IN="2.38"/>
      <m propId="curArg" stdrId="curArg" unit="deg" I1="334.4" I2="214.4" I3="94.3" I4="99.1" IN="331.1"/>
      <m propId="voltage" stdrId="voltage" unit="kV" V1="25.41" V2="25.42" V3="25.41" V4="1.04"
VN="0.12"/>
      <m propId="voltArg" stdrId="voltArg" unit="deg" V1="334.5" V2="214.2" V3="94.2" V4="93.1"
VN="70.4"/>
      <m propId="frequency" stdrId="frequency" unit="Hz" F="50.00"/>
     </fltMeas>
     <fltMeas origin="primary" type="other">
      <m propId="brkCurrent" stdrId="brkCurrent" unit="A" I1="0.00" I2="0.00" I3="0.00"/>
     </fltMeas>
    </fault>
 </source>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

9.4 Histórico de Medidas

9.4.1 Principios de operación 9.4-2
9.4.2 Rangos de ajuste 9.4-3
9.4.3 Nodo lógico IEC61850 ..... 9.4-5

9.4.1 Principios de operación

Esta función tiene por objeto registrar las evoluciones de las magnitudes en el punto en el que se encuentra instalado el equipo. Para ello, se toma una muestra, cada segundo, de cada una de las magnitudes que se hayan programado a tal efecto y se calcula su media en el intervalo definido como ***Ventana para cálculo de medias***, cuyo valor es ajustable entre 1 y 15 minutos.

Se define como ***Intervalo de registro*** al lapso de tiempo, ajustable entre 1 minuto y 24 horas, durante el que se consideran las medias máximas y mínimas anteriores para registrar los valores más extremos de todo el intervalo y con la etiqueta de tiempo correspondiente a su final. En la figura puede seguirse el funcionamiento del registro histórico.

-**TM**: ventana de cálculo de medias; la figura se muestra con un valor de TM igual a un minuto.

-**TR**: intervalo de registro; la figura se muestra con un valor de TR igual a 15 minutos.

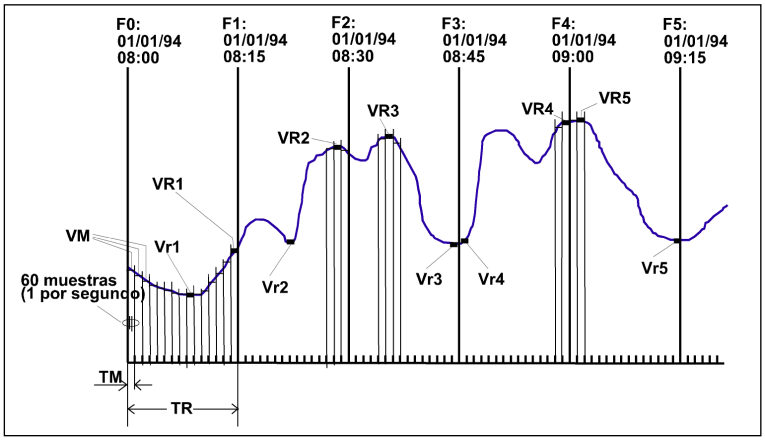


Figura 9.4.1 Diagrama explicativo del registro histórico.

Existen 12 Grupos de Históricos. Dentro de cada uno de estos grupos se pueden definir hasta **4 magnitudes** distintas para los cálculos de los históricos.

En cada ventana **TM** se obtienen dos valores **VM** que corresponden a la media máxima y mínima de entre las magnitudes configuradas en cada grupo. Si hay una única magnitud configurada en un grupo su media coincidirá con su máximo y con su mínimo (ver figura 9.4.1). En cada intervalo **TR** se almacena y se muestra el valor máximo y mínimo de todas las **VM** máximas y mínimas computadas en cada grupo. El perfil de la figura 9.4.1 proporcionaría el siguiente registro de valores: VR1 - Vr1; VR2 - Vr2; VR3 - Vr3; VR4 - Vr4 y VR5 - Vr5.

Nota: si en el intervalo definido como ventana para cálculo de medias arranca cualquier unidad de sobreintensidad, se anota el valor de la media de las medidas efectuadas durante el tiempo en que no han estado arrancadas las unidades. Por el contrario, si las unidades permanecen arrancadas durante todo el intervalo de la ventana, se anotará como valor: 0A / 0V.

Tal y como se ha indicado, se pueden configurar doce magnitudes de entre todas las medidas directas o calculadas (magnitudes de *usuario*, incluida VDC en los modelos que incorporan supervisión de tensión de alimentación) de las que dispone el equipo (M_i). Para cada uno de los grupos pueden seleccionarse hasta cuatro magnitudes diferentes, para cada una de las cuales se realiza la obtención de una media a lo largo de la ***Ventana para cálculo de medias***. Ver figura 9.4.2.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

De este modo, se calcula, en cada intervalo de medias, para cada grupo (hasta 12 grupos) el valor mayor y el menor de las medidas de las diferentes magnitudes (hasta 4 magnitudes). En cada intervalo de registro se anota el máximo y el mínimo de entre todas las medidas máximas y mínimas obtenidas a lo largo de dicho intervalo en cada grupo.

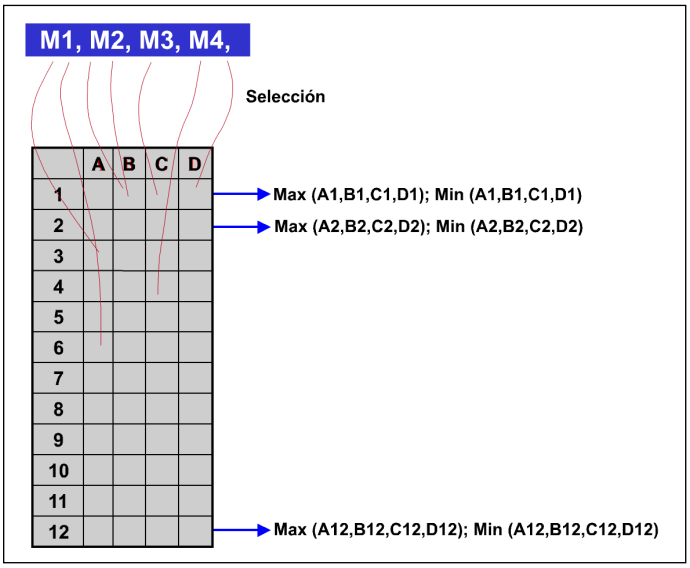


Figura 9.4.2 Lógica del registro histórico.

La memoria disponible para el registro histórico es del tipo RAM, con un tamaño correspondiente a 168 valores. Con el objeto de adecuar la utilización de la memoria a la aplicación de cada usuario, se define una ***Máscara de días de la semana y de horas*** dentro de los días definidos (el mismo intervalo horario para todos los días) fuera de los cuales no se registra ningún valor.

Así mismo, se muestrean continuamente las intensidades y tensiones de fase, así como las potencias; los valores muestreados se comparan con los ya almacenados y de este modo se mantiene actualizado un maxímetro / minímetro de las intensidades y tensiones de fase y de las potencias activa, reactiva y aparente.

Estos valores máximos y mínimos se almacenan en memoria no volátil, de modo que su reposición se hace mediante la entrada lógica de **Reposición del maxímetro**.

Toda esta información sólo se podrá obtener vía comunicaciones a través del programa de comunicaciones y gestión remota ***ZIV e-NET tool***®.

9.4.2 Rangos de ajuste

Registros / Históricos					
Programa de comunicaciones	**HMI**	**IEC 61850**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Ventana Calc M Muest	Ventana Calc M Mue	HISMSTA1.EvTmms	1 - 15 min		1 min
Intervalo Reg Histor	Intervalo Reg Hist	HISMSTA1.RcdLenTmm	00:01 a 24:00 (hh:mm)		1 min
Máscara Semanal		HISMSTA1.WeekMaskX X: 1 a 7	Lunes a Domingo	SÍ/NO	SÍ
Hora Inicio Hist	Hora Inic. Hist	HISMSTA1.RcdStrTmm	00:01 a 24:00 (hh:mm)		0 min
Hora Fin Hist	Hora Fin. Hist	HISMSTA1.RcdStopTmm	00:01 a 24:00 (hh:mm)		24 min

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Grupos de históricos (Magnitudes)				
Existen 12 Grupos de históricos. Dentro de cada uno de estos grupos se pueden definir hasta 4 magnitudes distintas para los cálculos de los históricos. Dichas magnitudes son:				
ACTGRP	HARM2 IA	HARM8 IA	N.A.ENGY	VAB_ANG
ALARMS	HARM2 IB	HARM8 IB	N.R.ENGY	VB
ANG IA	HARM2 IC	HARM8 IC	N_CLOSING	VBC
ANG IB	HARM2 IG	HARM8 IG	N_OPENING_A	VBC_ANG
ANG IC	HARM2 IN	HARM8 IGS	N_OPENING_B	VC
ANG IG	HARM2 VA	HARM8 IN	N_OPENING_C	VCA
ANG IN	HARM2 VB	HARM8 VA	NSC	VCA
ANG IGPAR	HARM2 VC	HARM8 VB	NSV	VCA_ANG
ANG IPOL	HARM2 VG	HARM8 VC	NTRAPS	VG
ANG NSC	HARM3 IA	HARM8 VG	Null	VMAX
ANG PSC	HARM3 IB	HARM9 IA	OPENI_A	VMIN
ANG PSV	HARM3 IC	HARM9 IB	OPENI_B	VN
ANG VA	HARM3 IG	HARM9 IC	OPENI_C	VSYNC
ANG VB	HARM3 IN	HARM9 IG	P	WARMSTARTS
ANG VC	HARM3 VA	HARM9 IN	P.Active Energy	ZSC
ANG VG	HARM3 VB	HARM9 VA	P.React. Energy	ZSV
ANG VN	HARM3 VC	HARM9 VB	P_A	VAB C2
ANG VSYNC	HARM3 VG	HARM9 VC	P_B	VAB PR C2
ANG ZSC	HARM4 IA	HARM9 VG	P_C	VAB PI C2
ANG ZSV	HARM4 IB	IA	PF	VBC C2
C REENG	HARM4 IC	IB	PF_A	VBC PR C2
COLDSTARTS	HARM4 IG	IC	PF_B	VBC PI C2
CUMIOPEN_A	HARM4 IN	IG	PF_C	VCA C2
CUMIOPEN_B	HARM4 VA	IMCNPAR_A	PMAX	VCA PR C2
CUMIOPEN_C	HARM4 VB	IMCA	PMIN	VCA PI C2
DIST	HARM4 VC	IMCA_A	PSC	U.TFALTA
DISTk	HARM4 VG	IMCB	PSV	VMCA
DISTm	HARM5 IA	IMCB_A	Q	VMCB
FAULTT	HARM5 IB	IMCC	Q_A	VMCC
FREQ	HARM5 IC	IMCC_A	Q_B	VMCSD
FREQ PLL	HARM5 IG	IMCNPAR	Q_C	IMCSD
FREQ SYNC	HARM5 IN	IMCSI	QMAX	IMCSD_A
HARM10 IA	HARM5 VA	IMCSI_A	QMIN	IMCSH_A
HARM10 IB	HARM5 VB	IMCAB	RMSIA	VMCA_A
HARM10 IC	HARM5 VC	IMCAB_A	RMSIB	VMCB_A
HARM10 IG	HARM5 VG	IMCBC	RMSIC	VMCC_A
HARM10 IN	HARM6 IA	IMCBC_A	ROC FREQ	VMCSI
HARM10 VA	HARM6 IB	IMCCA	S	VMCSI_A
HARM10 VB	HARM6 VG	IMCCA_A	S_A	VMCSH
HARM10 VC	HARM7 IA	IGN	S_B	VMCSH_A
HARM10 VG	HARM7 IB	IGPAR	S_C	VMCAB
HARM6 IC	HARM7 IC	IMAX	SMAX	VMCAB_A
HARM6 IG	HARM7 IG	IMIN	SMIN	VMCBC
HARM6 IN	HARM7 IGN	IN	THERMAL IMG	VMCBC_A
HARM6 VA	HARM7 VA	IPOL	THREE PH RECL	VMCCA
HARM6 VB	HARM7 VB	L.FAULTT	VA	VMCCA_A
HARM6 VC	HARM7 VC	MREF A	VAB	
	HARM7 VG			

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Nota: todas las magnitudes que se muestran en los históricos están en valores de secundario y no se ven afectadas por las de Relaciones de Transformación. Sin embargo, las Energías son un caso especial y aparecen siempre en valores de primario.

9.4.3 Nodo lógico IEC61850

CLASS IRLHISMSTA		
Data Object Name	**Common Data Class**	**Explanation**
LNName		The name shall be composed of the class name, the LN-Prefix and LN-Instance-ID according to IEC 61850-7-2, Clause 22
Data Objects		
Settings		
EvTmms	ASG	Window time to calculate samples
RcdLenTmm	ING	Time interval
WeekMask1	SPG	Weekly mask
WeekMask2	SPG	Weekly mask
WeekMask3	SPG	Weekly mask
WeekMask4	SPG	Weekly mask
WeekMask5	SPG	Weekly mask
WeekMask6	SPG	Weekly mask
WeekMask7	SPG	Weekly mask
RcdStrTmm	ING	Start time
RcdStopTmm	ING	Stop time
Gr01Mag1	ING	Magnitude 1 of group 1
Gr01Mag2	ING	Magnitude 2 of group 1
Gr01Mag3	ING	Magnitude 3 of group 1
Gr01Mag4	ING	Magnitude 4 of group 1
Gr02Mag1	ING	Magnitude 1 of group 2
Gr02Mag2	ING	Magnitude 2 of group 2
Gr02Mag3	ING	Magnitude 3 of group 2
Gr02Mag4	ING	Magnitude 4 of group 2
Gr03Mag1	ING	Magnitude 1 of group 3
Gr03Mag2	ING	Magnitude 2 of group 3
Gr03Mag3	ING	Magnitude 3 of group 3
Gr03Mag4	ING	Magnitude 4 of group 3
Gr04Mag1	ING	Magnitude 1 of group 4
Gr04Mag2	ING	Magnitude 2 of group 4
Gr04Mag3	ING	Magnitude 3 of group 4
Gr04Mag4	ING	Magnitude 4 of group 4
Gr05Mag1	ING	Magnitude 1 of group 5
Gr05Mag2	ING	Magnitude 2 of group 5
Gr05Mag3	ING	Magnitude 3 of group 5
Gr05Mag4	ING	Magnitude 4 of group 5
Gr06Mag1	ING	Magnitude 1 of group 6
Gr06Mag2	ING	Magnitude 2 of group 6
Gr06Mag3	ING	Magnitude 3 of group 6
Gr06Mag4	ING	Magnitude 4 of group 6

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Settings (Cont.)		
Gr07Mag1	ING	Magnitude 1 of group 7
Gr07Mag2	ING	Magnitude 2 of group 7
Gr07Mag3	ING	Magnitude 3 of group 7
Gr07Mag4	ING	Magnitude 4 of group 7
Gr08Mag1	ING	Magnitude 1 of group 8
Gr08Mag2	ING	Magnitude 2 of group 8
Gr08Mag3	ING	Magnitude 3 of group 8
Gr08Mag4	ING	Magnitude 4 of group 8
Gr09Mag1	ING	Magnitude 1 of group 9
Gr09Mag2	ING	Magnitude 2 of group 9
Gr09Mag3	ING	Magnitude 3 of group 9
Gr09Mag4	ING	Magnitude 4 of group 9
Gr10Mag1	ING	Magnitude 1 of group 10
Gr10Mag2	ING	Magnitude 2 of group 10
Gr10Mag3	ING	Magnitude 3 of group 10
Gr10Mag4	ING	Magnitude 4 of group 10
Gr11Mag1	ING	Magnitude 1 of group 11
Gr11Mag2	ING	Magnitude 2 of group 11
Gr11Mag3	ING	Magnitude 3 of group 11
Gr11Mag4	ING	Magnitude 4 of group 11
Gr12Mag1	ING	Magnitude 1 of group 12
Gr12Mag2	ING	Magnitude 2 of group 12
Gr12Mag3	ING	Magnitude 3 of group 12
Gr12Mag4	ING	Magnitude 4 of group 12

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A. Perfil de Comunicaciones de Control PROCOME 3.0

A.1 Capa de aplicación de control A-2
A.2 Datos de control A-3

A.1 Capa de aplicación de control

- **Funciones de aplicación**

☑ **Inicialización de la estación secundaria**
☑ **Sincronización de reloj**
☑ **Funciones de control**
  ☑ Interrogación de control
  ☑ Refresco de señales digitales de control
  ☑ Escritura de salidas
  ☑ Habilitación e inhabilitación de entradas
  ☑ *Overflow*
  ☑ Órdenes de mando

- **ASDUs compatibles en dirección de secundario a primario**

☑ **<5> Identificación**
☑ **<6> Sincronización de reloj**
☑ **<100> Transmisión de medidas y cambios de señales digitales de control**
☑ **<101> Transmisión de contadores**
☑ **<103> Transmisión de estados digitales de control**
☑ **<110> Escritura de salidas digitales**
☑ **<121> Órdenes de mando**

- **ASDUs compatibles en dirección de primario a secundario**

☑ **<6> Sincronización de reloj**
☑ **<100> Petición de datos de control (Medidas y cambios de control INF=200)**
☑ **<100> Petición de datos de control (Captura de contadores INF=202)**
☑ **<100> Petición de datos de control (Petición de contadores INF=201)**
☑ **<103> Petición de estados digitales de control**
☑ **<110> Escritura de salidas digitales**
☑ **<112> Habilitación/inhabilitación de entradas digitales**
☑ **<121> Órdenes de mando**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A.2 Datos de control

- **Medidas de control (MEA-s)**

Configurable mediante *ZIV e-NET tool*®: cualquier magnitud medida o calculada por la Protección o generada mediante la Lógica Programable. Puede elegirse entre valores primarios y valores secundarios, teniendo en cuenta las relaciones de transformación correspondientes.

Todos los fondos de escala de las magnitudes son configurables, y a partir de dichas magnitudes pueden crearse **Magnitudes de usuario**. Algunos valores típicos son los siguientes:

- Intensidades de fase, de secuencia y armónicos: **Valor nominal I_{FASE} + 20%** envía 4095 cuentas
- Intensidades de neutro y de sincronización: **Valor nominal I_{NEUTRO} + 20%** envía 4095 cuentas
- Intensidades de neutro sensible y de neutro aislado: **1,2A** envía 4095 cuentas
- Tensiones simples, de secuencia y armónicos: **(Valor nominal V / √3) + 20%** envía 4095 cuentas
- Tensiones compuestas y de polarización: **Valor nominal V + 20%** envía 4095 cuentas
- Potencias: **3 x 1,4 x Valor nominal I_{FASE} x Valor nominal V / √3** envía 4095 cuentas
- Factor de potencia: de **–1 a 1** envía de –4095 a 4095 cuentas
- Frecuencia: de **0Hz a 1,2 x frecuencia$_{NOMINAL}$ (50Hz / 60Hz)** envía 4095 cuentas
- Valor térmico: **240%** envía 4095 cuentas
- Distancia a la falta:
  - Valor porcentual: **±100%** envía ±4095 cuentas (rango de -100% a100%)
  - Valor en kilómetros: con la "**longitud de la línea**" envía ±4095 cuentas (rango de 0 km a la longitud de la línea ajustada en km, pudiendo enviarse también valores negativos)
  - Valor en millas: con la "**longitud de la línea**" envía ±4095 cuentas (rango de 0 millas a la longitud de la línea ajustada en millas, pudiendo enviarse también valores negativos)

Mediante el programa ***ZIV e-NET tool***® puede definirse el ***Fondo de escala*** que se desea emplear para transmitir esta magnitud en cuentas, que es la unidad que se emplea en todos los protocolos. Existen tres parámetros configurables que determinan el rango de distancia cubierto:

- Valor de **Offset**: es el valor mínimo de la magnitud para el cuál se envían 0 cuentas.
- **Límite**: es la longitud del rango de la magnitud sobre la que se interpola para calcular el número de cuentas a enviar. Si el valor de offset es 0, coincide con el valor de la magnitud para el cuál se envía el máximo de cuentas definido (4095)
- **Flag nominal**: este flag permite determinar si el límite ajustado es proporcional al valor nominal de la magnitud o no. El valor nominal de las nuevas magnitudes definidas por el usuario en la lógica programable es configurable, mientras que para el resto de las magnitudes existentes es un valor fijo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La expresión que permite definir dicho fondo de escala es la siguiente:

- Cuando el Flag nominal está activo,

$$MedidaComunicaciones = \frac{Medida - Offset}{Nominal} \times \frac{4095}{Limite}$$

- Cuando el Flag nominal NO está activo,

$$MedidaComunicaciones = (Medida - Offset) \times \frac{4095}{Limite}$$

- **Contadores**

Configurable mediante *ZIV e-NET tool*®: se pueden crear contadores con cualquier señal configurada en la Lógica Programable o de los módulos de Protección. Por defecto, los contadores existentes son los de las energías activas (positiva y negativa) y las energías reactivas (capacitiva e inductiva).

El rango de medida de energías en valores de primario es de 100wh/varh hasta 99999Mwh/Mvarh, siendo la magnitud que se transmite por comunicaciones este mismo valor de primario; es decir, una (1) cuenta representa 100wh/varh.

- **Ordenes de mando (ISE-s)**

Configurable mediante *ZIV e-NET tool*®: se puede realizar un mando sobre cualquier entrada de los módulos de Protección y sobre cualquier señal configurada en la Lógica Programable

- **Escritura de salidas de control (ISS-s)**

Configurable mediante *ZIV e-NET tool*®: se puede realizar una escritura sobre cualquier entrada de los módulos de Protección y sobre cualquier señal configurada en la Lógica Programable

- **Señales digitales de control (ISC-s)**

Configurable mediante *ZIV e-NET tool*®: cualquier señal lógica de entrada o salida de los módulos de Protección o generada mediante la Lógica Programable.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

B. DNP V3.00 Device Profiles Document

Dnp3 Basic Profile

(Version 02.44.00 is the last Software Version that supports this Profile)

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP V3.00 Basic Profile

DEVICE PROFILE DOCUMENT

This document must be accompanied by: **Implementation Table** and **Point List**.

Vendor Name: **ZIV Aplicaciones y Tecnología S.A.**

Device Name: **IRF**

Highest DNP Level Supported:	Device Function:
For Requests 2 For Responses 2	☐ Master ☒ Slave

Notable objects, functions, and/or qualifiers supported in addition to the Highest DNP Levels Supported (the complete list is described in the attached table):

1) Supports Enable/Disable Unsolicited Responses (FC=20 and 21), for classes 1 and 2.
2) Supports Write operations (FC=2) on Time and Date objects.
3) Supports Delay measurement Fine (FC=23).
4) Supports Warm Start command (FC=14).
5) Supports **Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998)**
6) Supports selection of DNP3 Revision.
7) Supports indication of no **synchronization in time.**
8) Supports simultaneous communications with two different Master devices

Maximum Data Link Frame Size (octets):	Maximum Application Fragment Size (octets):
Transmitted 292 Received 292	Transmitted 2048 (if >2048, must be configurable) Received 249 (must be <= 249)

Maximum Data Link Re-tries:	Maximum Application Layer Re-tries:
☒ None ☐ Fixed at _____ ☐ Configurable, range ___ to ___	☐ None ☒ Configurable, range 0 to 3 (Fixed is not permitted)

Requires Data Link Layer Confirmation:

☒ Never
☐ Always
☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
_____
☐ Configurable. If 'Configurable', how?
_____

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Requires Application Layer Confirmation:

- ☐ Never
- ☐ Always (not recommended)
- ☒ When reporting Event Data (Slave devices only) For unsolicited, Class 1 and Class 2 responses that contain Event Data. (If there is no Event Data reported into a Class 1 or 2 response, Application Layer Confirmation is not requested)
- ☐ When sending multi-fragment responses (Slave devices only)
- ☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
- ☐ Configurable. If 'Configurable', how?

Timeouts while waiting for:

Data Link Confirm	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Complete Appl. Fragment	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Application Confirm	☐ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☒ Configurable
Complete Appl. Response	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable

Others

_____

Attach explanation if 'Variable' or 'Configurable' was checked for any timeout

Application Confirm timeout setting (***MMI***): Range 50 ms. 65.535 ms.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Sends/Executes Control Operations:

- Maximum number of CROB (obj. 12, var. 1) objects supported in a single message 1
- Maximum number of Analog Output (obj. 41, any var.) supported in a single message 0

☐ Pattern Control Block and Pattern Mask (obj. 12, var. 2 and 3 respectively) supported.

☐ CROB (obj. 12) and Analog Output (obj. 41) permitted together in a single message.

WRITE Binary Outputs	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
SELECT (3) / OPERATE (4)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE (5)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE - NO ACK (6)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Count > 1	☐ Never	☐ Always	☒ Sometimes	☐ Configurable
Pulse On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Pulse Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Clear Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Attach explanation:

- All points support the same Function Codes: (3) Select, (4) Operate, (5) Direct Operate and (6) Direct Operate - No ACK.
- Maximum Select/Operate Delay Time: 60 seconds.
- Count can be >1 only for PULSE ON and PULSE OFF

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

<table>
<tr><td colspan="2">FILL OUT THE FOLLOWING ITEMS FOR SLAVE DEVICES ONLY:</td></tr>
<tr><td>Reports Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never
☒ Only time-tagged
☐ Only non-time-tagged
☐ Configurable to send both, one or the other (attach explanation)</td><td>Reports time-tagged Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never
☒ Binary Input Change With Time
☐ Binary Input Change With Relative Time
☐ Configurable (attach explanation)</td></tr>
<tr><td>Sends Unsolicited Responses:

☐ Never
☒ Configurable (See Note D)
☒ Only certain objects (Class 1 and 2)
☐ Sometimes (attach explanation)

☒ ENABLE/DISABLE UNSOLICITED Function codes supported</td><td>Sends Static Data in Unsolicited Responses:

☒ Never
☐ When Device Restarts
☐ When Status Flags Change

No other options are permitted.</td></tr>
<tr><td>Default Counter Object/Variation:

☐ No Counters Reported
☐ Configurable (attach explanation)
☒ Default Object _20,21____
Default Variation _____1_____
☐ Point-by-point list attached</td><td>Counters Roll Over at:

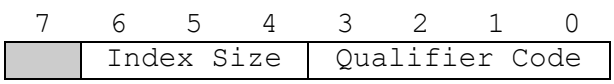
☐ No Counters Reported
☐ Configurable (attach explanation)
☐ 16 Bits
☐ 32 Bits
☒ Other Value ____31 Bits____
☐ Point-by-point list attached</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sends Multi-Fragment Responses: ☒ Yes ☐ No</td></tr>
</table>

Atención © ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A. Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

QUICK REFERENCE FOR DNP3.0 LEVEL 2 FUNCTION CODES & QUALIFIERS

Function Codes

1	Read
2	Write
3	Select
4	Operate
5	Direct Operate
6	Direct Operate-No ACK
7	Immediate Freeze
8	Immediate Freeze no ACK
13	Cold Start
14	Warm Start
20	Enable Unsol. Messages
21	Disable Unsol. Messages
23	Delay Measurement
129	Response
130	Unsolicited Message



Index Size

0- No Index, Packed
1- 1 byte Index
2- 2 byte Index
3- 4 byte Index
4- 1 byte Object Size
5- 2 byte Object Size
6- 4 byte Object Size

Qualifier Code

0- 8-Bit Start and Stop Indices
1- 16-Bit Start and Stop Indices
2- 32-Bit Start and Stop Indices
3- 8-Bit Absolute address Ident.
4- 16-Bit Absolute address Ident.
5- 32-Bit Absolute address Ident.
6- No Range Field (all)
7- 8-Bit Quantity
8- 16-Bit Quantity
9- 32-Bit Quantity
11-(0xB) Variable array

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

IMPLEMENTATION TABLE

OBJECT			REQUEST (IRF will parse)		RESPONSE (IRF will respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
1	0	Binary Input – All variations	1	6			
1	1	Binary Input			129	1	Assigned to Class 0.
2	0	Binary Input Change – All variations	1	6,7,8			
2	1	Binary Input Change without Time	1	6,7,8	129		B
2	2	Binary Input Change with Time	1	6,7,8	129,130	28	Assigned to Class 1.
2	3	Binary Input Change with Relative Time	1	6,7,8	129		B
10	0	Binary Outputs – All variations	1	6	129		A
12	1	Control Relay Output Block	3,4,5,6	17,28	129	17,28	
20	0	Binary Counter – All variations	1	6	129		~~A~~
20	1	32 Bits Binary Counter			129	1	
21	0	Frozen Counter – All variations	1	6	129		~~A~~
21	1	32 Bits Frozen Counter			129	1	
22	0	Counter Change Event – All variations	1	6,7,8	129		B
30	0	Analog Input – All variations	1	6			
30	2	16-Bit Analog Input			129	1	Assigned to Class 0.
32	0	Analog Change Event – All variations	1	6,7,8			
32	4	16-Bit Analog Change Event with Time			129,130	28	Assigned to Class 2.
40	0	Analog Output Status – All variations	1	6	129		A
41	2	16-Bit Analog Output Block	3,4,5,6	17,28	129		A
50	1	Time and Date	2	7 count=1	129		C
52	2	Time Delay Fine	23		129	1	F,G

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

OBJECT			REQUEST (IRF will parse)		RESPONSE (IRF will respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
60	1	Class 0 Data	1	6	129	1	
60	2	Class 1 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	3	Class 2 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	4	Class 3 Data	1	6,7,8	N/A		B
			20,21	6			
80	1	Internal Indications	2	0 index=7			E
--	--	No Object (Cold Start)	13				F
--	--	No Object (Warm Start)	14				F
--	--	No Object (Delay Measurement)	23				G

NOTES

A: Device implementation level does not support this group and variation of object or, for static objects, it has no objects with this group and variation. **OBJECT UNKNOWN** response (IIN2 bit 1 set).

B: No point range was specified, and device has no objects of this type. **NULL response** (no IIN bits set, but no objects of the specified type returned).

C: Device supports write operations on Time and Date objects. Time Synchronization-Required Internal Indication bit (IIN1-4) will be cleared on the response.

D: The device can be configured to send or not, unsolicited responses depending on a configuration option by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface). Then, the Master can Enable or Disable Unsolicited messages (for Classes 1 and 2) by means of requests (FC 20 and 21).
If the unsolicited response mode is configured "on", then upon device restart, the device will transmit an initial Null unsolicited response, requesting an application layer confirmation. While waiting for that application layer confirmation, the device will respond to all function requests, including READ requests.

E: Restart Internal Indication bit (IIN1-7) can be cleared explicitly by the master.

F: The outstation, upon receiving a ***Cold or Warm Start*** request, will respond sending a Time Delay Fine object message (which specifies a time interval until the outstation will be ready for further communications), restarting the DNP process, clearing events stored in its local buffers and setting IIN1-7 bit (Device Restart).

G: Device supports Delay Measurement requests (FC = 23). It responds with the Time Delay Fine object (52-2). This object states the number of milliseconds elapsed between Outstation receiving the first bit of the first byte of the request and the time of transmission of the first bit of the first byte of the response.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DEVICE SPECIFIC FEATURES

- Internal Indication IIN1-6 (Device trouble): **Set to indicate a change in the current DNP configuration in the outstation. Cleared in the next response. Used to let the master station know that DNP settings have changed at the outstation. Note that some erroneous configurations could make impossible to communicate this condition to a master station.**

  This document also states the DNP3.0 settings currently available in the device. If the user changes whatever of these settings, it will set the *Device Trouble Internal Indication* bit on the next response sent.
- Event buffers**: device can hold as much as** 50 Binary Input Changes **and** 50 Analog Input Changes**. If these limits are reached the device will set the *Event Buffers Overflow Internal Indication* bit on the next response sent. It will be cleared when the master reads the changes, making room for new ones.**
- Configuration ➔ Operation Enable **menu: the device can enable or disable** permissions **for the operations over al Control Relay Output Block. In case permissions are configured off (disabled) the response to a command (issued as Control Relay Output Block) will have the Status code NOT_AUTHORIZED. In case the equipment is** blocked **the commands allowed are the configured when permitted. While blocked, the relay will accept commands over the configured signal. If the equipment is in** operation inhibited state**, the response to all commands over the configured signal will have the Status code NOT_AUTHORIZED.**
- Configuration ➔ Binary Inputs/Outputs **menu: contains the default configuration (as shipped from factory or after a reset by means of F4 key), but customers can configure Inputs/Outputs to suit their needs, by means of** *ZIVercomPlus*® **software.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

POINT LIST

BINARY INPUT (OBJECT 1) -> Assigned to Class 0. BINARY INPUT CHANGE (OBJECT 2) -> Assigned to Class 1.		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
14	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

CONTROL RELAY OUTPUT BLOCK (OBJECT 12)		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
14	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

ANALOG INPUT (OBJECT 30) -> Assigned to Class 0. ANALOG INPUT CHANGE (OBJECT 32) -> Assigned to Class 2.		
Index	**Description**	**Deadband**
0	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_1.**
1	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_2.**
2	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_3.**
3	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_4.**
4	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_5.**
5	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_6.**
6	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_7.**
7	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_8.**
8	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_9.**
9	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_10.**
10	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_11.**
11	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_12.**
12	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_13.**
13	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_14.**
14	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_15.**
15	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_16.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Additional assign with *ZIVercomPlus*®:

ANALOG INPUT (OBJECT 30) -> Assigned to Class 0.	
Index	**Description**
16	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
17	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
18	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
19	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
20	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
21	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
22	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
23	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
24	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
25	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
26	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
27	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
....	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
254	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
255	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***

The full scale ranges are adjustable and user's magnitudes can be created. It's possible to choose between primary and secondary values, considering CT and PT ratios. Typical ranges in secondary values are:

Description	**Full Scale Range**		
	Engineering units	**Counts**	
Currents (Phases, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x In_{PHASE} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground, polarizing)	0 to 1,2 x In_{GROUND} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground sensitive, isolated neutral)	0 to 1,2 A	0 to 32767	**Deadband**
Voltages (Phase to ground, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x Vn/√3 V	0 to 32767	**Deadband**
Voltages(Phase to phase, synchronizing)	0 to 1,2 x Vn V	0 to 32767	**Deadband**
Power (Real, reactive, apparent)	0 to 3 x 1,4 x In_{PHASE} x Vn/√3 W	-32768 to 32767	**Deadband**
Power factor	-1 to 1	-32768 to 32767	**Deadband**
Frequency	0 to 1,2 x Rated frequency (50/60 Hz)	0 to 32767	**Deadband**
Thermal value	0 to 200%	0 to 32767	**Deadband**
Distance to Fault - **Percentage of line length:** 100% sends 32767 counts (range from -100% to 100%) - **Distance in kilometers:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in km) - **Distance in miles:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in miles)		-32768 to 32767	**Deadband**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

With ***ZIVercomPlus®*** program it's possible to define the ***Full Scale Range*** that is desired to transmit each magnitude in *counts*, which is the unit used by the protocol. There are three parameters to determine the distance range covered:

- **Offset:** minimum value of each magnitude to transmit 0 counts.
- **Limit:** it's the length of the magnitude range used to calculate the number of counts to transmit. If **offset** is 0, it's the same as the value of the magnitude for which the maximum number of counts defined by the protocol is sent (32767 counts).
- **Nominal Flag:** this *flag* defines if the **limit** is proportional to the rated value of the magnitude or not. The rated value of the new magnitudes defined by the user is a setting, while for the pre-defined magnitudes is a fix value.

Mathematical expression to describe the ***Full Scale Range*** is:

- When **Nominal Flag** is actived,

$$MeasureComm = \frac{Measure - Offset}{RatedValue} \times \frac{32767}{Limit}$$

- When **Nominal Flag** is NOT actived,

$$MeasureComm = (Measure - Offset) \times \frac{32767}{Limit}$$

Deadbands

- Deadbands are used for configuring *Analog Input Change* objects (Object 32).
- A Deadband is defined as a percentage over the **Full Scale Range (FSR)**.
- The Deadband can be adjusted to the device by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface), between 0.00% and 100.00%, in steps of 0.01%. Default value is 100.00%, meaning that generation of Analog Change Events is **DISABLED** for that input. There is an independent setting for each Analog Input.

Energy counters

The range for the energy counters in primary values is from 100wh/varh to 99999Mwh/Mvarh, and these are the values transmitted by protocol.

Atención © ***ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.*** **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP3 PROTOCOL SETTINGS

DNP3 Protocol Settings						
DNP Protocol Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step/ Select**	**Unit**
Relay Number	Integer	0	65519	1	1	
T Confirm Timeout	Integer	1000	65535	1000	1	msec.
Max Retries	Integer	0	65535	0	1	
Enable Unsolicited.	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Enable Unsol. after Restart	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Unsolic. Master No.	Integer	0	65519	1	1	
Unsol. Grouping Time	Integer	100	65535	1000	1	msec.
Synchronization Interval	Integer	0	120	0	1	min.
DNP 3.0 Rev.	Integer	2003 ST.ZIV	2003 ST.ZIV	2003	2003 ST.ZIV	
DNP Port 1 Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step/ Select**	**Unit**
Protocol Select	**Uinteger**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome**	**Procome Dnp3 Modbus**	
Baud rate	**Integer**	**300**	**38400**	**38400**	**300 600 1200 2400 4800 9600 19200 38400**	**baud**
Stop Bits	**Integer**	**1**	**2**	**1**	**1**	
Parity	**Integer**	**None Odd Even**	**None Odd Even**	**None**	**None Odd Even**	
Rx Time btw. Char	**Float**	**1**	**60000**	**0.5**	**40**	**msec.**
Comms Fail Ind. Time	**Float**	**0**	**600**	**0.1**	**60**	**s**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Advaced settings						
Flow control						
CTS Flow	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DSR Flow	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DSR Sensitive	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DTR Control	Integer	Inactive Active Rec. Req.	Inactive Active Rec. Req.	Inactive	Inactive Active Rec. Req.	
RTS Control	Integer	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	Inactive	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	
Times						
Tx Time Factor	Float	0	100	1	0.5	
Tx Timeout Const	Uinteger	0	60000	0	1	
Message modification						
Number of Zeros	Integer	0	255	0	1	
collision						
Collision Type	Integer	NO ECHO DCD	NO ECHO DCD	NO	NO ECHO DCD	
Max Retries	Integer	0	3	0	1	
Min Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.
Max Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.
DNP Port 2 Configuration						
Setting Name	Type	Minimum Value	Maximum Value	Default Value	Step/ Select	Unit
Protocol Select	Uinteger	Procome Dnp3 Modbus	Procome Dnp3 Modbus	Procome	Procome Dnp3 Modbus	
Baud rate	Integer	300	38400	38400	300 600 1200 2400 4800 9600 19200 38400	baud
Stop Bits	Integer	1	2	1	1	
Parity	Integer	None Odd Even	None Odd Even	None	None Odd Even	
Rx Time btw. Char	Float	1	60000	0.5	40	msec.
Comms Fail Ind. Time	Float	0	600	0.1	60	s

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Advaced settings						
Operating Mode	**Integer**	**RS-232 RS-485**	**RS-232 RS-485**	**RS-232**	**RS-232 RS-485**	
Times						
Tx Time Factor	**Float**	**0**	**100**	**1**	**0.5**	
Tx Timeout Const	**Uinteger**	**0**	**60000**	**0**	**1**	
Wait N Bytes 485	**Integer**	**0**	**4**	**0**	**1**	
Message modification						
Number of Zeros	**Integer**	**0**	**255**	**0**	**1**	
collision						
Collision Type	**Integer**	**NO ECHO**	**NO ECHO**	**NO**	**NO ECHO**	
Max Retries	**Integer**	**0**	**3**	**0**	**1**	
Min Retry Time	**Uinteger**	**0**	**60000**	**0**	**1**	**msec.**
Max Retry Time	**Uinteger**	**0**	**60000**	**0**	**1**	**msec.**

Analog Inputs (Deadbands)

Setting Name	Type	Minimum Value	Maximum Value	Default Value	Step	Unit
Deadband AI#0	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#1	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#2	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#3	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#4	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#5	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#6	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#7	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#8	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#9	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#10	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#11	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#12	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#13	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#14	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#15	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	

✓ **All settings remain unchanged after a power loss.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP Protocol Configuration

- **Relay Number (RTU Address):**
  Remote Terminal Unit Address. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*.
- **T Confirm Timeout (N7 Confirm Timeout) :**
  Timeout while waiting for Application Layer Confirmation. It applies to Unsolicited messages and Class 1 and Class 2 responses with event data.
- **Max Retries (N7 Retries) :**
  Number of retries of the Application Layer after timeout while waiting for Confirmation.
- **Enable Unsolicited (Enable Unsolicited Reporting) :**
  Enables or disables Unsolicited reporting.
- **Enable Unsol. after Restart :**
  Enables or disables Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998). It has effect only if Enable Unsolicited after Restart is set.

- **Unsolic. Master No. (MTU Address) :**
  Destination address of the Master device to which the unsolicited responses are to be sent. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*. It is useful only when Unsolicited Reporting is enabled.
- **Unsol. Grouping Time (Unsolicited Delay Reporting) :**
  Delay between an event being generated and the subsequent transmission of the unsolicited message, in order to group several events in one message and to save bandwidth.
- **Synchronization Interval**
  Max interval time between two synchronization. If no synchronizing inside interval, indication IIN1-4 (NEED TIME). This setting has no effect if Synchronization Interval is zero.
- **DNP 3.0 Rev.**
  Certification revision **STANDARD ZIV** or **2003** (DNP3-2003 Intelligent Electronic Device (IED) Certification Procedure Subset Level 2 Version 2.3 29-Sept-03)

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP Port 1 and Port 2 Configuration

- **Number of Zeros (Advice_Time) :**
  Number of zeros before the message.
- **Max Retries (N1 Retries) :**
  Number of retries of the Physical Layer after collision detection.
- **Min Retry Time (Fixed_delay) :**
  Minimum time to retry of the Physical Layer after collision detection.
- **Max Retry Time :**
  Maximum time to retry of the Physical Layer after collision detection.
- **Collision Type :**

  Port 1:
  NO
  ECHO based on detection of transmitted data (monitoring all data transmitted on the link).

  Port 2:
  NO
  ECHO based on detection of transmitted data (monitoring all data transmitted on the link.
  DCD (Data Carrier Detect) based on detecting out-of-band carrier.

  If the device prepares to transmit and finds the link busy, it waits until is no longer busy, and then waits a backoff_time as follows:
  backoff_time = Min Retry Time + random(Max Retry Time - Max Retry Time)
  and transmit. If the device has a collision in transmission the device tries again,up to a configurable number of retries (Max Retries) if has news collision.

- **Wait N Bytes 485:**

Number of wait bytes between Reception and transmission Use Port 2 Operate Mode RS-485.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Dnp3 Basic Extended Profile

(Version 02.45.00 is the first Software Version that supports this Profile)

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP V3.00 Basic Extended Profile

DEVICE PROFILE DOCUMENT

This document must be accompanied by: **Implementation Table** and **Point List**.

Vendor Name: **ZIV Aplicaciones y Tecnología S.A.**

Device Name: **IRF**

Highest DNP Level Supported:	Device Function:
For Requests 2 For Responses 2	☐ Master ☒ Slave

Notable objects, functions, and/or qualifiers supported in addition to the Highest DNP Levels Supported (the complete list is described in the attached table):

1) Supports Enable/Disable Unsolicited Responses (FC=20 and 21), for classes 1 and 2.
2) Supports Write operations (FC=2) on Time and Date objects.
3) Supports Delay measurement Fine (FC=23).
4) Supports Warm Start command (FC=14).
5) Supports **Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998)**
6) Supports selection of DNP3 Revision.
7) Supports indication of no **synchronization in time.**
8) Supports simultaneous communications with two different Master devices
9) Supports respond to Multiple Read Request with multiple object types in the same Application Fragment .

Maximum Data Link Frame Size (octets):	Maximum Application Fragment Size (octets):
Transmitted 292 Received 292	Transmitted 2048 (if >2048, must be configurable) Received 249 (must be <= 249)

Maximum Data Link Re-tries:	Maximum Application Layer Re-tries:
☒ None ☐ Fixed at _____ ☐ Configurable, range ___ to ____	☐ None ☒ Configurable, range 0 to 3 (Fixed is not permitted)

Requires Data Link Layer Confirmation:

☒ Never
☐ Always
☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
_____
☐ Configurable. If 'Configurable', how?
_____

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Requires Application Layer Confirmation:

- ☐ Never
- ☐ Always (not recommended)
- ☒ When reporting Event Data (Slave devices only) For unsolicited, Class 1 and Class 2 responses that contain Event Data. (If there is no Event Data reported into a Class 1 or 2 response, Application Layer Confirmation is not requested)
- ☐ When sending multi-fragment responses (Slave devices only)
- ☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
- ☐ Configurable. If 'Configurable', how?

Timeouts while waiting for:

Data Link Confirm	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Complete Appl. Fragment	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Application Confirm	☐ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☒ Configurable
Complete Appl. Response	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable

Others

_____

Attach explanation if 'Variable' or 'Configurable' was checked for any timeout

Application Confirm timeout setting (***MMI***): Range 50 ms. 65.535 ms.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Sends/Executes Control Operations:

- Maximum number of CROB (obj. 12, var. 1) objects supported in a single message 1
- Maximum number of Analog Output (obj. 41, any var.) supported in a single message 0

☐ Pattern Control Block and Pattern Mask (obj. 12, var. 2 and 3 respectively) supported.

☐ CROB (obj. 12) and Analog Output (obj. 41) permitted together in a single message.

WRITE Binary Outputs	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
SELECT (3) / OPERATE (4)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE (5)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE - NO ACK (6)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Count > 1	☐ Never	☐ Always	☒ Sometimes	☐ Configurable
Pulse On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Pulse Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Clear Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Attach explanation:

- All points support the same Function Codes: (3) Select, (4) Operate, (5) Direct Operate and (6) Direct Operate - No ACK.
- Maximum Select/Operate Delay Time: 60 seconds.
- Count can be >1 only for PULSE ON and PULSE OFF

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

<table>
<tr><td colspan="2">FILL OUT THE FOLLOWING ITEMS FOR SLAVE DEVICES ONLY:</td></tr>
<tr><td>Reports Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never
☒ Only time-tagged
☐ Only non-time-tagged
☐ Configurable to send both, one or the other (attach explanation)</td><td>Reports time-tagged Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never
☒ Binary Input Change With Time
☐ Binary Input Change With Relative Time
☐ Configurable (attach explanation)</td></tr>
<tr><td>Sends Unsolicited Responses:

☐ Never
☒ Configurable (See Note D)
☒ Only certain objects (Class 1 and 2)
☐ Sometimes (attach explanation)

☒ ENABLE/DISABLE UNSOLICITED Function codes supported</td><td>Sends Static Data in Unsolicited Responses:

☒ Never
☐ When Device Restarts
☐ When Status Flags Change

No other options are permitted.</td></tr>
<tr><td>Default Counter Object/Variation:

☐ No Counters Reported
☐ Configurable (attach explanation)
☒ Default Object _20,21____
Default Variation _____1_____
☐ Point-by-point list attached</td><td>Counters Roll Over at:

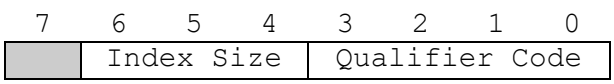
☐ No Counters Reported
☐ Configurable (attach explanation)
☐ 16 Bits
☐ 32 Bits
☒ Other Value ____31 Bits____
☐ Point-by-point list attached</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sends Multi-Fragment Responses: ☒ Yes ☐ No</td></tr>
</table>

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

QUICK REFERENCE FOR DNP3.0 LEVEL 2 FUNCTION CODES & QUALIFIERS

Function Codes

1	Read
2	Write
3	Select
4	Operate
5	Direct Operate
9	Direct Operate-No ACK
10	Immediate Freeze
11	Immediate Freeze no ACK
13	Cold Start
14	Warm Start
20	Enable Unsol. Messages
21	Disable Unsol. Messages
23	Delay Measurement
129	Response
130	Unsolicited Message



Index Size

0- No Index, Packed
1- 1 byte Index
2- 2 byte Index
3- 4 byte Index
4- 1 byte Object Size
5- 2 byte Object Size
6- 4 byte Object Size

Qualifier Code

0- 8-Bit Start and Stop Indices
1- 16-Bit Start and Stop Indices
2- 32-Bit Start and Stop Indices
3- 8-Bit Absolute address Ident.
4- 16-Bit Absolute address Ident.
5- 32-Bit Absolute address Ident.
6- No Range Field (all)
7- 8-Bit Quantity
8- 16-Bit Quantity
9- 32-Bit Quantity
11-(0xB) Variable array

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

IMPLEMENTATION TABLE

OBJECT			REQUEST (IRF will parse)		RESPONSE (IRF will respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
1	0	Binary Input – All variations	1	6			
1	1	Binary Input			129	1	Assigned to Class 0.
2	0	Binary Input Change – All variations	1	6,7,8			
2	1	Binary Input Change without Time	1	6,7,8	129		B
2	2	Binary Input Change with Time	1	6,7,8	129,130	28	Assigned to Class 1.
2	3	Binary Input Change with Relative Time	1	6,7,8	129		B
10	0	Binary Outputs – All variations	1	6	129		A
12	1	Control Relay Output Block	3,4,5,6	17,28	129	17,28	
20	0	Binary Counter – All variations	1	6	129		~~A~~
20	1	32 Bits Binary Counter			129	1	
21	0	Frozen Counter – All variations	1	6	129		~~A~~
21	1	32 Bits Frozen Counter			129	1	
22	0	Counter Change Event – All variations	1	6,7,8	129		B
30	0	Analog Input – All variations	1	6			
30	2	16-Bit Analog Input			129	1	Assigned to Class 0.
32	0	Analog Change Event – All variations	1	6,7,8			
32	4	16-Bit Analog Change Event with Time			129,130	28	Assigned to Class 2.
40	0	Analog Output Status – All variations	1	6	129		A
41	2	16-Bit Analog Output Block	3,4,5,6	17,28	129		A
50	1	Time and Date	2	7 count=1	129		C
52	2	Time Delay Fine	23		129	1	F,G

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

OBJECT			REQUEST (IRF will parse)		RESPONSE (IRF will respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
60	1	Class 0 Data	1	6	129	1	
60	2	Class 1 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	3	Class 2 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	4	Class 3 Data	1	6,7,8	N/A		B
			20,21	6			
80	1	Internal Indications	2	0 index=7			E
--	--	No Object (Cold Start)	13				F
--	--	No Object (Warm Start)	14				F
--	--	No Object (Delay Measurement)	23				G

NOTES

A: Device implementation level does not support this group and variation of object or, for static objects, it has no objects with this group and variation. **OBJECT UNKNOWN** response (IIN2 bit 1 set).

B: No point range was specified, and device has no objects of this type. **NULL response** (no IIN bits set, but no objects of the specified type returned).

C: Device supports write operations on Time and Date objects. Time Synchronization-Required Internal Indication bit (IIN1-4) will be cleared on the response.

D: The device can be configured to send or not, unsolicited responses depending on a configuration option by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface). Then, the Master can Enable or Disable Unsolicited messages (for Classes 1 and 2) by means of requests (FC 20 and 21).
If the unsolicited response mode is configured "on", then upon device restart, the device will transmit an initial Null unsolicited response, requesting an application layer confirmation. While waiting for that application layer confirmation, the device will respond to all function requests, including READ requests.

E: Restart Internal Indication bit (IIN1-7) can be cleared explicitly by the master.

F: The outstation, upon receiving a ***Cold or Warm Start*** request, will respond sending a Time Delay Fine object message (which specifies a time interval until the outstation will be ready for further communications), restarting the DNP process, clearing events stored in its local buffers and setting IIN1-7 bit (Device Restart).

G: Device supports Delay Measurement requests (FC = 23). It responds with the Time Delay Fine object (52-2). This object states the number of milliseconds elapsed between Outstation receiving the first bit of the first byte of the request and the time of transmission of the first bit of the first byte of the response.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DEVICE SPECIFIC FEATURES

- Internal Indication IIN1-6 (Device trouble): **Set to indicate a change in the current DNP configuration in the outstation. Cleared in the next response. Used to let the master station know that DNP settings have changed at the outstation. Note that some erroneous configurations could make impossible to communicate this condition to a master station.**

  This document also states the DNP3.0 settings currently available in the device. If the user changes whatever of these settings, it will set the *Device Trouble Internal Indication* bit on the next response sent.
- Event buffers**: device can hold as much as** 50 Binary Input Changes **and** 50 Analog Input Changes**. If these limits are reached the device will set the *Event Buffers Overflow Internal Indication* bit on the next response sent. It will be cleared when the master reads the changes, making room for new ones.**
- Configuration ➔ Operation Enable **menu: the device can enable or disable** permissions **for the operations over al Control Relay Output Block. In case permissions are configured off (disabled) the response to a command (issued as Control Relay Output Block) will have the Status code NOT_AUTHORIZED. In case the equipment is** blocked **the commands allowed are the configured when permitted. While blocked, the relay will accept commands over the configured signal. If the equipment is in** operation inhibited state**, the response to all commands over the configured signal will have the Status code NOT_AUTHORIZED.**
- Configuration ➔ Binary Inputs/Outputs **menu: contains the default configuration (as shipped from factory or after a reset by means of F4 key), but customers can configure Inputs/Outputs to suit their needs, by means of** *ZIVercomPlus*® **software.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

POINT LIST

BINARY INPUT (OBJECT 1) -> Assigned to Class 0. BINARY INPUT CHANGE (OBJECT 2) -> Assigned to Class 1.		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
14	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

CONTROL RELAY OUTPUT BLOCK (OBJECT 12)		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
14	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

ANALOG INPUT (OBJECT 30) -> Assigned to Class 0. ANALOG INPUT CHANGE (OBJECT 32) -> Assigned to Class 2.		
Index	**Description**	**Deadband**
0	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_1.**
1	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_2.**
2	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_3.**
3	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_4.**
4	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_5.**
5	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_6.**
6	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_7.**
7	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_8.**
8	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_9.**
9	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_10.**
10	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_11.**
11	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_12.**
12	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_13.**
13	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_14.**
14	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_15.**
15	***Configure by ZIVercomPlus®*** **512 points**	**Deadband_16.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Additional assign with *ZIVercomPlus*®:

ANALOG INPUT (OBJECT 30) -> Assigned to Class 0.	
Index	**Description**
16	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
17	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
18	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
19	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
20	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
21	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
22	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
23	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
24	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
25	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
26	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
27	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
....	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
254	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***
255	***Configure by ZIVercomPlus® 512 points***

The full scale ranges are adjustable and user's magnitudes can be created. It's possible to choose between primary and secondary values, considering CT and PT ratios. Typical ranges in secondary values are:

Description	**Full Scale Range**		
	Engineering units	**Counts**	
Currents (Phases, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x In_{PHASE} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground, polarizing)	0 to 1,2 x In_{GROUND} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground sensitive, isolated neutral)	0 to 1,2 A	0 to 32767	**Deadband**
Voltages (Phase to ground, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x Vn/√3 V	0 to 32767	**Deadband**
Voltages(Phase to phase, synchronizing)	0 to 1,2 x Vn V	0 to 32767	**Deadband**
Power (Real, reactive, apparent)	0 to 3 x 1,4 x In_{PHASE} x Vn/√3 W	-32768 to 32767	**Deadband**
Power factor	-1 to 1	-32768 to 32767	**Deadband**
Frequency	0 to 1,2 x Rated frequency (50/60 Hz)	0 to 32767	**Deadband**
Thermal value	0 to 200%	0 to 32767	**Deadband**
Distance to Fault - **Percentage of line length:** 100% sends 32767 counts (range from -100% to 100%) - **Distance in kilometers:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in km) - **Distance in miles:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in miles)		-32768 to 32767	**Deadband**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

With ***ZIVercomPlus®*** program it's possible to define the ***Full Scale Range*** that is desired to transmit each magnitude in *counts*, which is the unit used by the protocol. There are three parameters to determine the distance range covered:

- **Offset:** minimum value of each magnitude to transmit 0 counts.
- **Limit:** it's the length of the magnitude range used to calculate the number of counts to transmit. If **offset** is 0, it's the same as the value of the magnitude for which the maximum number of counts defined by the protocol is sent (32767 counts).
- **Nominal Flag:** this *flag* defines if the **limit** is proportional to the rated value of the magnitude or not. The rated value of the new magnitudes defined by the user is a setting, while for the pre-defined magnitudes is a fix value.

Mathematical expression to describe the ***Full Scale Range*** is:

- When **Nominal Flag** is actived,

$$MeasureComm = \frac{Measure - Offset}{RatedValue} \times \frac{32767}{Limit}$$

- When **Nominal Flag** is NOT actived,

$$MeasureComm = (Measure - Offset) \times \frac{32767}{Limit}$$

Deadbands

- Deadbands are used for configuring *Analog Input Change* objects (Object 32).
- A Deadband is defined as a percentage over the **Full Scale Range (FSR)**.
- The Deadband can be adjusted to the device by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface), between 0.00% and 100.00%, in steps of 0.01%. Default value is 100.00%, meaning that generation of Analog Change Events is **DISABLED** for that input. There is an independent setting for each Analog Input.

Energy counters

The range for the energy counters in primary values is from 100wh/varh to 99999Mwh/Mvarh, and these are the values transmitted by protocol.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP3 PROTOCOL SETTINGS

DNP3 Protocol Settings						
DNP Protocol Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step/ Select**	**Unit**
Relay Number	Integer	0	65519	1	1	
T Confirm Timeout	Integer	1000	65535	1000	1	msec.
Max Retries	Integer	0	65535	0	1	
Enable Unsolicited.	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Enable Unsol. after Restart	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Unsolic. Master No.	Integer	0	65519	1	1	
Unsol. Grouping Time	Integer	100	65535	1000	1	msec.
Synchronization Interval	Integer	0	120	0	1	min.
DNP 3.0 Rev.	Integer	2003 ST.ZIV	2003 ST.ZIV	2003	2003 ST.ZIV	
DNP Port 1 Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step/ Select**	**Unit**
Protocol Select	**Uinteger**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome**	**Procome Dnp3 Modbus**	
Baud rate	**Integer**	**300**	**38400**	**38400**	**300 600 1200 2400 4800 9600 19200 38400**	**baud**
Stop Bits	**Integer**	**1**	**2**	**1**	**1**	
Parity	**Integer**	**None Odd Even**	**None Odd Even**	**None**	**None Odd Even**	
Rx Time btw. Char	**Float**	**1**	**60000**	**0.5**	**40**	**msec.**
Comms Fail Ind. Time	**Float**	**0**	**600**	**0.1**	**60**	**s**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Advaced settings						
Flow control						
CTS Flow	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DSR Flow	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DSR Sensitive	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DTR Control	Integer	Inactive Active Rec. Req.	Inactive Active Rec. Req.	Inactive	Inactive Active Rec. Req.	
RTS Control	Integer	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	Inactive	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	
Times						
Tx Time Factor	Float	0	100	1	0.5	
Tx Timeout Const	Uinteger	0	60000	0	1	
Message modification						
Number of Zeros	Integer	0	255	0	1	
collision						
Collision Type	Integer	NO ECHO DCD	NO ECHO DCD	NO	NO ECHO DCD	
Max Retries	Integer	0	3	0	1	
Min Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.
Max Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.
DNP Port 2 Configuration						
Setting Name	Type	Minimum Value	Maximum Value	Default Value	Step/ Select	Unit
Protocol Select	Uinteger	Procome Dnp3 Modbus	Procome Dnp3 Modbus	Procome	Procome Dnp3 Modbus	
Baud rate	Integer	300	38400	38400	300 600 1200 2400 4800 9600 19200 38400	baud
Stop Bits	Integer	1	2	1	1	
Parity	Integer	None Odd Even	None Odd Even	None	None Odd Even	
Rx Time btw. Char	Float	1	60000	0.5	40	msec.
Comms Fail Ind. Time	Float	0	600	0.1	60	s

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Advaced settings						
Operating Mode	**Integer**	**RS-232 RS-485**	**RS-232 RS-485**	**RS-232**	**RS-232 RS-485**	
Times						
Tx Time Factor	**Float**	**0**	**100**	**1**	**0.5**	
Tx Timeout Const	**Uinteger**	**0**	**60000**	**0**	**1**	
Wait N Bytes 485	**Integer**	**0**	**4**	**0**	**1**	
Message modification						
Number of Zeros	**Integer**	**0**	**255**	**0**	**1**	
collision						
Collision Type	**Integer**	**NO ECHO**	**NO ECHO**	**NO**	**NO ECHO**	
Max Retries	**Integer**	**0**	**3**	**0**	**1**	
Min Retry Time	**Uinteger**	**0**	**60000**	**0**	**1**	**msec.**
Max Retry Time	**Uinteger**	**0**	**60000**	**0**	**1**	**msec.**

Analog Inputs (Deadbands)

Setting Name	Type	Minimum Value	Maximum Value	Default Value	Step	Unit
Deadband AI#0	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#1	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#2	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#3	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#4	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#5	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#6	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#7	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#8	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#9	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#10	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#11	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#12	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#13	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#14	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	
Deadband AI#15	Float	0 %	100 %	100 %	0.01 %	

✓ **All settings remain unchanged after a power loss.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP Protocol Configuration

- **Relay Number (RTU Address):**
  Remote Terminal Unit Address. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*.
- **T Confirm Timeout (N7 Confirm Timeout) :**
  Timeout while waiting for Application Layer Confirmation. It applies to Unsolicited messages and Class 1 and Class 2 responses with event data.
- **Max Retries (N7 Retries) :**
  Number of retries of the Application Layer after timeout while waiting for Confirmation.
- **Enable Unsolicited (Enable Unsolicited Reporting) :**
  Enables or disables Unsolicited reporting.
- **Enable Unsol. after Restart :**
  Enables or disables Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998). It has effect only if Enable Unsolicited after Restart is set.

- **Unsolic. Master No. (MTU Address) :**
  Destination address of the Master device to which the unsolicited responses are to be sent. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*. It is useful only when Unsolicited Reporting is enabled.
- **Unsol. Grouping Time (Unsolicited Delay Reporting) :**
  Delay between an event being generated and the subsequent transmission of the unsolicited message, in order to group several events in one message and to save bandwidth.
- **Synchronization Interval**
  Max interval time between two synchronization. If no synchronizing inside interval, indication IIN1-4 (NEED TIME). This setting has no effect if Synchronization Interval is zero.
- **DNP 3.0 Rev.**
  Certification revision **STANDARD ZIV** or **2003** (DNP3-2003 Intelligent Electronic Device (IED) Certification Procedure Subset Level 2 Version 2.3 29-Sept-03)

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP Port 1 and Port 2 Configuration

- **Number of Zeros (Advice_Time) :**
  Number of zeros before the message.
- **Max Retries (N1 Retries) :**
  Number of retries of the Physical Layer after collision detection.
- **Min Retry Time (Fixed_delay) :**
  Minimum time to retry of the Physical Layer after collision detection.
- **Max Retry Time :**
  Maximum time to retry of the Physical Layer after collision detection.
- **Collision Type :**

  Port 1:
  NO
  ECHO based on detection of transmitted data (monitoring all data transmitted on the link).

  Port 2:
  NO
  ECHO based on detection of transmitted data (monitoring all data transmitted on the link.
  DCD (Data Carrier Detect) based on detecting out-of-band carrier.

  If the device prepares to transmit and finds the link busy, it waits until is no longer busy, and then waits a backoff_time as follows:
  backoff_time = Min Retry Time + random(Max Retry Time - Max Retry Time)
  and transmit. If the device has a collision in transmission the device tries again,up to a configurable number of retries (Max Retries) if has news collision.

- **Wait N Bytes 485:**
  Number of wait bytes between Reception and transmission Use Port 2 Operate Mode RS-485.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Dnp3 Profile II

(Version 02.46.00 is the first Software Version that supports this Profile)

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP V3.00 Profile II

DEVICE PROFILE DOCUMENT

This document must be accompanied by: **Implementation Table** and **Point List**.

Vendor Name: **ZIV Aplicaciones y Tecnología S.A.**

Device Name: **IRF**

Highest DNP Level Supported:	Device Function:
For Requests 2 For Responses 2	☐ Master ☒ Slave

Notable objects, functions, and/or qualifiers supported in addition to the Highest DNP Levels Supported (the complete list is described in the attached table):

1) Supports Enable/Disable Unsolicited Responses (FC=20 and 21), for classes 1 and 2.
2) Supports Write operations (FC=2) on Time and Date objects.
3) Supports Delay measurement Fine (FC=23).
4) Supports Warm Start command (FC=14).
5) Supports **Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998)**
6) Supports selection of DNP3 Revision.
7) Supports indication of no **synchronization in time.**
8) Supports simultaneous communications with two different Master devices
9) Supports assign event Class for Binary, Analog and Counter events:
   Class 1 , Class 2, Class 3, None
10) Supports respond to Multiple Read Request with multiple object types in the same Application Fragment .

Maximum Data Link Frame Size (octets):	Maximum Application Fragment Size (octets):
Transmitted 292 Received 292	Transmitted 2048 (if >2048, must be configurable) Received 249 (must be <= 249)

Maximum Data Link Re-tries:	Maximum Application Layer Re-tries:
☒ None ☐ Fixed at _____ ☐ Configurable, range ___ to ___	☐ None ☒ Configurable, range 0 to 3 (Fixed is not permitted)

Requires Data Link Layer Confirmation:

☒ Never
☐ Always
☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
_____
☐ Configurable. If 'Configurable', how?
_____

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Requires Application Layer Confirmation:

- ☐ Never
- ☐ Always (not recommended)
- ☒ When reporting Event Data (Slave devices only) For unsolicited, Class 1 Class 2 and Class 3 responses that contain Event Data. (If there is no Event Data reported into a Class 1 2 or 3 response, Application Layer Confirmation is not requested)
- ☐ When sending multi-fragment responses (Slave devices only)
- ☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
- ☐ Configurable. If 'Configurable', how?

Timeouts while waiting for:

Data Link Confirm	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Complete Appl. Fragment	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Application Confirm	☐ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☒ Configurable
Complete Appl. Response	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable

Others _____

Attach explanation if 'Variable' or 'Configurable' was checked for any timeout

Application Confirm timeout setting (***MMI***): Range 50 ms. 65.535 ms.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Sends/Executes Control Operations:

- Maximum number of CROB (obj. 12, var. 1) objects supported in a single message 1
- Maximum number of Analog Output (obj. 41, any var.) supported in a single message 0

☐ Pattern Control Block and Pattern Mask (obj. 12, var. 2 and 3 respectively) supported.

☐ CROB (obj. 12) and Analog Output (obj. 41) permitted together in a single message.

WRITE Binary Outputs	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
SELECT (3) / OPERATE (4)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE (5)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE - NO ACK (6)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Count > 1	☐ Never	☐ Always	☒ Sometimes	☐ Configurable
Pulse On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Pulse Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Clear Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Attach explanation:

- All points support the same Function Codes: (3) Select, (4) Operate, (5) Direct Operate and (6) Direct Operate - No ACK.
- Maximum Select/Operate Delay Time: 60 seconds.
- Count can be >1 only for PULSE ON and PULSE OFF

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

<table>
<tr><td colspan="2">FILL OUT THE FOLLOWING ITEMS FOR SLAVE DEVICES ONLY:</td></tr>
<tr><td>Reports Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never
☒ Only time-tagged
☐ Only non-time-tagged
☐ Configurable to send both, one or the other (attach explanation)</td><td>Reports time-tagged Binary Input Change Events when no specific variation requested:

☐ Never
☒ Binary Input Change With Time
☐ Binary Input Change With Relative Time
☐ Configurable (attach explanation)</td></tr>
<tr><td>Sends Unsolicited Responses:

☐ Never
☒ Configurable (See Note D)
☒ Only certain objects (Class 1 2 and 3)
☐ Sometimes (attach explanation)

☒ ENABLE/DISABLE UNSOLICITED Function codes supported</td><td>Sends Static Data in Unsolicited Responses:

☒ Never
☐ When Device Restarts
☐ When Status Flags Change

No other options are permitted.</td></tr>
<tr><td>Default Counter Object/Variation:

☐ No Counters Reported
☐ Configurable (attach explanation)
☒ Default Object _20,21____
Default Variation _____1_____
☐ Point-by-point list attached</td><td>Counters Roll Over at:

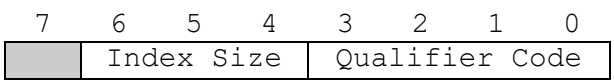
☐ No Counters Reported
☐ Configurable (attach explanation)
☐ 16 Bits
☐ 32 Bits
☒ Other Value ____31 Bits____
☐ Point-by-point list attached</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sends Multi-Fragment Responses: ☒ Yes ☐ No</td></tr>
</table>

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

QUICK REFERENCE FOR DNP3.0 LEVEL 2 FUNCTION CODES & QUALIFIERS

Function Codes

1	Read
2	Write
3	Select
4	Operate
5	Direct Operate
6	Direct Operate-No ACK
7	Immediate Freeze
8	Immediate Freeze no ACK
13	Cold Start
14	Warm Start
20	Enable Unsol. Messages
21	Disable Unsol. Messages
23	Delay Measurement
129	Response
130	Unsolicited Message



Index Size

0- No Index, Packed
1- 1 byte Index
2- 2 byte Index
3- 4 byte Index
4- 1 byte Object Size
5- 2 byte Object Size
6- 4 byte Object Size

Qualifier Code

0- 8-Bit Start and Stop Indices
1- 16-Bit Start and Stop Indices
2- 32-Bit Start and Stop Indices
3- 8-Bit Absolute address Ident.
4- 16-Bit Absolute address Ident.
5- 32-Bit Absolute address Ident.
6- No Range Field (all)
7- 8-Bit Quantity
8- 16-Bit Quantity
9- 32-Bit Quantity
11-(0xB) Variable array

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

IMPLEMENTATION TABLE

OBJECT			REQUEST (IRF parse)		RESPONSE (IRF respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
1	0	Binary Input – All variations	1	0,1,6,7,8			Assigned to Class 0.
1	1	Binary Input	1	0,1,6,7,8	129	0,1	
2	0	Binary Input with Status	1	0,1,6,7,8	129	0,1	
2	0	Binary Input Change – All variations	1	6,7,8			
2	2	Binary Input Change with Time	1	6,7,8	129,130	17,,28	Assign to Event Class
12	1	Control Relay Output Block	3,4,5,6	17,28	129	17,28	Echo of request
20	0	Binary Counter – All variations	1	0,1,6,7,8			Assigned to Class 0.
20	1	32 Bits Binary Counter			129	0,1	
21	0	Frozen Counter – All variations	1	0,1,6,7,8			
21	1	32 Bits Frozen Counter			129	0,1	
22	0	Counter Change Event – All variations	1	6,7,8			
22	5	32 Bits Counter Change Event With Time			129,130	17,,28	Assign to Event Class
30	0	Analog Input – All variations	1	0,1,6,7,8			Assigned to Class 0.
30	1	32-Bit Analog Input	1	0,1,6,7,8	129	1	
30	2	16-Bit Analog Input	1	0,1,6,7,8	129	1	
32	0	Analog Change Event – All variations	1	6,7,8			
32	3	32-Bit Analog Change Event with Time	1	6,7,8	129,130	28	Assign to Event Class
32	4	16-Bit Analog Change Event with Time	1	6,7,8	129,130	28	Assign to Event Class
50	1	Time and Date	2	7 count=1	129		C
52	2	Time Delay Fine	23		129	1	F,G

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

OBJECT			REQUEST (IRF parse)		RESPONSE (IRF respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
60	1	Class 0 Data	1	6	129	1	
60	2	Class 1 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	3	Class 2 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	4	Class 3 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
80	1	Internal Indications	2	0 index=7			E
--	--	No Object (Cold Start)	13				F
--	--	No Object (Warm Start)	14				F
--	--	No Object (Delay Measurement)	23				G

NOTES

C: Device supports write operations on Time and Date objects. Time Synchronization-Required Internal Indication bit (IIN1-4) will be cleared on the response.

D: The device can be configured to send or not, unsolicited responses depending on a configuration option by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface ***ZIVercomPlus***). Then, the Master can Enable or Disable Unsolicited messages (for Classes 1, 2 and 3) by means of requests (FC 20 and 21).
If the unsolicited response mode is configured "on", then upon device restart, the device will transmit an initial Null unsolicited response, requesting an application layer confirmation. While waiting for that application layer confirmation, the device will respond to all function requests, including READ requests.

E: Restart Internal Indication bit (IIN1-7) can be cleared explicitly by the master.

F: The outstation, upon receiving a ***Cold or Warm Start*** request, will respond sending a Time Delay Fine object message (which specifies a time interval until the outstation will be ready for further communications), restarting the DNP process, clearing events stored in its local buffers and setting IIN1-7 bit (Device Restart).

G: Device supports Delay Measurement requests (FC = 23). It responds with the Time Delay Fine object (52-2). This object states the number of milliseconds elapsed between Outstation receiving the first bit of the first byte of the request and the time of transmission of the first bit of the first byte of the response.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DEVICE SPECIFIC FEATURES

- Internal Indication IIN1-6 (Device trouble): **Set to indicate a change in the current DNP configuration in the outstation. Cleared in the next response. Used to let the master station know that DNP settings have changed at the outstation. Note that some erroneous configurations could make impossible to communicate this condition to a master station.**

  This document also states the DNP3.0 settings currently available in the device. If the user changes whatever of these settings, it will set the *Device Trouble Internal Indication* bit on the next response sent.
- Event buffers**: device can hold as much as 128** Binary Input Changes**,** 64 Analog Input Changes and 64 Counter Input Change. **If these limits are reached the device will set the *Event Buffers Overflow Internal Indication* bit on the next response sent. It will be cleared when the master reads the changes, making room for new ones.**
- Configuration ➔ Operation Enable **menu: the device can enable or disable** permissions **for the operations over al Control Relay Output Block. In case permissions are configured off (disabled) the response to a command (issued as Control Relay Output Block) will have the Status code NOT_AUTHORIZED. In case the equipment is** blocked **the commands allowed are the configured when permitted. While blocked, the relay will accept commands over the configured signal. If the equipment is in** operation inhibited state**, the response to all commands over the configured signal will have the Status code NOT_AUTHORIZED.**
- **Customers can configure Inputs/Outputs to suit their needs, by means of** *ZIVercomPlus*® **software.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

POINT LIST

BINARY INPUT (OBJECT 1) -> Assigned to Class 0. BINARY INPUT CHANGE (OBJECT 2) -> Assign to Class.		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
14	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	

CONTROL RELAY OUTPUT BLOCK (OBJECT 12)		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

CONTROL RELAY OUTPUT BLOCK (OBJECT 12)		
Index	**Description**	
14	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	

ANALOG INPUT (OBJECT 30) -> Assigned to Class 0. ANALOG INPUT CHANGE (OBJECT 32) -> Assign to Class		
Index	**Description**	**Deadband**
0	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_1.**
1	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_2.**
2	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_3.**
3	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_4.**
4	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_5.**
5	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_6.**
6	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_7.**
7	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_8.**
8	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_9.**
9	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_10.**
10	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_11.**
11	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_12.**
12	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_13.**
13	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_14.**
14	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_15.**
15	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	**Deadband_16.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Additional assign with ***ZIVercomPlus***®:

Index	Description
16	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
17	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
18	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
19	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
20	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
21	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
22	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
23	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
24	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
25	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
26	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
27	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
....	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
62	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
63	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***

The full scale ranges are adjustable and user's magnitudes can be created. It's possible to choose between primary and secondary values, considering CT and PT ratios. Typical ranges in secondary values are:

Description	Full Scale Range		
	Engineering units	Counts	
Currents (Phases, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x In_{PHASE} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground, polarizing)	0 to 1,2 x In_{GROUND} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground sensitive, isolated neutral)	0 to 1,2 A	0 to 32767	**Deadband**
Voltages (Phase to ground, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x Vn/√3 V	0 to 32767	**Deadband**
Voltages(Phase to phase, synchronizing)	0 to 1,2 x Vn V	0 to 32767	**Deadband**
Power (Real, reactive, apparent)	0 to 3 x 1,4 x In_{PHASE} x Vn/√3 W	-32768 to 32767	**Deadband**
Power factor	-1 to 1	-32768 to 32767	**Deadband**
Frequency	0 to 1,2 x Rated frequency (50/60 Hz)	0 to 32767	**Deadband**
Thermal value	0 to 200%	0 to 32767	**Deadband**
Distance to Fault - **Percentage of line length:** 100% sends 32767 counts (range from -100% to 100%) - **Distance in kilometers:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in km) - **Distance in miles:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in miles)		-32768 to 32767	**Deadband**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Communication Measure in Counts

With ***ZIVercomPlus*** program is possible to define the ***Full Scale Range*** that is desired to transmit each magnitude in *counts*. Parameters necessary to configure the Mathematical expression are:

- **Offset:** A number indicating the compensation of de Magnitude.
- **Limit:** it's the Maximum value of magnitude range.
- **Max Communication:** it's a constant that depend of the Number Bits of Analog Input.
  Max Communication=2(Number Bits Analog Input - 1)**
  For 16-Bit Analog Input (Obj 30 Var. 2) 2**(15) = 32.767 counts
  For 32-Bit Analog Input (Obj 30 Var. 1) 2**(31) = 2.147.483.647 counts
- **Rated value:** Nominal Value of the magnitude.
- **Nominal Flag:** This *flag* defines if the **limit** is proportional to the **rated value** of the magnitude.
- **TR:** Secondary to Primary Transformation Ratio.

Mathematical expression to describe the ***Full Scale Range*** is:

- When **Nominal Flag** is actived,

$$MeasureCom = TR \times \frac{Measure - Offset}{RatedValue} \times \frac{MaxComunication}{Limit}$$

- When **Nominal Flag** is NOT actived,

$$MeasureCom = TR \times (Measure - Offset) \times \frac{MaxComunication}{Limit}$$

Communication Measure in Engineering Units

With ***ZIVercomPlus*** program **also** it's possible to transmit each magnitude in Engineering Units. Parameters necessary to configure the Mathematical expression are:

- **Offset:** A number indicating the compensation of de magnitude.
- **Limit:** it's the Maximum value of magnitude range.
- **Rated value:** Nominal Value of the magnitude.
- **Nominal Flag:** this *flag* defines if the **limit** is proportional to the **rated value** of the magnitude or not. The rated value of the new magnitudes defined by the user is a setting, while for the pre-defined magnitudes is a fix value.
- **TR:** Secondary to Primary Transformation Ratio.
- **Scaling Factor:** Multiply Factor of magnitude.

Atención © ***ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.*** **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Mathematical expression to obtain **Measure in Engineering Units** is:

- When **Nominal Flag** is actived,

$$MeasureCom = TR \times \frac{Measure - Offset}{RatedValue} \times ScalingFactor$$

- When **Nominal Flag** is NOT actived,

$$MeasureCom = TR \times (Measure - Offset) \times ScalingFactor$$

DeadBands

- Deadband is an area of a magnitude range or band where no generate magnitude change (the magnitude is dead). Meaning that no generation of Analogical Change Events if difference with value of generation of previous change is not equal or greater that DeadBand calculated. There is an independent setting for each 16 Measures with change.
- A Deadband is calculated as a percentage defined in DeadBand Setting over value of **parameter Limit**.
- The Deadband can be adjusted to the device by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface *ZIVercomPlus*), between 0.0000% and 100.00%, in steps of 0.0001%. Default value is 100.00%, meaning that generation of Analog Change Events is **DISABLED** for that input. There is an independent setting for each Magnitude with change.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

BINARY COUNTER (OBJECT 20) -> Assigned to Class 0. FROZEN COUNTER (OBJECT 21) 32 BIT COUNTER CHANGE EVENT (OBJECT 22) -> Assign to Class		
Index	**Description**	**Deadband**
0	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_1.**
1	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_2.**
2	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_3.**
3	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_4.**
4	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_5.**
5	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_6**
6	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_7.**
7	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_8.**
8	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_9.**
9	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_10.**
10	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_11.**
11	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_12.**
12	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_13.**
13	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_14.**
14	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_15.**
15	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_16.**
16	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_17.**
17	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_18.**
18	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_19.**
19	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**CounterDeadBand_20.**

CounterDeadBands

- CounterDeadband is an area of a counter magnitude range or band, where no generate counter magnitude change (the communication counter magnitude is dead).Meaning that no generation of Counter Change Events if difference with value of generation of previous change is not equal or greater that CounterDeadBand setting. There is an independent setting for each Counter.

- The CounterDeadband can be adjusted to the device by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface *ZIVercomPlus*), between 1 and 32767, in steps of 1, default value is 1.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP3 PROTOCOL SETTINGS

DNP3 Protocol Settings						
DNP Protocol Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step/ Select**	**Unit**
Relay Number	Integer	0	65519	1	1	
T Confirm Timeout	Integer	1000	65535	1000	1	msec.
Max Retries	Integer	0	65535	0	1	
Enable Unsolicited.	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Enable Unsol. after Restart	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Unsolic. Master No.	Integer	0	65519	1	1	
Unsol. Grouping Time	Integer	100	65535	1000	1	msec.
Synchronization Interval	Integer	0	120	0	1	min.
DNP 3.0 Rev.	Integer	2003 ST.ZIV	2003 ST.ZIV	2003	2003 ST.ZIV	
Binary Changes CLASS	Integer	None Class 1 Class 2 Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	Class 1	None Class 1 Class 2 Class 3	
Analog Changes CLASS	Integer	None Class 1 Class 2 Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	Class 2	None Class 1 Class 2 Class 3	
Counter Changes CLASS	Integer	None Class 1 Class 2 Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	
Binary Status Change	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	1 (Yes)	1	
32 Bits Analog Input	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	1 (Yes)	1	
Analog Inputs (Deadbands)						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step**	**Unit**
Deadband AI#0	Float	0 %	100 %	100 %	0.0001 %	
Deadband AI#1	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#2	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#3	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#4	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#5	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#6	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#7	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#8	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#9	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#10	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#11	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#12	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#13	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#14	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#15	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Counter Inputs (CounterDeadbands)						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step**	**Unit**
Deadband Cont.I#0	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#1	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#2	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#3	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#4	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#5	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#6	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#7	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#8	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#9	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#10	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#11	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#12	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#13	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#14	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#15	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#16	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#17	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#18	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#19	Integer	1	32767	1	1	

DNP Port 1 Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step/ Select**	**Unit**
Protocol Select	**Uinteger**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome**	**Procome Dnp3 Modbus**	
Baud rate	**Integer**	**300**	**38400**	**38400**	**300 600 1200 2400 4800 9600 19200 38400**	**baud**
Stop Bits	**Integer**	**1**	**2**	**1**	**1**	
Parity	**Integer**	**None Odd Even**	**None Odd Even**	**None**	**None Odd Even**	
Rx Time btw. Char	**Float**	**1**	**60000**	**0.5**	**40**	**msec.**
Comms Fail Ind. Time	**Float**	**0**	**600**	**0.1**	**60**	**s**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Advanced Settings						
Flow control						
CTS Flow	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DSR Flow	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DSR Sensitive	Bool	No Yes	No Yes	No	No Yes	
DTR Control	Integer	Inactive Active Rec. Req.	Inactive Active Rec. Req.	Inactive	Inactive Active Rec. Req.	
RTS Control	Integer	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	Inactive	Inactive Active Rec. Req. Sen. Req.	
Times						
Tx Time Factor	Float	0	100	1	0.5	
Tx Timeout Const	Uinteger	0	60000	0	1	
Message modification						
Number of Zeros	Integer	0	255	0	1	
collision						
Collision Type	Integer	NO ECHO DCD	NO ECHO DCD	NO	NO ECHO DCD	
Max Retries	Integer	0	3	0	1	
Min Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.
Max Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.

DNP Port 2 and 3 Configuration

Setting Name	Type	Minimum Value	Maximum Value	Default Value	Step/ Select	Unit
Protocol Select	Uinteger	Procome Dnp3 Modbus	Procome Dnp3 Modbus	Procome	Procome Dnp3 Modbus	
Baud rate	Integer	300	38400	38400	300 600 1200 2400 4800 9600 19200 38400	baud
Stop Bits	Integer	1	2	1	1	
Parity	Integer	None Odd Even	None Odd Even	None	None Odd Even	
Rx Time btw. Char	Float	1	60000	0.5	40	msec.
Comms Fail Ind. Time	Float	0	600	0.1	60	s

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Advanced Settings						
Operating Mode	Integer	RS-232 RS-485	RS-232 RS-485	RS-232	RS-232 RS-485	
Times						
Tx Time Factor	Float	0	100	1	0.5	
Tx Timeout Const	Uinteger	0	60000	0	1	
Wait N Bytes 485	Integer	0	4	0	1	
Message modification						
Number of Zeros	Integer	0	255	0	1	
collision						
Collision Type	Integer	NO ECHO	NO ECHO	NO	NO ECHO	
Max Retries	Integer	0	3	0	1	
Min Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.
Max Retry Time	Uinteger	0	60000	0	1	msec.

✓ **All settings remain unchanged after a power loss.** F4

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP Protocol Configuration

- **Relay Number** (**RTU Address**):
  Remote Terminal Unit Address. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*.
- **T Confirm Timeout (N7 Confirm Timeout) :**
  Timeout while waiting for Application Layer Confirmation. It applies to Unsolicited messages and Class 1 and Class 2 responses with event data.
- **Max Retries (N7 Retries) :**
  Number of retries of the Application Layer after timeout while waiting for Confirmation.
- **Enable Unsolicited (Enable Unsolicited Reporting) :**
  Enables or disables Unsolicited reporting.
- **Enable Unsol. after Restart :**
  Enables or disables Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998). It has effect only if Enable Unsolicited after Restart is set.
- **Unsolic. Master No.** (**MTU Address**) **:**
  Destination address of the Master device to which the unsolicited responses are to be sent. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*. It is useful only when Unsolicited Reporting is enabled.
- **Unsol. Grouping Time (Unsolicited Delay Reporting) :**
  Delay between an event being generated and the subsequent transmission of the unsolicited message, in order to group several events in one message and to save bandwidth.
- **Synchronization Interval**
  Max interval time between two synchronization. If no synchronizing inside interval, indication IIN1-4 (NEED TIME). This setting has no effect if Synchronization Interval is zero.
- **DNP 3.0 Rev.**
  Certification revision **STANDARD ZIV** or **2003** (DNP3-2003 Intelligent Electronic Device (IED) Certification Procedure Subset Level 2 Version 2.3 29-Sept-03)
- **Binary Changes CLASS.**
  Selection to send Binary Changes as CLASS 1 CLASS 2 CLASS 3 or None.
- **Analog Changes CLASS.**
  Selection to send Analog Changes as CLASS 1 CLASS 2 CLASS 3 or None.
- **Counter Changes CLASS.**
  Selection to send Counter Changes as CLASS 1 CLASS 2 CLASS 3 or None.
- **Binary Status .**
  Send Binary with status otherwise without status
- **32 Bits Analog Input .**
  Send Analog All Variations and Analog Change Event Binary Changes with 32 bits otherwise with 16 bits

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP Port 1 Port 2 and Port 3 Configuration

- **Number of Zeros (Advice Time) :**
  Number of zeros before the message.
- **Max Retries (N1 Retries) :**
  Number of retries of the Physical Layer after collision detection.
- **Min Retry Time (Fixed_delay) :**
  Minimum time to retry of the Physical Layer after collision detection.
- **Max Retry Time :**
  Maximum time to retry of the Physical Layer after collision detection.
- **Collision Type :**

  Port 1:

  NO

  ECHO based on detection of transmitted data (monitoring all data transmitted on the link).

  Port 2:

  NO

  ECHO based on detection of transmitted data (monitoring all data transmitted on the link.

  DCD (Data Carrier Detect) based on detecting out-of-band carrier.

  If the device prepares to transmit and finds the link busy, it waits until is no longer busy, and then waits a backoff_time as follows:

  backoff_time = Min Retry Time + random(Max Retry Time - Max Retry Time)

  and transmit. If the device has a collision in transmission the device tries again ,up to a configurable number of retries (Max Retries) if has news collision.

- **Wait N Bytes 485:**
  Number of wait bytes between Reception and transmission Use Port 2 Operate Mode RS-485 .

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Dnp3 Profile II Ethernet

(Version 02.60.00 is the first Software Version that supports this Profile)

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP V3.00 Dnp3 Profile II Ethernet

DEVICE PROFILE DOCUMENT
This document must be accompanied by: **Implementation Table** and **Point List**.

Vendor Name:	**ZIV Aplicaciones y Tecnología S.A.**
Device Name:	**IRF**

Highest DNP Level Supported:	Device Function:
For Requests 2 For Responses 2	☐ Master ☒ Slave

Notable objects, functions, and/or qualifiers supported in addition to the Highest DNP Levels Supported (the complete list is described in the attached table):

1) Supports Enable/Disable Unsolicited Responses (FC=20 and 21), for classes 1 and 2.
2) Supports Write operations (FC=2) on Time and Date objects.
3) Supports Delay measurement Fine (FC=23).
4) Supports Warm Start command (FC=14).
5) Supports **Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998)**
6) Supports selection of DNP3 Revision.
7) Supports indication of no **synchronization in time.**
8) Supports simultaneous communications with two different Master devices
9) Supports assign event Class for Binary, Analog and Counter events:
   Class 1 , Class 2, Class 3, None
10) Supports respond to Multiple Read Request with multiple object types in the same Application Fragment .

Maximum Data Link Frame Size (octets):	Maximum Application Fragment Size (octets):
Transmitted 292 Received 292	Transmitted 2048 (if >2048, must be configurable) Received 249 (must be <= 249)

Maximum Data Link Re-tries:	Maximum Application Layer Re-tries:
☒ None ☐ Fixed at _____ ☐ Configurable, range ___ to ___	☐ None ☒ Configurable, range 0 to 3 (Fixed is not permitted)

Requires Data Link Layer Confirmation:

☒ Never
☐ Always
☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
_____
☐ Configurable. If 'Configurable', how?

Atención © ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A. Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Requires Application Layer Confirmation:

- ☐ Never
- ☐ Always (not recommended)
- ☒ When reporting Event Data (Slave devices only) For unsolicited, Class 1 Class 2 and Class 2 responses that contain Event Data. (If there is no Event Data reported into a Class 1 2 or 3 response, Application Layer Confirmation is not requested)
- ☐ When sending multi-fragment responses (Slave devices only)
- ☐ Sometimes. If 'Sometimes', when?
- ☐ Configurable. If 'Configurable', how?

Timeouts while waiting for:

Data Link Confirm	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Complete Appl. Fragment	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable
Application Confirm	☐ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☒ Configurable
Complete Appl. Response	☒ None	☐ Fixed at ____	☐ Variable	☐ Configurable

Others _____

Attach explanation if 'Variable' or 'Configurable' was checked for any timeout

Application Confirm timeout setting (***MMI***): Range 50 ms. 65.535 ms.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Sends/Executes Control Operations:

- Maximum number of CROB (obj. 12, var. 1) objects supported in a single message 1
- Maximum number of Analog Output (obj. 41, any var.) supported in a single message 0

☐ Pattern Control Block and Pattern Mask (obj. 12, var. 2 and 3 respectively) supported.

☐ CROB (obj. 12) and Analog Output (obj. 41) permitted together in a single message.

WRITE Binary Outputs	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
SELECT (3) / OPERATE (4)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE (5)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
DIRECT OPERATE - NO ACK (6)	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Count > 1	☐ Never	☐ Always	☒ Sometimes	☐ Configurable
Pulse On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Pulse Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch On	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Latch Off	☐ Never	☒ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable
Clear Queue	☒ Never	☐ Always	☐ Sometimes	☐ Configurable

Attach explanation:

- All points support the same Function Codes: (3) Select, (4) Operate, (5) Direct Operate and (6) Direct Operate - No ACK.
- Maximum Select/Operate Delay Time: 60 seconds.
- Count can be >1 only for PULSE ON and PULSE OFF

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

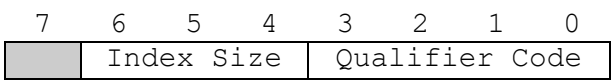
FILL OUT THE FOLLOWING ITEMS FOR SLAVE DEVICES ONLY:	
Reports Binary Input Change Events when no specific variation requested: ☐ Never ☒ Only time-tagged ☐ Only non-time-tagged ☐ Configurable to send both, one or the other (attach explanation)	Reports time-tagged Binary Input Change Events when no specific variation requested: ☐ Never ☒ Binary Input Change With Time ☐ Binary Input Change With Relative Time ☐ Configurable (attach explanation)
Sends Unsolicited Responses: ☐ Never ☒ Configurable (See Note D) ☒ Only certain objects (Class 1 2 and 3) ☐ Sometimes (attach explanation) ☒ ENABLE/DISABLE UNSOLICITED Function codes supported	Sends Static Data in Unsolicited Responses: ☒ Never ☐ When Device Restarts ☐ When Status Flags Change No other options are permitted.
Default Counter Object/Variation: ☐ No Counters Reported ☐ Configurable (attach explanation) ☒ Default Object 20,21 Default Variation 1 ☐ Point-by-point list attached	Counters Roll Over at: ☐ No Counters Reported ☐ Configurable (attach explanation) ☐ 16 Bits ☐ 32 Bits ☒ Other Value 31 Bits ☐ Point-by-point list attached
Sends Multi-Fragment Responses: ☒ Yes ☐ No	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

QUICK REFERENCE FOR DNP3.0 LEVEL 2 FUNCTION CODES & QUALIFIERS

Function Codes

1	Read
2	Write
3	Select
4	Operate
5	Direct Operate
9	Direct Operate-No ACK
10	Immediate Freeze
11	Immediate Freeze no ACK
13	Cold Start
14	Warm Start
20	Enable Unsol. Messages
21	Disable Unsol. Messages
23	Delay Measurement
24	Record Current Time
129	Response
130	Unsolicited Message



Index Size

0- No Index, Packed
1- 1 byte Index
2- 2 byte Index
3- 4 byte Index
4- 1 byte Object Size
5- 2 byte Object Size
6- 4 byte Object Size

Qualifier Code

0- 8-Bit Start and Stop Indices
1- 16-Bit Start and Stop Indices
2- 32-Bit Start and Stop Indices
3- 8-Bit Absolute address Ident.
4- 16-Bit Absolute address Ident.
5- 32-Bit Absolute address Ident.
6- No Range Field (all)
7- 8-Bit Quantity
8- 16-Bit Quantity
9- 32-Bit Quantity
11-(0xB) Variable array

Atención *© ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

IMPLEMENTATION TABLE

OBJECT			REQUEST (IRF parse)		RESPONSE (IRF respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
1	0	Binary Input – All variations	1	0,1,6,7,8			Assigned to Class 0.
1	1	Binary Input	1	0,1,6,7,8	129	0,1	
2	0	Binary Input with Status	1	0,1,6,7,8	129	0,1	
2	0	Binary Input Change – All variations	1	6,7,8			
2	2	Binary Input Change with Time	1	6,7,8	129,130	17,,28	Assign to Event Class
12	1	Control Relay Output Block	3,4,5,6	17,28	129	17,28	Echo of request
20	0	Binary Counter – All variations	1	0,1,6,7,8			Assigned to Class 0.
20	1	32 Bits Binary Counter			129	0,1	
21	0	Frozen Counter – All variations	1	0,1,6,7,8			
21	1	32 Bits Frozen Counter			129	0,1	
22	0	Counter Change Event – All variations	1	6,7,8			
22	5	32 Bits Counter Change Event With Time			129,130	17,,28	Assign to Event Class
30	0	Analog Input – All variations	1	0,1,6,7,8			Assigned to Class 0.
30	1	32-Bit Analog Input	1	0,1,6,7,8	129	1	
30	2	16-Bit Analog Input	1	0,1,6,7,8	129	1	
32	0	Analog Change Event – All variations	1	6,7,8			
32	3	32-Bit Analog Change Event with Time	1	6,7,8	129,130	28	Assign to Event Class
32	4	16-Bit Analog Change Event with Time	1	6,7,8	129,130	28	Assign to Event Class
50	1	Time and Date	2	7 count=1	129		C
50	3	Time and Date at Last Recorded Time	2	7 count=1	129		C
52	2	Time Delay Fine	23		129	1	F,G

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

OBJECT			REQUEST (IRF parse)		RESPONSE (IRF respond)		
Obj	Var	Description	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Func Codes (dec)	Qual Codes (hex)	Notes
60	1	Class 0 Data	1	6	129	1	
60	2	Class 1 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	3	Class 2 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
60	4	Class 3 Data	1	6,7,8	129,130	28	D
			20,21	6			
80	1	Internal Indications	2	0 index=7			E
--	--	No Object (Cold Start)	13				F
--	--	No Object (Warm Start)	14				F
--	--	No Object (Delay Measurement)	23				G

NOTES

C: Device supports write operations on Time and Date objects. Time Synchronization-Required Internal Indication bit (IIN1-4) will be cleared on the response.

D: The device can be configured to send or not, unsolicited responses depending on a configuration option by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface ***ZIVercomPlus***). Then, the Master can Enable or Disable Unsolicited messages (for Classes 1, 2 and 3) by means of requests (FC 20 and 21).
If the unsolicited response mode is configured "on", then upon device restart, the device will transmit an initial Null unsolicited response, requesting an application layer confirmation. While waiting for that application layer confirmation, the device will respond to all function requests, including READ requests.

E: Restart Internal Indication bit (IIN1-7) can be cleared explicitly by the master.

F: The outstation, upon receiving a ***Cold or Warm Start*** request, will respond sending a Time Delay Fine object message (which specifies a time interval until the outstation will be ready for further communications), restarting the DNP process, clearing events stored in its local buffers and setting IIN1-7 bit (Device Restart).

G: Device supports Delay Measurement requests (FC = 23). It responds with the Time Delay Fine object (52-2). This object states the number of milliseconds elapsed between Outstation receiving the first bit of the first byte of the request and the time of transmission of the first bit of the first byte of the response.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DEVICE SPECIFIC FEATURES

- Internal Indication IIN1-6 (Device trouble): **Set to indicate a change in the current DNP configuration in the outstation. Cleared in the next response. Used to let the master station know that DNP settings have changed at the outstation. Note that some erroneous configurations could make impossible to communicate this condition to a master station.**

  This document also states the DNP3.0 settings currently available in the device. If the user changes whatever of these settings, it will set the *Device Trouble Internal Indication* bit on the next response sent.
- Event buffers**: device can hold as much as 128** Binary Input Changes**,** 64 Analog Input Changes and 64 Counter Input Change**. If these limits are reached the device will set the *Event Buffers Overflow Internal Indication* bit on the next response sent. It will be cleared when the master reads the changes, making room for new ones.**
- Configuration ➔ Operation Enable **menu: the device can enable or disable** permissions **for the operations over al Control Relay Output Block. In case permissions are configured off (disabled) the response to a command (issued as Control Relay Output Block) will have the Status code NOT_AUTHORIZED. In case the equipment is** blocked **the commands allowed are the configured when permitted. While blocked, the relay will accept commands over the configured signal. If the equipment is in** operation inhibited state**, the response to all commands over the configured signal will have the Status code NOT_AUTHORIZED.**
- **Customers can configure Inputs/Outputs to suit their needs, by means of** *ZIVercomPlus*® **software.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

POINT LIST

BINARY INPUT (OBJECT 1) -> Assigned to Class 0. BINARY INPUT CHANGE (OBJECT 2) -> Assign to Class.		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
14	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus®* 2048 points**	

CONTROL RELAY OUTPUT BLOCK (OBJECT 12)		
Index	**Description**	
0	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
1	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
2	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
3	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
4	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
5	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
6	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
7	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
8	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
9	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
10	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
11	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
12	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	
13	***Configure by ZIVercomPlus®* 256 points**	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

CONTROL RELAY OUTPUT BLOCK (OBJECT 12)		
Index	**Description**	
14	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
15	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
16	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
17	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
...	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
253	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
254	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	
255	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	

ANALOG INPUT (OBJECT 30) -> Assigned to Class 0. ANALOG INPUT CHANGE (OBJECT 32) -> Assign to Class		
Index	**Description**	**Deadband**
0	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_1.**
1	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_2.**
2	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_3.**
3	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_4.**
4	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_5.**
5	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_6.**
6	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_7.**
7	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_8.**
8	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_9.**
9	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_10.**
10	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_11.**
11	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_12.**
12	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_13.**
13	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_14.**
14	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_15.**
15	***Configure by ZIVercomPlus*® 256 points**	**Deadband_16.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Additional assign with *ZIVercomPlus*®:

Index	Description
16	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
17	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
18	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
19	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
20	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
21	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
22	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
23	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
24	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
25	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
26	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
27	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
....	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
62	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***
63	***Configure by ZIVercomPlus® 256 points***

The full scale ranges are adjustable and user's magnitudes can be created. It's possible to choose between primary and secondary values, considering CT and PT ratios. Typical ranges in secondary values are:

Description	Full Scale Range		
	Engineering units	Counts	
Currents (Phases, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x In_{PHASE} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground, polarizing)	0 to 1,2 x In_{GROUND} A	0 to 32767	**Deadband**
Currents (Ground sensitive, isolated neutral)	0 to 1,2 A	0 to 32767	**Deadband**
Voltages (Phase to ground, sequences, harmonics)	0 to 1,2 x Vn/√3 V	0 to 32767	**Deadband**
Voltages(Phase to phase, synchronizing)	0 to 1,2 x Vn V	0 to 32767	**Deadband**
Power (Real, reactive, apparent)	0 to 3 x 1,4 x In_{PHASE} x Vn/√3 W	-32768 to 32767	**Deadband**
Power factor	-1 to 1	-32768 to 32767	**Deadband**
Frequency	0 to 1,2 x Rated frequency (50/60 Hz)	0 to 32767	**Deadband**
Thermal value	0 to 200%	0 to 32767	**Deadband**
Distance to Fault - **Percentage of line length:** 100% sends 32767 counts (range from -100% to 100%) - **Distance in kilometers:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in km) - **Distance in miles:** with the "line length" sends 32767 counts (range from - "line length" to the "line length" set in miles)		-32768 to 32767	**Deadband**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Communication Measure in Counts

With ***ZIVercomPlus*** program is possible to define the ***Full Scale Range*** that is desired to transmit each magnitude in *counts*. Parameters necessary to configure the Mathematical expression are:

- **Offset:** A number indicating the compensation of de Magnitude.
- **Limit:** it's the Maximum value of magnitude range.
- **Max Communication:** it's a constant that depend of the Number Bits of Analog Input.
  Max Communication=2(Number Bits Analog Input - 1)**
  For 16-Bit Analog Input (Obj. 30 Var. 2) 2**(15) = 32.767 counts
  For 32-Bit Analog Input (Obj. 30 Var. 1) 2**(31) = 2.147.483.647 counts
- **Rated value:** Nominal Value of the magnitude.
- **Nominal Flag:** This *flag* defines if the **limit** is proportional to the **rated value** of the magnitude.
- **TR:** Secondary to Primary Transformation Ratio.

Mathematical expression to describe the ***Full Scale Range*** is:

- When **Nominal Flag** is actived,

$$MeasureCom = TR \times \frac{Measure - Offset}{RatedValue} \times \frac{MaxComunication}{Limit}$$

- When **Nominal Flag** is NOT actived,

$$MeasureCom = TR \times (Measure - Offset) \times \frac{MaxComunication}{Limit}$$

Communication Measure in Engineering Units

With ***ZIVercomPlus*** program **also** it's possible to transmit each magnitude in Engineering Units. Parameters necessary to configure the Mathematical expression are:

- **Offset:** A number indicating the compensation of de magnitude.
- **Limit:** it's the Maximum value of magnitude range.
- **Rated value:** Nominal Value of the magnitude.
- **Nominal Flag:** this *flag* defines if the **limit** is proportional to the **rated value** of the magnitude or not. The rated value of the new magnitudes defined by the user is a setting, while for the pre-defined magnitudes is a fix value.
- **TR:** Secondary to Primary Transformation Ratio.
- **Scaling Factor:** Multiply Factor of magnitude.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Mathematical expression to obtain **Measure in Engineering Units** is:

- When **Nominal Flag** is actived,

$$MeasureCom = TR \times \frac{Measure - Offset}{RatedValue} \times ScalingFactor$$

- When **Nominal Flag** is NOT actived,

$$MeasureCom = TR \times (Measure - Offset) \times ScalingFactor$$

DeadBands

- Deadband is an area of a magnitude range or band where no generate magnitude change (the magnitude is dead). Meaning that no generation of Analogical Change Events if difference with value of generation of previous change is not equal or greater that DeadBand calculated. There is an independent setting for each 16 Measures with change.
- A Deadband is calculated as a percentage defined in DeadBand Setting over value of **parameter Limit**.
- The Deadband can be adjusted to the device by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface *ZIVercomPlus*), between 0.0000% and 100.00%, in steps of 0.0001%. Default value is 100.00%, meaning that generation of Analog Change Events is **DISABLED** for that input. There is an independent setting for each Magnitude with change.

BINARY COUNTER (OBJECT 20) -> Assigned to Class 0.
FROZEN COUNTER (OBJECT 21)

32 BIT COUNTER CHANGE EVENT (OBJECT 22) -> Assign to Class

Index	Description	Deadband
0	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_1.**
1	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_2.**
2	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_3.**
3	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_4.**
4	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_5.**
5	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_6**
6	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_7.**
7	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_8.**
8	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_9.**
9	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_10.**
10	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_11.**
11	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_12.**
12	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_13.**
13	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_14.**
14	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_15.**
15	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_16.**
16	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_17.**
17	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_18.**
18	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_19.**
19	***Configure by ZIVercomPlus®*** **256 points**	**CounterDeadBand_20.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

CounterDeadBands

- CounterDeadband is an area of a counter magnitude range or band, where no generate counter magnitude change (the communication counter magnitude is dead).Meaning that no generation of Counter Change Events if difference with value of generation of previous change is not equal or greater that CounterDeadBand setting. There is an independent setting for each Counter.

- The CounterDeadband can be adjusted to the device by means of ***MMI*** (Man-Machine Interface or front-panel user interface *ZIVercomPlus*), between 1 and 32767, in steps of 1, default value is 1.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* **Zamudio 2004**
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP3 PROTOCOL SETTINGS

DNP3 Protocol Settings						
DNP Protocol Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step/ Select**	**Unit**
Relay Number	Integer	0	65519	1	1	
T Confirm Timeout	Integer	1000	65535	1000	1	msec.
Max Retries	Integer	0	65535	0	1	
Enable Unsolicited.	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Enable Unsol. after Restart	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	0 (No)	1	
Unsolic. Master No.	Integer	0	65519	1	1	
Unsol. Grouping Time	Integer	100	65535	1000	1	msec.
Synchronization Interval	Integer	0	120	0	1	min.
DNP 3.0 Rev.	Integer	2003 ST.ZIV	2003 ST.ZIV	2003	2003 ST.ZIV	
Binary Changes CLASS	Integer	None Class 1 Class 2 Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	Class 1	None Class 1 Class 2 Class 3	
Analog Changes CLASS	Integer	None Class 1 Class 2 Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	Class 2	None Class 1 Class 2 Class 3	
Counter Changes CLASS	Integer	None Class 1 Class 2 Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	Class 3	None Class 1 Class 2 Class 3	
Binary Status Change	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	1 (Yes)	1	
32 Bits Analog Input	Boolean	0 (No)	1 (Yes)	1 (Yes)	1	
Analog Inputs (Deadbands)						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step**	**Unit**
Deadband AI#0	Float	0 %	100 %	100 %	0.0001 %	
Deadband AI#1	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#2	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#3	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#4	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#5	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#6	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#7	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#8	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#9	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#10	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#11	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#12	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#13	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#14	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	
Deadband AI#15	Float	0 %	100 %	100 %	0. 0001 %	

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

Counter Inputs (CounterDeadbands)						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step**	**Unit**
Deadband Cont.I#0	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#1	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#2	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#3	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#4	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#5	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#6	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#7	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#8	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#9	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#10	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#11	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#12	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#13	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#14	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#15	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#16	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#17	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#18	Integer	1	32767	1	1	
Deadband Cont.I#19	Integer	1	32767	1	1	
DNP Port 1 Port 2 and 3 DNP 3 Profile II Ethernet Configuration						
Setting Name	**Type**	**Minimum Value**	**Maximum Value**	**Default Value**	**Step**	**Unit**
Protocol Select	**Uinteger**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome Dnp3 Modbus**	**Procome**	**Procome Dnp3 Modbus**	
Enable Ethernet Port	**Boolean**	**0 (No)**	**1 (Yes)**	**1 (Yes)**	**1**	
IP Address Port 1	**Byte[4]**	**ddd.ddd.ddd.ddd**	**ddd.ddd.ddd.ddd**	**192.168.1.51**	**1**	
IP Address Port 2	**Byte[4]**	**ddd.ddd.ddd.ddd**	**ddd.ddd.ddd.ddd**	**192.168.1.61**	**1**	
IP Address Port 3	**Byte[4]**	**ddd.ddd.ddd.ddd**	**ddd.ddd.ddd.ddd**	**192.168.1.71**	**1**	
Subnet Mask	**Byte[4]**	**128.0.0.0**	**255.255.255.254**	**255.255.255.0**	**1**	
Port Number	**Uinteger**	**0**	**65535**	**20000**	**1**	
Keepalive Time	**Float**	**0**	**65**	**30**	**60**	**s.**
Rx Time Characters	**Float**	**1**	**60000**	**1**	**0.5**	**ms.**
Comms Fail Timer	**Float**	**0**	**600**	**60**	**0.1**	**s.**

✓ **All settings remain unchanged after a power loss.**

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP Protocol Configuration

- **Relay Number** (**RTU Address**):
  Remote Terminal Unit Address. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*.
- **T Confirm Timeout (N7 Confirm Timeout) :**
  Timeout while waiting for Application Layer Confirmation. It applies to Unsolicited messages and Class 1 and Class 2 responses with event data.
- **Max Retries (N7 Retries) :**
  Number of retries of the Application Layer after timeout while waiting for Confirmation.
- **Enable Unsolicited (Enable Unsolicited Reporting) :**
  Enables or disables Unsolicited reporting.
- **Enable Unsol. after Restart :**
  Enables or disables Unsolicited after Restart (for compatibility with terminals whose revision is before DNP3-1998). It has effect only if Enable Unsolicited after Restart is set.
- **Unsolic. Master No.** (**MTU Address**) **:**
  Destination address of the Master device to which the unsolicited responses are to be sent. Addresses 0xFFF0 to 0xFFFF are reserved as *Broadcast Addresses*. It is useful only when Unsolicited Reporting is enabled.
- **Unsol. Grouping Time (Unsolicited Delay Reporting) :**
  Delay between an event being generated and the subsequent transmission of the unsolicited message, in order to group several events in one message and to save bandwidth.
- **Synchronization Interval**
  Max interval time between two synchronization. If no synchronizing inside interval, indication IIN1-4 (NEED TIME). This setting has no effect if Synchronization Interval is zero.
- **DNP 3.0 Rev.**
  Certification revision **STANDARD ZIV** or **2003** (DNP3-2003 Intelligent Electronic Device (IED) Certification Procedure Subset Level 2 Version 2.3 29-Sept-03)
- **Binary Changes CLASS.**
  Selection to send Binary Changes as CLASS 1 CLASS 2 CLASS 3 or None.
- **Analog Changes CLASS.**
  Selection to send Analog Changes as CLASS 1 CLASS 2 CLASS 3 or None.
- **Counter Changes CLASS.**
  Selection to send Counter Changes as CLASS 1 CLASS 2 CLASS 3 or None.
- **Binary Status .**
  Send Binary with status otherwise without status
- **32 Bits Analog Input .**
  Send Analog All Variations and Analog Change Event Binary Changes with 32 bits otherwise with 16 bits

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

DNP PROFILE II ETHERNET Port 1 Port 2 and Port 3 Configuration

- **Enable Ethernet Port :**
  Enables or disables Ethernet Port.

- **IP Address :**
  Identification Number of Ethernet device.

- **Subnet Mask :**
  Indicate the part of IP Address is the Net Address and the part of IP Address is the Device Number.

- **Port Number :**
  Indicate to Destinatión Device the path to send the recived data.

- **Keepalive Time :**
  Number of second between Keepalive paquets, if zero no send packages Keepalive. These packages allow to Server know if a Client is present in the Net.

- **Rx Time Between Characters :**
  Maximum time between Characters.

- **Comm Fail Timer :**
  Maximum time between Messages without indicate Communication Fail.

Atención © *ZIV Aplicaciones y Tecnología, S.A.* Zamudio 2004
Este documento contiene información confidencial propiedad de ZIV S.A. Cualquier forma de reproducción o divulgación está absolutamente prohibida y puede ser causa de severas medidas legales.

C. MODBUS RTU. Documentación. Mapa Direcciones

C.1 Información preliminar....C-2
C.2 Función 01: lectura de salidas (Read Coil Status)....C-2
C.2.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF....C-2
C.3 Función 02: lectura de entradas (Read Input Status)....C-3
C.3.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF....C-3
C.4 Función 03: lectura de contadores (Read Holding Registers)....C-3
C.4.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF....C-3
C.5 Función 04: lectura de medidas (Read Input Registers)....C-4
C.5.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF....C-4
C.6 Función 05 órdenes de mando (Force Single Coil)....C-5
C.6.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF....C-5

C.1 Información preliminar

El presente documento pretende servir de referencia en el estudio de la implementación del protocolo MODBUS RTU en el equipo **DLF**.

En este documento se detalla el mapa de direcciones MODBUS (entradas, salidas, medidas y órdenes de mando) y sus equivalentes en el relé **DLF**.

Las funciones que se implementarán son:

Función ModBus	Significado
01	Lectura de salidas (Read Coil Status)
02	Lectura de entradas (Read Input Status)
04	Lectura de medidas (Read Input Registers)
05	Ordenes de mando (Force Single Coil)

Cualquier otra función que no se encuentre entre las indicadas será considerada ilegal y se devolverá un código de excepción 01 (Illegal Function).

C.2 Función 01: lectura de salidas (Read Coil Status)

C.2.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF

El mapa de direcciones MODBUS de salidas para el relé **DLF** será:

Dirección	Descripción
Configurable mediante el *ZIV e-NET tool*®	Cualquier señal lógica de entrada o salida de los módulos de Protección o generada mediante la Lógica Programable.

El contenido de las direcciones es variable (reflejo de la configuración de cada relé). El rango de direcciones es de 0 a 1023 y son asignadas automáticamente por el programa ***ZIV e-NET tool***®.

Las direcciones no configuradas serán consideradas como ilegales y se devolverá como respuesta un código de excepción 02 (Illegal Data Address).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

C.3 Función 02: lectura de entradas (Read Input Status)

C.3.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF

El mapa de direcciones MODBUS de entradas para el relé **DLF** será:

Dirección	Descripción
Configurable mediante el *ZIV e-NET tool*®	Cualquier señal lógica de entrada o salida de los módulos de Protección o generada mediante la Lógica Programable.

El contenido de las direcciones es variable (reflejo de la configuración de cada relé). El rango de direcciones es de 0 a 1023 y son asignadas automáticamente por el programa ***ZIV e-NET tool***®.

Las direcciones no configuradas serán consideradas como ilegales y se devolverá como respuesta un código de excepción 02 (Illegal Data Address).

C.4 Función 03: lectura de contadores (Read Holding Registers)

C.4.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF

El mapa de direcciones MODBUS de lectura de contadores para el relé **DLF** será:

Dirección	Descripción
Configurable mediante *ZIV e-NET tool*®	Cualquier señal lógica de entrada o salida de los módulos de Protección o generada mediante la Lógica Programable cuyo número de cambios se desee medir.

Configurable mediante *ZIV e-NET tool*®. Se pueden crear contadores con cualquier señal configurada en la Lógica Programable o de los módulos de Protección. Por defecto, los contadores existentes son los de las energías activas (positiva y negativa) y las energías reactivas (capacitiva e inductiva).

El rango de medida de energías en valores de primario es de 100wh/varh hasta 6553,5 kwh/kvarh, pudiendo ser ésta la magnitud que se transmita por comunicaciones. Es decir, una (1) cuenta representa 100 wh/varh.

Para obtener un contador de energía que disponga de un valor máximo más alto, hay que crear una “magnitud de usuario” a partir de este contador. Por ejemplo, dividiendo por 1000 el valor del contador y haciendo que la salida del divisor sea la nueva magnitud se obtiene un contador de energía de rango 100 kwh/kvarh a 6553,5 Mwh/Mvarh; es decir, una (1) cuenta representa 100 kwh/varh.

El contenido de las direcciones es variable (reflejo de la configuración de cada relé). El rango de direcciones es de 0 a 255 y son asignadas automáticamente por el programa ***ZIV e-NET tool***®.

Las direcciones no configuradas serán consideradas como ilegales y se devolverá como respuesta un código de excepción 02 (Illegal Data Address).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

C.5 Función 04: lectura de medidas (Read Input Registers)

C.5.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF

El mapa de direcciones MODBUS de lectura de medidas para el relé **DLF** será:

Dirección	Descripción
Configurable mediante el *ZIV e-NET tool*®	Cualquier magnitud medida o calculada por la Protección o generada mediante la Lógica Programable. Puede elegirse entre valores primarios y valores secundarios, teniendo en cuenta las relaciones de transformación correspondientes.

Todos los fondos de escala de las magnitudes son configurables, y a partir de dichas magnitudes pueden crearse magnitudes de usuario. Algunos valores típicos son los siguientes:

- Intensidades de fase, de secuencia y armónicos: **Valor nominal I_{FASE} + 20%** envía 32767 cuentas
- Intensidades de neutro y de sincronización: **Valor nominal I_{NEUTRO} + 20%** envía 32767 cuentas
- Intensidades de neutro sensible y de neutro aislado: **1,2A** envía 32767 cuentas
- Tensiones simples, de secuencia y armónicos: **(Valor nominal V / √3) + 20%** envía 32767 cuentas
- Tensiones compuestas y de polarización: **Valor nominal V + 20%** envía 32767 cuentas
- Potencias: **3 x 1,4 x Valor nominal I_{FASE} x Valor nominal V / √3** envía 32767 cuentas
- Factor de potencia: de **-1 a 1** envía de -32767 a 32767 cuentas
- Frecuencia: de **0Hz a 1,2 x frecuencia$_{NOMINAL}$ (50Hz / 60Hz)** envía 32767 cuentas
- Valor térmico: **240%** envía 32767 cuentas
- Distancia a la falta:
  - Valor porcentual: **±100%** envía ±32767 cuentas (rango de -100% a100%)
  - Valor en kilómetros: con la **Longitud de la línea** envía ±32767 cuentas (rango de 0 km a la longitud de la línea ajustada en km, pudiendo enviarse también valores negativos)
  - Valor en millas: con la **Longitud de la línea** envía ±32767 cuentas (rango de 0 millas a la longitud de la línea ajustada en millas, pudiendo enviarse también valores negativos)

Mediante el programa ***ZIV e-NET tool***® puede definirse el ***Fondo de escala*** que se desea emplear para transmitir esta magnitud en cuentas, que es la unidad que se emplea en todos los protocolos. Existen tres parámetros configurables que determinan el rango de distancia cubierto:

- Valor de **Offset**: es el valor mínimo de la magnitud para el cuál se envían 0 cuentas.
- **Límite**: es la longitud del rango de la magnitud sobre la que se interpola para calcular el número de cuentas a enviar. Si el valor de offset es 0, coincide con el valor de la magnitud para el cuál se envía el máximo de cuentas definido (32767)
- **Flag nominal**: este flag permite determinar si el límite ajustado es proporcional al valor nominal de la magnitud o no. El valor nominal de las nuevas magnitudes definidas por el usuario en la lógica programable es configurable, mientras que para el resto de las magnitudes existentes es un valor fijo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La expresión que permite definir dicho fondo de escala es la siguiente:

- Cuando el Flag nominal está activo,

$$MedidaComunicaciones = \frac{Medida - Offset}{Nominal} \times \frac{32767}{Limite}$$

- Cuando el Flag nominal NO está activo,

$$MedidaComunicaciones = (Medida - Offset) \times \frac{32767}{Limite}$$

El contenido de las direcciones es variable (reflejo de la configuración de cada relé). El rango de direcciones es de 0 a 255 y son asignadas automáticamente por el programa ***ZIV e-NET tool®***.

Las direcciones no configuradas serán consideradas como ilegales y se devolverá como respuesta un código de excepción 02 (Illegal Data Address).

C.6 Función 05 órdenes de mando (Force Single Coil)

C.6.1 Mapa de direcciones ModBus para DLF

El mapa de direcciones MODBUS para órdenes de mando del relé **DLF** será:

Dirección	Descripción
Configurable mediante el *ZIV e-NET tool®*	Se puede realizar un mando sobre cualquier entrada de los módulos de Protección y sobre cualquier señal configurada en la Lógica Programable.

El contenido de las direcciones es variable (reflejo de la configuración de cada relé). El rango de direcciones es de 0 a 255 y son asignadas automáticamente por el programa ***ZIV e-NET tool®***.

Las direcciones no configuradas serán consideradas como ilegales y se devolverá como respuesta un código de excepción 02 (Illegal Data Address).

Cualquier otro valor diferente de 00H o FFH será considerado ilegal y se devolverá como respuesta un código de excepción 03 (Illegal Data Value).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D. IEC 61850 Ed.2

D.1 Estándar IEC 61850 ..... D-2
D.2 Stack de comunicaciones D-3
D.3 Servidor IEC 61850 y modelo de datos D-4
D.4 Servidor web D-5
D.5 Puerto de comunicaciones D-7
D.6 Transferencia de ficheros D-8
D.7 Fichero de configuración CID D-9
D.8 Mod/Beh D-10
D.9 Data Set D-11
D.10 Envío de mensajes GOOSE D-12
D.11 Suscripción a datos de un mensaje GOOSE D-13
D.12 Report Control Blocks (RCBs) D-20
D.13 Configuración de medidas (datos CF) D-22
D.14 Mandos D-23
D.15 Sincronización SNTP D-24
D.15.1 Cálculo del estado de sincronismo SNTP D-24
D.15.1.a Cliente *unicast* D-25
D.15.1.b Cliente *broadcast* D-25

D.1 Estándar IEC 61850

Los equipos que, por selección de modelo, cuenten con **IEC 61850** disponen de una funcionalidad extra a la que proporciona el equipo de protección y control y que se encuentra definida en el estándar **IEC 61850**.

Los servicios extra que proporcionan los equipos con **IEC 61850** son:

- Reporte de la información generada en el equipo (arranques, disparos, bloqueos, etc) a un equipo de nivel superior (Unidad Central, Telemando, Consola, etc).
- Reporte de información rápida (GOOSE) a otro equipo del mismo nivel (protecciones, equipos de control, servicios auxiliares) o, incluso, a otros equipos de nivel superior.
- Comunicación MMS que permite a cualquier cliente MMS recibir el modelo de datos del equipo y poder actuar con él para cambio de ajustes y de parámetros y realizar mandos sobre el equipo.
- Manejo de un fichero de configuración único (**CID**) que permite disponer de un *backup* que contiene todos los parámetros tanto de protección, control y comunicaciones.
- Acceso FTP a oscilos, logs, etc.
- Servidor web que proporciona información del estado del equipo, errores, valores de estados y medidas, suscripción a mensajes GOOSE, etc.

En cada unidad de protección se encuentra la información relativa al mapeo **IEC 61850**, tanto a nivel de nombre del nodo como de ajustes, señales digitales disponibles, datos comandables, medidas, etc.

IEC 61850 es un estándar para la automatización de subestaciones definido por el Comité Técnico TC57. La norma, que se divide en 10 partes, aborda aspectos relacionados con requerimientos generales del sistema, gestión de los proyectos de ingeniería y requerimientos de comunicaciones, proponiendo un modelo de datos sobre el cual se describen las capacidades de los IEDs. Dicho modelo de datos es desarrollado a través del lenguaje para descripción de subestaciones (SCL) definido también en el estándar. La funcionalidad de un equipo es modelada a partir de los denominados Nodos Lógicos (LN) que, a su vez, se forman a partir de *Common Data Classes* y *Common Data Attributes*, siguiendo una filosofía de abstracción a objetos. Junto con estos objetos, la norma define un conjunto de servicios a través del denominado *Abstract Communication Service Interface* (ACSI). Los apartados 8 y 9 de la norma explican cómo se mapean dichos objetos y servicios en términos de protocolos concretos, particularmente MMS, GOOSE y Sampled Values. El último apartado de la norma trata sobre las pruebas de conformidad que debe superar un equipo, o una arquitectura, para ser homologado según el estándar, cubriendo de esta manera todos los aspectos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El estándar, por lo tanto, incluye los siguientes capítulos o partes:

- *IEC 61850-1: Introduction and overview.*
- *IEC 61850-2: Glossary.*
- *IEC 61850-3: General requirements.*
- *IEC 61850-4: System and project management.*
- *IEC 61850-5: Communication requirements for functions and device models.*
- *IEC 61850-6: Configuration language for communication in electrical substations related to IEDs.*
- *IEC 61850-7: Basic communication structure for substation and feeder equipment.*
  IEC 61850-7-1: Principles and models.
  IEC 61850-7-2: Abstract communication service interface (ACSI).
  IEC 61850-7-3: Common Data Classes.
  IEC 61850-7-4: Compatible logical node classes and data classes.
- *IEC 61850-8-1: Specific communication service mapping (SCSM) Mappings to MMS (ISO/IEC9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC8802-3.*
- *IEC 61850-9: Specific communication service mapping (SCSM).*
  IEC 61850-9-1: Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link.
  IEC 61850-9-2: Sampled values over ISO/IEC 802-3.
- *IEC 61850-10: Conformance testing.*

D.2 Stack de comunicaciones

El equipo se basará en el modelo *Cliente-Servidor* para servir información contenida en su modelo de datos de manera vertical. Se trata de una comunicación orientada a la conexión, iniciada siempre por el cliente y, en este caso, haciendo uso del estándar MMS (*Manufacturing Message Specification*) que fue desarrollado específicamente para aplicaciones industriales, se encuentra especificado según ISO 9506 y sirve para el intercambio de datos en ambientes de producción. Dicho protocolo es independiente del tipo de red o dispositivos conectados y, por lo tanto, podrá mantenerse según evolucionen las tecnologías físicas de comunicación. El protocolo define mensajes de comunicación transferidos entre controladores, así como entre la estación de ingeniería y el controlador, de tal manera que el servidor (el equipo) pondrá a disposición de los clientes (unidades centrales, *gateways*, SCADAs, ordenadores, etc.) la información seleccionada en un *Data Set* que habrá sido asignado a un *Report Control Block*. La parte IEC 61850-8-1 define el mapeo entre los servicios del protocolo MMS y los servicios abstractos IEC 61850.

El equipo cuenta también con el modelo *Publicador-Suscriptor* en el que se basa el servicio GOOSE. En este caso, se trata de una comunicación de alta velocidad y prioridad no orientada a la conexión para, de esta manera, permitir una comunicación horizontal entre IEDs. El mensaje enviado por el publicador será un mensaje *multicast* que se propagará por la red local llegando así a todos los IEDs conectados a ella.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.3 Servidor IEC 61850 y modelo de datos

El servidor del equipo y por lo tanto el dispositivo físico contiene cuatro dispositivos lógicos (*Logical Devices*). Dichos dispositivos lógicos engloban todos los diferentes nodos lógicos (*Logical Nodes*) que, a su vez, contienen datos (*Data Objects*) que están compuestos por atributos (*Data Attributes*) y que, en conjunto, conforman el modelo de datos del equipo. En cada uno de los niveles se encuentran disponibles servicios para llevar a cabo diversas funciones, como son lectura y escritura de datos, mandos, *reporting*, etc. La distribución de los nodos lógicos dentro de los diferentes dispositivos lógicos es la siguiente:

- **SYS**: dispositivo lógico de sistema donde están ubicados los *Report Control Blocks*. GOOSE *Control Blocks*, *Setting Group Control Blocks*, *Logs*, donde aparecerán los *Data Set* una vez estén configurados y donde se encuentran ubicados los nodos lógicos relativos al hardware del equipo (entradas, salidas, comunicaciones, sincronización, etc.).
- **CTRL**: dispositivo lógico donde están ubicados todos los nodos de control que se pueden dar de alta y configurar con la herramienta de configuración del equipo.
- **PROT**: dispositivo lógico donde están ubicados los nodos de protección del equipo.
- **MEA**: dispositivo lógico donde están ubicados los nodos relativos a medidas.

Además de los nodos de protección, tales como el PHSPIOC, PTOV, PTOF, PTUF, RREC, RBRF, PTRC, etc. que se encuentran definidos en los correspondientes capítulos donde se explica la funcionalidad de protección, el equipo cuenta con los nodos configurables de control descritos a continuación. Dichos nodos de control no estarán presentes en el modelo de datos del equipo si no han sido dados de alta y configurados con la herramienta de configuración:

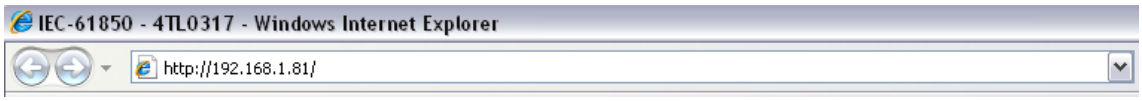
- XCBR: nodo de control que cuenta con un dato digital doble utilizado para mapear el estado de un interruptor de tres polos.
- XSWI: nodo de control que cuenta con un dato digital doble utilizado para mapear el estado de los seccionadores.
- CSWI: este es el nodo de control que contendrá los mandos dobles sobre la aparamenta (interruptor y seccionadores).
- CILO: nodo de control utilizado para mapear los permisos de los diferentes objetos comandables.
- GAPC: nodo genérico de control con estados y mandos simples y dobles de uso general excepto para elementos de la aparamenta (interruptores y seccionadores).
- GENGGIO: nodo genérico de control con estados simples y dobles y medidas analógicas enteras y flotantes, datos enteros y medidas analógicas utilizado para tener disponible en IEC 61850 cualquier dato del equipo. A pesar de contar con hasta un máximo de 4 nodos de este tipo, se recomienda emplear al máximo los nodos propios de protección del equipo, limitando el uso de estos nodos a datos propios de usuario generados en la lógica de control.
- CALH: nodo de control utilizado para mapear las alarmas de la posición.
- SIMG: nodo de control utilizado para mapear la alarma y disparo por gas SF6.
- PLSMMTR: nodo de control utilizado para mapear contadores de energía calculados en lógica de control a partir, normalmente, de entradas de pulso provenientes de contadores externos de energía.
- SETGGIO: nodo de control utilizado para mapear y tener así disponible por MMS ajustes de usuario generados en la lógica de control del equipo.
- LGOS: nodo de control utilizado para monitorizar el estado de un GOOSE de entrada.

El fichero MICS (*Model Implementation Conformance Statement*), que describe las extensiones del modelo datos IEC 61850 en relación al estándar, se genera de forma automática una vez seleccionado el modelo del IED a través de la herramienta de configuración.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.4 Servidor web

A través del servidor web (empleando HTTP o HTTPS) se puede acceder a versiones de *firmware*, estados de arranque e información útil del equipo. Para acceder, se debe escribir la IP del equipo en un navegador web:



Una vez autenticados (usuario info, contraseña passinfo para acceso de solo lectura), se mostrará la siguiente información:

- **Configuration**: se muestra información de identificación del equipo (hostname, location, contact, modelo completo del producto, versión del firmware, referencia del firmware y número de serie) y de control de acceso y certificados (ver anexo de ciberseguridad). Adicionalmente se permite, solo con el permiso correspondiente, habilitar e inhabilitar Serial Log (opción para análisis de anomalías internas por parte del fabricante). (en caso de permiso de administrador se permiten cambiar los usuarios y las claves). Para ejecutar dicha acción es necesario pulsar ***Send*** y ***Apply***.
- **Statistics**: en este apartado se indica el tiempo que lleva el equipo funcionando desde el último arranque, la fecha en hora UTC, el porcentaje de memoria usada y el porcentaje de uso de la CPU. permiso de cambio de ajustes se puede cambiar la fecha del equipo.
  - **Routing**: en caso de usar enrutados se tendría acceso a la estadística del tráfico.
- **Menú de logs.** Es accesible con permiso de gestión de logs. Muestra la siguiente información:
  - **System log:** registro con la información de arranque y funcionamiento del sistema que aporta información al usuario relativa al estado del equipo y donde se pueden consultar los motivos por los cuales un CID es rechazado u otras incidencias. Dicho registro se almacena en memoria no volátil. Se puede descargar la información en un fichero de texto pulsando el botón situado en la parte superior de la pantalla, dentro del apartado Download of System log, denominado Download File.
  - **Security log**: ver anexo de ciberseguridad.
- **IEC-61850**. Se muestran diferentes datos relativos al estándar IEC 61850.
  - **CID log**: registro con información de carga de nuevos ficheros CID. Dicho registro se almacena en memoria volátil pues almacena información relativa a la última carga. Para ver el histórico se podría obtener del System log.
  - **Analog signals list**: listado de medidas analógicas disponibles en IEC 61850 con la siguiente información:
    - Descripción.
    - Path MMS.
    - Valor.
    - Calidad: consta de 3 campos:
      - Validez (**G**ood, **I**nvalid, **R**eserved, **Q**uestionable)
      - Bit de calidad (**OV** overflow, **OR** out of range, **BR** bad reference, **OS** oscillatory, **FL** failure, **OD** old data, **ER** inconsistent, **IN** inaccurate)
      - Origen (**P** process, **S** substituted)/**T**est/Operator**B**locked.
    - Fecha de última actualización.
    - Información relativa al cálculo (automático o no) de máximo y mínimo.
    - Valor máximo.
    - Valor mínimo.
    - Ajuste de deadband para magnitud.
    - Ajuste de deadband para ángulo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Digital signals list**: listado de señales digitales disponibles en IEC 61850 con su descripción, path MMS, valor, calidad y fecha de última actualización.
- **GOOSE suscription list**: listado de suscripciones a mensajes GOOSE donde se pueden ver los datos de la suscripción configurados (MAC, APPID, GOID, etc.) y el estado de la suscripción:
  - NOT FOUND: No se ha recibido nunca el GOOSE configurado. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA. Es el estado inicial de las suscripciones.
  - OK: El GOOSE se ha recibido perfectamente y se ha recibido antes del TAL (TimeAllowedToLive). La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será bien la contenida en el GOOSE si el dato está suscrito a la calidad o bien GOOD si no lo está.
  - TIME OUT: El GOOSE se ha recibido perfectamente alguna vez y ha dejado de recibirse en el TAL (TimeAllowedToLive). La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - ERROR STRUCT: El GOOSE se ha recibido pero el tipo de los datos no coincide con el tipo esperado o la información no está presente en el GOOSE. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) cuyo tipo no coincida con el esperado será INVALID y sin causa. Con que alguna de la información que se espera en el GOOSE mapeada al dato no coincida o dicha información no viaje en el GOOSE, la calidad del dato será marcada como INVALID (es decir, si para el dato GIGGIO1.Ind1 está mapeado el stVal, q y t del dato y el t se recibe con un tipo que no corresponde o no viaja en el GOOSE, la calidad GIGGIO1.Ind1.q será INVALID, a pesar de estar recibiéndose OK el stVal y el q). Dentro de ese GOOSE, los datos recibidos correctamente se procesarán normalmente.
  - ERROR NDSCOM: El GOOSE recibido viene con el campo NdsCom a TRUE. El GOOSE se ignora y la calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - ERROR HOLD TIME: El GOOSE recibido tiene TAL=0. En este caso, el GOOSE se ignora.
  - ERROR CONFREV: El GOOSE se ha recibido perfectamente, pero con ConfRev diferente del configurado. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) se pasa inmediatamente a QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - ERROR DATSET: El GOOSE se ha recibido perfectamente, pero con DatSet diferente del configurado. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) se pasa inmediatamente a QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - INTERRUPTED: El IED ha detenido/interrumpido la suscripción a dicho GOOSE (por ejemplo, porque el equipo pasa a modo Off). La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) se pasa inmediatamente a QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - WAITING: Indica que, habiendo recibido y procesado GOOSEs correctamente, se ha detectado un cambio de LPHD1.Sim=FALSE. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA. Se pasará a ese estado únicamente cuando se detecta un cambio de LPHD1.Sim=FALSE y se viene de tener LGOS[X].SimSt=TRUE.
- **Download file:** en la parte superior, en forma de título, aparece el nombre del fichero CID activo y con el que se encuentra trabajando el equipo. Debajo se encuentra el botón denominado Download File con el que se puede llevar a cabo la descarga del fichero.

- **Menú acciones** (solo con acceso de administrador).
  - **Apply**. Los parámetros de configuración modificados y enviados se aplican en el equipo.
  - **Clear Statistics**. Borrado de las estadísticas almacenadas en el equipo.
  - **Reboot**. Fuerza el reseteo del equipo.
  - **Reflash**. Permite actualizarel equipo con una nueva versión de firmware.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Es muy importante tener en cuenta la diferencia entre las siguientes acciones (solo disponibles para usuario administrador).

- Enviar la modificación de los parámetros al equipo. Para realizar esta acción se debe pulsar ***Send*** en la página modificada.
- Una vez configurados los parámetros deseados, la acción ***Apply*** activará dichos cambios en el equipo y éste comenzará a hacer uso de la nueva configuración aplicada.
- Se puede forzar a resetear el equipo a través de la acción ***Reboot***.

D.5 Puerto de comunicaciones

Los equipos de esta familia cuentan con dos o cuatro puertos LAN para las comunicaciones IEC 61850, según se defina el modelo a la hora de su selección. Dichos puertos ichos puertos LAN usan la red Ethernet, utilizando el protocolo TCP/IP para la comunicación MMS (estándar utilizado para empaquetar la información en la red), el envío y recepción de mensajes GOOSE, la transferencia de ficheros mediante FTP, etc. Por tanto, independiente del medio físico y la conexión (fibra, cobre, etc) es necesario configurar las IPs que utilizará el equipo en la red.

El equipo puede comunicar en IEC 61850 con hasta 10 clientes y de manera simultánea con 4 maestros, pudiéndose configurar el número de puerto y protocolo (PROCOME, DNP3 o MODBUS). Adicionalmente, el equipo siempre podrá comunicar simultáneamente con la herramienta del fabricante para la gestión remota del equipo a través del puerto 32001 fijo.

El equipo dispondrá por lo tanto de un menú para la configuración de los puertos LAN:

- Habilitación del DHCP.
- Dirección IP.
- Máscara de red.
- Menú de configuración de enrutamiento por si fuera necesario.
-- Tipo de redundancia.

Y de un menú para la configuración de los protocolos TCP/IP permitidos de manera simultánea junto con la IEC 61850:

- Protocolo PROCOME: conexión fija al puerto TCP/IP 32001 para gestión remota del equipo a través de la herramienta del fabricante.
- Protocolos 1, 2, 3 y 4: ajustes para indicar protocolo, puerto TCP/IP, etc. para la comunicación simultánea TCP/IP con el equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.6 Transferencia de ficheros

El acceso de transferencia de ficheros (empleando FTP o SFTP) permitirá tener disponibles una serie de carpetas del equipo. En función del usuario y contraseña, se obtendrán diferentes niveles de acceso.

Accediendo al equipo con usuario con permiso de visualización, se tiene acceso de solo lectura a los siguientes directorios:

- **COMTRADE**: carpeta donde se almacenan los oscilos generados.
- **SCL**: carpeta que contiene el CID activo con el que se encuentra trabajando el equipo (SCL/active/).
-

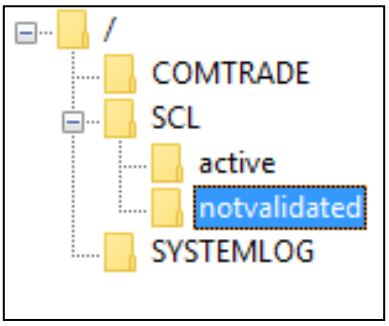


Figura D.1 Estructura de directorios para transferencia de ficheros.

Accediendo al equipo con usuario con permiso de gestión de *logs*, se tiene acceso de solo lectura al siguiente directorio:

- **SYSTEM LOG**: carpeta que contiene los ficheros *System.log* y *Security.log*.

Accediendo al equipo con usuario con permiso de carga de configuración, el equipo ofrece además permiso de escritura sobre la carpeta */SCL/notvalidated*, donde el usuario puede copiar el nuevo CID a cargar al equipo. Cuando el nuevo CID es copiado a dicha ubicación el equipo comienza su validación.

En aquellos casos en los que el equipo se ha reseteado o ha tenido una mala operación, el firmware genera automáticamente un fichero *coredump* donde se almacena el estado en el momento del fallo con el fin de poder estudiar el incidente. Accediendo por transferencia de ficheros con un usuario con permiso de gestión de *logs* se tiene acceso de solo lectura a una carpeta con dicha información.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.7 Fichero de configuración CID

El estándar define los siguientes ficheros que formarán parte del proceso de configuración del IED:

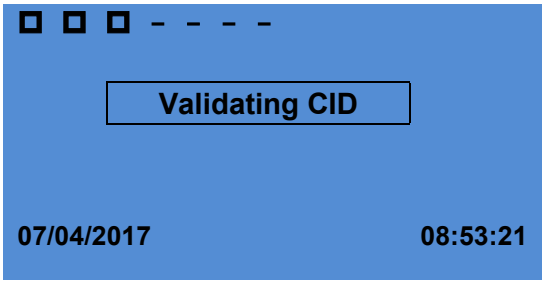
- ICD: fichero que describe las capacidades del IED. Todos los nodos se encuentran extendidos y sin configuración.
- CID: fichero que contiene la configuración de un IED en concreto a nivel de nombre de IED, comunicaciones, Reports, etc.

Ambos ficheros permiten conocer el modelo de datos del equipo en el formato de dispositivos lógicos, nodos lógicos, datos y atributos. Una vez el equipo cuenta con firmware IEC 61850, dispondrá de un fichero (**CID**) en el formato propuesto por la norma **IEC 61850** según parte 6 (SCL) descargable por transferencia de ficheros, servidor web o servicio de FileTransfer de IEC 61850.

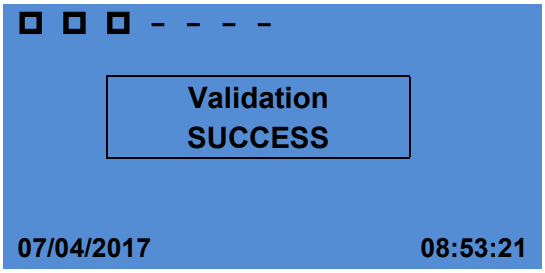
A través del fichero CID se podrán configurar los parámetros de envío de GOOSEs, la suscripción a datos de otros mensajes GOOSE, crear *datasets* y asignárselos a Report Control Blocks (RCBs) y GOOSE Control Blocks (GCBs), cambiar ajustes, modificar la lógica de control, descripciones, parámetros, etc.

La modificación de este fichero requiere de un programa de configuración denominado ***ZIV e-NET Tool***®. Dicho programa permitirá configurar este fichero para ser enviado posteriormente al equipo mediante transferencia de ficheros desde la propia herramienta de configuración. El fichero CID de partida podrá ser el descargado desde el equipo o uno nuevo generado desde la propia herramienta.

Cuando se carga un nuevo CID al equipo por transferencia de ficheros (empleando un usuario con permiso de carga de configuración), el equipo lo validará comprobando que se trata de un SCL correcto y que la IP configurada en el fichero coincide con la configurada en el equipo, mostrándose en pantalla el mensaje **Validating CID**.

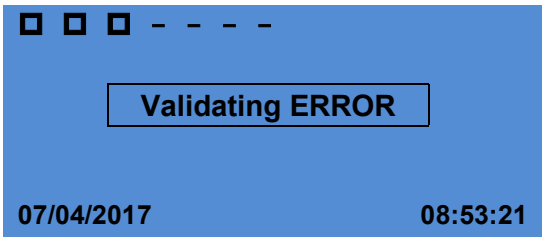


Una vez validado, si el resultado es correcto, se mostrará en pantalla el mensaje **Validation SUCCESS** y el equipo realizará un proceso de reinicio y reconfiguración. El relé se reseteará y mostrará en pantalla el mensaje **Configuring Device** con una barra de progreso. Tras el proceso de reconfiguración el equipo arrancará de nuevo ya con la nueva configuración. El proceso completo de validación y reconfiguración se encuentra en torno al minuto.



© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si la validación es errónea, el CID será rechazado y eliminado del directorio de carga (notvalidated), mostrando en pantalla el mensaje **Validation ERROR**. En tal caso se puede acceder a los logs (a través del servidor web, de transferencia de ficheros o del servicio de FileTransfer de IEC 61850) para conocer el motivo por el cual el fichero ha sido rechazado. El equipo por lo tanto seguirá trabajando con el CID que tenía activo y no perderá comunicaciones en ningún momento.



D.8 Mod/Beh

La norma define los siguientes valores de Mod y Beh de los nodos lógicos.

Valor	Estado	Comportamiento LN
1	On	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con su valor de quality correspondiente. Mandos con Test=False se aceptan y conTest=True se rechazan.
2	Blocked	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Ningún valor cableado a proceso se activará (salidas digitales). Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con su valor de quality correspondiente. Mandos con Test=False se aceptan y conTest=True se rechazan.
3	Test	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con q=Test a excepción del Mod, Beh y Health que tendrán q.test=False. Mandos con Test=False se rechazan y conTest=True se aceptan.
4	Test/Blocked	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Ningún valor cableado a proceso se activará (salidas digitales). Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con q=Test a excepción del Mod, Beh y Health que tendrán q.test=False. Mandos con Test=False se rechazan y conTest=True se aceptan.
5	Off	La aplicación representada por el LN no se encuentra en funcionamiento. Todos los servicios de comunicaciones funcionan (todo se envía con quality.validity=invalid menos Mod, Beh y Health que se envían con q.validity=good). No se activarán salidas a proceso. Se rechazarán todos los mandos enviados a proceso. Solo el Mod aceptará mandos con Test=False. Ajustes y atributos configurables pueden ser modificados.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El equipo, en su totalidad (no por LN), soporta los cinco modos. Los nodos lógicos individualmente sí que soportan los modos ON, OFF y el modo Blocked en el caso de los nodos de protección.

El equipo tiene implementada la la jerarquía de gestión de LDs (dato *GrRef* del LLN0). El formato del valor del *GrRef.setSrcRef* en el SCL es: "*@<LDinst>*" o "*<IEDname><LDinst>*" y en el modelo de datos online es: "*<IEDname><LDinst>*" o "*<LDname>*".

El LD "root" es el **SYS** y por lo tanto el resto de LDs contendrán un dato *GrRef* en su LLN0 con el valor "**@SYS**" y de sólo lectura, de tal manera que todos los LDs heredarán el estado del LD **SYS**.

El IED dispondrá de las siguientes facilidades relacionadas con la funcionalidad de test:

- Toda la información proporcionada por el equipo llevará indicación de calidad test (q.test=true) y las siguientes entradas se deben considerar como válidas por el equipo:
  - Datos recibidos a través de GOOSE con *q*.test = true.
  - Comandos recibidos con atributo Test a TRUE.
- Señales multicast usadas para simulación (GOOSE):
  - Suscripción: El dato *Sim* del nodo LPHD1 es de tipo SPC y por lo tanto comandable. Está presente únicamente en el nodo LPHD1 del LD **SYS** y es el que marcará el comportamiento de la simulación de GOOSE para el IED completo. Cuando el IED está recibiendo el mismo GOOSE real (bit Simulation = FALSE) y simulado (bit Simulation = TRUE), el IED hará caso a uno u otro en función del estado del *SYS/LPHD1.Sim.stVal.*
    - Al GOOSE real si SYS/LPHD1.Sim.stVal = FALSE.
    - Al GOOSE simulado si *SYS/LPHD1.Sim.stVal* = TRUE. En este caso el dato *SimSt* (SPS) del nodo SYS/LGOS que esté monitorizando este GOOSE se pondrá a TRUE, indicando que se están recibiendo y procesando GOOSEs simulados.
  - Publicación: El IED dispondrá de un ajuste por cada Goose Control Block (***Goose Control Block X Simulated***) que permite enviar GOOSEs normales o simulados. Por lo tanto, en función del ajuste, el IED enviará el GOOSE correspondiente con el bit Simulated a TRUE o FALSE.

D.9 Data Set

El equipo soporta un máximo de 35 Data Sets, cada uno conteniendo un máximo de 500 FCDAs.

Los FC permitidos en un Data Set asignado a un RCB son los siguientes: ST, MX, SP, CF, DC, SG, SR, OR, BL y EX.

Los FC permitidos en un Data Set asignado a un GCB son los siguientes: ST, MX y SP.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.10 Envío de mensajes GOOSE

Servicio definido en el estándar que permite una comunicación horizontal, rápida y segura entre IEDs. Se trata de mensajes *multicast* y, por lo tanto, el emisor dejará en la red la información y cualquier equipo conectado a ella la recibirá. Cuenta con un algoritmo de repetición de mensajes, de tal manera que nuevos equipos conectados a la red puedan recibir la información y, de esa forma, los IEDs receptores puedan detectar fallos de comunicaciones o del propio emisor y obrar en consecuencia. Los equipos de esta familia cuentan con 10 GCBs, por lo que se pueden configurar para enviar hasta un máximo de 10 mensajes GOOSE diferentes. Cada GCB cuenta con los siguientes parámetros configurables:

- MAC: dirección MAC virtual de envío del GOOSE.
- VLAN ID: identificador VLAN.
- AppID: identificador de la aplicación. Parámetro utilizado para diferenciar un mensaje GOOSE de otro.
- Prioridad VLAN: identificador de la prioridad del mensaje.
- MinTime: tiempo mínimo de repetición del mensaje GOOSE.
- MaxTime: tiempo máximo de detección de fallo por parte del receptor (MaxTAL). El tiempo máximo de repetición del GOOSE será MaxTime/2.
- GoID: string con un tamaño máximo de 65 octetos que identifica el mensaje GOOSE.
- GoRef: string con un tamaño máximo de 65 octetos que identifica el nombre del GCB.
- Data Set: conjunto de datos a enviar en el mensaje GOOSE.
- Descripción: identificador editable por el usuario para proporcionar información extra.

La versión de configuración (ConfRev) es calculada automáticamente por la herramienta de configuración y actualizada al generar el fichero CID.

El equipo es capaz de enviar por GOOSE tanto *Data Attributes* como *Data Objects* (cualquier FCD con un único FC ST/MX) y el mismo Data Set puede ser asignado a un GCB y a un RCB. El equipo puede enviar tanto señales digitales simples (SPS) como dobles (DPS), datos enteros (INT) o medidas analógicas (FLOAT). Cuando se asigna una medida a un Data Set que posteriormente será asignado a un GCB hay que tener en cuenta que, si el *deadband* asociado a dicha medida es configurado con valor 0, dicha medida no será evaluada, nunca generará cambio y, por lo tanto, no provocará un *trigger* del GOOSE por cambio de su valor. Si, por el contrario, se selecciona una medida instantánea en el Data Set asociado a un mensaje GOOSE, con cada cambio de la medida se generará un envío del GOOSE.

Para llevar a cabo su configuración será necesario en primer lugar generar un Data Set con los datos que se deseen enviar en el mensaje GOOSE. Por regla general se envían parejas de atributos (dato, q) pero el equipo permite trabajar con cualquier tipo de Data Set. Posteriormente, se asignará dicho Data Set al GCB deseado, cualquiera de los 10 existentes en el modelo del equipo.

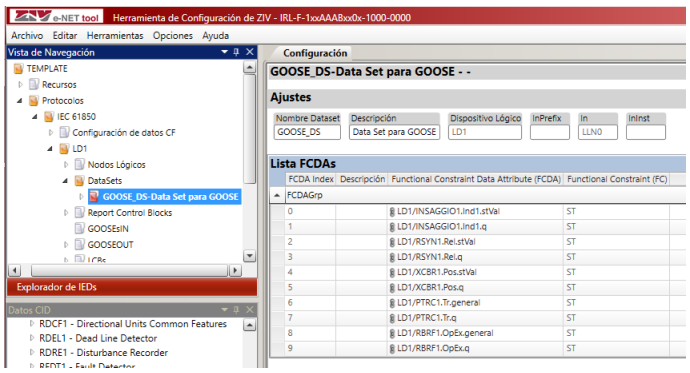


Figura D.2 Configuración de Data Set para GOOSE.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

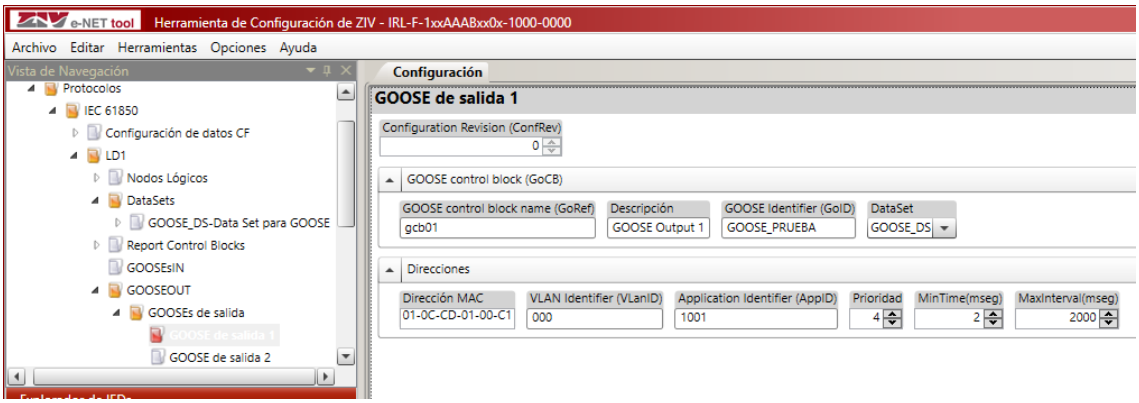


Figura D.3 Configuración del GCB1 con el Data Set previamente generado.

De esta manera, al enviar el CID generado con la herramienta al equipo, cuando este arranque comenzará a enviar un mensaje GOOSE con los datos configurados en el Data Set.

Si el Data Set asignado al GCB es tan grande que el equipo no es capaz de procesarlo y enviarlo, el relé arrancará todos los servicios de manera normal, pero no enviará el mensaje GOOSE, ya que lo habrá inhabilitado, habiendo también puesto a TRUE atributo NdsCom del GCB. En el *System Log* aparacerá un mensaje indicando tal condición:

ERR - [IEC61850ED1] Goose encoding error, setting GCB invalid (GoEna=False, NdsCom=True)

D.11 Suscripción a datos de un mensaje GOOSE

La suscripción a datos de un mensaje GOOSE se lleva a cabo mediante el nodo GIGGIO.

Haciendo uso del nodo GIGGIO se pueden llevar a cabo la suscripción a un total de 400 elementos, empleando para ello las *ExtRef* de dicho nodo. Los diferentes atributos del GOOSE se pueden mapear a 200 datos de tipo señal simple (datos *GIGGIO1.IndX*), 100 datos de tipo señal doble (datos *GIGGIO1.DPInX*), 50 datos de tipo entero (datos *GIGGIO1.IntInX*) y 50 datos de tipo flotante (datos *GIGGIO1.AnInX*). Cada elemento suscrito (valor, quality y/o timestamp) ocupará una *ExtRef* independiente.

El equipo puede recibir GOOSEs conteniendo tanto datos (FCD) como atributos (FCDA), pero la suscripción ha de realizarse únicamente a atributos finales de tipo *boolean* (asignables a datos *GIGGIO1.IndX*), *DbPos* (asignables a datos *GIGGIO1.DPInX*), *int* (asignables a datos *GIGGIO1.IntInX*), *float* (asignables a datos *GIGGIO1.AnInX*), *quality* y *timestamp* (asignables a cualquiera de los datos *del GIGGIO1*). Por ejemplo, si en el GOOSE viaja un dato SPS, el equipo deberá suscribirse al atributo *stVal*, al atributo *q* y al atributo *t* (si se desea), empleando para ello tres *ExtRef*.

El nodo GIGGIO es único y siempre se encuentra instanciado en el equipo.

La suscripción, por lo tanto, tal y como se ha comentado anteriormente, se lleva a cabo a través del nodo GIGGIO, en el que se mapearán datos internos donde se almacenará la información recibida mediante el servicio GOOSE. Por ello a la hora de configurar una suscripción será necesario en primera instancia dar de alta los recursos de usuario necesarios (señales digitales y/o analógicas) que será donde se almacenen los datos recibidos en el mensaje GOOSE. La suscripción se hará siempre *Data Attribute* a *Data Attribute* independientemente que el equipo emisor envíe *Data Attributes* o *Data Objects*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

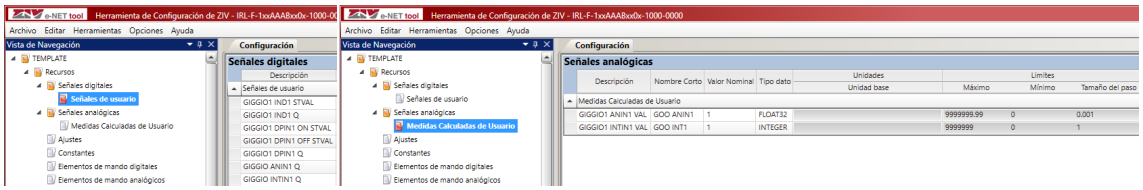


Figura D.4 Generación de señales de usuario (digitales y analógicas) para la recepción del valor suscrito.

Desde la ventana de herramientas y estando seleccionada la pestaña de Datos Referibles, mapear los recursos de usuario dados de alta previamente en el nodo GIGGIO.

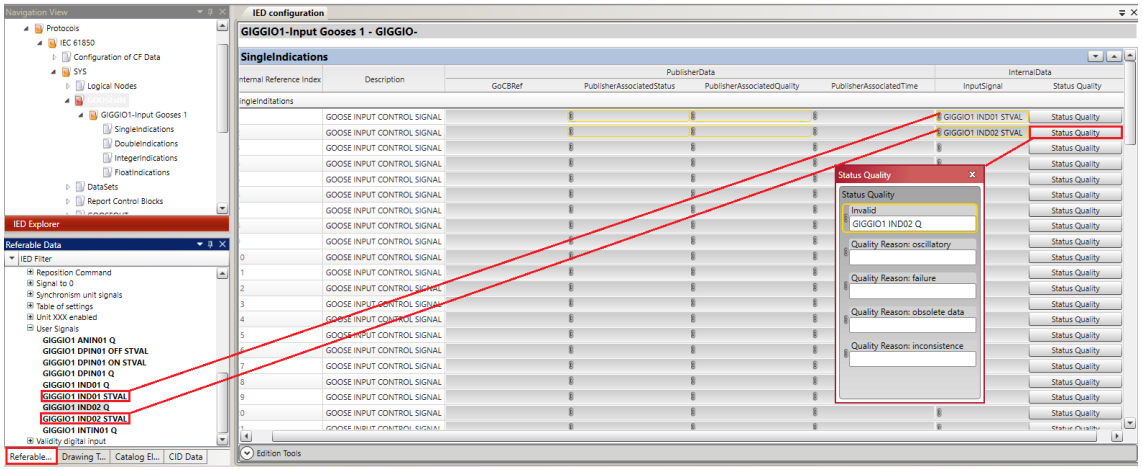


Figura D.5 Mapeo para la recepción de un dato simple (SPS) y su *quality*.

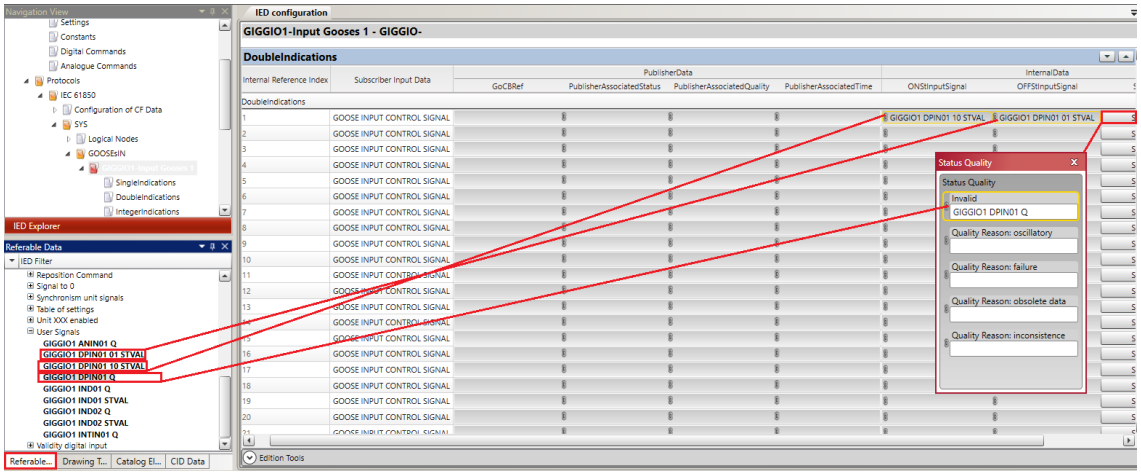


Figura D.6 Mapeo para la recepción de un dato doble (DPS) y su *quality*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A la hora de suscribirse a un dato doble, el equipo recibirá el dato DPS y representará su valor mediante dos señales de usuario.

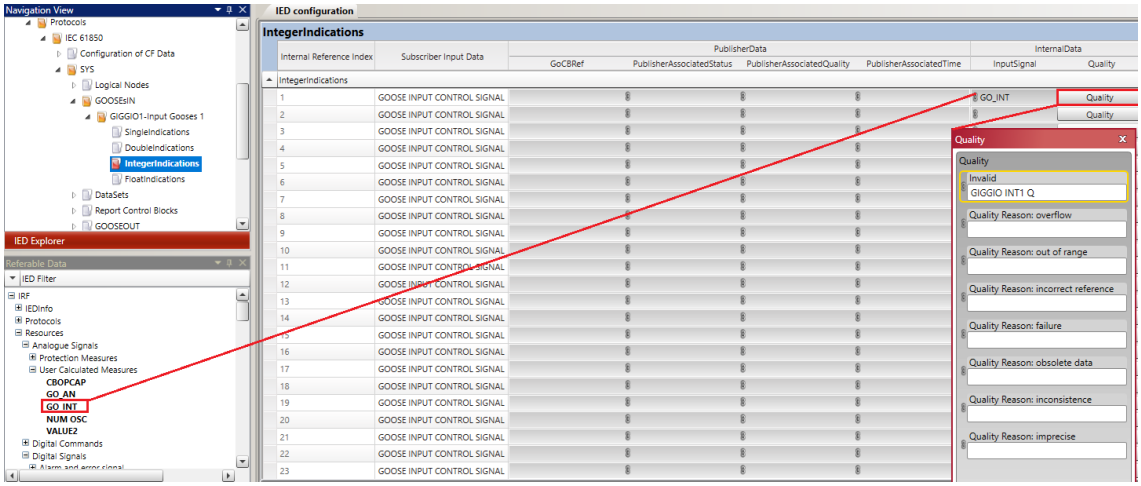


Figura D.7 Mapeo para la recepción de un dato entero (INT) y su *quality*.

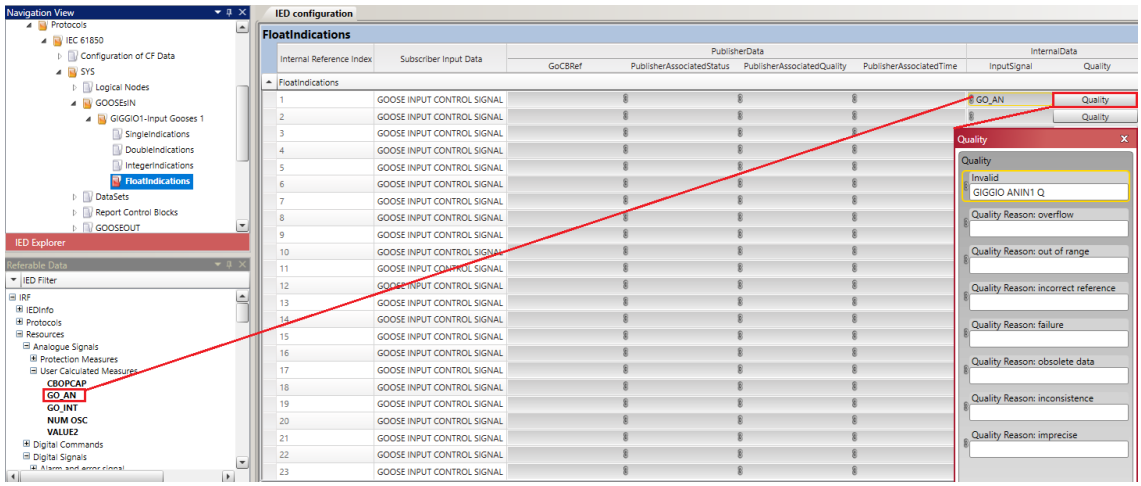


Figura D.8 Mapeo para la recepción de un dato analógico (FLOAT) y su *quality*.

En el ejemplo se ha mapeado tanto el valor del dato como su *quality* asociada en el caso que ambos datos se envíen en el mensaje GOOSE para, de esta manera, tener en una señal de usuario dicho valor de calidad y poder actuar en consecuencia, pero no es obligatorio. Cuando el GOOSE se está recibiendo de forma correcta y la *quality* del elemento suscrito es válida, la señal de usuario mapeada en el nodo GIGGIO en el recuadro de ***Invalidez*** tomará valor **TRUE**. Cuando la *quality* enviada en el GOOSE no sea válida o el equipo no se encuentre recibiendo el mensaje GOOSE, dicha señal de usuario tomará el valor **FALSE**, pudiéndose utilizar esta señal en la lógica del relé para generar alarmas, bloqueos o lo que sea necesario. Por otra parte, es posible mapear más señales de usuario si se desea conocer el motivo por el cual la calidad no es válida.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Una vez el nodo GIGGIO se haya mapeado con todas aquellas señales digitales o medidas a recibir por mensaje GOOSE, se puede proceder a configurar la suscripción en sí. Pinchando con el botón derecho del ratón sobre ***GOOSEs de Entrada*** aparece el submenú ***Configurar GOOSE de entrada***. Al seleccionarlo, el programa pide que se seleccione el CID del equipo configurado para enviar el mensaje GOOSE, CID del cual extraerá la información relativa al GCB y Data Set configurados. Tras seleccionar el fichero, en la ventana de ***Herrramientas***, y estando seleccionada la pestaña ***Datos CID***, aparecerá el/los GCBs configurados del CID abierto.

Para llevar a cabo la suscripción de un elemento simple, seleccionar los datos simples (atributos tipo *boolean*, *quality* y/o *timestamp*) desde la ventana de Datos CID y arrastrar hasta el campo ***Publisher Associated Status*** de los elementos simples del GIGGIO. Al seleccionar el dato, si dentro del Data Set se encuentra su quality y/o su timestamp asociados se realizará su suscripción de forma automática. Si se lleva a cabo la suscripción de una *quality* y/o *timestamp* solo se llevará a cabo dicha suscripción.

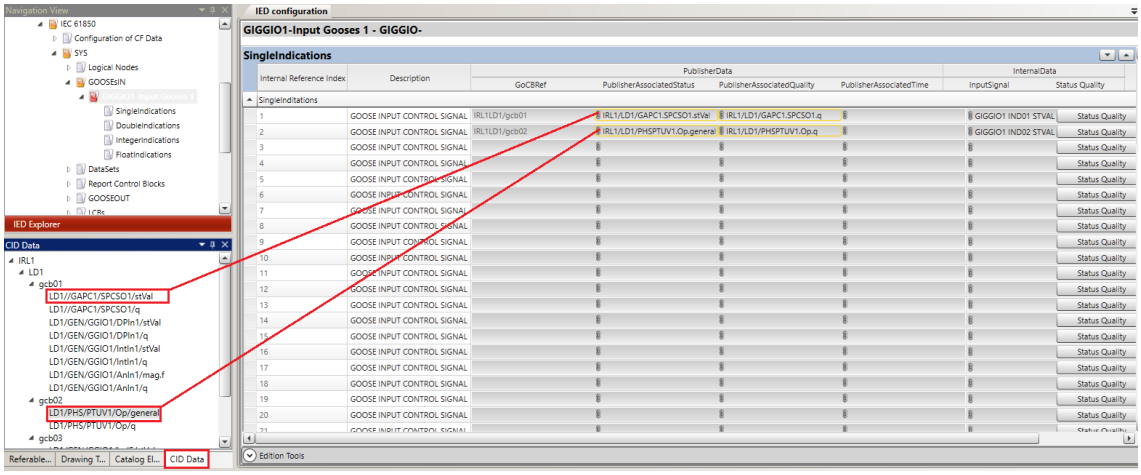


Figura D.9 Suscripción a un dato simple.

En el ejemplo se ha llevado a cabo la suscripción de dos datos y sus qualities correspondientes de forma automática.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para llevar a cabo la suscripción de un elemento doble (tipo DPS), seleccionar los datos dobles (atributos tipo *DbPos*, *quality* y/o *timestamp*) desde la ventana de ***Datos CID*** y arrastrar hasta el campo ***Publisher Associated Status*** de los elementos dobles del GIGGIO.

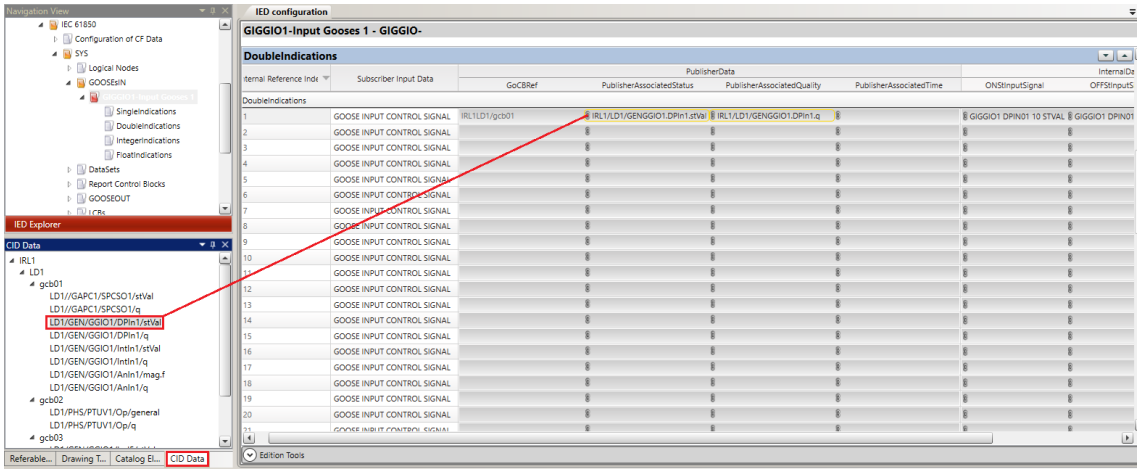


Figura D.10 Suscripción a un dato doble.

Para llevar a cabo la suscripción de un elemento entero, seleccionar los datos enteros (atributos tipo *int*, *quality* y/o *timestamp*) desde la ventana de ***Datos CID*** y arrastrar hasta el campo ***Publisher Associated Status*** de los elementos enteros del GIGGIO.

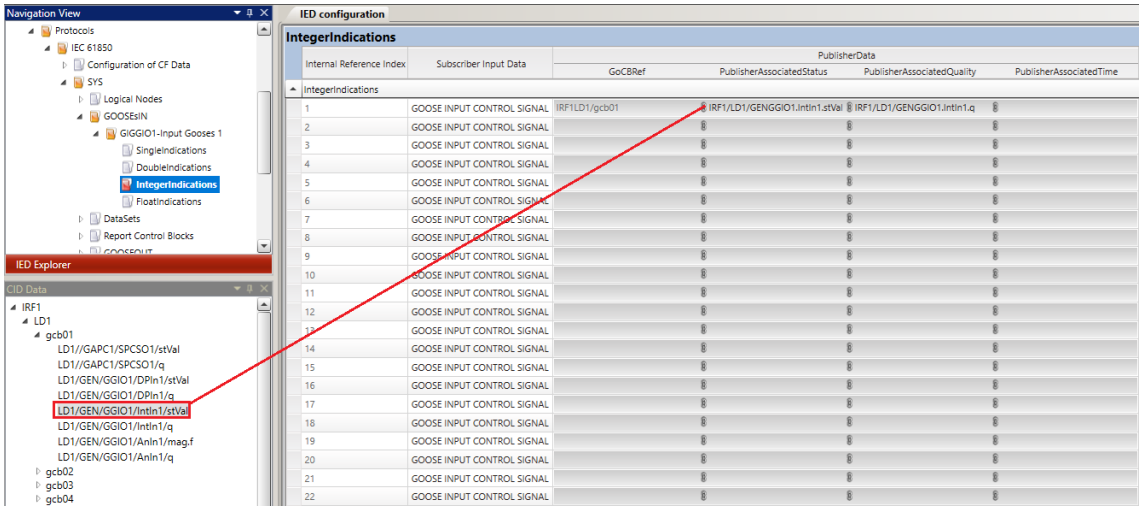


Figura D.11 Suscripción a un dato entero.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

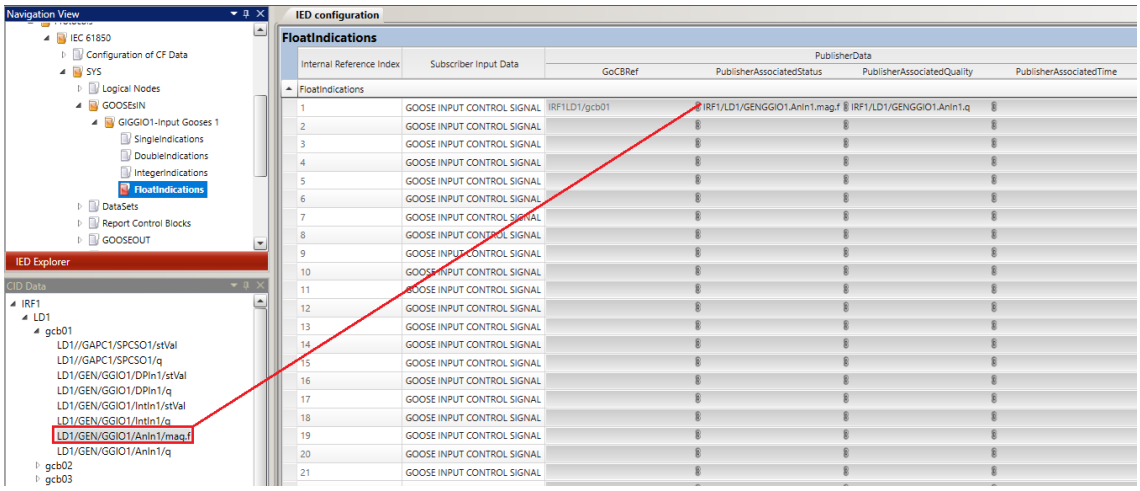


Figura D.12 Suscripción a un dato analógico.

Si se intenta realizar la suscripción de un tipo de dato erróneo (por ejemplo, un dato entero en un FLOAT), la herramienta muestra el siguiente mensaje: ***¡Tipo Inválido!***, y no permite la suscripción.

En el momento de configurar una suscripción, se dará de alta automáticamente dentro del nodo GIGGIO las correspondientes ExtRef con la información a recibir y se añadirá en el apartado de ***Communication***, ***IED*** y ***DataTypeTemplates*** la información del equipo emisor necesaria para que el IED pueda llevar a cabo la suscripción.

Una vez el equipo se haya configurado con las suscripciones a mensajes GOOSE oportunas, en el servidor web se encuentra accesible la información relativa al estado de cada una de las suscripciones.

A continuación, un ejemplo de suscripción a un dato (*data object* o FCD). Como se ha comentado, deben realizarse siempre suscripciones a atributos. La herramienta automáticamente despliega los atributos del FCD en la ventana ***Datos CID*** y el usuario configurará individualmente los atributos como se ha indicado anteriormente.

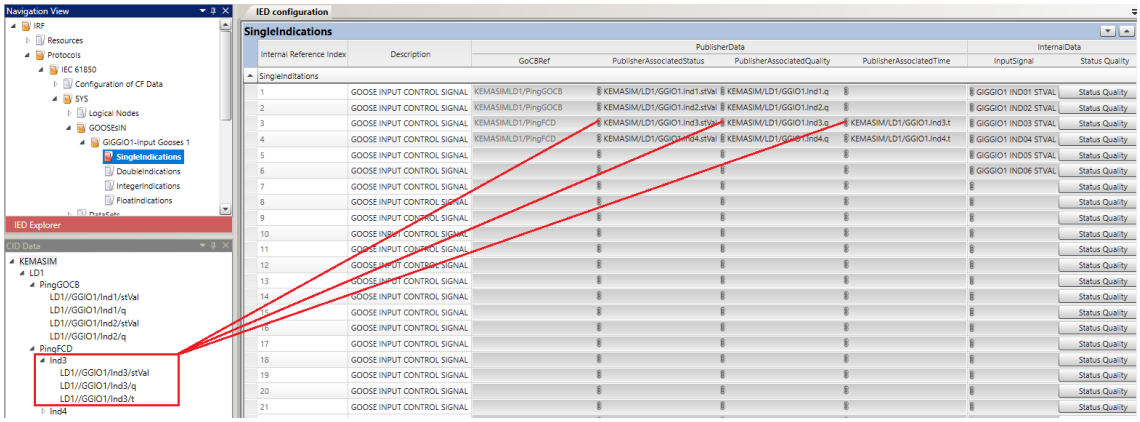


Figura D.13 Suscripción a un Data Object.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El Mod del equipo (LD SYS.LLN0.Mod) definirá el modo en que el equipo procesará el valor de la suscripción.

Dato de entrada del GOOSE	on	blocked	test	test-blocked	off
valor=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=false	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=false	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=false	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
Se deja de recibir el GOOSE	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=false	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=false	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=true	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=true	*valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false

Donde:
(*) OD = OldData.
“Processed as valid” significa que la aplicación deberá reaccionar acorde a la quality y funcionalidad del LN.
“**Processed as invalid**” significa que la aplicación deberá reaccionar como si la quality del dato fuera invalid o si la Fuente hubiera fallado.
“**Processed as questionable**” significa que la aplición decidirá cómo considerer el valor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.12 Report Control Blocks (RCBs)

Método utilizado en el estándar para una comunicación efectiva vertical entre el IED (servidor) y los clientes (unidades centrales, gateways, SCADAs, etc.). Los equipos de esta familia cuentan con 14 RCBs, 10 de ellos son buffereados (BRCB) y otros 10 no buffereados (URCB). Están los 20 RBCs siempre presentes en el modelo de datos y, por configuración, se pueden modificar los siguientes parámetros:

- BRCB:
  - Configuration revisión.
  - Buffer time. El tamaño del buffer es de 30 kbytes.
  - Descripción.
  - Data Set asociado al BRCB.
  - rptID.
  - Integrity Period.
  - Trigger Options (Data Update no está soportado en el equipo).
  - Optional fields.
- URCB:
  - Configuration revisión.
  - Descripción.
  - Data Set asociado al URCB.
  - rptID.
  - Integrity Period.
  - Trigger Options (Data Update no está soportado en el equipo).
  - Optional fields.

El mismo Data Set puede estar asignado a diferentes RCBs con el fin de poder enviar la misma información a diferentes clientes (por ejemplo, unidades centrales o SCADAs redundantes).

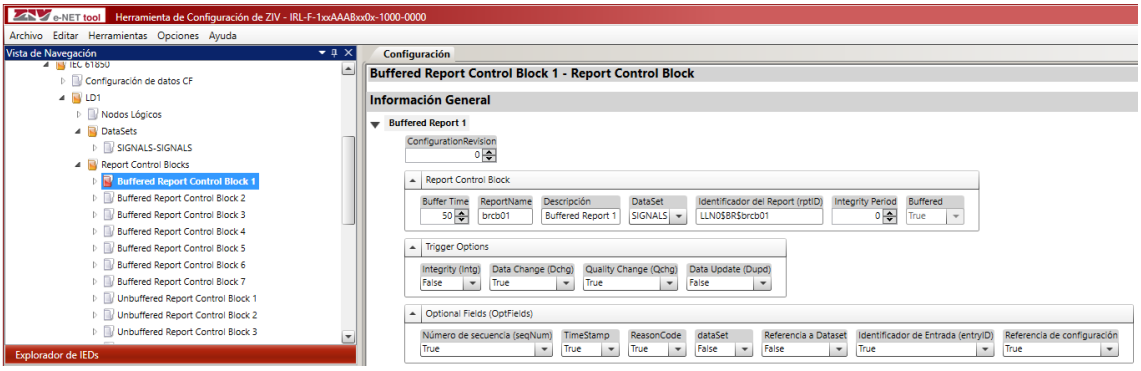


Figura D.14 Configuración de un BRCB.

En el momento en que un cliente habilita un RCB tras haberse conectado y asociado al equipo, dicho RCB deja de estar disponible para otros clientes. A pesar de que todos los parámetros de configuración están disponibles en la herramienta, el cliente (una vez conectado y antes de habilitar el RCB) podrá modificarlos de acuerdo con sus necesidades, a excepción del Data Set y ***Configuration Revision*** (tampoco son modificables en ***SqNum***, ***GI*** y ***TimeofEntry***).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El equipo soporta las siguientes ***Trigger Options***, además de ***General Interrogation***:

- ***Integrity***: el equipo enviará un *Report* con toda la información del Data Set de forma periódica, según lo configurado en el ajuste ***Integrity Period***.
- ***Data Change***: el equipo enviará un *Report* cuando se detecte un cambio en el valor de algún elemento del Data Set y se enviará solo dicha información cambiante.
- ***Quality Change***: el equipo enviará un *Report* cuando se detecte un cambio en la calidad de algún elemento del Data Set y se enviará solo dicha información cambiante.

Los equipos de esta familia permiten pre-reservar RCBs a clientes específicos de tal manera que dichos RCBs podrán ser configurados y habilitados solo por los clientes definidos por configuración en el CID. Para llevar a cabo dicha configuración, será necesario contar con un ICD/IID/CID/SCD del cliente. Pinchando con el botón derecho del ratón sobre ***Report Control Blocks*** aparece el submenú ***Abrir fichero SCL***. Al seleccionarlo, el programa pide que se elija el SCL del cliente que se conectará al IED, fichero del cual extraerá la información necesaria para la reserva (LN y AccessPoint del IED correspondiente). Tras seleccionar el SCL, en la ventana de ***Herrramientas***, estando seleccionada la pestaña ***Datos CID***, aparecerán los datos contenidos en el fichero y se utilizarán para configurar los campos ***ClientLN*** y ***ClientAP*** del RCB deseado.

Es necesario que el SCD del cliente tenga los *Clientservices* de *bufReport* y/o *unbufReport* habilitados (***true***) dentro de la sección *Services* para que la herramienta permita la pre-reserva de los RCBs *buffereados* y/o *no buffereados*.

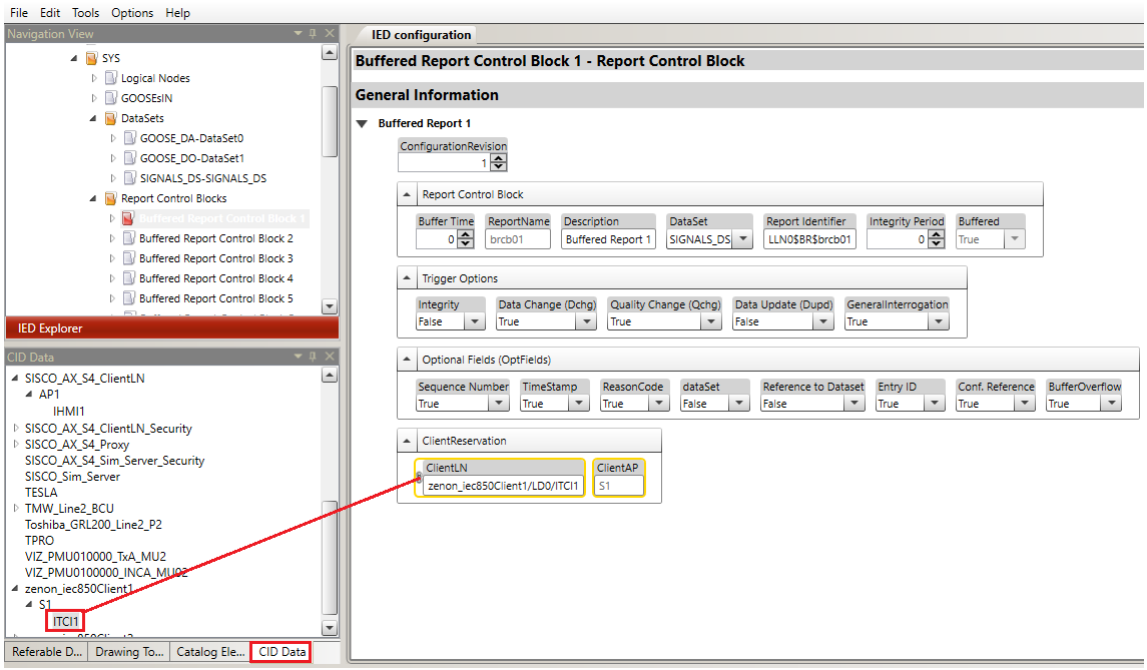


Figura D.15 Configuración de la reserva de un RCB.

En el hipotético caso en que el ***ClientLN*** haya sido configurado sin ***ClientAP*** y el IED cliente tenga varios *AccessPoints* con el mismo servidor (*ServerAt*), es decir, cuando la herramienta no pueda determinar unívocamente el *AccessPoint* al que pertenece el LN del cliente, se rechazará la pre-asignación (se obviará el *ClientLN* mal configurado) y se informará del error con una notificación.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En el momento de configurar una reserva de RCBs, se dará de alta automáticamente dentro del CID la información del cliente en el apartado de ***Communication e IED***.

D.13 Configuración de medidas (datos CF)

Cuando el ajuste para el cálculo automático de rangos de medida se encuentra habilitado (dato AutoRanMag ubicado en el nodo lógico LPHD), el equipo llevará a cabo el cálculo automático de los 6 elementos del *rangeC* de las medidas. En este caso, dichos elementos serán de tipo *read only*. El cálculo automático será el siguiente:

- max: se calculará en función de la medida, su nominal y sus relaciones de transformación correspondientes
- hhLim = min + ((max-min) * 80 / 100)
- hLim = min + ((max-min) * 60 / 100)
- lLim = min + ((max-min) * 40 / 100)
- llLim = min + ((max-min) * 20 / 100)
- min: se calculará en función de la medida, su nominal y sus relaciones de transformación correspondientes

Cuando el ajuste se encuentre inhabilitado, el usuario podrá configurar dichos elementos del *rangeC* como estime oportuno, tanto desde la herramienta de configuración como por MMS, aunque se llevarán a cabo las siguientes comprobaciones:

- rangeC.max > rangeC.min
- max>=hhLim>=hLim>=lLim>=llLim>=min

Cualquier cambio en los valores del *rangeC* será actualizado en el fichero CID.

Por otro lado, cada medida cuenta con su *deadband* (atributo ***db***). El *deadband* representa el porcentaje de diferencia entre los valores máximo y mínimo de una medida en 1 por mil (0,001%). Dicho ajuste está presente en el modelo de datos porque las medidas están formadas por dos datos: el "**instMag/instCVal**" que representa el valor instantáneo y continuo de la medida y el "**mag/cVal**". Este dato "**mag/cVal**" se actualiza cuando el valor de la medida instantánea varía un valor determinado, el definido en el ajuste ***db*** y este dato "**mag/cVal**" es el que está sujeto a la función de evaluación de los Reports y LOGS (*data change*), es decir, el que se envía por comunicaciones en Reports y se almacenará en los ficheros LOG.

En cuanto a los mensajes GOOSE se refiere, tanto el dato instantáneo como el sujeto a *deadband* generan cambio y, con ello, el *trigger* de cambio del mensaje GOOSE, por lo que se recomienda no seleccionar datos instantáneos en los Data Set asociados a mensajes GOOSE. A continuación, se muestra una gráfica donde se ve la relación entre el dato instantáneo y el sujeto a deadband.

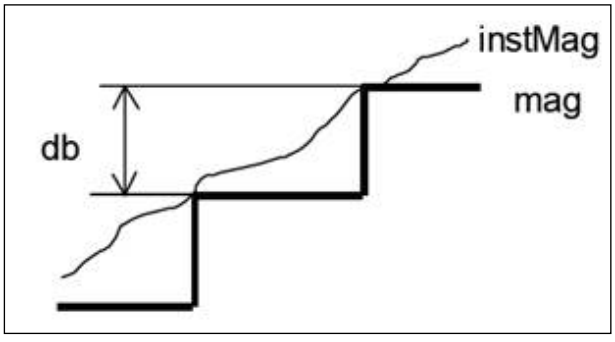


Figura D.16 Relación entre medida instantánea y sujeta a *deadband*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A modo de ejemplo se ve a continuación la influencia del dato ***db*** en la generación de cambios en la medida a reportar.

Valores ajustados del rangeC max=30326402.0 y min=-30326402.
max-min= 60652804 W

db = 1000
1% del max-min => 606,5 kW
Cuando la medida varía 606,5 kW se detecta el cambio y se envía el report. En la gráfica anterior los escalones serían de 606,5 kW.

db=10
0,01% del max-min => 6,065 kW
Cuando la medida varía 6,065 se detecta el cambio y se envía el report. En la gráfica anterior los escalones serían de 6,065 KW.

db=1
0,001% del max-min => 606,5 W
Cuando la medida varía 606,5 se detecta el cambio y se envía el report. En la gráfica anterior los escalones serían de 606,5 W.

D.14 Mandos

El equipo soporta mandos SBO y directos, con o sin seguridad mejorada en función del valor que tome el ajuste ***ctlModel***, presente en cada uno de los datos comandables del equipo:

- ***ctlModel*** = 0: dato no comandable.
- ***ctlModel*** = 1: mando directo con seguridad normal que podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente atributo *Oper*.
- ***ctlModel*** = 2: mando SBO con seguridad normal. Para poder ejecutarlo será necesario, en primera instancia, seleccionar el dato leyendo el atributo *SBO*. El IED devolverá el *path* del dato seleccionado como indicativo de una correcta operación y "null" en caso de error. Una vez seleccionado el dato, podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente Oper antes de que transcurra el tiempo definido en el dato ***sboTimeout***, tiempo tras el cual el elemento deja de estar seleccionado.
- ***ctlModel*** = 3: mando directo con seguridad mejorada que podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente atributo *Oper*. El IED enviará notificación indicando cómo se ha ejecutado el mando: ejecución del mando rechazada, terminación fallida o terminación exitosa, indicando la causa del fallo en las dos primeras situaciones.
- ***ctlModel*** = 4: mando SBO con seguridad mejorada. Para poder ejecutarlo será necesario, en primera instancia, seleccionar el dato escribiendo el atributo *SBOw*. Una vez seleccionado, el dato podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente Oper con los mismos parámetros de escritura del SBOw antes de que transcurra el tiempo definido en el dato ***sboTimeout***, tiempo tras el cual el elemento deja de estar seleccionado. El IED enviará notificación indicando cómo se ha ejecutado el mando: selección del mando rechazada, ejecución del mando rechazada, terminación fallida o terminación exitosa, indicando la causa del fallo en las tres primeras situaciones.

El equipo soporta el chequeo de bloqueos (*interlock-check*) para cualquier mando configurable de tal manera que, en función del valor de dicho atributo *Check* del mando, el equipo aplicará la información contenida en el CILO asociado al mando para bloquear o saltarse dicho bloqueo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.15 Sincronización SNTP

El equipo es capaz de sincronizarse través de la red de comunicaciones por protocolo SNTP (*Simple Network Time Protocol*), como indica IEC 61850. El cliente SNTP del equipo puede configurarse en modo *broadcast* o *unicast*: con uno o dos servidores:

- *Broadcast*: el equipo esperará la recepción de mensajes *broadcast* enviados por el reloj GPS para sincronizarse.
- *Unicast*: el equipo enviará una petición de fecha y hora al reloj GPS y se sincronizará con el mensaje de recepción.

Los ajustes están detallados en el apartado Descripción Física del Capítulo 1, Descripción e Inicio.

D.15.1 Cálculo del estado de sincronismo SNTP

El módulo SNTP recalcula su estado cada vez que cualquiera de los clientes (*unicast* o *broadcast*) calcula el suyo, cosa que ocurre cuando se produce un cambio en su estado (online/offline) debido a una temporización, al finalizar cada ciclo de interrogación con respuesta (estructura correcta) por parte de algún servidor (cliente *unicast*) o con cada mensaje *broadcast* recibido (cliente *broadcast*).

El método de cálculo varía en función del valor del ajuste ***Cálculo de estado de sincronismo***:

- Si el ajuste ha sido configurado como ***Leap indicator***, el módulo SNTP toma como estado propio el estado más recientemente calculado por cualquiera de los clientes *unicast* y *broadcast*.
- Si el ajuste ha sido configurado como ***Temporización***, el módulo SNTP toma como estado propio un estado combinado de ambos clientes *unicast* y *broadcast*, siguiendo dos posibles algoritmos:
  - Si el ajuste ***Temporización de error broadcast*** tiene valor 0, el estado del módulo SNTP depende únicamente del estado del cliente *unicast*, salvo cuando el cliente *broadcast* pasa de offline a online, momento en que el módulo SNTP toma el estado online hasta un nuevo recálculo de estado del cliente *unicast*.
  - Si el ajuste ***Temporización de error broadcast*** tiene valor distinto de 0, el estado del módulo SNTP es una combinación de los estados de los clientes *unicast* y *broadcast*. En este modo el estado del módulo SNTP será:
    Sincronizado si alguno de los clientes está en estado sincronizado.
    No sincronizado si ningún cliente está sincronizado y hay algún cliente no sincronizado.
    No calculado si todos los clientes están en estado no calculado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

D.15.1.a Cliente *unicast*

Un cliente *unicast* inhabilitado no realiza peticiones de sincronización a los servidores. Por lo tanto, cuando el IED tenga el cliente habilitado comenzará a interrogar a aquellos servidores cuya dirección IP configurada sea diferente a la 0.0.0.0, que es el identificador de servidor a ignorar.

Los ajustes ***Período de sincronización*** y ***Período entre reintentos*** definen el período de petición de hora a los servidores cuando el cliente está respectivamente en estado sincronizado o no sincronizado. El ajuste ***Número de reintentos*** define el máximo número de reintentos sobre un servidor si no se recibe una respuesta válida. Un valor 0 indica que no se harán reintentos, es decir, se hará un intento único de conexión. El ajuste ***Tiempo entre reintentos SNTP*** sirve para indicar el máximo tiempo de espera entre dichos reintentos.

En función de estos ajustes, el equipo enviará los mensajes oportunos y esperará la contestación por parte del servidor SNTP. Si el ajuste ***Ignorar leap indicator*** está en **NO**, el mensaje recibido será procesado en términos de campo *leap indicator* (menor a 3), campo *stratum* (entre 0 y 16) y diferencia de hora entre servidor y cliente (menor al ajuste ***Máxima direrencia de tiempos en sincronización*** salvo que el ajuste valga 0), de tal manera que dichos valores recibidos deben estar dentro de los rangos para aceptar la sincronización, pero cuando el ajuste ***Ignorar leap indicator*** está en **SÍ**, el mensaje será directamente aceptado. Si el mensaje no es aceptado, el IED interrogará al segundo servidor. El equipo, de esta manera, interrogará consecutivamente a los servidores hasta obtener una respuesta válida de uno de ellos. Si, tras recorrer todos los servidores, no se consigue una respuesta correcta, el estado mostrado será **no sincronizado**. El equipo escuchará aquellos mensajes NTP dirigidos a su propia dirección IP.

Si el cálculo de estado de sincronismo está ajustado a temporización, el ajuste ***Temporización de validez Unicast*** especifica el tiempo que debe transcurrir, desde el primer mensaje válido recibido sin la recepción de mensajes de error o la aparición de timeouts, para que el cliente pase a Estado sincronizado. Cuando el ajuste toma valor 0, el tiempo de espera es de 0 segundos, por lo que cliente unicast pasará a Estado sincronizado con el primer mensaje correcto recibido.

El ajuste ***Temporización de error Unicast*** permite seleccionar el tiempo que debe transcurrir, desde el último mensaje válido recibido, para que el cliente unicast pase a Estado no sincronizado. La temporización también se inicia en el instante en que el cliente alcanza el Estado sincronizado, ya que podría permanecer en este estado sin recibir ningún mensaje válido.

D.15.1.b Cliente *broadcast*

El cliente *broadcast* se limita a esperar la recepción de mensajes *broadcast* de sincronización NTP, ajustar la hora conforme a los mismos, y calcular el estado de sincronismo en cada momento. Cuando se encuentra inhabilitado, el IED ignorará los mensajes de sincronización recibidos. El estado sincronizado se producirá en el instante en que se reciba un mensaje correcto habiendo cumplido el tiempo ajustado en ***Temporización de validez Broadcast*** desde el primer mensaje correcto recibido, pasando a no sincronizado cuando no se reciban mensajes válidos en el tiempo configurado en ***Temporización de error Broadcast***. El cliente *broadcast* se encontrará permanentemente a la espera de recibir mensajes de sincronización *broadcast* NTP, escuchando aquellos mensajes recibidos con dirección IP destino 255.255.255.255 o dirección *broadcast* correspondiente a la sub-red a la que pertenece. Se considera correcta también la escucha de mensajes dirigidos a su dirección IP en particular.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El ajuste ***Forzar unicast*** establece si debe lanzarse un nuevo refresco *unicast* en el momento de recibir un mensaje *broadcast*. El cliente *unicast*, al recibir la petición de sincronización, cancelará el refresco en curso si procede e iniciará inmediatamente un nuevo proceso de refresco con los servidores.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protocol Implementation Conformance Statement for the IEC 61850 interface in RTF/DLF from ZIV Aplicaciones y Tecnología

10/04/2019, V. 0.0

UCA International Users Group
Testing Sub Committee

PICS template extracted from Server Test Procedures for Edition 2 TPCL 1.2.6

PICS Template for Server Ed1/Ed2

General

The following ACSI conformance statements are used to provide an overview and details about RTF/DLF, with firmware version 0.9.1:

- ACSI basic conformance statement,
- ACSI models conformance statement,
- ACSI service conformance statement

The statements specify the communication features mapped to IEC 61850-8-1 and IEC 61850-9-2.

ACSI basic conformance statement

The basic conformance statement is defined in Table A.1.

Table A.1 – Basic conformance statement

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments
Client-Server roles				
B11	**Server** side (of TWO-PARTY-APPLICATION-ASSOCIATION)	—	Y	
B12	**Client** side of (TWO-PARTY-APPLICATION-ASSOCIATION)	N	—	
SCSMs supported				
B21	**SCSM**: IEC 61850-8-1 used	N	Y	
B22	**SCSM:** IEC 61850-9-1 used			Deprecated Ed2
B23	**SCSM**: IEC 61850-9-2 used			
B24	**SCSM**: other			
Generic substation event model (GSE)				
B31	**Publisher** side	—	Y	
B32	**Subscriber** side	Y	—	
Transmission of sampled value model (SVC)				
B41	**Publisher** side	—	N	
B42	**Subscriber** side	N	—	

– = not applicable
Y = supported
N or empty = not supported

ACSI models conformance statement

The ACSI models conformance statement is defined in Table A.2.

Table A.2 – ACSI models conformance statement

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments
If **Server** side (B11) and/or **Client** side (B12) supported				
M1	**Logical device**	N	Y	
M2	**Logical node**	N	Y	
M3	**Data**	N	Y	
M4	**Data set**	N	Y	
M5	**Substitution**	N	N	
M6	**Setting group control**	N	Y	
	Reporting			
M7	**Buffered report control**	N	Y	
M7-1	sequence-number	N	Y	
M7-2	report-time-stamp	N	Y	
M7-3	reason-for-inclusion	N	Y	
M7-4	data-set-name	N	Y	
M7-5	data-reference	N	Y	
M7-6	buffer-overflow	N	Y	
M7-7	entryID	N	Y	
M7-8	BufTm	N	Y	
M7-9	IntgPd	N	Y	
M7-10	GI	N	Y	
M7-11	conf-revision	N	Y	
M8	**Unbuffered report control**	N	Y	
M8-1	sequence-number	N	Y	
M8-2	report-time-stamp	N	Y	
M8-3	reason-for-inclusion	N	Y	
M8-4	data-set-name	N	Y	
M8-5	data-reference	N	Y	
M8-6	BufTm	N	Y	
M8-7	IntgPd	N	Y	
M8-8	GI	N	Y	
M8-9	conf-revision	N	Y	
	Logging	N	N	
M9	**Log control**	N	N	
M9-1	IntgPd	N	N	
M10	**Log**	N	N	
M11	**Control**	N	Y	
M17	**File Transfer**	N	Y	
M18	**Application association**	N	Y	
M19	**GOOSE Control Block**	N	Y	
M20	**Sampled Value Control Block**	N	N	

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments
If **GSE** (B31/32) is supported				
M12	**GOOSE**	N	Y	
M13	**GSSE**			Deprecated Ed2
If **SVC** (B41/42) is supported				
M14	Multicast SVC	N	N	
M15	Unicast SVC	N	N	
For all IEDs				
M16	**Time**	N	Y	Time source with required accuracy shall be available. Only Time Master are SNTP (Mode 4 response) time server. All other Client / Server devices require SNTP (Mode 3 request) clients
Y = service is supported N or empty = service is not supported				

ACSI service conformance statement

The ACSI service conformance statement is defined in Table A.4 (depending on the statements in Table A.1 and in Table A.3).

Table A.4 – ACSI service Conformance statement

	Ed.	Services	AA: TP/MC	Client ©	Server (S)	Comments
Server						
S1	1,2	GetServerDirectory (LOGICAL-DEVICE)	TP	N	Y	
Application association						
S2	1,2	Associate		N	Y	
S3	1,2	Abort		N	Y	
S4	1,2	Release		N	Y	
Logical device						
S5	1,2	GetLogicalDeviceDirectory	TP	N	Y	
Logical node						
S6	1,2	GetLogicalNodeDirectory	TP	N	Y	
S7	1,2	GetAllDataValues	TP	N	Y	
Data						
S8	1,2	GetDataValues	TP	N	Y	
S9	1,2	SetDataValues	TP	N	Y	
S10	1,2	GetDataDirectory	TP	N	Y	
S11	1,2	GetDataDefinition	TP	N	Y	
Data set						
S12	1,2	GetDataSetValues	TP	N	Y	
S13	1,2	SetDataSetValues	TP	N	N	
S14	1,2	CreateDataSet	TP	N	N	
S15	1,2	DeleteDataSet	TP	N	N	
S16	1,2	GetDataSetDirectory	TP	N	Y	
Substitution						
S17	1	SetDataValues	TP	N	N	
Setting group control						
S18	1,2	SelectActiveSG	TP	N	Y	
S19	1,2	SelectEditSG	TP	N	Y	
S20	1,2	SetEditSGValues	TP	N	Y	
S21	1,2	ConfirmEditSGValues	TP	N	Y	
S22	1,2	GetEditSGValues	TP	N	Y	
S23	1,2	GetSGCBValues	TP	N	Y	

	Ed.	Services	AA: TP/MC	Client ©	Server (S)	Comments
Reporting						
Buffered report control block (BRCB)						
S24	1,2	Report	TP	N	Y	
S24-1	1,2	data-change (dchg)		N	Y	
S24-2	1,2	quality-change (qchg)		N	Y	
S24-3	1,2	data-update (dupd)		N	N	
S25	1,2	GetBRCBValues	TP	N	Y	
S26	1,2	SetBRCBValues	TP	N	Y	
Unbuffered report control block (URCB)						
S27	1,2	Report	TP	N	Y	
S27-1	1,2	data-change (dchg)		N	Y	
S27-2	1,2	quality-change (qchg)		N	Y	
S27-3	1,2	data-update (dupd)		N	N	
S28	1,2	GetURCBValues	TP	N	Y	
S29	1,2	SetURCBValues	TP	N	Y	

Logging						
Log control block						
S30	1,2	GetLCBValues	TP	N	N	
S31	1,2	SetLCBValues	TP	N	N	
Log						
S32	1,2	QueryLogByTime	TP	N	N	
S33	1,2	QueryLogAfter	TP	N	N	
S34	1,2	GetLogStatusValues	TP	N	N	

Generic substation event model (GSE)						
GOOSE						
S35	1,2	SendGOOSEMessage	MC	N	Y	
GOOSE-CONTROL-BLOCK						
S36	1,2	GetGoReference	TP	N	Y	
S37	1,2	GetGOOSEElementNumber	TP	N	Y	
S38	1,2	GetGoCBValues	TP	N	Y	
S39	1,2	SetGoCBValues	TP	N	Y	
GSSE						
S40	1	SendGSSEMessage	MC			Deprecated in Edition 2
GSSE-CONTROL-BLOCK						
S41	1	GetReference	TP			Deprecated in Edition 2
S42	1	GetGSSEElementNumber	TP			Deprecated in Edition 2
S43	1	GetGsCBValues	TP			Deprecated in Edition 2
S44	1	SetGsCBValues	TP			Deprecated in Edition 2

	Ed.	Services	AA: TP/MC	Client ©	Server (S)	Comments
Transmission of sampled value model (SVC)						
Multicast SV						
S45	1,2	SendMSVMessage	MC	N	N	
Multicast Sampled Value Control Block						
S46	1,2	GetMSVCBValues	TP	N	N	
S47	1,2	SetMSVCBValues	TP	N	N	
Unicast SV						
S48	1,2	SendUSVMessage	TP	N	N	
Unicast Sampled Value Control Block						
S49	1,2	GetUSVCBValues	TP	N	N	
S50	1,2	SetUSVCBValues	TP	N	N	

Control						
S51	1,2	Select		N	Y	
S52	1,2	SelectWithValue	TP	N	Y	
S53	1,2	Cancel	TP	N	Y	
S54	1,2	Operate	TP	N	Y	
S55	1,2	CommandTermination	TP	N	Y	
S56	1,2	TimeActivatedOperate	TP	N	N	

File transfer						
S57	1,2	GetFile	TP	N	Y	
S58	1,2	SetFile	TP	N	Y	
S59	1,2	DeleteFile	TP	N	N	
S60	1,2	GetFileAttributeValues	TP	N	Y	
S61	1,2	GetServerDirectory (FILE-SYSTEM)	TP	N	Y	

Time						
T1	1,2	Time resolution of internal clock		xx	10 (1ms)	Nearest negative power of 2^{-n} in seconds (number 0 .. 24)
T2	1,2	Time accuracy of internal clock		Tx	T1	TL (ms) (low accuracy), T3 < 7) (only Ed2) T0 (ms) (<= 10 ms), 7 <= T3 < 10 T1 (µs) (<= 1 ms), 10 <= T3 < 13 T2 (µs) (<= 100 µS), 13 <= T3 < 15 T3 (µs) (<= 25 µS), 15 <= T3 < 18 T4 (µs) (<= 25 µS), 15 <= T3 < 18 T5 (µs) (<= 1 µS), T3 >= 20
T3	1,2	Supported TimeStamp resolution	-	xx	10	Nearest value of 2^{-n} in seconds (number 0 .. 24)

Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT)
for the IEC 61850 interface in RTF/DLF
from ZIV Aplicaciones y Tecnología

10/04/2019, Version 0.1

UCA International Users Group
Testing Sub Committee

PIXIT template extracted from Server Test Procedures for Edition 2 TPCL 1.2.6

PIXIT Template for Server Ed1/Ed2

Introduction

This document specifies the protocol implementation extra information for testing (PIXIT) of the IEC 61850 interface in RTF/DLFF with firmware version 0.9.1.

Together with the PICS and the MICS the PIXIT forms the basis for a conformance test according to IEC 61850-10. The PIXIT entries contain information which is not available in the PICS, MICS, TICS documents or SCL file.

Each table specifies the PIXIT for applicable ACSI service model as structured in IEC 61850-10. The “Ed” column indicates if the entry is applicable for IEC 61850 Edition 1 and/or Edition 2.

PIXIT for Association model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
As1	1	Maximum number of clients that can set-up an association simultaneously	10
As2	1,2	TCP_KEEPALIVE value. The recommended range is 1..20s	20 seconds
As3	1,2	Lost connection detection time	120 seconds (5 times KEEPALIVE)
As4	-	Authentication is not supported yet	
As5	1,2	What association parameters are necessary for successful association	Transport selector N Session selector N Presentation selector N AP Title N AE Qualifier N
As6	1,2	If association parameters are necessary for association, describe the correct values e.g.	Association parameters are not necessary for association
As7	1,2	What is the maximum and minimum MMS PDU size	Max MMS PDU size 65000 Min MMS PDU size Is determined by the size of the request.
As8	1,2	What is the maximum start up time after a power supply interrupt	35 seconds in normal situation (when no control configuration needs to be loaded)
As9	1,2	Does this device function only as test equipment? (test equipment need not have a non-volatile configuration; but it cannot be part of the substation automation system)	No. It has non-volatile configuration.
		<additional items>	

PIXIT for Server model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Sr1	1,2	Which analogue value (MX) quality bits are supported (can be set by server)	Validity: Y Good, Y Invalid, N Reserved, Y Questionable N Overflow Y OutofRange N BadReference N Oscillatory N Failure Y OldData N Inconsistent N Inaccurate Source : Y Process N Substituted Y Test N OperatorBlocked
Sr2	1,2	Which status value (ST) quality bits are supported (can be set by server)	Validity: Y Good, Y Invalid, N Reserved, Y Questionable N BadReference Y Oscillatory Y Failure Y OldData N Inconsistent N Inaccurate Source : Y Process N Substituted Y Test N OperatorBlocked
Sr3	-	What is the maximum number of data object references in one GetDataValues request	Deprecated
Sr4	-	What is the maximum number of data object references in one SetDataValues request	Deprecated

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Sr5	1	Which Mode values are supported [1]	On Y [On-]Blocked Y Test Y Test/Blocked Y Off Y The supported Mode values are indicated by using different enumeration types for each case.
		<additional items>	

PIXIT for Data set model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ds1	1	What is the maximum number of data elements in one data set (compare ICD setting)	Fixed in ICD to 500
Ds2	1	How many persistent data sets can be created by one or more clients (this number includes predefined datasets)	0
Ds3	1	How many non-persistent data sets can be created by one or more clients	0
		<additional items>	

PIXIT for Setting group control model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Sg1	1	What is the number of supported setting groups for each logical device	8
Sg2	1,2	What is the effect of when and how the non-volatile storage is updated (compare IEC 61850-8-1 $16.2.4)	If values are updated in a CID, these changes take effect after starting up. If values are updated by MMS services, these changes take effect immediately
Sg3	1	Can multiple clients edit the same setting group	N
Sg4	1	What happens if the association is lost while editing a setting group	The EditSG is reset to 0
Sg5	1	Is EditSG value 0 allowed	Y
Sg6	2	When ResvTms is not present how long is an edit setting group locked	ResvTms is present. Its default value is 3600 seconds
		<additional items>	

[1] IEC 61850-6:2009 clause 9.5.6 states that if only a subrange of the enumeration value set is supported, this shall be indicated within an ICD file by an enumeration type, where the unsupported values are missing

PIXIT for Reporting model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Rp1	1	The supported trigger conditions are (compare PICS)	integrity Y data change Y quality change Y data update N general interrogation Y
Rp2	1	The supported optional fields are	sequence-number Y report-time-stamp Y reason-for-inclusion Y data-set-name Y data-reference Y buffer-overflow Y entryID Y conf-rev Y segmentation Y
Rp3	1,2	Can the server send segmented reports (when not supported, it is allowed to refuse an association with a PDU smaller than the supported minimum PDU size)	Y
Rp4	1,2	Mechanism on second internal data change notification of the same analogue data value within buffer period (Compare IEC 61850-7-2 $14.2.2.9)	The DUT behaves as if BufTm has expired and sends the report immediately, restarts the timer with BufTm value and processes the second change
Rp5	1	Multi client URCB approach (compare IEC 61850-7-2:2003 $14.2.1)	Each URCB is visible to all clients
Rp6	-	What is the format of EntryID	Deprecated
Rp7	1,2	What is the buffer size for each BRCB or how many reports can be buffered	30 Kbytes
Rp8	-	Pre-configured RCB attributes that are dynamic, compare SCL report settings	Deprecated
Rp9	1	May the reported data set contain: - structured data objects - data attributes	 Y Y
Rp10	1,2	What is the scan cycle for binary events Is this fixed, configurable	2 ms Fixed
Rp11	1	Does the device support to pre-assign a RCB to a specific client in the SCL	Y

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Rp12	2	After restart of the server is the value of ConfRev restored from the original configuration or retained prior to restart	Restored from original CID configuration
Rp13	1,2	Does the server accepts any client to configure/enable a BRCB with ResvTms=-1? What fields are used to do the identification?	N Client's IP Address
Rp14	2	When BRCB.ResvTms is exposed, what is default value for BRCB.ResvTms if client does not write (must be > 0) or When BRCB.ResvTms is not exposed, what is the internal reservation time (must be >= 0)	10 seconds N/A
Rp15	1,2	Each RCB should be configured with a different Data Set. In case of configuring the same Data Set in different RCBs those RCBs must be configured with the same trigger options and integrity period.	
		<additional items>	

PIXIT for Logging model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Lg1	1,2	What is the default value of LogEna (Compare IEC 61850-8-1 $17.3.3.2.1, the default value should be FALSE)	FALSE
Lg2	-	What is the format of EntryID	Deprecated
Lg3	1,2	Are there are multiple Log Control Blocks that specify the Journaling of the same MMS NamedVariable and TrgOps and the Event Condition (Compare IEC 61850-8-1 $17.3.3.3.2)	Single Journal Entry
Lg4	1	Pre-configured LCB attributes that cannot be changed online	LogRef and DatSet (DatSet is configurable by the IED tool)
		<additional items>	

PIXIT for GOOSE publish model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Gp1	1,2	Can the test (Ed1) / simulation (Ed2) flag in the published GOOSE be set	Y
Gp2	1	What is the behaviour when the GOOSE publish configuration is incorrect	If goose pdu is too large NdsCom=True and DUT keeps GoEna=False If no DatSet is configured NdsCom=True and DUT keeps GoEna=False CIDs with incorrect goose publish configuration are rejected
Gp3	1,2	Published FCD supported common data classes are	Any FCD with FC=ST/MX/SP Arrays are not supported
Gp4	1,2	What is the slow retransmission time Is it fixed or configurable	Max value: 2.147.483.647 ms Configured by GoCB MaxTime Default value: 2000 ms
Gp5	1,2	What is the fastest retransmission time Is it fixed or configurable	Min value: 2ms Configured by GoCB MinTime Default value: 2ms
Gp6	-	Can the GOOSE publish be turned on / off by using SetGoCBValues(GoEna)	Deprecated See PICS - SetGoCBValues
Gp7	1,2	What is the initial GOOSE sqNum after restart	1
Gp8	1	May the GOOSE data set contain: - structured data objects (FCD) - timestamp data attributes	 Y Y
		<additional items>	

PIXIT for GOOSE subscribe model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Gs1	1,2	What elements of a subscribed GOOSE message are checked to decide the message is valid and the allData values are accepted? If yes, describe the conditions. Notes: • the VLAN tag may be removed by a ethernet switch and shall not be checked • the simulation flag shall always be checked (Ed2)	Y destination MAC address Y APPID Y gocbRef Y timeAllowedtoLive Y datSet Y goID N t Y stNum N sqNum Y simulation / test Y confRev Y ndsCom Y numDatSetEntries Greater than expected: Not detected Less than expected: Detected Data-type mismatch in data set elements: Detected N out-of-order dataset members When Y (except datSet, confRev, simulation, ndsCom and numDatSetEntries): the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and the DUT will discard the GOOSE message indicating it by changing the quality (questionable-old data). When receiving a subscribed GOOSE with the simulate bit or the ndsCom flag activated or an incorrect dataset or confRev, the DUT will discard the GOOSE message without indicating it by changing the quality. In these cases, as soon as received a subscribed GOOSE with a data value change, the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and the DUT will discard the message indicating it by changing the quality (questionable-old data).

ID	Ed	Description	Value / Clarification
			When receiving a subscribed GOOSE with numDatSetEntries less than expected or data-type mismatch, the DUT will discard the GOOSE message without indicating it by changing the quality. In these cases, as soon as received a subscribed GOOSE with a data value change, the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and the DUT will discard the GOOSE message indicating it by changing the quality (invalid). When receiving a subscribed GOOSE with an incorrect confRev, the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and immediatly the DUT will discard the GOOSE message indicating it by changing the quality (invalid).
Gs2	1,2	When is a subscribed GOOSE marked as lost (TAL = time allowed to live value from the last received GOOSE message)	Message does not arrive prior to TAL
Gs3	1,2	What is the behaviour when one or more subscribed GOOSE messages isn't received or syntactically incorrect (missing GOOSE)	If the TAL is expired the quality of the attribute in the database will be set to Questionable and Old Data and it will keep the last received value
Gs4	1,2	What is the behaviour when a subscribed GOOSE message is out-of-order	If there is a change of stNum (even with non zero sqNum) the new values are updated in the database. Otherwise, the message is ignored and the DUT keep holding the last received values in the database.
Gs5	1,2	What is the behaviour when a subscribed GOOSE message is duplicated	The DUT ignores the duplicated message.

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Gs6	1	Does the device subscribe to GOOSE messages with/without the VLAN tag	Y, with the VLAN tag Y, without the VLAN tag
Gs7	1	May the GOOSE data set contain: - structured data objects (FCD) - timestamp data attributes	 Y Y
Gs8	1,2	Subscribed FCD supported common data classes are	SPS, DPS, INS, ENS, ACT, ACD, SEC, MV, CMV, WYE, DEL, SPC, DPC, INC, ENC, BSC, ISC, APC, BAC, SPG, ING, ENG, ASG, CURVE, CSG. Arrays are not supported
Gs9	1,2	Are subscribed GOOSE with test=T (Ed1) / simulation=T (Ed2) accepted in test/simulation mode	Y
Gs10	1,2	Max number of dataset members	Unlimited
		<additional items>	

PIXIT for Control model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct1	1	What control models are supported (compare ICD file enums for Ed2)	DOns: Y SBOns: Y DOes: Y SBOes: Y
Ct2	1,2	Is the control model fixed, configurable and/or dynamic	Dynamic
Ct3	-	Is TimeActivatedOperate supported (compare PICS or SCL)	Deprecated
Ct4	-	Is “operate-many” supported (compare sboClass)	Deprecated, see sboClass in datamodel (ICD)
Ct5	1	Will the DUT activate the control output when the test attribute is set in the SelectWithValue and/or Operate request (when N test procedure Ctl2 is applicable)	N
Ct6	-	What are the conditions for the time (T) attribute in the SelectWithValue and/or Operate request	Deprecated
Ct7	-	Is pulse configuration supported (compare pulseConfig)	Deprecated
Ct8	1	What is the behaviour of the DUT when the check conditions are set Is this behaviour fixed, configurable, online changeable	N synchrocheck Y interlock-check DUT ignores synchrocheck value. DUT uses interlock-check to perform or not the check. Fixed

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct9	1,2	Which additional cause diagnosis are supported	Y Unknown Y Not-supported Y Blocked-by-switching-hierarchy Y Select-failed Y Invalid-position Y Position-reached Y Step-limit Y Blocked-by-Mode Y Blocked-by-process Y Blocked-by-interlocking N Blocked-by-synchrocheck Y Command-already-in-execution N Blocked-by-health Y 1-of-n-control N Abortion-by-cancel N Time-limit-over N Abortion-by-trip Y Object-not-selected **Edition 1 specific values:** N Parameter-change-in-execution (PCIE Ed1 semantics) **Edition 2 specific values:** Y Object-already-selected N No-access-authority N Ended-with-overshoot N Abortion-due-to-deviation N Abortion-by-communication-loss N Blocked-by-command N None Y Inconsistent-parameters Y Locked-by-other-client N Parameter-change-in-execution (PCIE Ed2 semantics)
Ct10	1,2	How to force a “test-not-ok” respond with SelectWithValue request	Invalid orCat value, orCat >= 9
Ct11	1,2	How to force a “test-not-ok” respond with Select request	The control is selected
Ct12	1,2	How to force a “test-not-ok” respond with Operate request	Invalid orCat value, orCat >= 9 DOns, SBOns, DOes: Operate value and actual position are the same SBOes: Operate values are different than selected

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct13	1,2	Which origin categories are supported / accepted	Y bay-control Y station-control Y remote-control N automatic-bay Y automatic-station Y automatic-remote Y maintenance Y process
Ct14	1,2	What happens if the orCat value is not supported or invalid	DOns: command rejected SBOns: command rejected DOes: command rejected SBOes: command rejected The DUT sends reponse– with AccessResult=Object_access_denied and it sends, for enhanced security, CommandTermination with AddCause= Not-supported
Ct15	1,2	Does the IED accept a SelectWithValue / Operate with the same control value as the current status value Is this behaviour configurable	DOns: N SBOns: N DOes: N SBOes: Y/N Configurable N The DUT sends reponse– with AccessResult=Object_access_denied and it sends, for enhanced security, CommandTermination with AddCause= Position-reached
Ct16	1,2	Does the IED accept a select/operate on the same control object from 2 different clients at the same time	DOns: N SBOns: N DOes: N SBOes: N The DUT sends reponse– with AccessResult=temporarily-unavailable and it sends, for enhanced security, CommandTermination with AddCause= Object-already-selected / Command-already-in-execution

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct17	1	Does the IED accept a Select/SelectWithValue from the same client when the control object is already selected (Tissue #334)	SBOns: N SBOes: N
Ct18	1,2	Is for SBOes the internal validation performed during the SelectWithValue and/or Operate step	The validation is performed during the Operate step
Ct19	-	Can a control operation be blocked by Mod=Off or [On-]Blocked (Compare PIXIT-Sr5)	Deprecated
Ct20	1,2	Does the IED support local / remote operation	Y
Ct21	1,2	Does the IED send an InformationReport with LastApplError as part of the Operate response-for control with normal security	SBOns: N DOns: N
Ct22	2	How to force a “parameter-change-in-execution”	N/A
Ct23	1,2	How many SBOns/SBOes control objects can be selected at the same time?	SBOns: multiple SBOes: multiple
Ct24	1,2	Can a controllable object be forced to keep its old state e.g. Internal Controllable Objects may not be accessible to force this, whereas a switch like Circuit Breaker outside the DUT can?	Y
Ct25	1,2	When CDC=DPC is supported, is it possible to have DPC (Controllable Double Point) go to the intermediate state? (00)	Y
Ct26	1,2	Name a DOes point (if any) with a finite operate timeout and specify the timeout (in milliseconds)	CTRL/CSWI1.Pos Timeout is configurable
Ct27	2	Does the IED support control objects with external signals?	DOns: Y SBOns: Y DOes: Y SBOes: Y
		<additional items>	

PIXIT for Time synchronisation model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Tm1	1	What time quality bits are supported (may be set by the IED)	Y LeapSecondsKnown N ClockFailure Y ClockNotSynchronized
Tm2	1,2	Describe the behaviour when the time server(s) ceases to respond What is the time server lost detection time	Wait for a configurable number of connection retries (unicast mode) or wait a configurable period of time (multicast mode). After that "Clock-not-synchronized" will be set. Configurable. Tested value: 10 seconds after the first request send to the time server without response.
Tm3	1,2	How long does it take to take over the new time from time server	Configurable Tested value: as soon as the new time from the time server is received.
Tm4	1,2	When is the time quality bit "ClockFailure" set	N/A
Tm5	1,2	When is the time quality bit "Clock not Synchronized" set	When connection to all time servers are lost (see PIXIT-Tm2)
Tm6	-	Is the timestamp of a binary event adjusted to the configured scan cycle	Deprecated
Tm7	1	Does the device support time zone and daylight saving	Y
Tm8	1,2	Which attributes of the SNTP response packet are validated	Y Leap indicator not equal to 3 N Mode is equal to SERVER N OriginateTimestamp is equal to value sent by the SNTP client as Transmit Timestamp N RX/TX timestamp fields are checked for reasonableness Y SNTP version 3 and/or 4 N other (describe)
Tm9	1,2	Do the COMTRADE files have local time or UTC time and is this configurable	Local Time Not configurable
		<additional items>	

PIXIT for File transfer model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ft1	1	What is structure of files and directories Where are the COMTRADE files stored Are comtrade files zipped and what files are included in each zip file	/COMTRADE/ /SCL/active/ /SCL/notvalidated /SYSTEMLOG/ /COMTRADE/ Not zipped
Ft2	1,2	Directory names are separated from the file name by	"/"
Ft3	1	The maximum file name size including path (recommended 64 chars)	255 chars
Ft4	1,2	Are directory/file name case sensitive	Case sensitive
Ft5	1,2	Maximum file size for SetFile	N/A
Ft6	1	Is the requested file path included in the MMS fileDirectory respond file name	(Ed2: always complete path)
Ft7	1	Is the wild char supported MMS fileDirectory request	No
Ft8	1,2	Is it allowed that 2 clients get a file at the same time	Y same file Y different files
Ft9	1,2	Which files can be deleted	N/A
		<additional items>	

TISSUES Implementation Conformance Statement for the IEC 61850 Ed2 interface in RTF/DLF

03/04/2019, Version 0.0

UCA International Users Group
Testing Sub Committee

TICS template extracted from Server Test Procedures for Edition 2 TPCL 1.2.6

TICS Template Ed2 for TPCL 1.2.6

Introduction

This document provides a template for the Tissues conformance statement. According to the UCA IUG QAP the Tissue conformance statement is required to perform a conformance test and is referenced on the certificate.

This document is applicable for RTF/DLF with firmware version 0.9.1.

Mandatory Edition 2 Tissues

Below tables give an overview of the applicable mandatory Tissues.

Part 6 Tissue	Description	Implemented Y/na
658	Tracking related features	Y
1324	FCDA element cannot be a "functionally constrained logical node"	Y
668	Autotransformer modeling	Y
687	SGCB ResvTms	Y
719	ConfDataSet - maxAttributes definition is confusing	Y
721	Log element name	Y
768	bType VisString65 is missing	na
779	object references	Y
788	SICS S56 from optional to mandatory	na
789	ConfLdName as services applies to both server and client	Y
804	valKind and IED versus System configuration	Y
806	Max length of log name inconsistent between -6 and -7-2	Y
807	Need a way to indicate if "Owner" present in RCB	Y
823	ValKind for structured data attributes	Y
824	Short addresses on structured data attributes	Y
825	Floating point value	Y
845	SGCB ResvTms	Y
853	SBO and ProtNs	Y
855	Recursive SubFunction	na
856	VoltageLevel frequency and phases	na
857	Function/SubFunction for ConductingEquipment	na
886	Missing 8-1 P-types	na
901	tServices as AP or as IED element	Y

Part 6 Tissue	Description	Implemented Y/na
936	SupSubscription parameter usage is difficult	Y
1175	IPv6 address lowercase only	na

Part 7-1 Tissue	Description	Implemented Y/na
828	Data model namespace revision IEC 61850-7-4:2007[A]	Y
1151	simulated GOOSE disappears after 1st appearance when LPHD.Sim = TRUE	na
1468	Re-use DO from other LN	Y

Part 7-2 Tissue	Description	Implemented Y/na
778	AddCause values – add value not-supported	Y
780	What are unsupported trigger option at a control block?	Y
783	TimOper Resp- ; add Authorization check	Y
786	AddCause values 26 and 27 are switched	Y
820	Mandatory ACSI services (use for PICS template)	Y
858	typo in enumeration ServiceType	Y
861	dchg of ConfRev attribute	na
876	GenLogiclNodeClass and SGCB, GoCB, MsvCB, UsvCB	na
1038	Loss of Info Detection After Resynch	na
1050	GTS Phycomaddr definition in SCL	na
1062	Entrytime not used in CDC	na
1071	Length of DO name	Y
1091	The sentence "The initial value of EditSG shall be 0", has to be stated in part 7.2 not in 8.1	Y
1127	Missing owner attribute in BTS and UTS	na
1202	GI not optional	Y

Part 7-3 Tissue	Description	Implemented Y/na
697	persistent command / PulseConfig	na
698	Wrong case is BAC.dB attribute	Y
722	Units for 'h' and 'min' not in UnitKind enumeration.	Y

Part 7-3 Tissue	Description	Implemented Y/na
919	Presence Condition for sVC	na
925	Presence of i or f attribute - Problem with writing	Y
926	Presence Conditions within RangeConfig	Y

Part 7-4 Tissue	Description	Implemented Y/na
671	mistake in definition of Mod & Beh	Y
674	CDC of ZRRC.LocSta is wrong	na
676	Same data object name used with different CDC	Y
677	MotStr is used with different CDC in PMMS and SOPM LN classes	na
679	Remove CycTrMod Enum	na
680	SI unit for MHYD.Cndct	na
681	Enum PIDAlg	na
682	ANCR.ParColMod	na
683	Enum QVVR.IntrDetMth	na
685	Enum ParTraMod	na
686	New annex H - enums types in XML	Y
694	Data object CmdBlk	na
696	LSVS.St (Status of subscription)	na
712	interpretation of quality operatorBlocked	na
713	DO Naming of time constants in FFIL	na
724	ANCR.Auto	Y
725	Loc in LN A-group	na
734	LLN0.OpTmh vs. LPHD.OpTmh	na
736	PFSign	na
742	GAPC.Str, GAPC.Op and GAPC.StrVal	Y
743	CCGR.PmpCtl and CCGR.FanCtl	na
744	LN STMP, EEHealth and EEName	na
773	Loc, LocKey and LocSta YPSH and YLTC	na
774	ITCI.LocKey	na
800	Misspelling in CSYN	na
802	CCGR and Harmonized control authority	na
808	Presence condition of ZMoT.DExt and new DOs	na
831	Setting of ConfRevNum in LGOS	na
838	Testing in Beh=Blocked	na

Part 7-4 Tissue	Description	Implemented Y/na
844	MFLK.PhPiMax, MFLK.PhPiLoFil, MFLK.PhPiRoot DEL->WYE	na
849	Presence conditions re-assessing in case of derived statistical calculation	na
877	QVUB -settings should be optional	na
909	Remove ANCR.ColOpR and ColOpL	na
920	Resetable Counter is NOT resetable	na
932	Rename AVCO.SptVol to AVCO.VolSpt	na
939	Change CDC for ANCR.FixCol	na
991	LGOS: GoCBRef (as well as LSVS.SvCBRef) should be mandatory	na
1007	PTRC as fault indicator - Update of description required	na
1044	TapChg in AVCO	na
1077	Rename DOnames within LTIM	Y

Note: Tissues 675, 735, 772, 775, 776, 878 are not relevant for conformance testing

Part 8-1 Tissue	Description	Implemented Y/na
784	Tracking of control (CTS)	na
817	Fixed-length GOOSE float encoding	na
834	File dir name length 64	Y
951	Encoding of Owner attribute	Y
1040	More associate error codes	Y
1178	Select Response+ is non-null value	Y

Compare the TISSUE database for more details: www.tissues.iec61850.com

E. IEC 61850 Ed.2 Modelo Dinámico

E.1 Estándar IEC 61850 ..... E-2
E.2 Stack de comunicaciones E-3
E.3 Servidor IEC 61850 y modelo de datos E-4
E.3.1 AccesPoint E-5
E.3.2 Logical Device E-7
E.3.3 Logical Node E-7
E.4 Servidor web E-9
E.5 Puerto de comunicaciones E-11
E.6 Transferencia de ficheros E-12
E.7 Fichero de configuración CID E-13
E.8 Mod/Beh E-14
E.9 Data Set E-16
E.10 Envío de mensajes GOOSE E-17
E.11 Suscripción a datos de un mensaje GOOSE E-19
E.12 Report Control Blocks (RCBs) E-22
E.13 Configuración de medidas (datos CF) E-24
E.14 Mandos E-26
E.15 Sincronización SNTP E-28
E.15.1 Cálculo del estado de sincronismo SNTP E-28
E.15.1.a Cliente *unicast* E-28
E.15.1.b Cliente *broadcast* E-29

E.1 Estándar IEC 61850

Los equipos que, por selección de modelo, cuenten con **IEC 61850** disponen de una funcionalidad extra a la que proporciona el equipo de protección y control y que se encuentra definida en el estándar **IEC 61850**.

Los servicios extra que proporcionan los equipos con **IEC 61850** son:

- Reporte de la información generada en el equipo (arranques, disparos, bloqueos, etc) a un equipo de nivel superior (Unidad Central, Telemando, Consola, etc).
- Reporte de información rápida (GOOSE) a otro equipo del mismo nivel (protecciones, equipos de control, servicios auxiliares) o, incluso, a otros equipos de nivel superior.
- Comunicación MMS que permite a cualquier cliente MMS recibir el modelo de datos del equipo y poder actuar con él para cambio de ajustes y de parámetros y realizar mandos sobre el equipo.
- Manejo de un fichero de configuración único (**CID**) que permite disponer de un *backup* que contiene todos los parámetros tanto de protección, control y comunicaciones.
- Acceso FTP a oscilos, logs, etc.
- Servidor web que proporciona información del estado del equipo, errores, valores de estados y medidas, suscripción a mensajes GOOSE, etc.

En cada unidad de protección se encuentra la información relativa al mapeo **IEC 61850**, tanto a nivel de nombre del nodo como de ajustes, señales digitales disponibles, datos comandables, medidas, etc.

IEC 61850 es un estándar para la automatización de subestaciones definido por el Comité Técnico TC57. La norma, que se divide en 10 partes, aborda aspectos relacionados con requerimientos generales del sistema, gestión de los proyectos de ingeniería y requerimientos de comunicaciones, proponiendo un modelo de datos sobre el cual se describen las capacidades de los IEDs. Dicho modelo de datos es desarrollado a través del lenguaje para descripción de subestaciones (SCL) definido también en el estándar. La funcionalidad de un equipo es modelada a partir de los denominados Nodos Lógicos (LN) que, a su vez, se forman a partir de *Common Data Classes* y *Common Data Attributes*, siguiendo una filosofía de abstracción a objetos. Junto con estos objetos, la norma define un conjunto de servicios a través del denominado *Abstract Communication Service Interface* (ACSI). Los apartados 8 y 9 de la norma explican cómo se mapean dichos objetos y servicios en términos de protocolos concretos, particularmente MMS, GOOSE y Sampled Values. El último apartado de la norma trata sobre las pruebas de conformidad que debe superar un equipo, o una arquitectura, para ser homologado según el estándar, cubriendo de esta manera todos los aspectos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El estándar, por lo tanto, incluye los siguientes capítulos o partes:

- *IEC 61850-1: Introduction and overview.*
- *IEC 61850-2: Glossary.*
- *IEC 61850-3: General requirements.*
- *IEC 61850-4: System and project management.*
- *IEC 61850-5: Communication requirements for functions and device models.*
- *IEC 61850-6: Configuration language for communication in electrical substations related to IEDs.*
- *IEC 61850-7: Basic communication structure for substation and feeder equipment.*
  IEC 61850-7-1: Principles and models.
  IEC 61850-7-2: Abstract communication service interface (ACSI).
  IEC 61850-7-3: Common Data Classes.
  IEC 61850-7-4: Compatible logical node classes and data classes.
- *IEC 61850-8-1: Specific communication service mapping (SCSM) Mappings to MMS (ISO/IEC9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC8802-3.*
- *IEC 61850-9: Specific communication service mapping (SCSM).*
  IEC 61850-9-1: Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link.
  IEC 61850-9-2: Sampled values over ISO/IEC 802-3.
- *IEC 61850-10: Conformance testing.*

E.2 Stack de comunicaciones

El equipo se basará en el modelo *Cliente-Servidor* para servir información contenida en su modelo de datos de manera vertical. Se trata de una comunicación orientada a la conexión, iniciada siempre por el cliente y, en este caso, haciendo uso del estándar MMS (*Manufacturing Message Specification*) que fue desarrollado específicamente para aplicaciones industriales, se encuentra especificado según ISO 9506 y sirve para el intercambio de datos en ambientes de producción. Dicho protocolo es independiente del tipo de red o dispositivos conectados y, por lo tanto, podrá mantenerse según evolucionen las tecnologías físicas de comunicación. El protocolo define mensajes de comunicación transferidos entre controladores, así como entre la estación de ingeniería y el controlador, de tal manera que el servidor (el equipo) pondrá a disposición de los clientes (unidades centrales, *gateways*, SCADAs, ordenadores, etc.) la información seleccionada en un *Data Set* que habrá sido asignado a un *Report Control Block*. La parte IEC 61850-8-1 define el mapeo entre los servicios del protocolo MMS y los servicios abstractos IEC 61850.

El equipo cuenta también con el modelo *Publicador-Suscriptor* en el que se basa el servicio GOOSE. En este caso, se trata de una comunicación de alta velocidad y prioridad no orientada a la conexión para, de esta manera, permitir una comunicación horizontal entre IEDs. El mensaje enviado por el publicador será un mensaje *multicast* que se propagará por la red local llegando así a todos los IEDs conectados a ella.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.3 Servidor IEC 61850 y modelo de datos

El servidor del equipo y por lo tanto el dispositivo físico predefinido (CID por defecto generado por la herramienta de configuración, eNET Tool) contiene tres dispositivos lógicos (*Logical Devices - LD*). Dichos dispositivos lógicos engloban los diferentes nodos lógicos (*Logical Nodes - LN*) que, a su vez, contienen datos (*Data Objects - DO*) que están compuestos por atributos (*Data Attributes - DA*) y que, en conjunto, conforman el modelo de datos del equipo predefinido (datos de protección). En cada uno de los niveles se encuentran disponibles servicios para llevar a cabo diversas funciones, como son lectura y escritura de datos, mandos, *reporting*, etc. La distribución de los nodos lógicos predefinidos dentro de los diferentes dispositivos lógicos es la siguiente:

- **SYS**: dispositivo lógico de sistema donde están ubicados los *Setting Group Control Blocks*, *Logs* y donde se encuentran ubicados los nodos lógicos relativos al hardware del equipo (entradas, salidas, comunicaciones, sincronización, etc.).
- **PROT**: dispositivo lógico donde están ubicados los nodos de protección del equipo.
- **MEA**: dispositivo lógico donde están ubicados los nodos relativos a medidas.

Además de los nodos de protección, tales como el PHSPIOC, PTOV, PTOF, PTUF, RREC, RBRF, PTRC, etc. que se encuentran definidos en los correspondientes capítulos donde se explica la funcionalidad de protección, el equipo cuenta con los nodos configurables de control descritos a continuación. Dichos nodos de control no estarán presentes en el modelo de datos del equipo si no han sido dados de alta y configurados con la herramienta de configuración:

- XCBR: nodo de control que cuenta con un dato digital doble utilizado para mapear el estado de un interruptor de tres polos.
- XSWI: nodo de control que cuenta con un dato digital doble utilizado para mapear el estado de los seccionadores.
- CSWI: este es el nodo de control que contendrá los mandos dobles sobre la aparamenta (interruptor y seccionadores).
- CILO: nodo de control utilizado para mapear los permisos de los diferentes objetos comandables.
- GAPC: nodo genérico de control con estados y mandos simples y dobles de uso general excepto para elementos de la aparamenta (interruptores y seccionadores).
- GGIO: nodo genérico de control con estados simples y dobles y medidas analógicas enteras y flotantes, datos enteros y medidas analógicas utilizado para tener disponible en IEC 61850 cualquier dato del equipo. A pesar de contar con hasta un máximo de 4 nodos de este tipo, se recomienda emplear al máximo los nodos propios de protección del equipo, limitando el uso de estos nodos a datos propios de usuario generados en la lógica de control.
- CALH: nodo de control utilizado para mapear las alarmas de la posición.
- SIMG: nodo de control utilizado para mapear la alarma y disparo por gas SF6.
- MMTR: nodo de control utilizado para mapear contadores de energía calculados en lógica de control a partir, normalmente, de entradas de pulso provenientes de contadores externos de energía.
- LGOS: nodo de control utilizado para monitorizar el estado de un GOOSE de entrada.

El fichero MICS (*Model Implementation Conformance Statement*), que describe las extensiones del modelo datos IEC 61850 en relación al estándar, se genera de forma automática una vez seleccionado el modelo del IED y la configuración correspondiente a través de la herramienta de configuración.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El modelo de datos dinámico permite:

- Reorganizar la información IEC 61850, es decir, crear o borrar LDs, LNs o DOs o mover LNs de un LD a otro LD o DOs de un LN a otro LN.
- Llevar a cabo mapeos internos, es decir hacer referencias de datos IEC 61850 sobre recursos internos del equipo.
- Renombrado de LDs, LNs (prefijo y/o instancia) y de Control Blocks.
- Dar de alta nuevos LNs con los LNClass definidos en el estándar.

El equipo contará con un modelo de datos predefinido que solo incluirá aquellos LNs y DOs que tengan una funcionalidad asociada a la protección. Dicho modelo de datos predefinido se obtendrá mediante la herramienta de configuración eNET Tool. Un equipo con la configuración de fábrica contará con un único LD (SYS) y dos LNs (LN0 y LPHD).

El usuario podrá crear un modelo de datos ad hoc que contenga los LDs y LNs requeridos, cumpliendo, claro está, con las reglas impuestas por la norma IEC 61850 y las limitaciones del equipo definidas en la herramienta de configuración. Los LDs y LNs podrán crearse desde cero o haciendo uso de elementos del modelo de datos predefinido pudiendo:

- Añadir DOs.
- Borrar DOs.
- Remapear DOs que compartan mismo CDC (*Common Data Class*).
- Renombrar DOs extendidos.
- Definir nuevos DOs. Los nuevos DOs podrán ser opcionales o extendidos. En caso de ser DOs extendidos, el CDC deberá ser soportado por el equipo.

El contenido de un DO del modelo de datos de referencia (esquina superior izquierda de la herramienta) no puede ser modificado, pero sí se permite su uso en otros LNs, borrarlo, renombrarlo, etcétera, desde el modelo de datos que se está definiendo (zona de pantalla de configuración del modelo de datos definido por el usuario). Además, hay que tener también en cuenta que, en el caso de DOs que representen ajustes, se permite la existencia única de los mismos.

A continuación, se describe más en detalle las posibilidades de configuración por elemento.

E.3.1 AccesPoint

Dependiendo de la versión del equipo, la funcionalidad relacionada con los AccessPoint cambia. En los IEDs que cuentan con un único AccessPoint, se permitirá solo modificar el atributo *name* del *AccessPoint*.

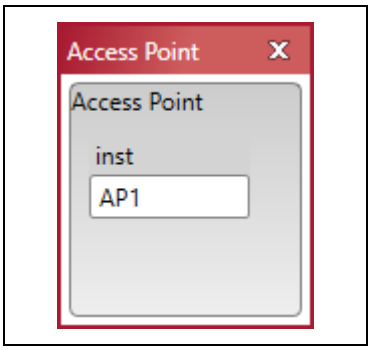


Figura D.1 Modificación AccessPoint

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En los modelos que gestionan AccessPoints, dentro del menú de **Comunicaciones** se tendrá acceso a la configuración de los mismos.

Por una parte, aparecerán las SubNetWorks, que, por defecto, serán 2 o 4 en función del número de puertos LAN del equipo y, por otra parte, los AccessPoints, donde se podrá definir el tipo de redundancia y la SubNetWork a la que estará asociada cada AccessPoint. Al modificar alguno de estos parámetros automáticamente se actualizará la información mostrada en la pantalla de las SubNetWorks.

Hay que recordar que los puertos LAN, desde el punto de vista de la redundancia, funcionan por parejas (LAN1-LAN2 y LAN3-LAN4), por lo que, al ajustar el tipo de redundancia con un valor diferente de "none", desaparecerá uno de ellos (LAN2 o LAN4) y, por consiguiente, la SubNetWork con la que estaba asociada.

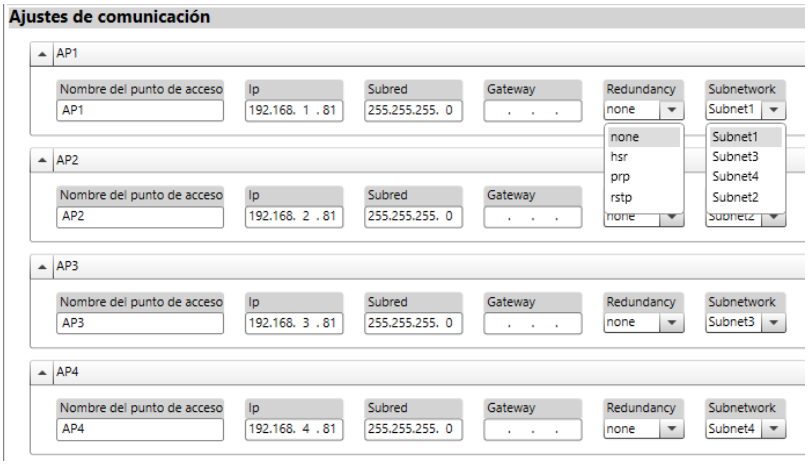


Figura D.2 Configuración AccessPoint en el GCB.

Asimismo, aparecerá un nuevo parámetro en la configuración de los GOOSE Control Blocks mediante el cual se puede definir a qué AccessPoints está asociado dicho GCB.

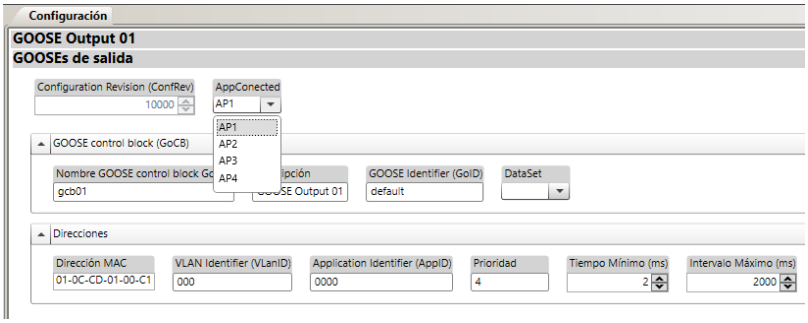


Figura D.3 Configuración AccessPoint en el GCB.

Si se procede a modificar la configuración de AccessPoints una vez ya estén asignados los APs a los diferenes GCBs y desaparece un AP que estaba siendo utilizado, el programa automáticamente actualizará la asociación del GCB al AP remanente (AP1/AP3). Si posteriormente se vuelve a cambiar la configuración de los APs de tal manera que vuelven a estar todos disponibles, la herramienta de configuración no realizará acción alguna al respecto dejando todo como estaba de tal manera que sería responsabilidad del usuario llevar a cabo una reasignación si así lo considera oportuno. En cuanto a la recepción de mensajes GOOSE, el equipo podrá recibir mensajes por cualquier puerto LAN y no se necesita de ningún tipo de configuración específica al respecto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.3.2 Logical Device

Estará permitido renombrar, añadir y borrar LDs del modelo de datos definido por el usuario (UDDM).

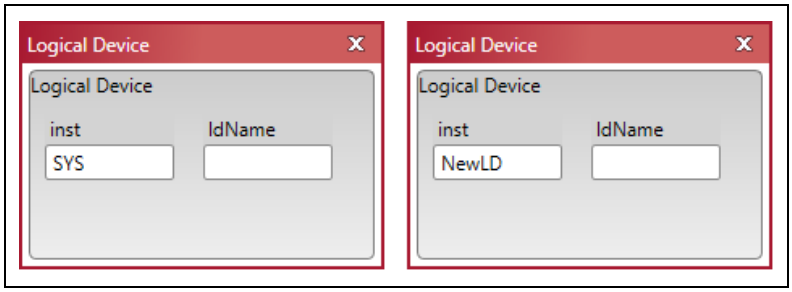


Figura D.4 Modificación LDs.

Habrá un LD raíz donde se encuentre el nodo LPHD y el resto de LDs contendrán el DO *GrRef* para indicar la dependencia entre los diferentes Logical Devices.

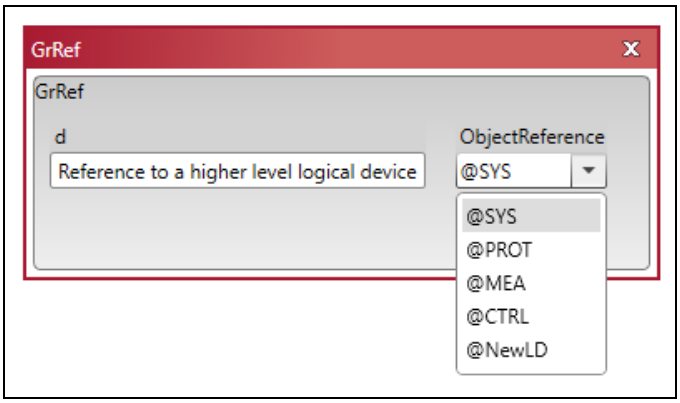


Figura D.5 Referencia de LDs.

E.3.3 Logical Node

Se podrán añadir nuevos LNs seleccionando el *LNClass* del listado mostrado por la herramienta y pudiendo configurar el *Prefix* como se desee. Una vez añadido se tendrá acceso a los DOs pudiendo seleccionar los DOs opcionales deseados y con la opción de añadir DOs extendidos si fuera necesario. También se permite crear LNs con *LNClass* no definidos en la norma.

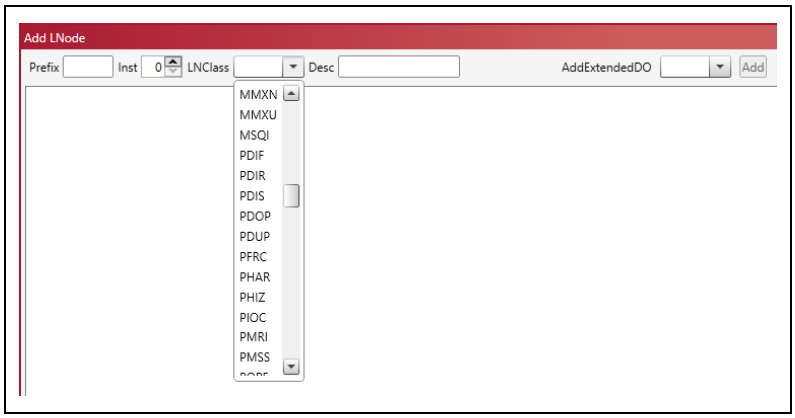


Figura D.6 Nuevo LN.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Se podrán eliminar LNs existentes en el UDDM así como modificarlos (*Prefix*, instancia, quitar DOs opcionales, añadir DOs opcionales o añadir DOs extendidos).

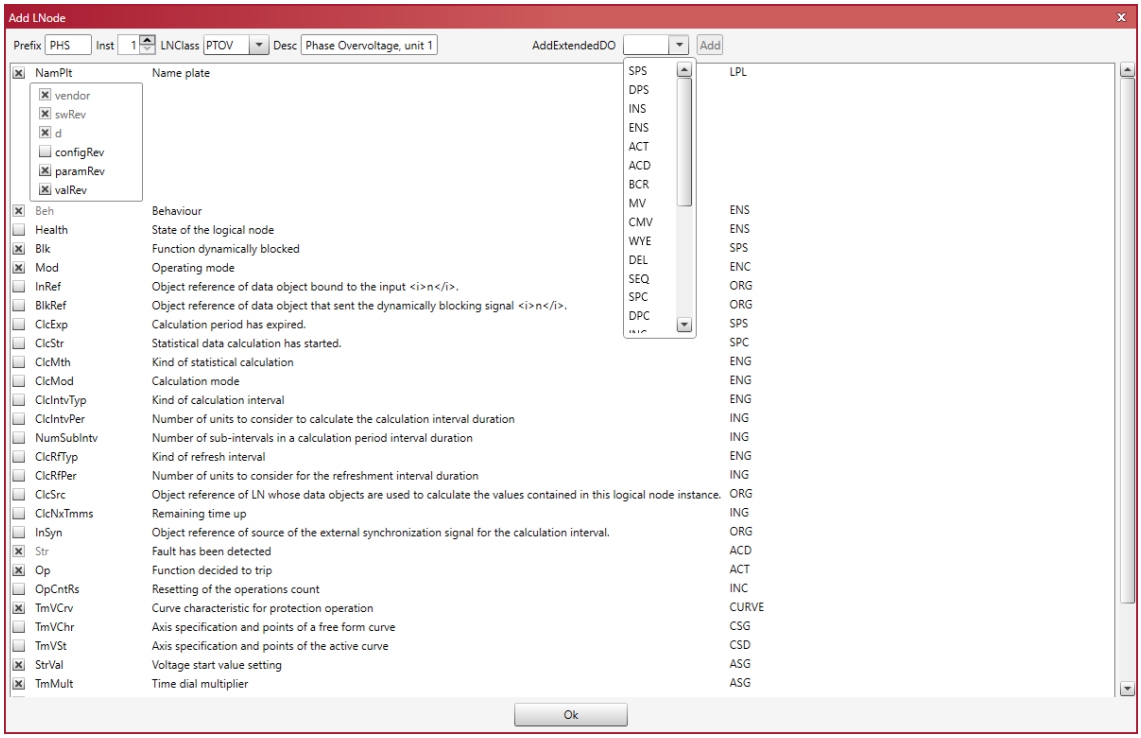


Figura D.7 Modificación de LN.

También se permite recolocar un LN pasándolo de un LD a otro.

Una vez añadido un DO nuevo dentro de un LN, se permitirá su mapeo haciendo uso de los recursos disponibles en el equipo.

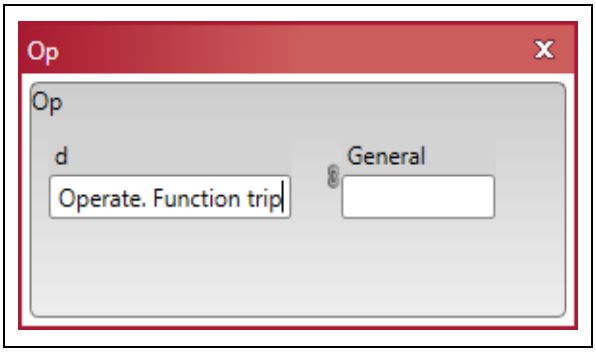
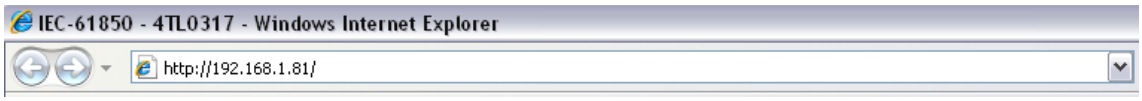


Figura D.8 Mapeo dato.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.4 Servidor web

A través del servidor web (empleando HTTP o HTTPS) se puede acceder a versiones de *firmware*, estados de arranque e información útil del equipo. Para acceder, se debe escribir la IP del equipo en un navegador web:



Una vez autenticados (usuario admin, contraseña Passwd@02 por defecto), se mostrará la siguiente información:

- **Configuration**: se muestra información de identificación del equipo (hostname, location, contact, modelo completo del producto, versión del firmware, referencia del firmware y número de serie) y de control de acceso y certificados (ver anexo de ciberseguridad). Adicionalmente se permite, solo con el permiso correspondiente, habilitar e inhabilitar Serial Log (opción para análisis de anomalías internas por parte del fabricante). (en caso de permiso de administrador se permiten cambiar los usuarios y las claves). Para ejecutar dicha acción es necesario pulsar ***Send*** y ***Apply***.
- **Statistics**: en este apartado se indica el tiempo que lleva el equipo funcionando desde el último arranque, la fecha en hora UTC, el porcentaje de memoria usada y el porcentaje de uso de la CPU. permiso de cambio de ajustes se puede cambiar la fecha del equipo.
  - **Routing**: en caso de usar enrutados se tendría acceso a la estadística del tráfico.
- **Menú de logs.** Es accesible con permiso de gestión de logs. Muestra la siguiente información:
  - **System log:** registro con la información de arranque y funcionamiento del sistema que aporta información al usuario relativa al estado del equipo y donde se pueden consultar los motivos por los cuales un CID es rechazado u otras incidencias. Dicho registro se almacena en memoria no volátil. Se puede descargar la información en un fichero de texto pulsando el botón situado en la parte superior de la pantalla, dentro del apartado Download of System log, denominado Download File.
  - **Security log**: ver anexo de ciberseguridad.
- **IEC-61850**. Se muestran diferentes datos relativos al estándar IEC 61850.
  - **CID log**: registro con información de carga de nuevos ficheros CID. Dicho registro se almacena en memoria volátil pues almacena información relativa a la última carga. Para ver el histórico se podría obtener del System log.
  - **Analog signals list**: listado de medidas analógicas disponibles en IEC 61850 con la siguiente información:
    - Descripción.
    - Path MMS.
    - Valor.
    - Calidad: consta de 3 campos:
      - Validez (**G**ood, **I**nvalid, **R**eserved, **Q**uestionable)
      - Bit de calidad (**OV** overflow, **OR** out of range, **BR** bad reference, **OS** oscillatory, **FL** failure, **OD** old data, **ER** inconsistent, **IN** inaccurate)
      - Origen (**P** process, **S** substituted)/**T**est/Operator**B**locked.
    - Fecha de última actualización.
    - Información relativa al cálculo (automático o no) de máximo y mínimo.
    - Valor máximo.
    - Valor mínimo.
    - Ajuste de deadband para magnitud.
    - Ajuste de deadband para ángulo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- **Digital signals list**: listado de señales digitales disponibles en IEC 61850 con su descripción, path MMS, valor, calidad y fecha de última actualización.
- **GOOSE suscription list**: listado de suscripciones a mensajes GOOSE donde se pueden ver los datos de la suscripción configurados (MAC, APPID, GOID, etc.) y el estado de la suscripción:
  - NOT FOUND: No se ha recibido nunca el GOOSE configurado. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA. Es el estado inicial de las suscripciones.
  - OK: El GOOSE se ha recibido perfectamente y se ha recibido antes del TAL (*TimeAllowedToLive*). La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será bien la contenida en el GOOSE si el dato está suscrito a la calidad o bien GOOD si no lo está.
  - TIME OUT: El GOOSE se ha recibido perfectamente alguna vez y ha dejado de recibirse en el TAL (*TimeAllowedToLive*). La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - ERROR STRUCT: El GOOSE se ha recibido pero el tipo de los datos no coincide con el tipo esperado o la información no está presente en el GOOSE. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE cuyo tipo no coincida con el esperado será INVALID y sin causa. Con que alguna de la información que se espera en el GOOSE mapeada al dato no coincida o dicha información no viaje en el GOOSE, la calidad del dato será marcada como INVALID.
  - ERROR NDSCOM: El GOOSE recibido viene con el campo *NdsCom* a TRUE. El GOOSE se ignora y la calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - ERROR HOLD TIME: El GOOSE recibido tiene TAL=0. En este caso, el GOOSE se ignora.
  - ERROR CONFREV: El GOOSE se ha recibido perfectamente, pero con *ConfRev* diferente del configurado. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) se pasa inmediatamente a QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - ERROR DATSET: El GOOSE se ha recibido perfectamente, pero con *DatSet* diferente del configurado. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) se pasa inmediatamente a QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - INTERRUPTED: El IED ha detenido/interrumpido la suscripción a dicho GOOSE (por ejemplo, porque el equipo pasa a modo Off). La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) se pasa inmediatamente a QUESTIONABLE por OLDDATA.
  - WAITING: Indica que, habiendo recibido y procesado GOOSEs correctamente, se ha detectado un cambio de LPHD1.Sim=FALSE. La calidad de los datos suscritos a ese GOOSE (nodo GIGGIO1) será QUESTIONABLE por OLDDATA. Se pasará a ese estado únicamente cuando se detecta un cambio de LPHD1.Sim=FALSE y se viene de tener LGOS[X].SimSt=TRUE.
- **Download file:** en la parte superior, en forma de título, aparece el nombre del fichero CID activo y con el que se encuentra trabajando el equipo. Debajo se encuentra el botón denominado Download File con el que se puede llevar a cabo la descarga del fichero.

- **Menú acciones** (solo con acceso de administrador).
  - **Apply**. Los parámetros de configuración modificados y enviados se aplican en el equipo.
  - **Clear Statistics**. Borrado de las estadísticas almacenadas en el equipo.
  - **Reboot**. Fuerza el reseteo del equipo.
  - **Reflash**. Permite actualizar el equipo con una nueva versión de firmware.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Es muy importante tener en cuenta la diferencia entre las siguientes acciones (solo disponibles para usuario administrador).

- Enviar la modificación de los parámetros al equipo. Para realizar esta acción se debe pulsar ***Send*** en la página modificada.
- Una vez configurados los parámetros deseados, la acción ***Apply*** activará dichos cambios en el equipo y éste comenzará a hacer uso de la nueva configuración aplicada.
- Se puede forzar a resetear el equipo a través de la acción ***Reboot***.

E.5 Puerto de comunicaciones

Los equipos de esta familia cuentan con dos o cuatro puertos LAN para las comunicaciones IEC 61850, según se defina el modelo a la hora de su selección. Dichos puertos ichos puertos LAN usan la red Ethernet, utilizando el protocolo TCP/IP para la comunicación MMS (estándar utilizado para empaquetar la información en la red), el envío y recepción de mensajes GOOSE, la transferencia de ficheros mediante FTP, etc. Por tanto, independiente del medio físico y la conexión (fibra, cobre, etc) es necesario configurar las IPs que utilizará el equipo en la red.

El equipo puede comunicar en IEC 61850 con hasta 10 clientes y de manera simultánea con 4 maestros, pudiéndose configurar el número de puerto y protocolo (PROCOME, DNP3 o MODBUS). Adicionalmente, el equipo siempre podrá comunicar simultáneamente con la herramienta del fabricante para la gestión remota del equipo a través del puerto 32001 fijo.

El equipo dispondrá por lo tanto de un menú para la configuración de los puertos LAN:

- Habilitación del DHCP.
- Dirección IP.
- Máscara de red.
- Menú de configuración de enrutamiento por si fuera necesario.
- Tipo de redundancia.

Y de un menú para la configuración de los protocolos TCP/IP permitidos de manera simultánea junto con la IEC 61850:

- Protocolo PROCOME: conexión fija al puerto TCP/IP 32001 para gestión remota del equipo a través de la herramienta del fabricante.
- Protocolos 1, 2, 3 y 4: ajustes para indicar protocolo, puerto TCP/IP, etc. para la comunicación simultánea TCP/IP con el equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.6 Transferencia de ficheros

El acceso de transferencia de ficheros (empleando FTP o SFTP) permitirá tener disponibles una serie de carpetas del equipo. En función del usuario y contraseña, se obtendrán diferentes niveles de acceso.

Accediendo al equipo con usuario con permiso de visualización, se tiene acceso de solo lectura a los siguientes directorios:

- **COMTRADE**: carpeta donde se almacenan los oscilos generados.
- **SCL**: carpeta que contiene el CID activo con el que se encuentra trabajando el equipo (SCL/active/).

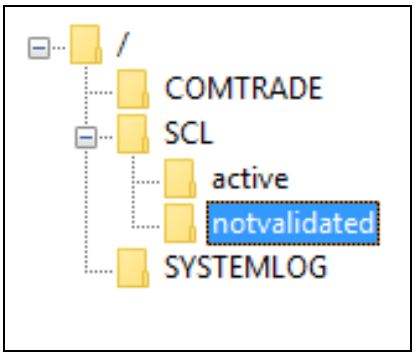


Figura D.9 Estructura de directorios para transferencia de ficheros.

Accediendo al equipo con usuario con permiso de gestión de *logs*, se tiene acceso de solo lectura al siguiente directorio:

- **SYSTEM LOG**: carpeta que contiene los ficheros *System.log* y *Security.log*.

Accediendo al equipo con usuario con permiso de carga de configuración, el equipo ofrece además permiso de escritura sobre la carpeta */SCL/notvalidated*, donde el usuario puede copiar el nuevo CID a cargar al equipo. Cuando el nuevo CID es copiado a dicha ubicación el equipo comienza su validación.

En aquellos casos en los que el equipo se ha reseteado o ha tenido una mala operación, el firmware genera automáticamente un fichero *coredump* donde se almacena el estado en el momento del fallo con el fin de poder estudiar el incidente. Accediendo por transferencia de ficheros con un usuario con permiso de gestión de *logs* se tiene acceso de solo lectura a una carpeta con dicha información.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.7 Fichero de configuración CID

El estándar define los siguientes ficheros que formarán parte del proceso de configuración del IED:

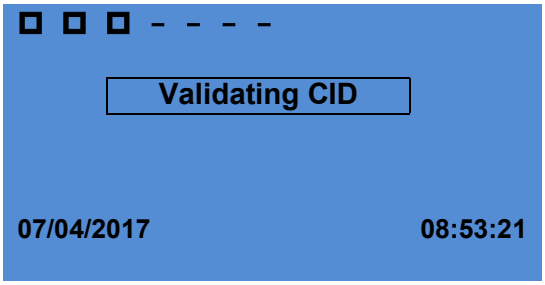
- ICD: fichero que describe las capacidades del IED. Todos los nodos se encuentran extendidos y sin configuración.
- CID: fichero que contiene la configuración de un IED en concreto a nivel de nombre de IED, comunicaciones, Reports, etc.

Ambos ficheros permiten conocer el modelo de datos del equipo en el formato de dispositivos lógicos, nodos lógicos, datos y atributos. Una vez el equipo cuenta con firmware IEC 61850, dispondrá de un fichero (**CID**) básico (un único LD con LN0 y LPHD) en el formato propuesto por la norma **IEC 61850** según parte 6 (SCL) descargable por transferencia de ficheros, servidor web o servicio de FileTransfer de IEC 61850. Con la herramienta de configuración, ***ZIV eNET Tool***®, se podrá generar un CID con el modelo de datos predefinido.

A través del fichero CID se podrán configurar los parámetros de envío de GOOSEs, la suscripción a datos de otros mensajes GOOSE, crear *datasets* y asignárselos a Report Control Blocks (RCBs) y GOOSE Control Blocks (GCBs), cambiar ajustes, modificar la lógica de control, descripciones, parámetros, etc.

La modificación de este fichero requiere de un programa de configuración denominado ***ZIV e-NET Tool***®. Dicho programa permitirá configurar este fichero para ser enviado posteriormente al equipo mediante transferencia de ficheros desde la propia herramienta de configuración. El fichero CID de partida podrá ser el descargado desde el equipo o uno nuevo generado desde la propia herramienta.

Cuando se carga un nuevo CID al equipo por transferencia de ficheros (empleando un usuario con permiso de carga de configuración), el equipo lo validará comprobando que se trata de un SCL correcto y que la IP configurada en el fichero coincide con la configurada en el equipo, mostrándose en pantalla el mensaje **Validating CID**.



Una vez validado, si el resultado es correcto, se mostrará en pantalla el mensaje **Validation SUCCESS** y el equipo realizará un proceso de reinicio y reconfiguración. El relé se reseteará y mostrará en pantalla el mensaje **Configuring Device** con una barra de progreso. Tras el proceso de reconfiguración el equipo arrancará de nuevo ya con la nueva configuración. El proceso completo de validación y reconfiguración se encuentra en torno al minuto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Si la validación es errónea, el CID será rechazado y eliminado del directorio de carga (*notvalidated*), mostrando en pantalla el mensaje **Validation ERROR**. En tal caso se puede acceder a los logs (a través del servidor web, de transferencia de ficheros o del servicio de FileTransfer de IEC 61850) para conocer el motivo por el cual el fichero ha sido rechazado. El equipo por lo tanto seguirá trabajando con el CID que tenía activo y no perderá comunicaciones en ningún momento.

E.8 Mod/Beh

La norma define los siguientes valores de Mod y Beh de los nodos lógicos.

Valor	Estado	Comportamiento LN
1	On	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con su valor de quality correspondiente. Mandos con Test=False se aceptan y conTest=True se rechazan.
2	Blocked	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Ningún valor cableado a proceso se activará (salidas digitales). Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con su valor de quality correspondiente. Mandos con Test=False se aceptan y conTest=True se rechazan.
3	Test	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con q=Test a excepción del Mod, Beh y Health que tendrán q.test=False. Mandos con Test=False se rechazan y conTest=True se aceptan.
4	Test/Blocked	La aplicación representada por el LN se encuentra en funcionamiento. Ningún valor cableado a proceso se activará (salidas digitales). Todos los servicios de comunicaciones funcionan y reciben la actualización de los valores. Los DOs se envían con q=Test a excepción del Mod, Beh y Health que tendrán q.test=False. Mandos con Test=False se rechazan y conTest=True se aceptan.
5	Off	La aplicación representada por el LN no se encuentra en funcionamiento. Todos los servicios de comunicaciones funcionan (todo se envía con quality.validity=invalid menos Mod, Beh y Health que se envían con q.validity=good). No se activarán salidas a proceso. Se rechazarán todos los mandos enviados a proceso. Solo el Mod aceptará mandos con Test=False. Ajustes y atributos configurables pueden ser modificados.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El equipo, bien por LD o LN, soporta los cinco modos.

El equipo tiene implementada la la jerarquía de gestión de LDs (dato *GrRef* del LLN0). El formato del valor del *GrRef.setSrcRef* en el SCL es: "@<*LDinst*>" o "<*IEDname*><*LDinst*>" y en el modelo de datos online es: "<*IEDname*><*LDinst*>" o "<*LDname*>".

El LD "root" por defecto es el **SYS** y por lo tanto el resto de LDs contendrán un dato *GrRef* en su LLN0 con el valor "**@SYS**" y de sólo lectura, de tal manera que todos los LDs heredarán el estado del LD **SYS**. Es configurable.

El IED dispondrá de las siguientes facilidades relacionadas con la funcionalidad de test:

- Toda la información proporcionada por el equipo llevará indicación de calidad test (q.test=true) y las siguientes entradas se deben considerar como válidas por el equipo:
  - Datos recibidos a través de GOOSE/SV con *q*.test = true.
  - Comandos recibidos con atributo Test a TRUE.
- Señales multicast usadas para simulación (GOOSE/SV):
  - Suscripción: El dato *Sim* del nodo LPHD1 es de tipo SPC y por lo tanto comandable. Está presente únicamente en el nodo LPHD1 del LD **SYS** y es el que marcará el comportamiento de la simulación de GOOSE/SV para el IED completo. Cuando el IED está recibiendo el mismo GOOSE/SV real (bit Simulation = FALSE) y simulado (bit Simulation = TRUE), el IED hará caso a uno u otro en función del estado del *SYS/LPHD1.Sim.stVal.*
    - Al GOOSE/SV real si SYS/LPHD1.Sim.stVal = FALSE.
    - Al GOOSE/SV simulado si SYS/LPHD1.Sim.stVal = TRUE. En este caso el dato SimSt (SPS) de los nodos SYS/LGOS y SYS/LSVS que estén monitorizando estos GOOSE/SV se pondrán a TRUE, indicando que se están recibiendo y procesando GOOSEs/SV simulados.
  - Publicación: El IED dispondrá de un ajuste para los GOOSEs (***LPHD1.GoTxSim***) y otro para las SV (***LPHD1.SVTxSim***) que permitirá enviar GOOSEs/SVs normales o simulados. Por lo tanto, en función de dichos ajustes, el IED enviará el conjunto de GOOSEs/SV con el bit Simulated a TRUE o FALSE.

La herramienta de configuración permitirá, además, configurar el Beh de cualquier LN de forma manual, de tal manera que el usuario pueda definirlo en función de lo que necesite.

- Un Beh de usuario podrá tomar valores On, Off y Blocked en función de las señales de activación y bloqueo definidas por el usuario.

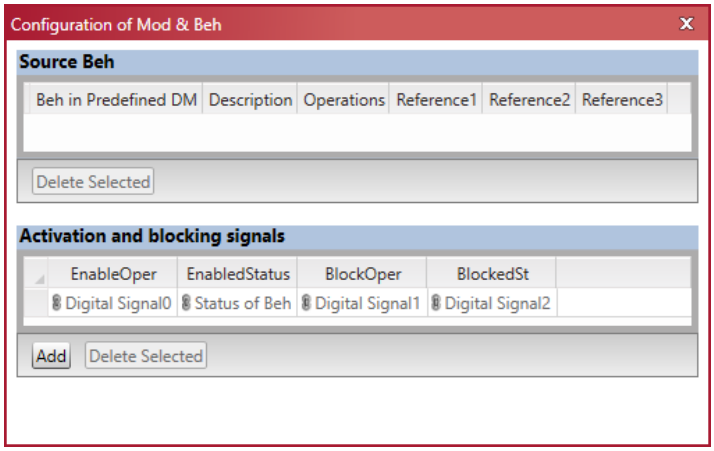


Figura D.10 Configuración del Beh a partir de señales.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Un Beh de usuario podrá tomar valores en función de la combinación del Beh de LNs seleccionados.

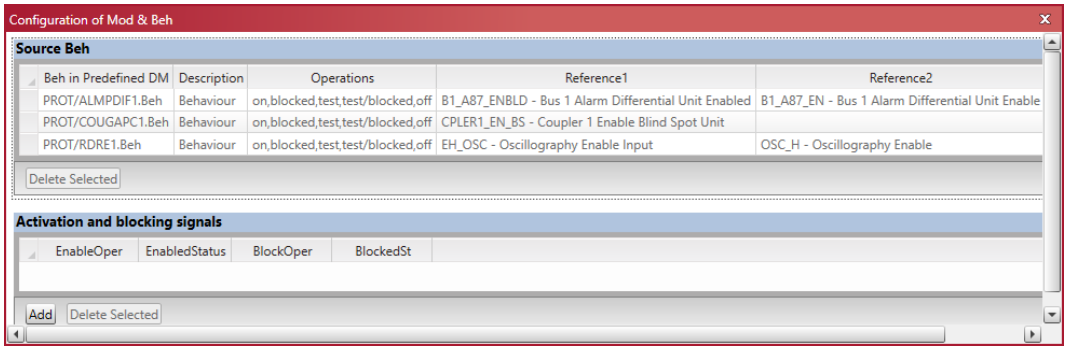


Figura D.11 Configuración del Beh como combinación Beh de LNs.

E.9 Data Set

El equipo soporta un máximo de 35 Data Sets, cada uno conteniendo un máximo de 500 FCDAs.

Los FC permitidos en un Data Set asignado a un RCB son los siguientes: ST, MX, SP, CF, DC, SG, SR, OR, BL y EX.

Los FC permitidos en un Data Set asignado a un GCB son los siguientes: ST, MX y SP.

Los DataSets se podrán ubicar dentro del LD y LN seleccionados.

Figura D.12 Configuración de DataSets.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.10 Envío de mensajes GOOSE

Servicio definido en el estándar que permite una comunicación horizontal, rápida y segura entre IEDs. Se trata de mensajes *multicast* y, por lo tanto, el emisor dejará en la red la información y cualquier equipo conectado a ella la recibirá. Cuenta con un algoritmo de repetición de mensajes, de tal manera que nuevos equipos conectados a la red puedan recibir la información y, de esa forma, los IEDs receptores puedan detectar fallos de comunicaciones o del propio emisor y obrar en consecuencia.

El tipo de Performance Class (de acuerdo a IEC 61850-5 y IEC 61850-10) es P2/P3 performance class. Los equipos de esta familia cuentan con 10 GCBs, por lo que se pueden configurar para enviar hasta un máximo de 10 mensajes GOOSE diferentes. Cada GCB cuenta con los siguientes parámetros configurables:

- MAC: dirección MAC virtual de envío del GOOSE.
- VLAN ID: identificador VLAN.
- AppID: identificador de la aplicación. Parámetro utilizado para diferenciar un mensaje GOOSE de otro.
- Prioridad VLAN: identificador de la prioridad del mensaje.
- MinTime: tiempo mínimo de repetición del mensaje GOOSE.
- MaxTime: tiempo máximo de detección de fallo por parte del receptor (MaxTAL). El tiempo máximo de repetición del GOOSE será MaxTime/2.
- GoID: string con un tamaño máximo de 65 octetos que identifica el mensaje GOOSE.
- GoRef: string con un tamaño máximo de 65 octetos que identifica el nombre del GCB.
- Data Set: conjunto de datos a enviar en el mensaje GOOSE.
- Descripción: identificador editable por el usuario para proporcionar información extra.

La versión de configuración (ConfRev) es calculada automáticamente por la herramienta de configuración y actualizada al generar el fichero CID.

El equipo es capaz de enviar por GOOSE tanto *Data Attributes* como *Data Objects* (cualquier FCD con un único FC ST/MX) y el mismo Data Set puede ser asignado a un GCB y a un RCB. El equipo puede enviar tanto señales digitales simples (SPS) como dobles (DPS), datos enteros (INT) o medidas analógicas (FLOAT). Cuando se asigna una medida a un Data Set que posteriormente será asignado a un GCB hay que tener en cuenta que, si el *deadband* asociado a dicha medida es configurado con valor 0, dicha medida no será evaluada, nunca generará cambio y, por lo tanto, no provocará un *trigger* del GOOSE por cambio de su valor. Si, por el contrario, se selecciona una medida instantánea en el Data Set asociado a un mensaje GOOSE, con cada cambio de la medida se generará un envío del GOOSE.

Para llevar a cabo su configuración será necesario en primer lugar generar un Data Set con los datos que se deseen enviar en el mensaje GOOSE. Por regla general se envían parejas de atributos (dato, q) pero el equipo permite trabajar con cualquier tipo de Data Set. Posteriormente, se asignará dicho Data Set al GCB deseado, cualquiera de los 10 existentes en el modelo del equipo.

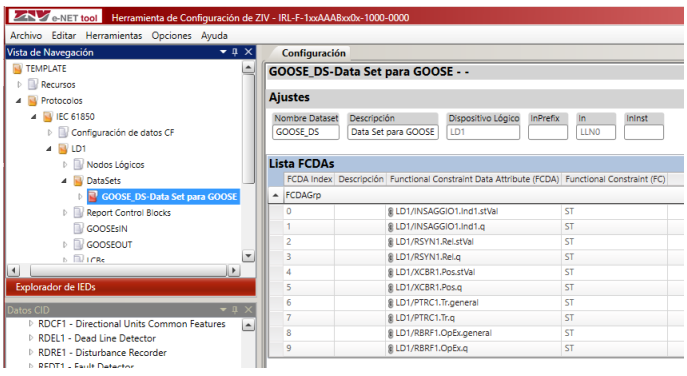


Figura D.13 Configuración de Data Set para GOOSE.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

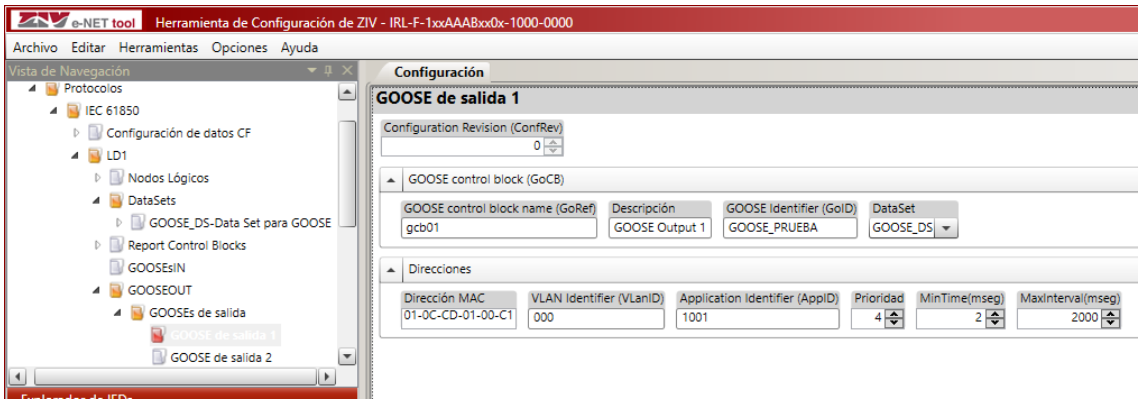


Figura D.14 Configuración del GCB1 con el Data Set previamente generado.

De esta manera, al enviar el CID generado con la herramienta al equipo, cuando este arranque comenzará a enviar un mensaje GOOSE con los datos configurados en el Data Set.

Los GCB se pueden dar de alta dentro de cualquier LD.

Figura D.15 Configuración de GCBs en diferentes LDs.

Si el Data Set asignado al GCB es tan grande que el equipo no es capaz de procesarlo y enviarlo, el relé arrancará todos los servicios de manera normal, pero no enviará el mensaje GOOSE, ya que lo habrá inhabilitado, habiendo también puesto a TRUE atributo NdsCom del GCB. El tamaño máximo soportado es de 1265 bytes, esto es, alrededor de 421 DAs de tipo estado. En el *System Log* aparacerá un mensaje indicando tal condición:

ERR - [IEC61850ED1] Goose encoding error, setting GCB invalid (GoEna=False, NdsCom=True)

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.11 Suscripción a datos de un mensaje GOOSE

La suscripción a datos de un mensaje GOOSE se lleva a cabo mediante ExtRef, que podrán estar ubicadas dentro de cualquier LD y LN del equipo.

Se pueden llevar a cabo la suscripción a un total de 400 elementos, empleando para ello las *ExtRef*. Cada elemento suscrito (valor y/o quality) ocupará una *ExtRef* independiente.

El equipo puede recibir GOOSEs conteniendo tanto datos (FCD) como atributos (FCDA), pero la suscripción ha de realizarse únicamente a atributos finales de tipo *boolean*, *DbPos*, *int*, *float*, y *quality*. Por ejemplo, si en el GOOSE viaja un dato SPS, el equipo deberá suscribirse al atributo *stVal* y al atributo *q*, empleando para ello dos *ExtRef*.

La suscripción, por lo tanto, tal y como se ha comentado anteriormente, se lleva a cabo a través de cualquier LN presente en el equipo y se mapearán a datos internos donde se almacenará la información recibida mediante el servicio GOOSE. Por ello a la hora de configurar una suscripción será necesario en primera instancia dar de alta los recursos de usuario necesarios (señales digitales y/o analógicas) que será donde se almacenen los datos recibidos en el mensaje GOOSE. La suscripción se hará siempre *Data Attribute* a *Data Attribute* independientemente que el equipo emisor envíe *Data Attributes* o *Data Objects*. A la hora de hacer el mapeo se permite almacenar el dato suscrito directamente o su negado, en caso de señales digitales, o dejando el mismo *multiplier* o aplicando un *multiplier* diferente en el caso de medidas.

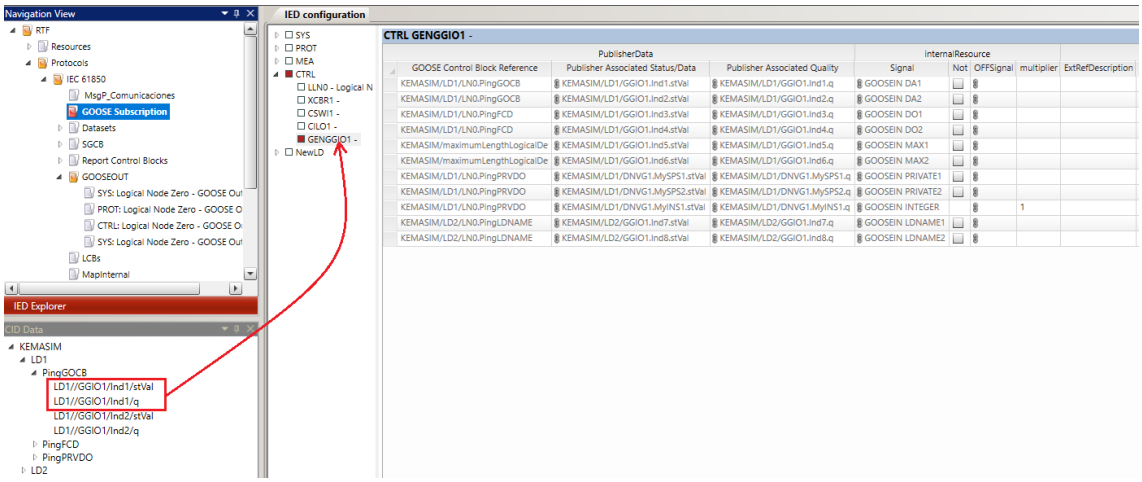


Figura D.16 Suscripción a GOOSEs dentro del CTRL/GENGGIO1.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

La herramienta también permite dar de alta suscripciones no completas, de tal manera que se dé de alta la ExtRef con el recurso interno configurado, dejando todo preparado para que la SCT complete el resto de la información (later binding). Para ello, simplemente habrá que arrastrar el recurso interno donde se almacenará el valor suscrito sobre el LN donde se quiere añadir la ExtRef. La herramienta no permitirá generar un CID, ya que la configuración no está completa y el IED lo rechazaría, pero sí un IID para que la SCT termine de completar la configuración. Dado que la suscripción está pendiente de la información relativa al publicador, el LN correspondiente quedará marcado en gris en lugar de en granate.

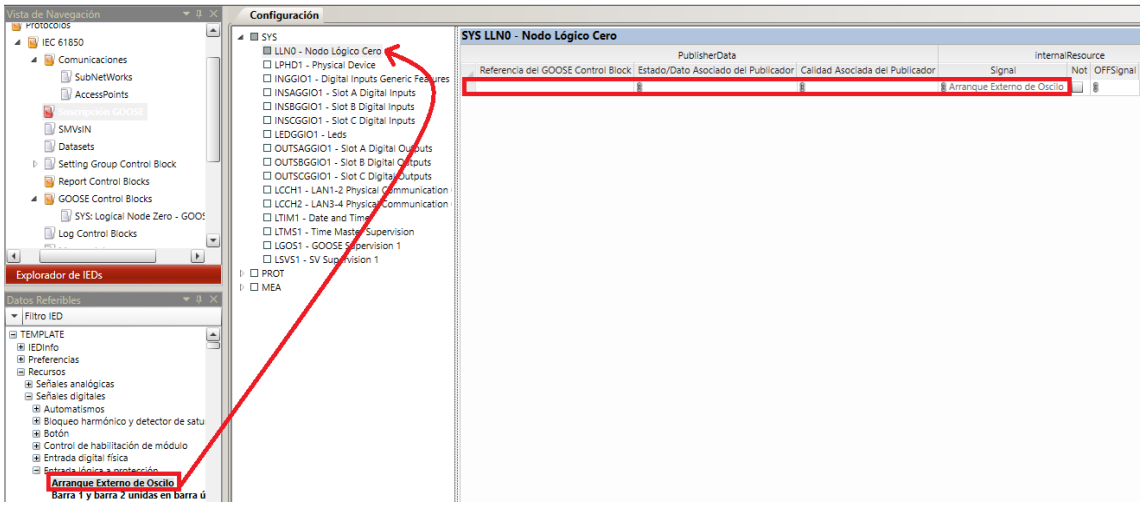


Figura D.17 Suscripción a GOOSEs usando later binding.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El Mod del equipo (LD SYS.LLN0.Mod) definirá el modo en que el equipo procesará el valor de la suscripción.

Dato de entrada del GOOSE	on	blocked	test	test-blocked	off
valor=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=false	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=false	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=false	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Processed as valid** *valor*=X *validity*=good *detailQual*=0 *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as questionable** *valor*=X *validity*=quest *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=false	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
valor=X *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Processed as invalid** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=Y *test*=true	**Not Processed** *valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false
Se deja de recibir el GOOSE	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=false	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=false	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=true	*valor*=último valor válido *validity*=quest *detailQual*=OD(*) *test*=true	*valor*=último valor válido *validity*=invalid *detailQual*=0 *test*=false

Donde:

(*) OD = OldData.
“Processed as valid” significa que la aplicación deberá reaccionar acorde a la quality y funcionalidad del LN.
“**Processed as invalid**” significa que la aplicación deberá reaccionar como si la quality del dato fuera invalid o si la Fuente hubiera fallado.
“**Processed as questionable**” significa que la aplición decidirá cómo considerer el valor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.12 Report Control Blocks (RCBs)

Método utilizado en el estándar para una comunicación efectiva vertical entre el IED (servidor) y los clientes (unidades centrales, *gateways*, SCADAs, etc.). Los equipos de esta familia cuentan con hasta 20 RCBs indexados. El usuario podrá indicar el número de RCBs indexados máximos por cada RCB añadido y por cada RCB se definirá:

- Configuration revision.
- RCB:
  - Buffer time. El tamaño del buffer es de 30 kbytes.
  - Report Name.
  - Description.
  - Data Set asociado al RCB.
  - Report Identifier (rptID).
  - Integrity Period. Tiempo mínimo ajustable de 500ms.
- Trigger Options:
  - Data Change (Dchg).
  - Quality Change (Qchg).
  - Data Update (Dupd): configurable pero no soportado por el equipo.
  - Integrity.
  - General Interrogation.
- Optional fields: Sequence number, TimeStamp, ReasonCode, dataSet, Reference to Dataset, Entry ID, Configuration Reference y BufferOverflow.
- Client Reservation:
  - Max: número de indexaciones.
  - ClientAP y ClientLN por cada RCB que se vaya a indexar para hacer la reserva.

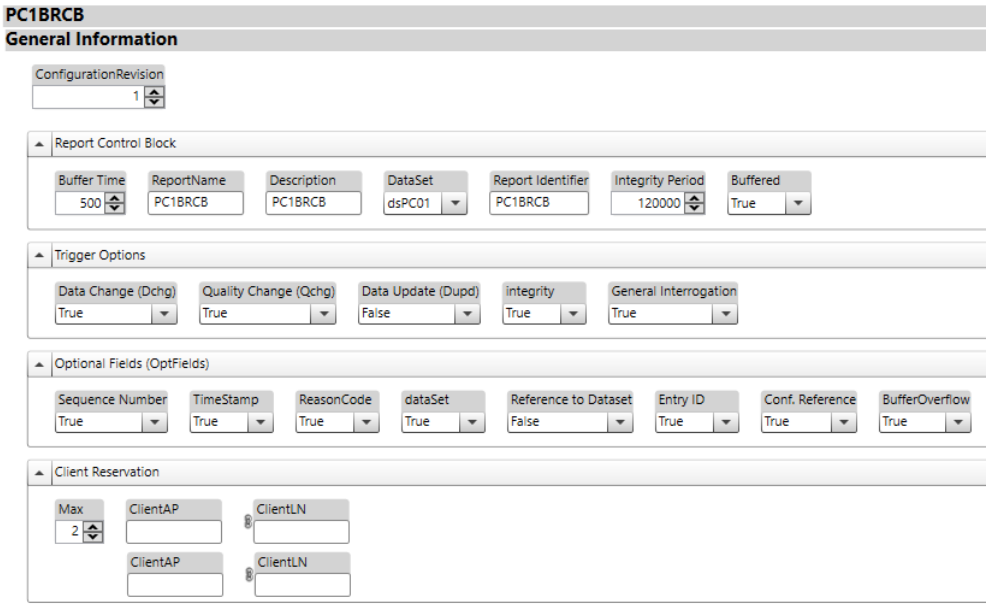


Figura D.18 Configuración de un RCB.

En el momento en que un cliente habilita un RCB tras haberse conectado y asociado al equipo, dicho RCB deja de estar disponible para otros clientes. A pesar de que todos los parámetros de configuración están disponibles en la herramienta, el cliente (una vez conectado y antes de habilitar el RCB) podrá modificarlos de acuerdo con sus necesidades, a excepción del Data Set y ***Configuration Revision*** (tampoco son modificables en ***SqNum***, ***GI*** y ***TimeofEntry***).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El equipo soporta las siguientes ***Trigger Options***, además de ***General Interrogation***:

- ***Integrity***: el equipo enviará un *Report* con toda la información del Data Set de forma periódica, según lo configurado en el ajuste ***Integrity Period***.
- ***Data Change***: el equipo enviará un *Report* cuando se detecte un cambio en el valor de algún elemento del Data Set y se enviará solo dicha información cambiante.
- ***Quality Change***: el equipo enviará un *Report* cuando se detecte un cambio en la calidad de algún elemento del Data Set y se enviará solo dicha información cambiante.

Los equipos de esta familia permiten pre-reservar RCBs a clientes específicos de tal manera que dichos RCBs podrán ser configurados y habilitados solo por los clientes definidos por configuración en el CID. Para llevar a cabo dicha configuración, será necesario contar con un ICD/IID/CID/SCD del cliente. Pinchando con el botón derecho del ratón sobre ***Report Control Blocks*** aparece el submenú ***Abrir fichero SCL***. Al seleccionarlo, el programa pide que se elija el SCL del cliente que se conectará al IED, fichero del cual extraerá la información necesaria para la reserva (LN y AccessPoint del IED correspondiente). Tras seleccionar el SCL, en la ventana de ***Herrramientas***, estando seleccionada la pestaña ***Datos CID***, aparecerán los datos contenidos en el fichero y se utilizarán para configurar los campos ***ClientLN*** y ***ClientAP*** del RCB deseado.

Es necesario que el SCD del cliente tenga los *Clientservices* de *bufReport* y/o *unbufReport* habilitados (***true***) dentro de la sección *Services* para que la herramienta permita la pre-reserva de los RCBs *buffereados* y/o *no buffereados*.

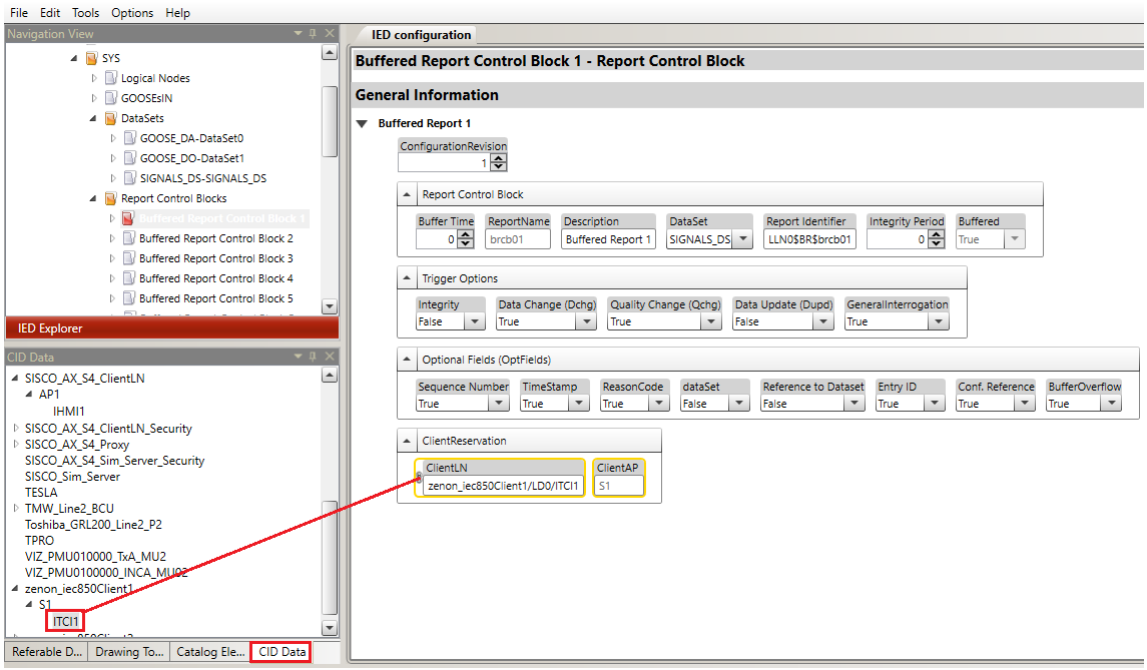


Figura D.19 Configuración de la reserva de un RCB.

En el hipotético caso en que el ***ClientLN*** haya sido configurado sin ***ClientAP*** y el IED cliente tenga varios *AccessPoints* con el mismo servidor (*ServerAt*), es decir, cuando la herramienta no pueda determinar unívocamente el *AccessPoint* al que pertenece el LN del cliente, se rechazará la pre-asignación (se obviará el *ClientLN* mal configurado) y se informará del error con una notificación. En el momento de configurar una reserva de RCBs, se dará de alta automáticamente dentro del CID la información del cliente en el apartado de ***Communication e IED***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.13 Configuración de medidas (datos CF)

Cuando el ajuste para el cálculo automático de rangos de medida se encuentra habilitado (dato AutoRanMag ubicado en el nodo lógico LPHD), el equipo llevará a cabo el cálculo automático de los 6 elementos del *rangeC* de las medidas. En este caso, dichos elementos serán de tipo *read only*. El cálculo automático será el siguiente:

- max: se calculará en función de la medida, su nominal y sus relaciones de transformación correspondientes
- hhLim = min + ((max-min) * 80 / 100)
- hLim = min + ((max-min) * 60 / 100)
- lLim = min + ((max-min) * 40 / 100)
- llLim = min + ((max-min) * 20 / 100)
- min: se calculará en función de la medida, su nominal y sus relaciones de transformación correspondientes

Cuando el ajuste se encuentre inhabilitado, el usuario podrá configurar dichos elementos del *rangeC* como estime oportuno, tanto desde la herramienta de configuración como por MMS, aunque se llevarán a cabo las siguientes comprobaciones:

- rangeC.max > rangeC.min
- max>=hhLim>=hLim>=lLim>=llLim>=min

Cualquier cambio en los valores del *rangeC* será actualizado en el fichero CID.

Por otro lado, cada medida cuenta con su *deadband* (atributo ***db***). El *deadband* representa el porcentaje de diferencia entre los valores máximo y mínimo de una medida en 1 por mil (0,001%). Dicho ajuste está presente en el modelo de datos porque las medidas están formadas por dos datos: el "**instMag/instCVal**" que representa el valor instantáneo y continuo de la medida y el "**mag/cVal**". Este dato "**mag/cVal**" se actualiza cuando el valor de la medida instantánea varía un valor determinado, el definido en el ajuste ***db*** y este dato "**mag/cVal**" es el que está sujeto a la función de evaluación de los Reports y LOGS (*data change*), es decir, el que se envía por comunicaciones en Reports y se almacenará en los ficheros LOG.

En cuanto a los mensajes GOOSE se refiere, tanto el dato instantáneo como el sujeto a *deadband* generan cambio y, con ello, el *trigger* de cambio del mensaje GOOSE, por lo que se recomienda no seleccionar datos instantáneos en los Data Set asociados a mensajes GOOSE. A continuación, se muestra una gráfica donde se ve la relación entre el dato instantáneo y el sujeto a deadband.

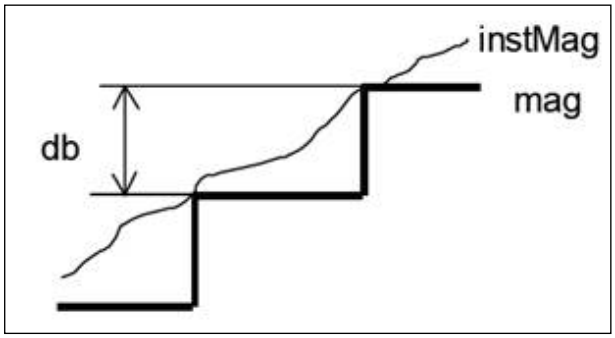


Figura D.20 Relación entre medida instantánea y sujeta a *deadband*.

Aquellas medidas que contienen elementos con Common Data Class: WYE, DEL o SEQ están formadas por una colección de medidas simultáneas que conforman el sistema trifásico que representan los valores de fase y sus respectivos time stamps están contenidos en un único atributo "t". Además, tal y como se incida en el estándar (IEC61850-7-3): *La actualización de un componente debido al cálculo del deadband tiene como resultado la actualización de todo el resto de componentes así como el reinicio del cálculo del deadband de todos los componentes*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

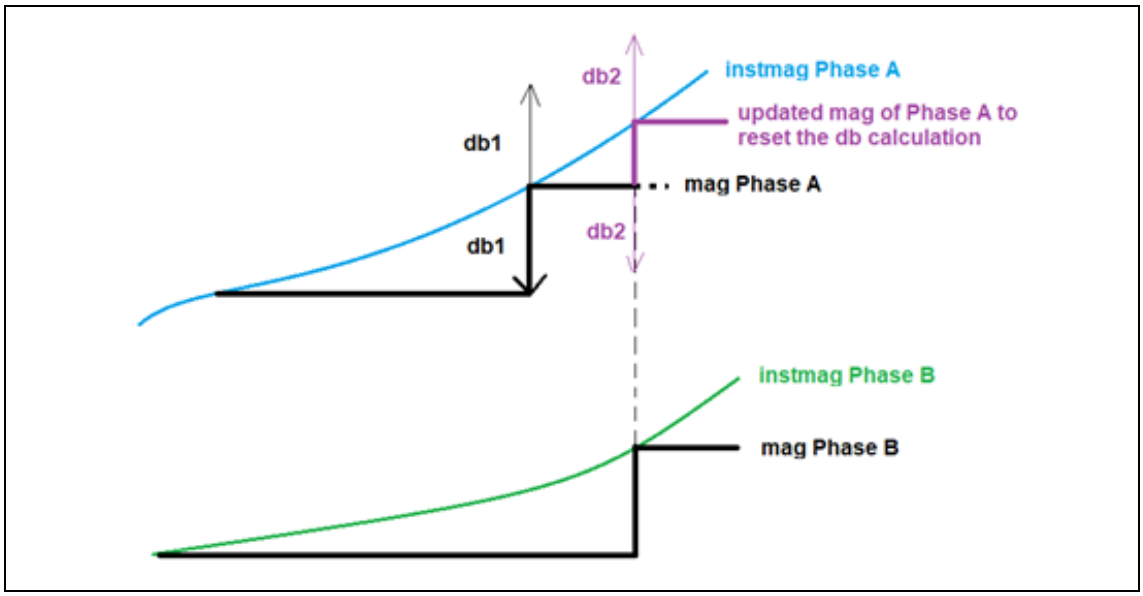


Figura D.21 Actualización del Deadband en medidas simultáneas.

Por lo tanto, en estos casos, siempre que se quiera probar una fase, se recomienda fijar el db y el zerodb del resto de las fases a su máximo valor posible. Visto de otro modo, cuando se inyecte y, por lo tanto, se modifique el valor de las fases, el t y mag de todas ellas se actualizará con el db más bajo de entre ellas y la referencia de todas ellas será, también, actualizada. Este hecho conllevaría una prueba extra: comprobar que, cuando cambia una medida por su db, el resto también se actualiza. En este caso, cada medida se ajustará con un db y zerodb diferentes.

Del mismo modo, el cambio en el valor del ángulo actualizará también todo el grupo completo de medidas. Por ello, el dbAng también tendrá que tenerse en cuenta.

A modo de ejemplo se ve a continuación la influencia del dato ***db*** en la generación de cambios en la medida a reportar.

Valores ajustados del rangeC max=30326402.0 y min=-30326402.
max-min= 60652804 W

db = 1000
1% del max-min => 606,5 kW
Cuando la medida varía 606,5 kW se detecta el cambio y se envía el report. En la gráfica anterior los escalones serían de 606,5 kW.

db=10
0,01% del max-min => 6,065 kW
Cuando la medida varía 6,065 se detecta el cambio y se envía el report. En la gráfica anterior los escalones serían de 6,065 KW.

db=1
0,001% del max-min => 606,5 W
Cuando la medida varía 606,5 se detecta el cambio y se envía el report. En la gráfica anterior los escalones serían de 606,5 W.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.14 Mandos

El equipo soporta mandos SBO y directos, con o sin seguridad mejorada en función del valor que tome el ajuste ***ctlModel***, presente en cada uno de los datos comandables del equipo:

- ***ctlModel*** = 0: dato no comandable.
- ***ctlModel*** = 1: mando directo con seguridad normal que podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente atributo *Oper*.
- ***ctlModel*** = 2: mando SBO con seguridad normal. Para poder ejecutarlo será necesario, en primera instancia, seleccionar el dato leyendo el atributo *SBO*. El IED devolverá el *path* del dato seleccionado como indicativo de una correcta operación y "null" en caso de error. Una vez seleccionado el dato, podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente Oper antes de que transcurra el tiempo definido en el dato ***sboTimeout***, tiempo tras el cual el elemento deja de estar seleccionado.
- ***ctlModel*** = 3: mando directo con seguridad mejorada que podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente atributo *Oper*. El IED enviará notificación indicando cómo se ha ejecutado el mando: ejecución del mando rechazada, terminación fallida o terminación exitosa, indicando la causa del fallo en las dos primeras situaciones.
- ***ctlModel*** = 4: mando SBO con seguridad mejorada. Para poder ejecutarlo será necesario, en primera instancia, seleccionar el dato escribiendo el atributo *SBOw*. Una vez seleccionado, el dato podrá ejecutarse tras escribir el correspondiente Oper con los mismos parámetros de escritura del SBOw antes de que transcurra el tiempo definido en el dato ***sboTimeout***, tiempo tras el cual el elemento deja de estar seleccionado. El IED enviará notificación indicando cómo se ha ejecutado el mando: selección del mando rechazada, ejecución del mando rechazada, terminación fallida o terminación exitosa, indicando la causa del fallo en las tres primeras situaciones.

El equipo soporta el chequeo de bloqueos (*interlock-check*) para cualquier mando configurable de tal manera que, en función del valor de dicho atributo *Check* del mando, el equipo aplicará la información contenida en el CILO asociado al mando para bloquear o saltarse dicho bloqueo.

En el caso de los equipos con modelo de datos dinámico, el funcionamiento de la jerarquía de mandos se ha definido a nivel de elemento comandable (DO a DO de manera independiente) y siguiendo lo definido en la norma. Cada elemento comandable cuenta o puede contar con los DOs LocKey, Loc y LocSta a nivel de LN. En función de los estados de los mismos (más la herencia con el LD donde se encuentra situado el LN y los posibles LD padres) el elemento en cuestión calculará su estado correspondiente. Lógicamente a dicho cálculo, se le suma el estado del ajuste MltLev que permitirá trabajar con varios niveles de jerarquía o solo uno y el DO LocMntnc (Equipo en estado mantenimiento) que bloqueará todos los mandos menos los emitidos desde orCat 7 (maintenance).

Por lo tanto, en función del estado de dichos DOs se permiten o no los mandos desde los diferentes orígenes tal y como se puede ver en la siguiente tabla que describe la misma información que la tabla B.1 de la parte 7-4 de la norma.

En caso de que no existan dichos DOs desde el punto de vista del LN, el IED procederá a hacer uso del estado de las señales internas de Local/Panel-controlled/Remote que se usaban previamente, y de manera única, en modelos anteriores (ver capítulo Lógica Programable).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

IED		Señal de cada elemento comandable			Origen IEC 61850							
					1	2	3	4	5	6	7	8
MltLev	Control Mantenimiento	Local Control	Station Control	Remote Control	Bay-ctrl	Station-ctrl	Remote-ctrl	Auto-bay	Auto-station	Auto-remote	maintenance	process
0	0	0	0	0	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	0	0	0	1	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ
0	0	0	1	0	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	0	0	1	1	BLOQ	PERM	PERM	BLOQ	PERM	PERM	BLOQ	BLOQ
0	1	0	0	0	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
0	1	0	0	1	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
0	1	0	1	0	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
0	1	0	1	1	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
0	0	1	0	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	0	1	0	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	0	1	1	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	0	1	1	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	1	1	0	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	1	1	0	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	1	1	1	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
0	1	1	1	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	0	0	0	0	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	0	0	0	1	PERM	PERM	PERM	PERM	PERM	PERM	BLOQ	BLOQ
1	0	0	1	0	PERM	PERM	BLOQ	PERM	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	0	0	1	1	PERM	PERM	PERM	PERM	PERM	PERM	BLOQ	BLOQ
1	1	0	0	0	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
1	1	0	0	1	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
1	1	0	1	0	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
1	1	0	1	1	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ
1	0	1	0	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	0	1	0	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	0	1	1	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	0	1	1	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	1	1	0	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	1	1	0	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	1	1	1	0	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ
1	1	1	1	1	PERM	BLOQ	BLOQ	PERM	BLOQ	BLOQ	BLOQ	BLOQ

Con las siguientes excepciones a la tabla anterior:

- Si LockKey = True, no se aceptarán mandos por comunicaciones, independientemente del estado de las señales de entrada “Local Control”, “Station Control”, “Remote control”, “Maintenance Control” o del valor del MltLev. Los mandos recibidos por comunicaciones serán rechazados con AddCause=Blocked-by-switching-hierarchy.
- Todos los mandos internos con orCat “4” serán aceptados.
- Estando en orCat “1”, el equipo aceptará mandos por comunicaciones, pero solo si llegan desde origen 1.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

E.15 Sincronización SNTP

El equipo es capaz de sincronizarse través de la red de comunicaciones por protocolo SNTP (*Simple Network Time Protocol*), como indica IEC 61850. El cliente SNTP del equipo puede configurarse en modo *broadcast* o *unicast*: con uno o dos servidores:

- *Broadcast*: el equipo esperará la recepción de mensajes *broadcast* enviados por el reloj GPS para sincronizarse.
- *Unicast*: el equipo enviará una petición de fecha y hora al reloj GPS y se sincronizará con el mensaje de recepción.

Los ajustes están detallados en el apartado 1.5, Descripción Física.

E.15.1 Cálculo del estado de sincronismo SNTP

El módulo SNTP recalcula su estado cada vez que cualquiera de los clientes (*unicast* o *broadcast*) calcula el suyo, cosa que ocurre cuando se produce un cambio en su estado (online/offline) debido a una temporización, al finalizar cada ciclo de interrogación con respuesta (estructura correcta) por parte de algún servidor (cliente *unicast*) o con cada mensaje *broadcast* recibido (cliente *broadcast*). El método de cálculo varía en función del valor del ajuste ***Cálculo de estado de sincronismo***:

- Si el ajuste ha sido configurado como ***Leap indicator***, el módulo SNTP toma como estado propio el estado más recientemente calculado por cualquiera de los clientes *unicast* y *broadcast*.
- Si el ajuste ha sido configurado como ***Temporización***, el módulo SNTP toma como estado propio un estado combinado de ambos clientes *unicast* y *broadcast*, siguiendo dos posibles algoritmos:
  - Si el ajuste ***Temporización de error broadcast*** tiene valor 0, el estado del módulo SNTP depende únicamente del estado del cliente *unicast*, salvo cuando el cliente *broadcast* pasa de offline a online, momento en que el módulo SNTP toma el estado online hasta un nuevo recálculo de estado del cliente *unicast*.
  - Si el ajuste ***Temporización de error broadcast*** tiene valor distinto de 0, el estado del módulo SNTP es una combinación de los estados de los clientes *unicast* y *broadcast*. En este modo el estado del módulo SNTP será:
    Sincronizado si alguno de los clientes está en estado sincronizado.
    No sincronizado si ningún cliente está sincronizado y hay algún cliente no sincronizado.
    No calculado si todos los clientes están en estado no calculado.

E.15.1.a Cliente *unicast*

Un cliente *unicast* inhabilitado no realiza peticiones de sincronización a los servidores. Por lo tanto, cuando el IED tenga el cliente habilitado comenzará a interrogar a aquellos servidores cuya dirección IP configurada sea diferente a la 0.0.0.0, que es el identificador de servidor a ignorar.

Los ajustes ***Período de sincronización*** y ***Período entre reintentos*** definen el período de petición de hora a los servidores cuando el cliente está respectivamente en estado sincronizado o no sincronizado. El ajuste ***Número de reintentos*** define el máximo número de reintentos sobre un servidor si no se recibe una respuesta válida. Un valor 0 indica que no se harán reintentos, es decir, se hará un intento único de conexión. El ajuste ***Tiempo entre reintentos SNTP*** sirve para indicar el máximo tiempo de espera entre dichos reintentos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En función de estos ajustes, el equipo enviará los mensajes oportunos y esperará la contestación por parte del servidor SNTP. Si el ajuste ***Ignorar leap indicator*** está en **NO**, el mensaje recibido será procesado en términos de campo *leap indicator* (menor a 3), campo *stratum* (entre 0 y 16) y diferencia de hora entre servidor y cliente (menor al ajuste ***Máxima direrencia de tiempos en sincronización*** salvo que el ajuste valga 0), de tal manera que dichos valores recibidos deben estar dentro de los rangos para aceptar la sincronización, pero cuando el ajuste ***Ignorar leap indicator*** está en **SÍ**, el mensaje será directamente aceptado. Si el mensaje no es aceptado, el IED interrogará al segundo servidor. El equipo, de esta manera, interrogará consecutivamente a los servidores hasta obtener una respuesta válida de uno de ellos. Si, tras recorrer todos los servidores, no se consigue una respuesta correcta, el estado mostrado será **no sincronizado**. El equipo escuchará aquellos mensajes NTP dirigidos a su propia dirección IP.

Si el cálculo de estado de sincronismo está ajustado a temporización, el ajuste ***Temporización de validez Unicast*** especifica el tiempo que debe transcurrir, desde el primer mensaje válido recibido sin la recepción de mensajes de error o la aparición de timeouts, para que el cliente pase a Estado sincronizado. Cuando el ajuste toma valor 0, el tiempo de espera es de 0 segundos, por lo que cliente unicast pasará a Estado sincronizado con el primer mensaje correcto recibido.

El ajuste ***Temporización de error Unicast*** permite seleccionar el tiempo que debe transcurrir, desde el último mensaje válido recibido, para que el cliente unicast pase a Estado no sincronizado. La temporización también se inicia en el instante en que el cliente alcanza el Estado sincronizado, ya que podría permanecer en este estado sin recibir ningún mensaje válido.

E.15.1.b Cliente *broadcast*

El cliente *broadcast* se limita a esperar la recepción de mensajes *broadcast* de sincronización NTP, ajustar la hora conforme a los mismos, y calcular el estado de sincronismo en cada momento. Cuando se encuentra inhabilitado, el IED ignorará los mensajes de sincronización recibidos. El estado sincronizado se producirá en el instante en que se reciba un mensaje correcto habiendo cumplido el tiempo ajustado en ***Temporización de validez Broadcast*** desde el primer mensaje correcto recibido, pasando a no sincronizado cuando no se reciban mensajes válidos en el tiempo configurado en ***Temporización de error Broadcast***. El cliente *broadcast* se encontrará permanentemente a la espera de recibir mensajes de sincronización *broadcast* NTP, escuchando aquellos mensajes recibidos con dirección IP destino 255.255.255.255 o dirección *broadcast* correspondiente a la sub-red a la que pertenece. Se considera correcta también la escucha de mensajes dirigidos a su dirección IP en particular.

El ajuste ***Forzar unicast*** establece si debe lanzarse un nuevo refresco *unicast* en el momento de recibir un mensaje *broadcast*. El cliente *unicast*, al recibir la petición de sincronización, cancelará el refresco en curso si procede e iniciará inmediatamente un nuevo proceso de refresco con los servidores.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Protocol Implementation Conformance Statement for the IEC 61850 interface in IRF/IDF/ZLF/DLF/RTF from ZIV Aplicaciones y Tecnología

Version 0.0, Date 15/05/2021

based upon UCAIug PICS Template version 3.0

UCA International Users Group
Testing Sub Committee

Date: January 19, 2021

1. General

The following ACSI conformance statements are used to provide an overview and details about IRF/IDF/ZLF/DLF/RTF, with firmware version 0.10.0:

- ACSI basic conformance statement,
- ACSI models conformance statement,
- ACSI service conformance statement

The statements specify the communication features mapped to IEC 61850-8-1 and IEC 61850-9-2.

2. ACSI basic conformance statement

The basic conformance statement is defined in Table A.1.

Table A.1 – Basic conformance statement

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments	Client	Server
Client-Server roles						
B11	**Server** side (of TWO-PARTY-APPLICATION-ASSOCIATION)	N/A	Yes			C1
B12	**Client** side (of TWO-PARTY-APPLICATION-ASSOCIATION)	No	N/A		M	
SCSMs supported						
B21	**SCSM**: IEC 61850-8-1 used	No	Yes			
B22	**SCSM:** IEC 61850-9-1 used	N/A	N/A	Deprecated Ed2		
B23	**SCSM**: IEC 61850-9-2 used	No	No			
B24	**SCSM**: other					
Generic substation event model (GSE)						
B31	**Publisher** side	N/A	Yes			O
B32	**Subscriber** side	Yes	N/A		O	
Transmission of sampled value model (SVC)						
B41	**Publisher** side	N/A	No			O
B42	**Subscriber** side	No	N/A		O	
N/A = not applicable Yes = supported No or empty = not supported					M-Mandatory O-Optional	

3. ACSI models conformance statement

The ACSI models conformance statement is defined in Table A.2.

Table A.2 – ACSI models conformance statement

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments	Client	Server
If **Server** side (B11) and/or **Client** side (B12) supported						
M1	**Logical device**	No	Yes		c2	c2
M2	**Logical node**	No	Yes		c3	c3
M3	**Data**	No	Yes		c4	c4
M4	**Data set**	No	Yes		c5	c5
M5	**Substitution**	No	Yes		O	O
M6	**Setting group control**	No	Yes		O	O
	Reporting					
M7	**Buffered report control**	No	Yes		O	O
M7-1	sequence-number	No	Yes			
M7-2	report-time-stamp	No	Yes			
M7-3	reason-for-inclusion	No	Yes			
M7-4	data-set-name	No	Yes			
M7-5	data-reference	No	Yes			
M7-6	buffer-overflow	No	Yes			
M7-7	entryID	No	Yes			
M7-8	BufTm	No	Yes			
M7-9	IntgPd	No	Yes			
M7-10	GI	No	Yes			
M7-11	conf-revision	No	Yes			
M8	**Unbuffered report control**	No	Yes		O	O
M8-1	sequence-number	No	Yes			
M8-2	report-time-stamp	No	Yes			
M8-3	reason-for-inclusion	No	Yes			
M8-4	data-set-name	No	Yes			
M8-5	data-reference	No	Yes			
M8-6	BufTm	No	Yes			
M8-7	IntgPd	No	Yes			
M8-8	GI	No	Yes			
M8-9	conf-revision	No	Yes			
	Logging	No	N		O	O
M9	**Log control**	No	N		O	O
M9-1	IntgPd	No	N			
M10	**Log**	No	N		O	O
M11	**Control**	No	Yes		O	O
M17	**File Transfer**	No	Yes		O	O
M18	**Application association**	No	Yes		c3	c3
M19	**GOOSE Control Block**	No	Yes		O	O
M20	**Sampled Value Control Block**	No	N		O	O

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments	Client	Server
If **GSE** (B31/32) is supported						
M12	**GOOSE**	No	Yes		O	O
M13	**GSSE**			Deprecated Ed2	O	O
If **SVC** (B41/42) is supported						
M14	Multicast SVC	No	No		O	O
M15	Unicast SVC	No	No		O	O
For all IEDs						
M16	**Time**	No	Yes	Time source with required accuracy shall be available. Only Time Master are SNTP (Mode 4 response) time server. All other Client / Server devices require SNTP (Mode 3 request) clients	O	M
Yes = service is supported No or empty = service is not supported					c2 – shall be 'M' if support for logical-node model has been declared. c3 – shall be 'M' if support for data model has been declared. c4 – shall be 'M' if support for data-set, Substitution, Report, Log Control, or Time model has been declared. c5 – shall be 'M' if support for Report, GSE, or SV models has been declared. M – Mandatory O – Optional	

4. ACSI service conformance statement

The ACSI service conformance statement is defined in Table A.4 (depending on the statements in Table A.1 and in Table A.2).

Table A.3 – ACSI service Conformance statement

	Ed.	Services	AA: TP/MC	Client (C)	Server (S)	Comments	Client	Server
Server								
S1	1,2	GetServerDirectory (LOGICAL-DEVICE)	TP	No	Y		O	c12
							c12 - Mandatory if B11=Yes	
Application association								
S2-1	1,2	Associate_Request		No	Yes		M	O
S2-2		Associate_Response		No	Yes		O	M
S3-1	1,2	Abort_Request		No	Yes		c11	M
S3-2		Abort_Processing		No	Yes		M	M
S4-1		Release_Request		No	Yes		c11	O
S4-2	1,2	Release_Responde		No	Yes		M	M
		c11 – Either the Abort or the Release request shall be supported by the client. Additionaly, the client must understand the abort request delivered by the server.						
Logical device								
S5	1,2	GetLogicalDeviceDirectory	TP	No	Yes		O	c12
							c12 - Mandatory if B11=Yes	
Logical node								
S6	1,2	GetLogicalNodeDirectory	TP	No	Yes		O	c12
S7	1,2	GetAllDataValues	TP	No	Yes		O	M
							c12 - Mandatory if B11=Yes	
Data								
S8	1,2	GetDataValues	TP	No	Yes		O	M
S9	1,2	SetDataValues	TP	No	Yes		O	O
S10	1,2	GetDataDirectory	TP	No	Yes		O	M
S11	1,2	GetDataDefinition	TP	No	Yes		O	M
Data set								
S12	1,2	GetDataSetValues	TP	No	Yes		O	M
S13	1,2	SetDataSetValues	TP	No	No		O	O
S14	1,2	CreateDataSet	TP	No	No		O	O
S15	1,2	DeleteDataSet	TP	No	No		O	O
S16	1,2	GetDataSetDirectory	TP	No	Yes		O	M
Substitution								
S17	1	SetDataValues	TP	No	Yes		M	M
Setting group control								
S18	1,2	SelectActiveSG	TP	No	Yes		M	M
S19	1,2	SelectEditSG	TP	No	Yes		O	O
S20	1,2	SetEditSGValues	TP	No	Yes		O	O
S21	1,2	ConfirmEditSGValues	TP	No	Yes		O	O
S22	1,2	GetEditSGValues	TP	No	Yes		O	O
S23	1,2	GetSGCBValues	TP	No	Yes		O	M

	Ed.	Services	AA: TP/MC	Client (C)	Server (S)	Comments	Client	Server
Reporting								
Buffered report control block (BRCB)								
S24	1,2	Report	TP	No	Yes		c6	c6
S24-1	1,2	data-change (dchg)		No	Yes		-	M
S24-2	1,2	quality-change (qchg)		No	Yes		-	M
S24-3	1,2	data-update (dupd)		No	No		-	M
S25	1,2	GetBRCBValues	TP	No	Yes		c6	c6
S26	1,2	SetBRCBValues	TP	No	Yes		c6	c6
Unbuffered report control block (URCB)								
S27	1,2	Report	TP	No	Yes		c6	c6
S27-1	1,2	data-change (dchg)		No	Yes		-	M
S27-2	1,2	quality-change (qchg)		No	Yes		-	M
S27-3	1,2	data-update (dupd)		No	No		-	M
S28	1,2	GetURCBValues	TP	No	Yes		c6	c6
S29	1,2	SetURCBValues	TP	No	Yes		c6	c6

c6 – shall declare support for at least one (BRCB or URCB)

Logging								
Log control block								
S30	1,2	GetLCBValues	TP	No	No		M	M
S31	1,2	SetLCBValues	TP	No	No		O	M
Log								
S32	1,2	QueryLogByTime	TP	No	No		c7	M
S33	1,2	QueryLogAfter	TP	No	No		c7	M
S34	1,2	GetLogStatusValues	TP	No	No		M	M

c7 – shall declare support for at least one (QueryLogByTime or QueryLogAfter).

Generic substation event model (GSE)								
GOOSE								
S35	1,2	SendGOOSEMessage	MC	No	Yes		c8	c8
GOOSE-CONTROL-BLOCK								
S36	1,2	GetGoReference	TP	No	No		O	O
S37	1,2	GetGOOSEElementNumber	TP	No	No		O	O
S38	1,2	GetGoCBValues	TP	No	Yes		O	O
S39	1,2	SetGoCBValues	TP	No	Yes		O	O
GSSE								
S40	1	SendGSSEMessage	MC			Deprecated in Edition 2	c8	c8
GSSE-CONTROL-BLOCK								
S41	1	GetReference	TP			Deprecated in Edition 2	O	O
S42	1	GetGSSEElementNumber	TP			Deprecated in Edition 2	O	O
S43	1	GetGsCBValues	TP			Deprecated in Edition 2	O	O
S44	1	SetGsCBValues	TP			Deprecated in Edition 2	O	O

c8 – shall declare support for at least one (SendGOOSEMessage or SendGSSEMessage

	Ed.	Services	AA: TP/MC	Client (C)	Server (S)	Comments	Client	Server
Transmission of sampled value model (SVC)								
Multicast SV								
S45	1,2	SendMSVMessage	MC	No	No		c10	c10
Multicast Sampled Value Control Block								
S46	1,2	GetMSVCBValues	TP	No	No		O	O
S47	1,2	SetMSVCBValues	TP	No	No		O	O
Unicast SV								
S48	1,2	SendUSVMessage	TP	No	No		c10	c10
Unicast Sampled Value Control Block								
S49	1,2	GetUSVCBValues	TP	No	No		O	O
S50	1,2	SetUSVCBValues	TP	No	No		O	O

c10 – shall declare support for at least one (SendMSVMessage or SendUSVMessage).

Control								
S51	1,2	Select		No	Yes		M	O
S52	1,2	SelectWithValue	TP	No	Yes		M	O
S53	1,2	Cancel	TP	No	Yes		O	c13
S54	1,2	Operate	TP	No	Yes		M	M
S55	1,2	CommandTermination	TP	No	Yes		M	O
S56	1,2	TimeActivatedOperate	TP	No	No		O	O

c13 – shall declare support if either S51 (Select) or S52 (SelectWithValue) is Y.

File Transfer								
S57	1,2	GetFile	TP	No	Yes		M	M
S58	1,2	SetFile	TP	No	Yes		O	O
S59	1,2	DeleteFile	TP	No	No		O	O
S60	1,2	GetFileAttributeValues	TP	No	Yes		O	M
S61	1,2	GetServerDirectory (FILE-SYSTEM)	TP	No	Yes		M	M

Time								
T1	1,2	Time resolution of internal clock		xx	10 (1ms)	Nearest negative power of 2^{-n} in seconds (number 0 .. 24)		
T2	1,2	Time accuracy of internal clock		Tx	T1	TL (ms) (low accuracy), T3 < 7) T0 (ms) (<= 10 ms), 7 <= T3 < 10 T1 (µs) (<= 1 ms), 10 <= T3 < 13 T2 (µs) (<= 100 µS), 13 <= T3 < 15 T3 (µs) (<= 25 µS), 15 <= T3 < 18 T4 (µs) (<= 25 µS), 15 <= T3 < 18 T5 (µs) (<= 1 µS), T3 >= 20		
T3	1,2	Supported TimeStamp resolution	-	xx	10	Nearest value of 2^{-n} in seconds (number 0 .. 24)		
N/A = not applicable Yes = supported No or empty = not supported								

5. 61869-9 Communication Profile conformance statement

The A-Profile conformance statement shall be as defined in Table 912.

Table 912 – PICS for A-Profile support: 61869-9

	Ed.	Services	Client (C)	Server (S)	Comments	Conformance Classes			
						a	b	c	d
A0	2	Conformance class supported	No	No		a=only SV, b=+GOOSE, c=+MMS, d=+reports			
A1	2	Client/Server A-Profile	No	No		-	-	M	M
A2	2	GOOSE mgmt A-Profile	No	No		-	M	M	M
A3	2	GOOSE A-Profile	No	No		-	M	M	M
A4	2	TimeSync A-Profile	No	No		N1	N1	N1	N1
A5	2	Security for client/server A-Profile	No	No		-	-	-	-
A6	2	Security for GOOSE/GSE mgmt A-Profile	No	No		-	-	-	-
A7	2	SV A-Profile per IEC 61850-9-2:2011	No	No		M	M	M	M

The T-Profile conformance statement shall be as defined in Table 913.

Table 913 – PICS for T-Profile support: 61869-9

	Ed.	Services	Client (C)	Server (S)	Comments	Conformance Classes			
						a	b	c	d
T1	2	TCP/IP T-Profile per IEC 61850-8-1	No	No		-	-	M	M
T2	2	SV T-Profile per IEC 61850-9-2	No	No		M	M	M	M
T3	2	GOOSE T-Profile per IEC 61850-8-1	No	No		-	M	M	M
T4	2	GSSE T-Profile	No	No		-	-	-	-
T5	2	TimeSync T-Profile per IEC 61850-8-1	No	No		-	-	O	O

6. 61850-9-3 Clock Profile conformance statement

The capabilities and options supported by the PTP clock is shown in Table 22.

Table 22 – PICS for Clocks ~~A-Profile support~~: 61850-9-3

PICS proforma reference	Ed.	Capability	Client (C)	Server (S)	Comments	Value Range	Base	Condition	Example
CLOCK_TYPE_OC	2	clock is OC according to this base	Y	N		Y/N	M	c.1	Y
CLOCK_TYPE_TC	2	clock is TC according to this base	Y	N		Y/N	M	c.1	
CLOCK_TYPE_BC	2	clock is BC according to this base	N	N		Y/N	M	c.1	
NR_PORTS	2	number of clock ports (total)	2/4	N		Int>0	M	-	2
PORTS_STEP	2	1: all ports support 1-step on egress 2: all ports support 2-step on egress 3: all ports support both 1-step and 2	2	N		1.3	M	-	{1}
SLAVE_ONLY	2	all ports of the clock are slave-only	N	N		Y/N	M	c.2	
TIME_TRACEABLE	2	connectable to a time reference outside of PTP (e.g. GPS)	Y	N		Y/N	M	c.3	Y
FREQ_TRACEABLE	2	connectable to a frequency reference outside of PTP (e.g. GPS)	Y	N		Y/N	M	c.3	Y
DAC	2	doubly attached OC	Y	N		Y/N	O		Y
PORTS_PAIRED	2	paired clock ports for redundancy (e.g. {3-4})	{1-2},{3-4}	N		Port pair	O	c.4	Y
REDBOX_DATC	2	Redbox as Transparent Clock	N	N		Y/N	O	c.5	{0,1}
REDBOX_SLTC	2	Redbox as Stateless Transparent Clock	N	N		Y/N	O	c.5	
REDBOX_TWBC	2	Redbox as three-way Boundary Clock	N	N		Y/N	O	c.6	
REDBOX_DABC	2	Redbox as DAC BC	N	N		Y/N	O	c.6	
MIB_SNMP	2	supports MIB of IEC 62439-3 Annex E	N	N		Y/N	M	c.7	
MIB_61850	2	supports IEC 61859-90-4 Clock Objects	Y	N		Y/N	M	c.7	
MIB_OTHER	2	clock supports fixed values or a mechanism defined by the manufacturer. (If True, this list is appended to this PICS)	N	N		Y/N	M	c.7	Y, void list
ATOI	2	A master clock attaches the ALTERNATE_TIME_OFFSET_INDICATOR TLV as defined in IEC 61588 as set by its application. A slave clock makes this TLV information available to the application if it receives it. A BC forwards the ATOI TLV from the slave port to the master ports	N	N		Y/N	O	-	N
						c.1: at least one shall be supported (CLOCK_TYPE_OC and CLOCK_TYPE_TC may be both True) c.2: only if CLOCK_TYPE_OC = True c.3: only if SLAVE_ONLY = False c.4: shall be "m" (>1) if DAC = True c.5: support shall only be declared if CLOCK_TYPE_TC = True and DAC=True c.6: support shall only be declared if CLOCK_TYPE_BC = True and DAC=True c.7: at least one shall be supported			

Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) for the IEC 61850 Edition 2 server interface in IRF/IDF/ZLF/DLF/RTF from ZIV Aplicaciones y Tecnología

Version 0.0, Date: 15/05/2021

Based Upon UCAIug Server PIXIT Template version 20

UCA International Users Group
Testing Sub Committee

PIXIT template for Server Test Procedures
for Edition 1 and Edition 2
Revision 20

Date: July 02, 2020

PIXIT for server

Introduction

This document specifies the protocol implementation extra information for testing (PIXIT) of the IEC 61850 interface in IRF/IDF/ZLF/DLF/RTF with firmware version 0.10.0.

Together with the PICS and the MICS the PIXIT forms the basis for a conformance test according to IEC 61850-10. The PIXIT entries contain information, which is not available in the PICS, MICS, TICS documents or SCL file.

Each table specifies the PIXIT for applicable ACSI service model as structured in IEC 61850-10. The “Ed” column indicates if the entry is applicable for IEC 61850 Edition 1 and/or Edition 2. A hyphen (“-“) in the Ed column indicates the PIXIT entry is not applicable for any version.

PIXIT for Documentation

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Do1	2	How to expose required firmware versions not present in the datamodel	

PIXIT for Association model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
As1	1	Maximum number of clients that can set-up an association simultaneously	10
As2	1,2	TCP_KEEPALIVE value. The recommended range is 1..20s	Configurable 20 seconds by default
As3	1,2	Lost connection detection time	Configurable: number of retries and time between retries 40 seconds by default
As4	-	Authentication is not supported yet	
As5	1,2	What association parameters are necessary for successful association Called values: Calling values:	Transport selector N Session selector N Presentation selector N AP Title N AE Qualifier N other Transport selector N Session selector N Presentation selector N AP Title N AE Qualifier N other
As6	1,2	If association parameters are necessary for association, describe the correct values e.g.	Association parameters are not necessary for association

ID	Ed	Description	Value / Clarification
As7	1,2	What is the maximum and minimum MMS PDU size	Max MMS PDU size 65000 Min MMS PDU size Is determined by the size of the request.
As8	1,2	What is the maximum start up time after a power supply interrupt	50 seconds in normal situation (when no control configuration needs to be loaded)
As9	1,2	Does this device function only as test equipment? (test equipment need not have a non-volatile configuration; but it cannot be part of the substation automation system)	No. It has non-volatile configuration.

PIXIT for Server model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Sr1	1,2	Which analogue value (MX) quality bits are supported (can be set by server)	Validity: Y Good, Y Invalid, N Reserved, Y Questionable Detail Quality: Y Overflow Y OutofRange Y BadReference Y Oscillatory Y Failure Y OldData Y Inconsistent Y Inaccurate Miscellaneous: Y Source Y Test N OperatorBlocked If no user configuration is done, by default the measurements support: OutOfRange and OldData.

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Sr2	1,2	Which status value (ST) quality bits are supported (can be set by server)	Validity: Y Good, Y Invalid, N Reserved, Y Questionable Detail Quality Y BadReference Y Oscillatory Y Failure Y OldData Y Inconsistent Y Inaccurate Miscellaneous: Y Source Y Test N OperatorBlocked If no user configuration is done, by default the signals support: Oscillatory, Failure and OldData.
Sr3	-	What is the maximum number of data object references in one GetDataValues request	Deprecated
Sr4	-	What is the maximum number of data object references in one SetDataValues request	Deprecated
Sr5	1	Which Mode values are supported [1]	On Y [On-]Blocked Y Test Y Test/Blocked Y Off Y The supported Mode values are indicated by using different enumeration types for each case. Control LNs (CSWI, GAPC…) just support On and Test.

[1] IEC 61850-6:2009 clause 9.5.6 states that if only a subrange of the enumeration value set is supported, this shall be indicated within an ICD file by an enumeration type, where the unsupported values are missing

PIXIT for Data set model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ds1	1	What is the maximum number of data elements in one data set (compare ICD setting)	Fixed in ICD to 500
Ds2	1	How many persistent data sets can be created by one or more clients (this number includes predefined datasets)	0
Ds3	1	How many non-persistent data sets can be created by one or more clients	0

PIXIT for Substitution model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Sb1	1	Are substituted values stored in volatile memory	Yes

PIXIT for Setting group control model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Sg1	1	What is the number of supported setting groups for each logical device	8
Sg2	1,2	What is the effect of when and how the non-volatile storage is updated (compare IEC 61850-8-1 $16.2.4)	If values are updated in a CID, these changes take effect after starting up. If values are updated by MMS services, these changes take effect immediately
Sg3	1	Can multiple clients edit the same setting group	N
Sg4	1	What happens if the association is lost while editing a setting group	The EditSG is reset to 0
Sg5	1	Is EditSG value 0 allowed	Y
Sg6	2	When ResvTms is not present how long is an edit setting group locked	ResvTms is present. Its default value is 3600 seconds

PIXIT for Reporting model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Rp1	1	The supported trigger conditions are (compare PICS)	integrity Y data change Y quality change Y data update N general interrogation Y
Rp2	1	The supported optional fields are	sequence-number Y report-time-stamp Y reason-for-inclusion Y data-set-name Y data-reference Y buffer-overflow Y entryID Y conf-rev Y segmentation Y
Rp3	1,2	Can the server send segmented reports (when not supported, it is allowed to refuse an association with a PDU smaller than the supported minimum PDU size)	Y
Rp4	1,2	Mechanism on second internal data change notification of the same analogue data value within buffer period (Compare IEC 61850-7-2 Ed2 $17.2.2.9)	The DUT behaves as if BufTm has expired and sends the report immediately, restarts the timer with BufTm value and processes the second change
Rp5	1	Multi client URCB approach (compare IEC 61850-7-2:2003 $14.2.1)	Each URCB is visible to all clients
Rp6	-	What is the format of EntryID	Deprecated
Rp7	1,2	What is the buffer size for each BRCB or how many reports can be buffered	30 Kbytes
Rp8	-	Pre-configured RCB attributes that are dynamic, compare SCL report settings	Deprecated
Rp9	1	May the reported data set contain: - structured data objects - data attributes	 Y Y
Rp10	1,2	What is the scan cycle for binary events Is this fixed, configurable	2 ms Fixed
Rp11	1	Does the device support to pre-assign a RCB to a specific client in the SCL	Y

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Rp12	2	After restart of the server is the value of ConfRev restored from the original configuration or retained prior to restart	Restored from original CID configuration
Rp13	1,2	Does the server accept any client to configure/enable a BRCB with ResvTms=-1? What fields are used to do the identification?	N Client's IP Address
Rp14	2	When BRCB.ResvTms is exposed, what is default value for BRCB.ResvTms if client does not write (must be > 0) or When BRCB.ResvTms is not exposed, what is the internal reservation time (must be >= 0)	10 seconds N/A
Rp15	2	Is data model db=0 supported	Yes
Rp16	1,2	Each RCB should be configured with a different Data Set. In case of configuring the same Data Set in different RCBs those RCBs must be configured with the same trigger options and integrity period.	

PIXIT for Logging model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Lg1	1,2	What is the default value of LogEna (Compare IEC 61850-8-1 $17.3.3.2.1, the default value should be FALSE)	FALSE
Lg2	-	What is the format of EntryID	Deprecated
Lg3	1,2	Are there are multiple Log Control Blocks that specify the Journaling of the same MMS NamedVariable and TrgOps and the Event Condition (Compare IEC 61850-8-1 $17.3.3.3.2)	Single Journal Entry
Lg4	1	Pre-configured LCB attributes that cannot be changed online	Deprecated, the information is already available in SCL
Lg5		Which TrgOps are supported for logging (note Ed2 and up requires support for all TrgOps)	data change Y quality change Y data update N integrity Y

PIXIT for GOOSE publish model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Gp1	1,2	Can the test (Ed1) / simulation (Ed2) flag in the published GOOSE be set	Y
Gp2	1	What is the behaviour when the GOOSE publish configuration is incorrect	If goose pdu is too large NdsCom=True and DUT keeps GoEna=False If no DatSet is configured NdsCom=True and DUT keeps GoEna=False CIDs with incorrect goose publish configuration are rejected
Gp3	1,2	Published FCD supported common data classes are	Any FCD with FC=ST/MX/SP Arrays are not supported
Gp4	1,2	What is the slow retransmission time Is it fixed or configurable	Max value: 2.147.483.647 ms Configured by GoCB MaxTime Default value: 2000 ms
Gp5	1,2	What is the fastest retransmission time Is it fixed or configurable	Min value: 2ms Configured by GoCB MinTime Default value: 2ms
Gp6	-	Can the GOOSE publish be turned on / off by using SetGoCBValues(GoEna)	Deprecated See PICS - SetGoCBValues
Gp7	1,2	What is the initial GOOSE sqNum after restart	1
Gp8	1	May the GOOSE data set contain: - structured data objects (FCD) - timestamp data attributes	 Y Y
Gp9	1,2	Does Server or ICT refuse GOOSE payload dataset length greater than SCSM supports?	No

PIXIT for GOOSE subscribe model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Gs1	1,2	What elements of a subscribed GOOSE message are checked to decide the message is valid and the allData values are accepted? If yes, describe the conditions. Notes: • the VLAN tag may be removed by a ethernet switch and shall not be checked • the simulation flag shall always be checked (Ed2)	Y destination MAC address Y APPID Y gocbRef Y timeAllowedtoLive Y datSet Y goID N t Y stNum Y sqNum Y simulation / test Y confRev Y ndsCom Y numDatSetEntries sqNum greater than expected: Not detected (check Gs4) sqNum less than expected: Detected Data-type mismatch in data set elements: Detected N out-of-order dataset members When Y (except datSet, confRev, simulation, ndsCom and numDatSetEntries): the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and the DUT will discard the GOOSE message indicating it by changing the quality (questionable-old data). When receiving a subscribed GOOSE with the simulate bit or the ndsCom flag activated or an incorrect dataset or confRev, the DUT will discard the GOOSE message without indicating it by changing the quality. In these cases, as soon as received a subscribed GOOSE with a data value change, the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and the DUT will discard the message indicating it by changing the quality (questionable-old data).

ID	Ed	Description	Value / Clarification
			When receiving a subscribed GOOSE with numDatSetEntries less than expected or data-type mismatch, the DUT will discard the GOOSE message without indicating it by changing the quality. In these cases, as soon as received a subscribed GOOSE with a data value change, the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and the DUT will discard the GOOSE message indicating it by changing the quality (invalid). When receiving a subscribed GOOSE with an incorrect confRev, the DUT will use the latest value received when the goose was correct before identifying that the new subscription data is invalid and immediatly the DUT will discard the GOOSE message indicating it by changing the quality (invalid).
Gs2	1,2	When is a subscribed GOOSE marked as lost (TAL = time allowed to live value from the last received GOOSE message)	Message does not arrive prior to TAL
Gs3	1,2	What is the behaviour when one or more subscribed GOOSE messages isn't received or syntactically incorrect (missing GOOSE)	If the TAL is expired the quality of the attribute in the database will be set to Questionable and Old Data and it will keep the last received value

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Gs4	1,2	What is the behaviour when a subscribed GOOSE message is out-of-order	To protect the system against out-of-order GOOSE messages the IED uses a combination of TAL and a time association setting (LPHD1.GoAsLosTms). The time used to invalidate one association will be the biggest one between them. By default, LPHD1.GoAsLosTms=10 seconds. While one association is in active status, the IED will only accept GOOSE messages where stNum+sqNum are incrementing (integer of 32 bits). If the increment is bigger than 2^31, the GOOSE is discarded and the IED will wait to receive a correct GOOSE message inside the TAL. If no GOOSE message arrives, then the IED sets the quality to questionable-old data. Once the IED has marked one GOOSE as lost, it will wait for the association time to reactivate the subscription accepting the first GOOSE (stNum+sqNum) that arrives and using those values as the new reference.
Gs5	1,2	What is the behaviour when a subscribed GOOSE message is duplicated	The DUT ignores the duplicated message.
Gs6	1	Does the device subscribe to GOOSE messages with/without the VLAN tag	Y, with the VLAN tag Y, without the VLAN tag
Gs7	1	May the GOOSE data set contain: - structured data objects (FCD) - timestamp data attributes	 Y N
Gs8	1,2	Subscribed FCD supported common data classes are	SPS, DPS, INS, ENS, ACT, ACD, SEC, MV, CMV, WYE, DEL, SPC, DPC, INC, ENC, BSC, ISC, APC, BAC, SPG, ING, ENG, ASG, CURVE, CSG. Arrays are not supported

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Gs9	1,2	Are subscribed GOOSE with test=T (Ed1) / simulation=T (Ed2) accepted in test/simulation mode	Y
Gs10	1,2	Max number of dataset members	Unlimited
Gs11	1	Is Fixed-length encoded GOOSE supported	No
Gs12	1	Is IEC 62351-6 security supported	No

PIXIT for GOOSE performance

ID	Ed	Description	Value / Clarification	
Gf1	1,2	Performance class	P1 = 3ms	
Gf2	1,2	GOOSE ping-pong processing method	¿? Event driven based OR SCAN CYCLE BASED	
Gf3	1,2	Application logic scan cycle (ms)	Max	20ms
			Min	2ms
Gf4	1	Maximum number of data attributes in GOOSE dataset (value and quality has to be counted as separate attributes)	Maximum number of 1265 bytes. (Around 421 DAs if they are stVal)	

PIXIT for Control model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct1	1	What control models are supported (compare ICD file enums for Ed2)	DOns: Y SBOns: Y DOes: Y SBOes: Y
Ct2	1,2	Is the control model fixed, configurable and/or dynamic	Dynamic
Ct3	-	Is TimeActivatedOperate supported (compare PICS or SCL)	Deprecated
Ct4	-	Is “operate-many” supported (compare sboClass)	Deprecated, see sboClass in datamodel (ICD)
Ct5	1	Will the DUT activate the control output when the test attribute is set in the SelectWithValue and/or Operate request (when N test procedure Ctl2 is applicable)	N
Ct6	-	What are the conditions for the time (T) attribute in the SelectWithValue and/or Operate request	Deprecated
Ct7	-	Is pulse configuration supported (compare pulseConfig)	Deprecated

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct8	1	What is the behaviour of the DUT when the check conditions are set Is this behaviour fixed, configurable, online changeable	N synchrocheck Y interlock-check DUT ignores synchrocheck value. DUT uses interlock-check to perform or not the check. Fixed
Ct9	1,2	Which additional cause diagnosis are supported	Y Unknown Y Not-supported Y Blocked-by-switching-hierarchy Y Select-failed Y Invalid-position Y Position-reached Y Step-limit (just in RTF model) Y Blocked-by-Mode Y Blocked-by-process Y Blocked-by-interlocking N Blocked-by-synchrocheck Y Command-already-in-execution N Blocked-by-health Y 1-of-n-control N Abortion-by-cancel N Time-limit-over N Abortion-by-trip Y Object-not-selected **Edition 1 specific values:** N Parameter-change-in-execution (PCIE Ed1 semantics) **Edition 2 specific values:** Y Object-already-selected N No-access-authority N Ended-with-overshoot N Abortion-due-to-deviation N Abortion-by-communication-loss N Blocked-by-command N None Y Inconsistent-parameters Y Locked-by-other-client N Parameter-change-in-execution (PCIE Ed2 semantics)

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct10	1,2	How to force a “test-not-ok” respond with SelectWithValue request	Invalid orCat value, orCat >= 9
Ct11	1,2	How to force a “test-not-ok” respond with Select request	The control is selected
Ct12	1,2	How to force a “test-not-ok” respond with Operate request	Invalid orCat value, orCat >= 9 DOns, SBOns, DOes: Operate value and actual position are the same SBOes: Operate values are different than selected
Ct13	1,2	Which origin categories are supported / accepted	Y bay-control Y station-control Y remote-control N automatic-bay Y automatic-station Y automatic-remote Y maintenance Y process
Ct14	1,2	What happens if the orCat value is not supported or invalid	DOns: command rejected SBOns: command rejected DOes: command rejected SBOes: command rejected The DUT sends reponse– with AccessResult=Object_access_denied and it sends, for enhanced security, CommandTermination with AddCause= Not-supported
Ct15	1,2	Does the IED accept a SelectWithValue / Operate with the same control value as the current status value Is this behaviour configurable	DOns: N SBOns: N DOes: N SBOes: Y/N Configurable N The DUT sends reponse– with AccessResult=Object_access_denied and it sends, for enhanced security, CommandTermination with AddCause= Position-reached

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ct16	1,2	Does the IED accept a select/operate on the same control object from 2 different clients at the same time	DOns: N SBOns: N DOes: N SBOes: N The DUT sends reponse– with AccessResult=temporarily-unavailable and it sends, for enhanced security, CommandTermination with AddCause= Object-already-selected / Command-already-in-execution
Ct17	1	Does the IED accept a Select/SelectWithValue from the same client when the control object is already selected (Tissue #334)	SBOns: N SBOes: N
Ct18	1,2	Is for SBOes the internal validation performed during the SelectWithValue and/or Operate step	The validation is performed during the Operate step
Ct19	-	Can a control operation be blocked by Mod=Off or [On-]Blocked (Compare PIXIT-Sr5)	Deprecated
Ct20	1,2	Does the IED support local / remote operation	Y
Ct21	1,2	Does the IED send an InformationReport with LastApplError as part of the Operate response-for control with normal security	SBOns: N DOns: N
Ct22	2	How to force a “parameter-change-in-execution”	N/A
Ct23	1,2	How many SBOns/SBOes control objects can be selected at the same time?	SBOns: multiple SBOes: multiple
Ct24	1,2	Can a controllable object be forced to keep its old state e.g. Internal Controllable Objects may not be accessible to force this, whereas a switch like Circuit Breaker outside the DUT can?	Y
Ct25	1,2	When CDC=DPC is supported, is it possible to have DPC (Controllable Double Point) go to the intermediate state? (00)	Y
Ct26	1,2	Name a DOes point (if any) with a finite operate timeout and specify the timeout (in milliseconds)	CTRL/CSWI1.Pos Timeout is configurable
Ct27	2	Does the IED support control objects with external signals?	DOns: Y SBOns: Y DOes: Y SBOes: Y

PIXIT for Time synchronisation model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Tm1	1	What time quality bits are supported (may be set by the IED)	Y LeapSecondsKnown N ClockFailure Y ClockNotSynchronized
Tm2	1,2	Describe the behaviour when the time server(s) ceases to respond What is the time server lost detection time	Wait for a configurable number of connection retries (unicast mode) or wait a configurable period of time (multicast mode). After that "Clock-not-synchronized" will be set. Configurable. Tested value: 10 seconds after the first request send to the time server without response.
Tm3	1,2	How long does it take to take over the new time from time server	Configurable Tested value: as soon as the new time from the time server is received.
Tm4	1,2	When is the time quality bit "ClockFailure" set	N/A
Tm5	1,2	When is the time quality bit "Clock not Synchronized" set	When connection to all time servers are lost (see PIXIT-Tm2)
Tm6	-	Is the timestamp of a binary event adjusted to the configured scan cycle	Deprecated
Tm7	1	Does the device support time zone and daylight saving	Y
Tm8	1,2	Which attributes of the SNTP response packet are validated	Y Leap indicator not equal to 3 N Mode is equal to SERVER N OriginateTimestamp is equal to value sent by the SNTP client as Transmit Timestamp N RX/TX timestamp fields are checked for reasonableness Y SNTP version 3 and/or 4 N other (describe)
Tm9	1,2	Do the COMTRADE files have local time or UTC time and is this configurable	Local Time Not configurable

PIXIT for File transfer model

ID	Ed	Description	Value / Clarification
Ft1	1	What is structure of files and directories Where are the COMTRADE files stored Are comtrade files zipped and what files are included in each zip file	/COMTRADE/ /SCL/active/ /SCL/notvalidated /SYSTEMLOG/ /COMTRADE/ Not zipped
Ft2	1,2	Directory names are separated from the file name by	"/"
Ft3	1	The maximum file name size including path (recommended 64 chars)	255 chars
Ft4	1,2	Are directory/file name case sensitive	Case sensitive
Ft5	1,2	Maximum file size for SetFile	N/A
Ft6	1	Is the requested file path included in the MMS fileDirectory respond file name	(Ed2: always complete path)
Ft7	1	Is the wild char supported MMS fileDirectory request	No
Ft8	1,2	Is it allowed that 2 clients get a file at the same time	Y same file Y different files
Ft9	1,2	Which files can be deleted	N/A

TISSUES Implementation Conformance Statement for the IEC 61850 Ed2 interface in IRF/IDF/ZLF/DLF/RTF

Version 0.0, Date: 15/05/2021

UCA International Users Group
Testing Sub Committee

TICS Template Ed2 for TPCL 1.2.6

Introduction

This document provides a template for the Tissues conformance statement. According to the UCA IUG QAP the Tissue conformance statement is required to perform a conformance test and is referenced on the certificate.

This document is applicable for IRF/IDF/ZLF/DLF/RTF with firmware version 0.10.0.

Mandatory Edition 2 Tissues

Below tables give an overview of the applicable mandatory Tissues.
Items in *italic* are brief interpretations provided by the UCA International Users Group to aid in interpretation and is not normative.
The original TISSUE should be consulted for details of changes.

Part 6 Tissue	Description	Implemented Y/na
658	Tracking related features *EntryID and CST missing, these are checked by schema*	Y
1324	FCDA element cannot be a "functionally constrained logical node" *doName now mandatory in FCDA element, SCT: refuse to make empty doName? ICT: Refuse SCD*	Y
668	Autotransformer modeling *Autotransformer model in substation section has changed*	Y
687	SGCB ResvTms *SettingControl has added attribute resvTms see also TISSUE 845*	Y
719	ConfDataSet - maxAttributes definition is confusing *maxAttributes now means max count of FCDA in dataset*	Y
721	Log element name *LN0/Log now has optional attribute "name"*	Y
768	bType VisString65 is missing *VisString65 added as SCL BasicType*	na
779	object references *"@" as first character in object references now allowed*	Y
788	SICS S56 from optional to mandatory *SICS S56="Interpret IED capabilities and prohibit unsupported usage"*	na
789	ConfLdName as services applies to both server and client *Many changes made to Services section*	Y
804	valKind and IED versus System configuration *valImport missing/false DAI means ICT shall ignore value in SCD and SCT shall not change from ICD/IID value. Instance section inherits from DA/BDA element.*	Y
806	Max length of log name inconsistent between -6 and -7-2 *LogControl.logName and Log.name restricted to 32 chars*	Y
807	Need a way to indicate if "Owner" present in RCB *Services/ReportSettings@owner added*	Y
823	ValKind for structured data attributes *valKind is prohibited on structured attributes*	Y

Part 6 Tissue	Description	Implemented Y/na
824	Short addresses on structured data attributes *sAddr is now allowed for structured attributes*	Y
825	Floating point value *Server shall support <Val> with exponential notation*	Y
845	SGCB ResvTms *Services/SettingGroups/SGEdit added attribute resvTms Services/SettingGroups/ConfSG added attribute resvTms See also TISSUE 687*	Y
853	SBO and ProtNs *DA[@name=SBO] element shall have ProtNS element*	Y
855	Recursive SubFunction *Substation section extension must be tolerated*	na
856	VoltageLevel frequency and phases *Substation section extension must be tolerated*	na
857	Function/SubFunction for ConductingEquipment *Substation section extension must be tolerated*	na
886	Missing 8-1 P-types *"tP_IP_UDP_PORT" and "tP_IP_TCP_PORT" added*	na
901	tServices as AP or as IED element *Rules for contents of AP/Server/Services are now defined*	Y
936	SupSubscription parameter usage is difficult *SupSubscription "max" replaced by "maxGo" and "maxSv"*	Y
1147	tServices - FileHandling not consistent with -7-2 *Services/FileHandling now means only support for GetFile and GetFileAttributeValues and NOT SetFile/DeleteFile*	Y
1185	Valkind value Conf for EX FC data *valKind=Conf is allowed for dataNs*	N
1284	SCSM mapping may require a communication section in an ICD file *Server IEDs supporting client/server associations to 61850-8-1 shall include a <Communication> section*	Y
1328	Limitation on the size of data type templates identifiers *Identifer now limited to 255 characters*	N
1395	Client LN attributes *ReportControl/RptEnabled/ClientLN@ldInst shall be "LD0" for pure clients (without any Logical Devices)*	Na
1402	ExtRef during engineering *an ExtRef.intAddr attribute value unequal to empty string (prescribed or filled by the IED tool) is the flag indicating that the ExtRef shall not be deleted by the system tool. The system tool can however remove the link to the source IED* <<applicable for SCL tool test>>	Y
1415	SICS-S110 IID import mandatory for Edition2 *only the import of data model modifications and CF value changes is mandatory for system tool* <<applicable for SCL tool test>>	na
1419	Support of ldName on other IEDs *SICS I212 is now mandatory*	Y
1444	Need to support fixed and SCT controlled Datasets *Services/xxxSetttings@datSet=fix now means "data set pointed by Control Block cannot be altered from ICD/IID* value <<applicable for SCL tool test>>	na
1445	ConfReportControl and a fixed ReportSettings *Control block capabilities must be consistent <<applicable for SCL tool test>>*	Y

Part 6 Tissue	Description	Implemented Y/na
1450	originalSclXxx computation rules *Ed2 ICD/IID files specifying SCL@version=2007 SHALL include originalSCLVersion=2007 and originalSCLRevision as attributes of the <IED>element*	Y
1485	Need to supercede Tissue 1398 to clarify SCT behavior *Same as TISSUE 1450 <<applicable for SCL tool test>>*	na

Part 7-1 Tissue	Description	Implemented Y/na
828	Data model namespace revision IEC 61850-7-4:2007[A]	Y
948	Enumeration (string) values format *Enums are limited to 127 characters from Basic-Latin and Latin-1 character sets*	Y
1151	simulated GOOSE disappears after 1st appearance when LPHD.Sim = TRUE *New LGOS state machine defined, but TISSUE is not IntOp2, therefore TISSUE is optional if LGOS is used*	Y
1396	The use and configuration flow of LGOS and LSVS is unclear *If Services/SupSubscription@maxGo > 1 then at least 1 LGOS must exist. Same for maxSv/LSVS. If maxGo > count(LGOS) then SCT can create additional LGOS. Same for maxSv/LSVS*	Y
1447	Restriction on ENUMtypes in SCL *If a ENUM DA limits write or configuration to a subset, then that subset must be declared.*	Y
1457	Multiple DOI nodes with the same name. *LN can have no more than one DOI with same name.*	Y
1468	Re-use DO from other LN *allow standard or private dataNs*	Y
1491	CmdBlk blocks itself? *The data CmdBlk shall have no effect on the controllable data Mod or CmdBlk.*	na

Part 7-2 Tissue	Description	Implemented Y/na
728	BRCB: could PurgeBuf be set when RptEna=TRUE? *PurgeBuf while RptEna=true is prohibited.*	Y
778	AddCause values – add value not-supported *Align 7-2 with 8-1 (nothing new to 8-1)*	Y
780	What are unsupported trigger option at a control block? *All control blocks must support all trigger options.*	Y
783	TimOper Resp- ; add Authorization check *Clarifies Time-Operated Controls.*	Y
786	AddCause values 26 and 27 are switched *Annex B.2 has wrong AddCause values.*	Y
820	Mandatory ACSI services (use for PICS template) *Model entries M18 (Application Association), M19 (GCB), M20 (SVCB) are new. Services S17 (Substitution) and S61 (GetServerDirectory) are new. Services S1, S3, S4, S5, S6, S8, S16, S18, S23, S36, S37, S41, S42 are changed.*	Y
858	typo in enumeration ServiceType *Tracking serviceType now has GetLogicalNodeDirectory*	Y

Part 7-2 Tissue	Description	Implemented Y/na
861	dchg of ConfRev attribute *Clarifies (tracking) BTS.confRev is AFTER BRCB change.*	na
1050	GTS Phycomaddr definition in SCL *(Tracking) GTS needs a special structure for SCL.*	na
1071	Length of DO name *Private DO name length shall be <=12 including instance.*	Y
1127	Missing owner attribute in BTS and UTS *NSD files for 61850-7-3 show owner in (tracking) BTS/UTS.*	na
1202	GI not optional *GI support is mandatory for both URCB and BRCB*	Y
1232	EntryID needs clarification *Segments of a report shall have same identifiers*	Y
1242	NTS definition *NTS.resv have been added*	na
1307	Segmented report with Buffer overflow *Segments of a report shall have identical buf-overflow value*	Y
1428	MTS and NTS should use svOptFlds *MTS.optFlds and NTS.optFlds now have bType=SvOptFlds*	na
1630	Attributes in CDC=LTS do not match 8-1 definition *Order of attributes in LTS changed to: logEna, logRef, datSet, oldEntrTm, newEntrTm, oldEnt, newEnt, trgOps, intgPd*	Y

Part 7-3 Tissue	Description	Implemented Y/na
697	persistent command / PulseConfig *PulseConfig adds enum "persistent-feedback"* *DPC.cmdQual==”persistent” is conditionally allowed*	na
698	Wrong case is BAC.dB attribute *attribute renamed from "dB" to "db"*	Y
711	blkEna freeze data update while setting its quality to operaterBlocked *Mode=Blocked shall not cause q.operatorBlocked*	na
722	Units for 'h' and 'min' not in UnitKind enumeration. *New unit enums 84=hours, 85=minutes*	Y
919	Presence Condition for sVC *svC may be valKind=Conf in ICD file*	na
925	Presence of i or f attribute - Problem with writing *New constructed attribute class "AnalogueValueCtl"*	Y
926	Presence Conditions within RangeConfig *All or none of hhLim+hLim+lLim+llLim shall be present*	Y
954	Data attributes with FC=CF should have trgOp=dchg *Some INS and HST and CSG attributes missing dchg*	y
1078	CMV.t update if rangeAng changed *Add rangeAng to"reasons-to-update-timestamp-of-CMV"*	na
1565	db = 0 behaviour *db=0 not longer suppresses reporting*	Y
1578	dataAttribute NameSpace content *Attributes with FC=EX must be initialized in ICD/IID file*	Y

Part 7-4 Tissue	Description	Implemented Y/na
671	mistake in definition of Mod & Beh *Beh=on, q=test should be "Processed as valid"*	Y
674	CDC of ZRRC.LocSta is wrong *ZRRC LocSta should be CDC=SPC*	na
676	Same data object name used with different CDC *LCCH.Fer renamed to FerCh, LCCH.RedFer to RedFerCh*	Y
677	MotStr is used with different CDC in PMMS and SOPM LN classes *Rename SOPM.MotStr to MotStrNum*	na
679	Remove CycTrMod Enum *Enum is no longer used, use TrMod instead*	na
680	SI unit for MHYD.Cndct *Change unit from S/cm2 to S/m*	na
681	Enum PIDAlg *Typographical error, invalid XML syntax*	na
682	ANCR.ParColMod *ParColMod enum values text have changed*	na
683	Enum QVVR.IntrDetMth *IntrDetMth enum values text have changed*	na
685	Enum ParTraMod *ParTraMod enum values text have changed*	na
686	New annex H - enums types in XML *Many changes have been made to enumeration names*	Y
694	Data object CmdBlk *CmdBlk semantics have changed*	na
696	LSVS.St (Status of subscription) *LSVS.St is now mandatory*	na
712	interpretation of quality operatorBlocked *Mode and Behavior semantics have changed*	na
713	DO Naming of time constants in FFIL *Many DO names in FFIL have changed*	na
714	Enums for ShOpCap and SwOpCap *Type for YPSH.ShOpCap and XSWI.SwOpCap have changed*	Y
715	RBDR.ChNum1 *RBDR.ChNum1 changes from optional to conditional*	na
716	TAXD text for condition *TAXD.SmRte condition for inclusion has changed*	na
724	ANCR.Auto *ANCR.Auto changes from mandatory to optional*	Y
725	Loc in LN A-group *Loc changes to optional, LocKey/LocSta conditions change*	na
734	LLN0.OpTmh vs. LPHD.OpTmh *LLN0.OpTmh deleted, LPHD.OpTmH added as conditional*	na
736	PFSign *MMXU.PFSign enum's 1 = IEC and 2 = EEI*	na
742	GAPC.Str, GAPC.Op and GAPC.StrVal *Objects have instance indicator removed (ex, Str1 to Str)*	Y
743	CCGR.PmpCtl and CCGR.FanCtl *Object have instance indicator added (ex:PmpCtl to PmpCtl1)*	na
744	LN STMP, EEHealth and EEName *Removed STMP.EEHealth and STMP.EEName*	na
772	LPHD.PwrUp/PwrDn should be transient *These objects are now transient*	N

Part 7-4 Tissue	Description	Implemented Y/na
773	Loc, LocKey and LocSta YPSH and YLTC *Add Loc, LocKey and LocSta in YLTC and YPSH (optional)*	na
774	ITCI.LocKey *Add ITCI.LocKey as optional*	na
776	LPHD.OutOv/InOv and LCCH.OutOv/InOv *Clarified: stays true until buffer space again available*	na
800	Misspelling in CSYN *CSYN.VInvTmms renamed to CSYN.VIntvTmms*	na
802	CCGR and Harmonized control authority *Add Loc, LocKSta to every controllable LN (e.g. FSPT)*	na
808	Presence condition of ZMoT.DExt and new DOs *Change ZMOT.DExt to optional; add TotThmSt and MotSt*	na
831	Setting of ConfRevNum in LGOS *Add RxConfRevNum to LGOS and LSVS*	na
838	Testing in Beh=Blocked *Change sematic of Beh=Blocked to allow controls to be acknowledged even when LN is blocked*	na
844	MFLK.PhPiMax, MFLK.PhPiLoFil, MFLK.PhPiRoot DEL->WYE *Change these NFLK objects from cdc=DEL to cdc=WYE*	na
877	QVUB -settings should be optional	na
908	ARIS.StrSeq – transient *Change ARIS.StrSeq to transient*	na
909	Remove ANCR.ColOpR and ColOpL	na
912	Clarification of PwrRtg/VARtg *Change many DOs in YPTR, and ZGEN, see name space 2007A nsd for final result*	Y
920	Resetable Counter is NOT resetable	na
932	Rename AVCO.SptVol to AVCO.VolSpt	na
933	Presence of LCCH.RedFerCh and RedRxCnt *Change the presence condition of LCCH.RedChLiv*	na
939	Change CDC for ANCR.FixCol *Change ANCR.FixCol from APC to ASG*	na
991	LGOS: GoCBRef (as well as LSVS.SvCBRef) should be mandatory *LGOS.GoCBRef and LSVS.SvCBRef are now both mandatory*	na
1007	PTRC as fault indicator - Update of description required *PTRC.Tr and Op and Str conditional (at least 1 of group)*	na
1044	TapChg in AVCO *AVCO.TapChg is now optional*	na
1077	Rename DOnames within LTIM *LTIM.TmChgDayTm, changed to TmChgDay;* *LTIM.TmChgStdTm changed to TmChgStd*	Y
1256	New DO for LTIM to set time "manually" *Add LTIM.TmSet*	N
1331	Mod, Beh and Health with q=TEST, client can't receive their states *Mod while in Blocked will always be processed*	Y
1426	Add two DO for leap seconds in LTIM *LTIM.Leap added*	na
1456	Annex A and Mod/Beh/Health *Mod.stVal writes always igore test bits in controls*	N

Part 7-4 Tissue	Description	Implemented Y/na
1568	ISAF.AlmReset ->transient *Change ISAF.AmlReset to transient*	na

Note: Tissues 675, 735, 772, 775, 776, 878 are not relevant for conformance testing

Part 8-1 Tissue	Description	Implemented Y/na
770	GoID type mitmatch 18.1.1 and 18.1.2.5.2 *GoID string length is now 129*	Y
784	Tracking of control (CTS) *Tracking CTS has been added*	na
817	Fixed-length GOOSE float encoding *GOOSE float is encoded Tag-0x87, length=5, first octet=8*	na
827	Mandatory ACSI services (Part of 7-2 TISSUE resolution) *Change Table 111 (ServicesSupported): Add initiate, abort, and release. Change conditions for defineNamedVariables.*	Y
834	File dir name length 64 *Filename length changed from 32 to 64*	Y
951	Encoding of Owner attribute *xRCB.owner is encoded as 4 octets(IPv4) or 16 octets(IPv6)*	Y
1040	More associate error codes *3 additional associate error codes added*	Y
1178	Select Response+ is non-null value *Response to SBO read should be <CO_CtrlObjectRef>*	Y
1324	The response- for DeleteNamedVariableList is not defined *numDeleted=0; error=service/object-constraint-conflict*	na
1345	Fixed-length GOOSE ASN.1 length encoding *GOOSE publisher shall always encode minimum size legth field*	na
1441	Optonal fields in buffered reports *Writing BRCB.optFld shall not cause a purgeBuf operation*	Y
1442	Journal variableTag for ReasonCode *Example in the standard is incorrect*	Y
1453	Purge buffer on write to BRCB *PurgeBuf only occurs if different value is written*	Y
1454	Reports can be transmitted before write(RptEna=true) is confirmed	Y
1495	GetVariableAccessAttributes error code *Return MMS error access/object-non-existent if the object does not exist*	Y
1500	the response for DeleteNamedVariableList with a non-existent LN is not specified *CreateDataSet/DefineNamedVariableList specifying a non-existing LD/LN shall fail with access/object-non-existent*	na
1626	PICS for Information Report is incorrect *MMS ServicesSupported "informationReport" should be optional for servers because they never receive InformationReport requests. It is only required for clients which process reports or control command-termination*	Y

Compare the TISSUE database for more details: www.tissues.iec61850.com

F. Ciberseguridad

F.1 Introducción F-3
F.2 Puertos y servicios de comunicaciones F-4
F.3 Control de acceso basado en roles (RBAC) F-6
F.3.1 Usuarios, roles y permisos F-7
F.3.2 Configuración de usuarios y roles F-12
F.3.2.a Configuración de usuarios y roles desde web F-12
F.3.2.b Configuración de usuarios y roles desde CLI F-16
F.3.2.c Configuración de usuarios y roles desde *ZIV e-NET Tool*® F-18
F.3.3 Concurrencia de sesiones F-23
F.3.4 Accesos locales F-24
F.3.4.a Autenticación con contraseña F-27
F.3.4.b Autenticación con usuario y contraseña F-29
F.3.5 Logout automático F-31
F.4 Autenticación remota de usuarios F-32
F.4.1 RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) F-33
F.4.2 LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) F-35
F.4.3 Configuración de autenticación remota de usuarios F-39
F.4.3.a Configuración de autenticación remota de usuarios desde web F-39
F.4.3.b Configuración de autenticación remota de usuarios desde CLI F-41
F.4.3.c Configuración de autenticación remota de usuarios desde *ZIV e-NET Tool*® F-42
F.5 Comunicación con herramienta de configuración usando PROCOME F-51
F.6 Sockets seguros F-52
F.6.1 SSH (Secure Shell) F-52
F.6.2 SFTP (SSH File Transfer Protocol) F-53
F.6.3 TLS / SSL (Transport Layer Security / Secure Socket Layer) F-53
F.6.4 HTTPS (Secure Web Server) F-54
F.6.5 Autenticación mutua F-54
F.7 Gestión de credenciales F-56
F.7.1 Equipos con ciberseguridad básica F-56
F.7.2 Equipos con ciberseguridad mejorada F-58
F.8 Securización digital del firmware F-63
F.8.1 Equipos con ciberseguridad básica F-64
F.8.2 Equipos con ciberseguridad mejorada F-64
F.8.3 Métodos de carga de firmware F-66

F.9 Registro de actividades F-68
F.9.1 Formato Syslog F-68
F.9.2 Eventos F-68
F.9.3 Fichero de almacenamiento F-73
F.9.4 Visualización y descarga del fichero F-74

F.1 Introducción

En el pasado, las redes de subestaciones eran tradicionalmente aisladas y los protocolos y formatos de datos usados para transmitir la información entre dispositivos eran, a menudo, propietarios.

Debido a esto, el entorno de la subestación era muy seguro frente a ciberataques. Los términos empleados para este tipo de seguridad inherentes son:

- Seguridad por aislamiento (si la red de la subestación no está conectada con el mundo exterior, no puede ser accedida desde el mundo exterior).
- Seguridad por oscuridad (si los formatos de datos y los protocolos son propietarios, son difíciles de interpretar para un tercero).

La creciente sofisticación de los equipos de protección, junto con el avance de la tecnología y el requisito de interoperabilidad entre fabricantes, han dado como resultado una estandarización de las redes y del intercambio de datos en las subestaciones. Hoy en día, los dispositivos dentro de las subestaciones usan protocolos estandarizados para las comunicaciones. Además, las subestaciones se pueden conectar con redes abiertas, como Internet y vastas redes corporativas, que emplean protocolos estandarizados para las comunicaciones. Esto introduce un mayor riesgo de seguridad, haciendo que la red sea vulnerable a ciberataques, que podrían redundar en una mayor tasa de fallos eléctricos. Claramente existe ahora una necesidad de securizar las comunicaciones y los dispositivos en las subestaciones.

La ciberseguridad proporciona protección contra la divulgación, transferencia, modificación o destrucción no autorizada de información o de sistemas de información, ya sea accidental o intencionada. Para lograrlo, existen varios requisitos de seguridad:

- Confidencialidad (evitar acceso no autorizados a información).
- Integridad (evitar modificación de información no autorizada).
- Disponibilidad (evitar la denegación de servicio).
- No repudio (evitar que pueda negarse que se realizó una acción o afirmarse que se realizó cuando no se hizo).
- Trazabilidad / Detección (monitorización y registro de actividad para detectar intrusiones y analizar incidentes).

Las amenazas de ciberseguridad pueden ser no intencionadas (desastres naturales, errores humanos) o intencionados (ciberataques por parte de hackers).

Algunos ejemplos de vulnerabilidades son:

- Indiscreciones por parte del personal (los usuarios guardan las claves en sus ordenadores).
- Malas prácticas (los usuarios no cambian las claves por defecto o todo el mundo emplea la misma clave para acceder a todos los equipos de la subestación).
- Circunvalación del control (los usuarios desactivan medidas de seguridad).
- Tecnología inadecuada (no se instalan firewalls en la subestación).

Algunos ejemplos de problemas de disponibilidad son:

- Sobrecarga de equipos que resulta en una actuación pobre o incluso nula.
- Caducidad del certificado que previene el acceso al equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para ayudar a resolver estos problemas, las organizaciones de normalización han desarrollado varios estándares/normas. El cumplimiento de estas normas reduce significativamente las amenazas asociadas con la falta de ciberseguridad.

Entre las medidas de ciberseguridad implementadas en el equipo figuran las siguientes:

- Inhabilitación de puertos y servicios de comunicaciones.
- Control de acceso basado en roles (RBAC).
- Autenticación remota de usuarios (LDAP y RADIUS).
- Empleo de sockets seguros.
- Securización digital del firmware.
- Registro de actividades de ciberseguridad.

F.2 Puertos y servicios de comunicaciones

Es importante poder garantizar que un equipo tenga activos únicamente aquellos puertos físicos y puertos lógicos (servicios) estrictamente necesarios para cumplir con la funcionalidad requerida. Por lo tanto, es imprescindible poder habilitar o inhabilitar puertos físicos y servicios. Estos puertos físicos y servicios se gestionan a través de la herramienta de configuración y del HMI del equipo.

Dependiendo del modelo, el equipo puede tener los siguientes puertos físicos:

- Puerto local.
- Puerto remoto 1.
- Puerto remoto 2.
- USB (pendrive).
- LAN 1.
- LAN 2.
- LAN 3.
- LAN 4.

Por defecto, todos los puertos del equipo están inhabilitados excepto el puerto local y los puertos LAN. Esto significa que los puertos remotos 1 y 2 y el USB (pendrive) no estarán operativos hasta que no se habiliten.

El usuario deberá inicialmente habilitar los puertos y servicios que desee emplear, bien conectándose con la herramienta de configuración o bien accediendo a los correspondientes menús del HMI.

Cuando un puerto está inhabilitado, significa que tanto la transmisión como la recepción están bloqueadas.

El equipo dispone de los siguientes ajustes para la habilitación e inhabilitación de puertos físicos:

Habilitación de puertos				
Herramienta de configuración	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Puerto Local	`Puerto Local`	Inactivo / Activo		Activo
Puerto Remoto 1	`Puerto Remoto 1`	Inactivo / Activo		Inactivo
Puerto Remoto 2	`Puerto Remoto 2`	Inactivo / Activo		Inactivo
Puerto LAN 1	`Puerto LAN 1`	Inactivo / Activo		Activo
Puerto LAN 2	`Puerto LAN 2`	Inactivo / Activo		Activo
Puerto LAN 3	`Puerto LAN 3`	Inactivo / Activo		Activo
Puerto LAN 4	`Puerto LAN 4`	Inactivo / Activo		Activo
Puerto USB	`Puerto USB`	Inactivo / Activo		Inactivo

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En caso de tener configurada redundancia de red (PRP, HSR, RSTP) en un par de puertos (LAN1-2 o LAN3-4), habilitar/inhabilitar el segundo de los puertos (LAN2 o LAN4) no tiene efecto sobre el equipo. Al habilitar/inhabilitar el primero de los puertos (LAN1 o LAN3) es cuando se habilitan/inhabilitan ambos puertos (LAN1-2 o LAN3-4).

Los servicios de comunicaciones que soporta el equipo son los siguientes:

- HTTP.
- HTTPS.
- Telnet.
- SSH.
- FTP.
- SFTP.
- MMS (IEC 61850).
- Protocolo PROCOME.
- Protocolo TCP/IP 1 (PROCOME, DNP3 o MODBUS).
- Protocolo TCP/IP 2 (PROCOME, DNP3 o MODBUS).
- Protocolo TCP/IP 3 (PROCOME, DNP3 o MODBUS).
- Protocolo TCP/IP 4 (PROCOME, DNP3 o MODBUS).
- Cliente Syslog.

Por defecto, todos los servicios están inhabilitados salvo aquellos que emplean sockets seguros (HTTPS, SSH, SFTP y PROCOME). Cuando un servicio está inhabilitado, el socket asociado al servicio puede aparecer como abierto (en estado *listen*), pero no admite conexiones, el filtrado se realiza por software.

El equipo dispone de los siguientes ajustes para la habilitación e inhabilitación de puertos lógicos (servicios):

Habilitación de Servicios				
Herramienta de configuración	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
HTTP	`HTTP`	Inactivo / Activo		Inactivo
HTTPS	`HTTPS`	Inactivo / Activo		Activo
SSH	`SSH`	Inactivo / Activo		Activo
SFTP	`SFTP`	Inactivo / Activo		Activo
Telnet	`Telnet`	Inactivo / Activo		Inactivo
FTP	`FTP`	Inactivo / Activo		Inactivo
MMS (IEC 61850)	`MMS (IEC 61850)`	Inactivo / Activo		Inactivo
PROCOME	`PROCOME`	Inactivo / Activo		Activo
Protocolo TCP/IP 1	`Protocolo TCP/IP 1`	Inactivo / Activo		Inactivo
Protocolo TCP/IP 2	`Protocolo TCP/IP 2`	Inactivo / Activo		Inactivo
Protocolo TCP/IP 3	`Protocolo TCP/IP 3`	Inactivo / Activo		Inactivo
Protocolo TCP/IP 4	`Protocolo TCP/IP 4`	Inactivo / Activo		Inactivo
Cliente Syslog	`Cliente Syslog`	Inactivo / Activo		Inactivo

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para inhabilitar otros servicios como la sincronización por SNTP o por PTP (IEEE 1588), consultar el Capítulo 1, Descripción e Inicio, apartado de Ajustes de sincronización.

Como medida de seguridad adicional, el equipo ofrece la posibilidad de cambiar los puertos lógicos asignados a los servicios. El equipo dispone de los siguientes ajustes para cambio de puertos de servicios:

Puertos para Servicios				
Herramienta de configuración	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
HTTP	HTTP	1 - 65535	1	80
HTTPS	HTTPS	1 - 65535	1	443
Telnet	Telnet	1 - 65535	1	23
FTP	FTP	1 - 65535	1	21
SSH/SFTP	SSH/SFTP	1 - 65535	1	22

Los puertos lógicos correspondientes a los protocolos PROCOME, DNP3 y MODBUS se pueden modificar tal y como se indica en el Capítulo 1, Descripción e Inicio, apartado de Ajustes de comunicaciones.

El puerto lógico del protocolo MMS correspondiente las comunicaciones IEC 61850 es el 102 y no es modificable.

Todos los servicios deben tener asignados números de puerto distintos.

F.3 Control de acceso basado en roles (RBAC)

Se emplea el concepto de control de acceso basado en roles (RBAC – **R**ole **B**ased **A**ccess **C**ontrol).

RBAC no es un concepto nuevo, muchos sistemas operativos lo utilizan para controlar el acceso a los recursos del sistema.

RBAC es una alternativa al modelo de acceso total (superusuario) o solo lectura.

RBAC cumple con el principio de seguridad de privilegio mínimo, que establece que a ningún usuario se le debe otorgar más derechos de los necesarios para realizar el trabajo de ese usuario.

RBAC permite a una organización separar las diferentes capacidades y agruparlas en cuentas de usuario especiales denominadas roles para la asignación a individuos específicos de acuerdo con las necesidades de su trabajo.

RBAC lleva implícito los conceptos de usuarios, roles y permisos que a continuación se irán desarrollando.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.3.1 Usuarios, roles y permisos

RBAC lleva intrínsecos los conceptos de *usuarios*, *roles* y *permisos*. Un *usuario* lleva asociado un *rol* determinado. Cada *rol* lleva asociado uno o varios *permisos*.

Algunos ejemplos que pueden ayudar a comprender el concepto de roles y permisos serían los siguientes:

Rol	Permisos
VIEWER	Visualización
OPERATOR	Visualización, Ejecución de comandos
ENGINEER	Visualización, Cambio de ajustes, Cambio de configuración
INSTALLER	Visualización, Cambio de ajustes, Cambio de configuración, Cambio de firmware
RBACMNT	Visualización, Gestión de usuarios
SECAUD	Visualización, Auditoría de seguridad
ADMINISTRATOR	Todos

El equipo permite la creación de hasta **20 usuarios**. Cada usuario tiene asociado un nombre de usuario, una contraseña y un rol.

El equipo permite la creación de hasta **10 roles**. A su vez a cada rol se le puede asociar una serie de permisos, además de un nombre y un identificador (se emplea para relacionar unívocamente el usuario con su rol).

Cada acceso al equipo por parte de un usuario o aplicación por acceso remoto a consola (Telnet / SSH), web (HTTP / HTTPS), transferencia de ficheros (FTP / SFTP) y herramienta de configuración (PROCOME), debe autenticarse (*login*) mediante la introducción de usuario y contraseña.

Los accesos por otros protocolos, como DNP3, MODBUS y MMS (IEC 61850), quedan, por el momento, libres de usuario y contraseña.

En el equipo se han definido los siguientes permisos:

- Permiso de *visualización*. Con este permiso es posible visualizar estados, medidas, ajustes, etcétera, así como recoger oscilos, eventos e informes de falta, ficheros de configuración y ficheros de logs (salvo el de ciberseguridad).
- Permiso de *ejecución de comandos*. Con este permiso es posible ejecutar comandos (por ejemplo, cambio de fecha / hora).
- Permiso de *cambio de ajustes*. Con este permiso es posible cambiar el valor de los ajustes, así como cambiar de tabla activa de ajustes y cargar el fichero de ajustes.
- Permiso de *cambio de configuración*. Con este permiso es posible cargar ficheros de configuración.
- Permiso de *cambio de firmware*. Con este permiso es posible cargar el firmware del equipo.
- Permiso de *gestión de usuarios*. Con este permiso es posible gestionar usuarios (dar de alta, dar de baja o modificar un usuario o un rol), configurar métodos de autenticación y gestionar credenciales.
- Permiso de *auditoría de seguridad*. Con este permiso es posible visualizar/recoger el fichero de eventos de ciberseguridad.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Por defecto existe un único usuario *admin* con contraseña *Passwd@02* asociado a un rol con identificador *-1*. Dicho rol está configurado por defecto con todos los permisos.

Como mínimo, debe de estar activo el permiso de visualización. Un usuario que no tenga permiso de visualización no tendrá permiso para hacer nada y el equipo rechazará sus intentos de autenticación.

Siempre deberá existir un usuario con el permiso de gestión de usuarios.

Para configurar los usuarios y roles se debe emplear un usuario con permiso de *gestión de usuarios* y se pueden emplear los siguientes procedimientos:

- Desde página web, a través de HTTP (no es recomendable porque los datos no están cifrados) o HTTPS, accediendo al menú ***Configuration→Access***.
- Desde la interfaz de línea de comandos (CLI), a través de Telnet (no es recomendable porque los datos no están cifrados) o SSH.
- Desde herramienta de configuración ***ZIV e-NET Tool***®, empleando los ficheros *LocalRBAC* y *DevicePreferences*.

Por cada usuario se configuran los siguientes parámetros:

Usuarios					
Página web	**CLI**	**LocalRBAC**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Login	`main/access/user[x]/login`	name	char[32]		admin
Password	`main/access/user[x]/pwd`	pwd	char[32]		Passwd@02
Role Id	`main/access/user[x]/roleid`	role	-32768… 32767	1	-1

donde *x* va de 1 hasta 20, en función del número de usuarios que se hayan creado.

Nombre. Admite hasta 32 caracteres y su valor por defecto es *admin*. Si está vacío, significa que el usuario no existe. El nombre de usuario es único (no pueden existir dos usuarios con el mismo nombre) y es sensible a mayúsculas (es decir, “Admin” y “admin” son dos usuarios diferentes).

Contraseña. Las contraseñas de los usuarios son robustas. Admiten una longitud mínima de 8 caracteres y una máxima de 32, son sensibles a mayúsculas y contienen:

- Al menos una letra mayúscula.
- Al menos una letra minúscula.
- Al menos un número.
- Al menos un carácter no alfanumérico comprendido entre los caracteres ASCII 33 hasta ASCII 126 (ambos incluidos). El espacio en blanco (carácter ASCII 32) no es un carácter válido para ser utilizado como parte de las contraseñas.

Las contraseñas jamás se muestran en claro y se almacenan encriptadas en el equipo. Su valor por defecto es *Passwd@02*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Rol. Se configura un identificador de rol existente.

Por cada rol se configuran los siguientes parámetros:

Roles					
Página web	**CLI**	**DevicePreferences**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Name	*main/access/role[y]/name*	name	char[32]		admin
Id	*main/access/role[y]/id*	id	-32768… 32767	1	-1
View	*main/access/role[y]/rview*	rightMsk (bit 0x01)	NO / SÍ		SÍ
Control	*main/access/role[y]/rctrl*	rightMsk (bit 0x02)	NO / SÍ		SÍ
Settings	*main/access/role[y]/rchset*	rightMsk (bit 0x04)	NO / SÍ		SÍ
Config	*main/access/role[y]/rchcfg*	rightMsk (bit 0x08)	NO / SÍ		SÍ
Firmware	*main/access/role[y]/rchfw*	rightMsk (bit 0x10)	NO / SÍ		SÍ
Users	*main/access/role[y]/rusrmgmt*	rightMsk (bit 0x20)	NO / SÍ		SÍ
Audit	*main/access/role[y]/raudit*	rightMsk (bit 0x40)	NO / SÍ		SÍ
Global role concurrency	*main/access/global_conc*	global_conc	NO / SÍ		SÍ
Priority	*main/access/role[y]/priority*	priority	1…10		5
Concurrency	*main/access/role[y]/concurrency*	concurrency	NO / SÍ		NO

donde y va de 1 hasta 10, en función del número de roles que se hayan creado.

Nombre. Admite hasta 32 caracteres y su valor por defecto es *admin*. No puede estar vacío. El nombre de rol es único (no pueden existir dos roles con el mismo nombre) y es sensible a mayúsculas (es decir, “Admin” y “admin” son dos roles diferentes).

Se trata del texto que se usa para comprobar el rol que devuelven los servicios de autenticación remota (AAA) cuando estos devuelven un texto.

Identificador. Identifica unívocamente al rol y se emplea en el usuario para indicarle su rol asociado.

Se trata del número que se usa para comprobar el rol que devuelven los servicios de autenticación remota (AAA) cuando estos devuelven un número.

Según la norma IEC 62351-8, los números negativos serán usados para roles privados, ya que dicha norma se reserva los números positivos. El usuario puede asignar el valor que desee dentro del rango -32768...32767, pero por defecto se asigna el identificador -1 para cumplir con la norma IEC 62351-8.

Permisos. Se trata de los distintos permisos que puede tener un rol.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Un rol sin permisos asociados no tiene permiso para hacer nada y el equipo rechazará los intentos de autenticación de los usuarios que tengan asociado dicho rol.

Los caracteres admitidos para los nombres de usuarios y roles son los indicados en el POSIX ("Portable Operating System Interface for Unix") estándar (IEEE Standard 1003.1 2008), con la excepción de que el carácter guion '-' no podrá ser empleado como primer carácter del nombre de usuario o rol:

```
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 . _ -
```

Los tres últimos parámetros están relacionados con la **Concurrencia de roles**:

Prioridad de Acceso. Se trata de un ajuste numérico que indica la prioridad de acceso de ese rol. Existirán tantas prioridades como roles (10). El número más bajo (1) indica la menor prioridad y el número más alto (10) indica la mayor prioridad. El valor por defecto es 5.

Cuando se ha alcanzado el límite de sesiones (ver apartado **Concurrencia de sesiones**), el acceso de un usuario con un rol con más prioridad provocará que se cierre automáticamente y sin ningún aviso la sesión de un usuario con un rol de menor prioridad. El criterio será cerrar la sesión del usuario con rol de menor prioridad y que lleve más tiempo conectado.

Esta prioridad quedará más clara más adelante cuando se expliquen las diferentes posibilidades de configuración.

Acceso Concurrente. Se trata de un ajuste booleano que indica si se permite concurrencia para ese rol. La concurrencia consiste en que un rol esté autenticado más de una vez. El valor **SÍ** indica concurrencia, el valor **NO** indica no concurrencia (un rol solo puede estar autenticado una sola vez). El valor por defecto será **NO**.

Una vez que existe un usuario autenticado con un determinado rol no concurrente, se impide la autenticación de otro usuario con ese rol. Más adelante se explica en detalle, porque existen excepciones a esta regla general.

Aplicar roles no concurrentes en conjunto. Si se selecciona (valor **SÍ**) significará que la no concurrencia se chequea además entre todos los roles marcados como no concurrentes, es decir, que únicamente un rol no concurrente podrá estar autenticado en un momento dado. Por ejemplo, si los roles *ENGINEER*, *INSTALLER* y *SECADM* están configurados como no concurrentes y se pone este ajuste a **SÍ**, solo un usuario con rol *ENGINEER*, *INSTALLER* o *SECADM* podrá estar activo (si se autentica un usuario con rol *ENGINEER*, un segundo usuario con rol *INSTALLER* o *SECADM* no podrá acceder). El valor por defecto es **SÍ**.

Tomando siempre el criterio de facilitar el acceso a usuarios con roles prioritarios (no concurrentes):

- En el caso de que haya usuarios autenticados con roles no prioritarios (concurrentes), se cierra la sesión del usuario con rol de menor prioridad y que más tiempo lleve conectado de forma automática y sin avisar.
- En caso de que haya otro usuario autenticado con rol prioritario (no concurrente), se pregunta si el nuevo usuario desea cerrar la sesión del usuario con rol prioritario que actualmente está autenticado. Esta opción solo está disponible por página web y HMI.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Seguidamente se detalla cómo se comporta el equipo en los diferentes casos de configuración de concurrencia de roles:

Caso en que el parámetro *Aplicar roles no concurrentes en conjunto* vale SÍ

- Si el usuario que accede tiene rol concurrente:
  - Si hay sesiones libres en ese servicio, se le concede el acceso.
  - Si no hay sesiones libres en ese servicio, se comprueba si hay autenticado algún usuario con rol menos prioritario:
    - Si lo hay, se cierra automáticamente la sesión del usuario que más tiempo lleve autenticado, se le concede el acceso al nuevo usuario y se genera el evento **Logout – session closed by other user** con el usuario que se acaba de expulsar.
    - Si no lo hay, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – too many user sessions**.

- Si el usuario que accede tiene rol no concurrente:
  - Se comprueba si hay algún otro usuario autenticado con rol no concurrente:
    - Si lo hay y es más prioritario que el usuario que intenta acceder, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – user rejected due to role concurrency**.
    - Si lo hay y es igual o menos prioritario que el usuario que intenta acceder y el servicio no es página web o HMI, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – user rejected due to role concurrency**.
    - Si lo hay y es igual o menos prioritario que el usuario que intenta acceder y el servicio es página web o HMI, se muestra un aviso de que existe otro usuario privilegiado autenticado y se le ofrece la posibilidad de expulsarlo:
      - Si el usuario acepta, se cierra la sesión del otro usuario con rol no concurrente, se le concede el acceso al nuevo usuario y se genera el evento **Logout – session closed by other user** con el usuario que se acaba de expulsar.
      - Si el usuario cancela, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – user rejected due to role concurrency**.
    - Si no lo hay, se comprueba si hay sesiones libres en ese servicio:
      - Si hay sesiones libres, se le concede el acceso.
      - Si no hay sesiones libres, se comprueba si hay autenticado algún usuario con rol menos prioritario:
        - Si lo hay, se cierra automáticamente la sesión del usuario que más tiempo lleve conectado, se le concede el acceso al nuevo usuario y se genera el evento **Logout – session closed by other user** con el usuario que se acaba de expulsar.
        - Si no lo hay, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – too many user sessions**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Caso en que el parámetro *Aplicar roles no concurrentes en conjunto* vale NO

- Si el usuario que accede tiene rol concurrente:
  - Si hay sesiones libres en ese servicio, se le concede el acceso.
  - Si no hay sesiones libres en ese servicio, se comprueba si hay autenticado algún usuario con rol menos prioritario:
    - Si lo hay, se cierra automáticamente la sesión del usuario con rol menos prioritario y que más tiempo lleve conectado, se le concede el acceso al nuevo usuario y se genera el evento **Logout – session closed by other user** con el usuario que se acaba de expulsar.
    - Si no lo hay, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – too many user sessions**.

- Si el usuario que accede tiene rol no concurrente:
  - Se comprueba si hay algún otro usuario autenticado con el mismo rol:
    - Si lo hay y el servicio no es página web o HMI, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – user rejected due to role concurrency**.
    - Si lo hay y el servicio es página web o HMI, se muestra un aviso de que existe otro usuario privilegiado autenticado y se le ofrece la posibilidad de expulsarlo:
      - Si el usuario acepta, se cierra la sesión del otro usuario con el mismo rol, se le concede el acceso al nuevo usuario y se genera el evento **Logout – session closed by other user** con el usuario que se acaba de expulsar.
      - Si el usuario cancela, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – user rejected due to role concurrency**.
    - Si no lo hay, se comprueba si hay sesiones libres en ese servicio:
      - Si hay sesiones libres, se le concede el acceso.
      - Si no hay sesiones libres, se comprueba si hay autenticado algún usuario con rol menos prioritario:
        - Si lo hay, se cierra automáticamente la sesión del usuario que tenga el rol menos prioritario y que más tiempo lleve conectado, se le concede el acceso al nuevo usuario y se genera el evento **Logout – session closed by other user** con el usuario que se acaba de expulsar.
        - Si no lo hay, se le deniega el acceso y se genera el evento **Login failed – too many user sessions**.

F.3.2 Configuración de usuarios y roles

La gestión de usuarios y roles debe ser realizada por un usuario que disponga de permiso de *gestión de usuarios*. Se gestiona desde varias interfaces:

- Interfaz web (HTTP / HTTPS).
- Interfaz de línea de comandos CLI (Telnet / SSH).
- Herramienta de configuración ***ZIV e-NET Tool***®, empleando los ficheros *LocalRBAC* y *DevicePreferences*.

F.3.2.a Configuración de usuarios y roles desde web

Para gestionar los usuarios y roles desde la interfaz web es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios HTTP o HTTPS. Es recomendable usar la conexión HTTPS en vez de HTTP por estar los datos cifrados.

- Se accede a la web del equipo a través de un navegador, introduciendo la dirección IP configurada en el adaptador LAN del equipo. Inicialmente aparece una página de login donde se debe introducir el nombre y la contraseña del usuario (*admin* es el usuario por defecto).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

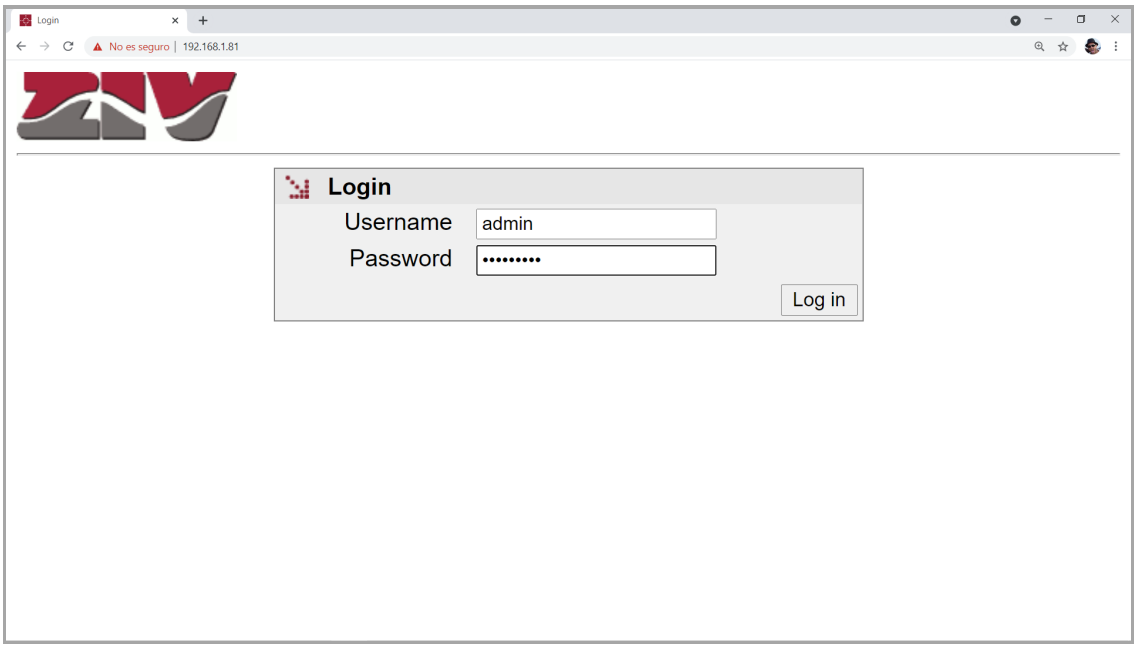


Figura F.1 Autenticación de usuario en página web.

- Se accede al menú ***Configuration→Access*** para gestionar la configuración de usuarios.

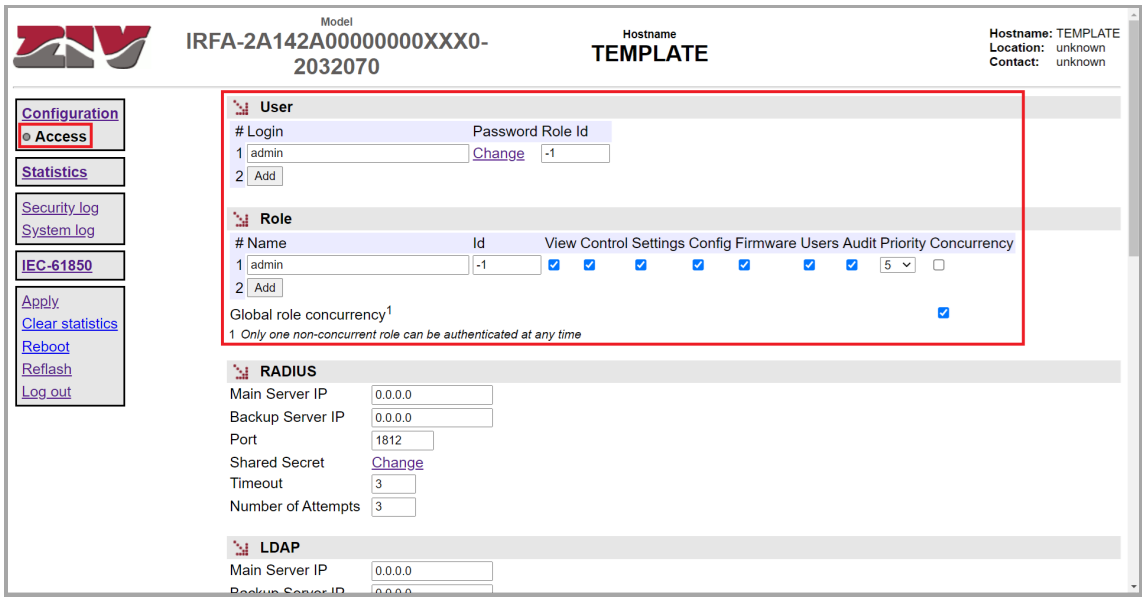


Figura F.2 Configuración de usuarios y roles en página web.

Para añadir un nuevo rol, se pulsa el botón ***Add*** de la sección ***Role*** y se introduce un nombre (no puede ser repetido), un identificador de rol (no puede ser repetido), se seleccionan los permisos asignados a dicho rol, se ajusta la prioridad si se desea y se configura su concurrencia. En el ejemplo siguiente, se crea el rol *guest* con identificador '-2' y solo permiso de visualización, prioridad 5 y concurrente.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

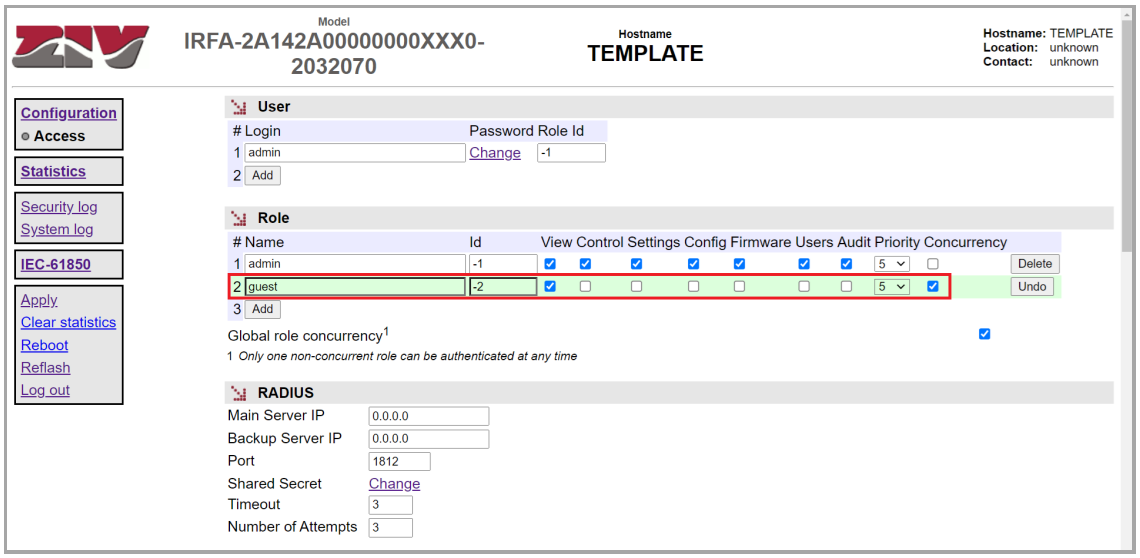


Figura F.3 Añadir un rol en página web.

Para añadir un nuevo usuario, se pulsa el botón ***Add*** de la sección ***User*** y se introduce el nombre de usuario (no puede ser repetido) y el identificador de rol asociado. En el ejemplo, se crea un usuario *guest* y se le asigna el rol con identificador -2.

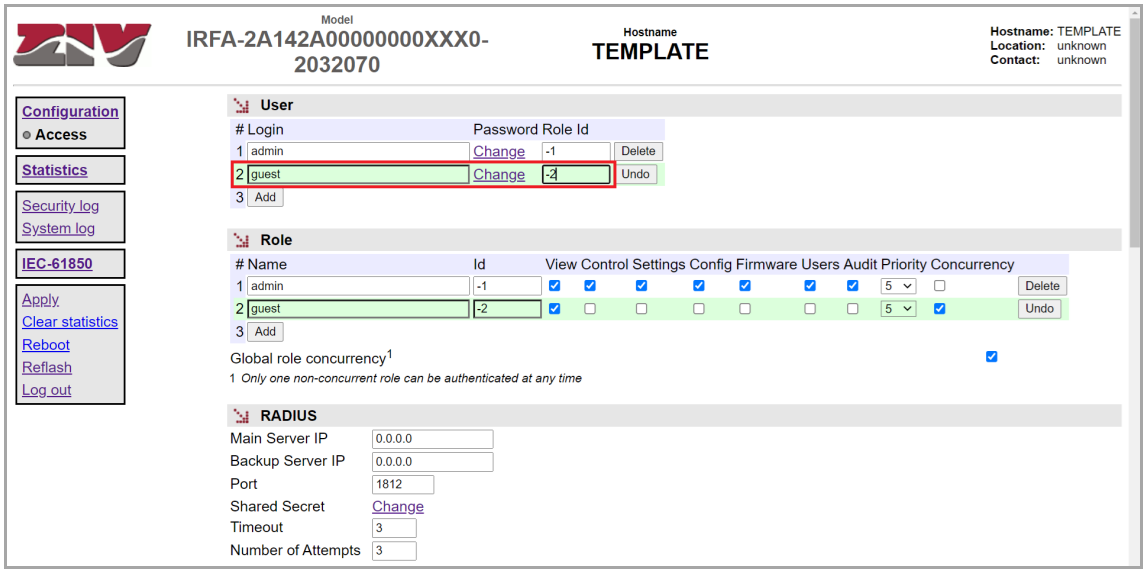


Figura F.4 Añadir un usuario en página web.

Seguidamente se puede cambiar la contraseña del nuevo usuario, pulsando sobre el enlace ***Change***.

Antes de cambiar su contraseña, se debe validar los datos anteriores pulsando el botón ***Send*** *localizado en la parte inferior de la página (es necesario hacer scroll hasta abajo). En caso contrario se perderán los datos introducidos.*

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

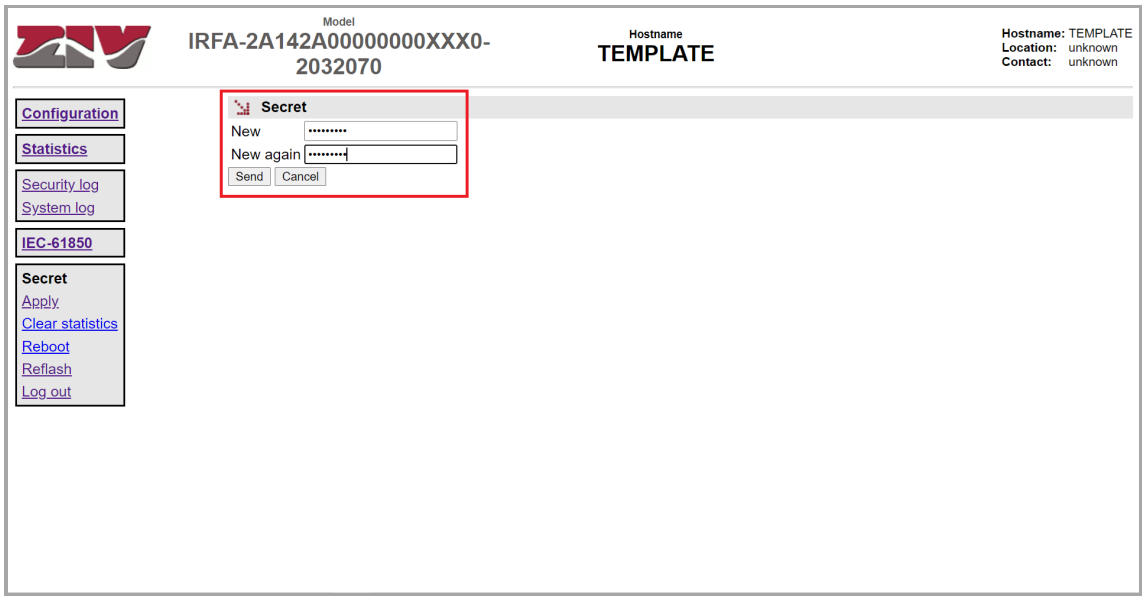


Figura F.5 Cambio de contraseña de usuario en página web.

En la página de cambio de la contraseña, se introduce la nueva contraseña dos veces y se pulsa ***Send***.

Para que los nuevos usuarios tengan efecto hay pulsar sobre el menú ***Apply***, pulsar ***OK*** y esperar a que aparezca el mensaje '*Configuration applied successfully*'.

Si se desea anular temporalmente un rol, y por ende a los usuarios que lo incluyan, se puede desactivar el permiso de *visualización* del rol.

Para eliminar un usuario o rol, hay que pulsar el botón ***Delete*** correspondiente y posteriormente pulsar ***Send*** y ***Apply***. En el ejemplo siguiente se borrarán el usuario 'Dummy' y el rol '-1234'.

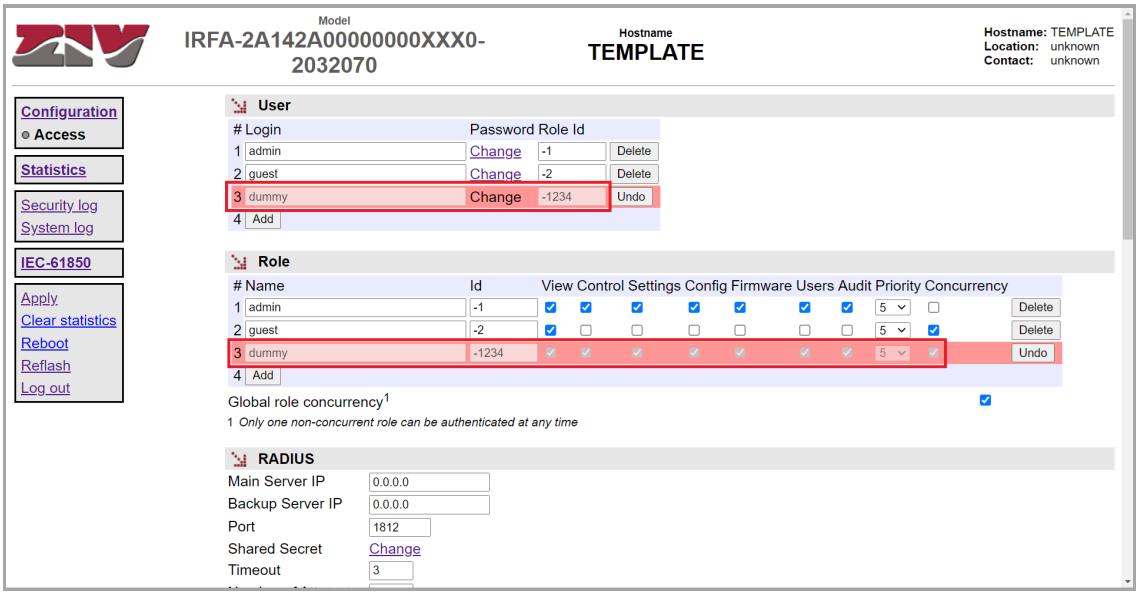


Figura F.6 Borrar usuario y rol en página web.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

*Para validar los nuevos datos introducidos en una página web, se debe pulsar el botón **Send** localizado en la parte inferior de la página (es necesario hacer scroll hasta abajo) antes de cambiar de página. En caso de no hacerlo, se pierden los datos que hayan sido modificados.*

F.3.2.b Configuración de usuarios y roles desde CLI

Para gestionar los usuarios y roles desde la interfaz de línea de comandos CLI, es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios Telnet o SSH. Es recomendable usar la conexión SSH en vez de Telnet por estar los datos cifrados.

Se accede al CLI del equipo lanzando la aplicación Telnet o SSH desde un host e introduciendo el login del usuario que tenga permisos de gestión de usuarios.

Automáticamente se accede al CLI del equipo. Se puede ver el árbol de parámetros con el comando ***get***. Los ajustes correspondientes a usuarios están en el nodo ***main/access***.

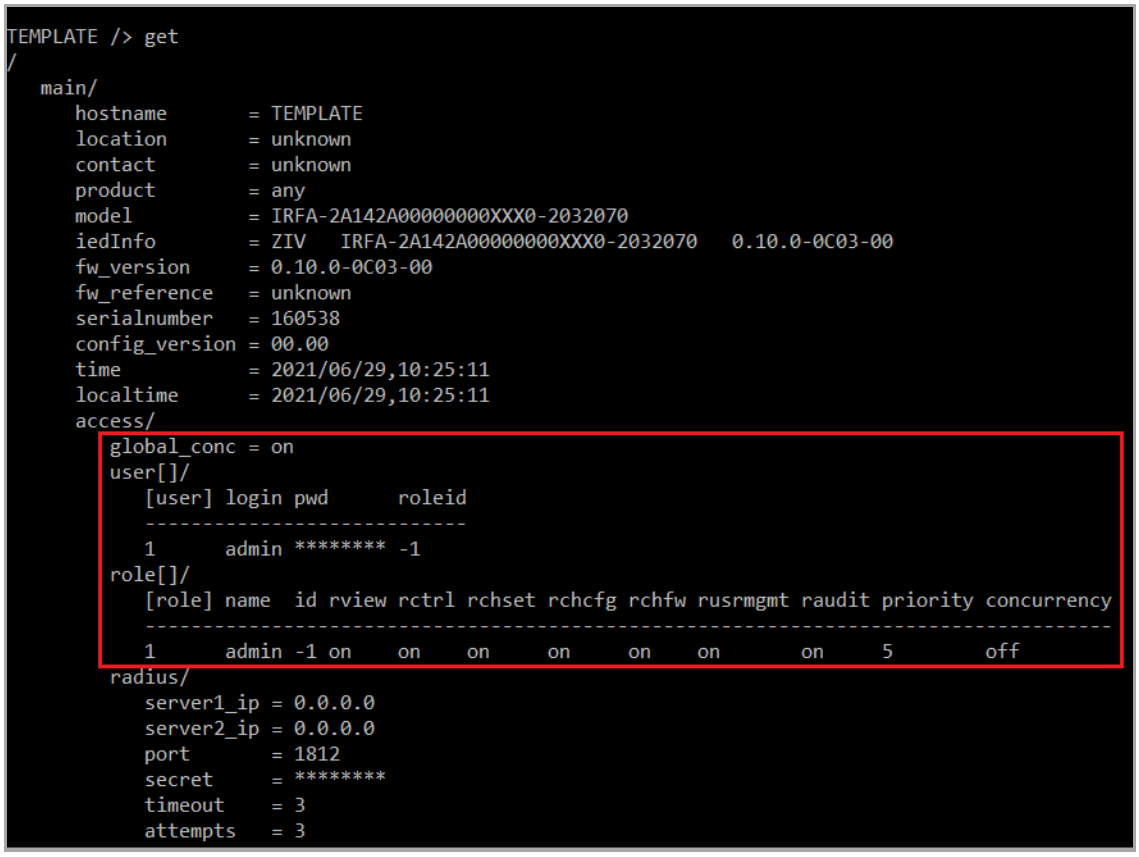


Figura F.7 Ajustes de usuarios y roles en CLI.

Para añadir un nuevo rol, primero se añade un nuevo elemento en la tabla ***role[]*** con el comando ***add /main/access/role***. Se crea un nuevo rol con índice 2 en la tabla y con los valores de defecto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

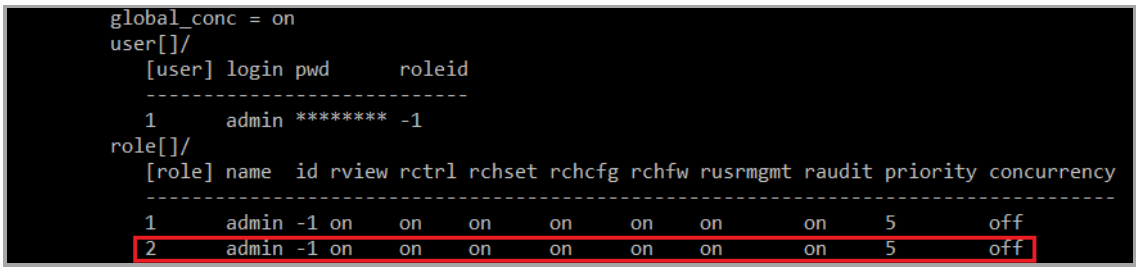


Figura F.8 Añadir un rol en CLI.

Ahora se modifica el nuevo rol con el nombre, identificador, permisos, prioridad y concurrencia deseados. Se puede hacer interactivamente ejecutando el comando ***set main/access/role[2]*** donde se irá pidiendo cada uno de los campos hasta completar el rol, o bien ejecutando directamente el set del campo a modificar, por ejemplo:

- ***set /main/access/role[2]/name guest***
- ***set /main/access/role[2]/id -2***
- ***set /main/access/role[2]/rview on***
- ***set /main/access/role[2]/rctrl off***
- ***set /main/access/role[2]/rchset off***
- ***set /main/access/role[2]/rchcfg off***
- ***set /main/access/role[2]/rchfw off***
- ***set /main/access/role[2]/rusrmgmt off***
- ***set /main/access/role[2]/raudit off***
- ***set /main/access/role[2]/priority 5***
- ***set /main/access/role[2]/concurrency on***

Para añadir un nuevo usuario, se ha de realizar un proceso análogo al anterior, pero en la tabla ***user[]***

- ***add main/access/user***

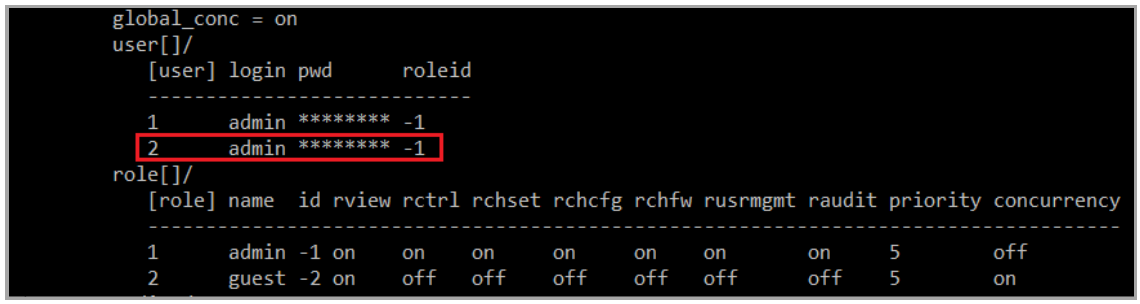


Figura F.9 Añadir un usuario en CLI.

- ***set main/access/user[2]/login guest***
- ***set main/access/user[2]/roleid -2***
- ***set main/access/user[2]/pwd*** (introduciendo el valor de la clave dos veces).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

```
global_conc = on
user[]/
   [user] login pwd      roleid
   ---------------------------
   1      admin ******** -1
   2      guest ******** -2
role[]/
   [role] name  id rview rctrl rchset rchcfg rchfw rusrmgmt raudit priority concurrency
   ------------------------------------------------------------------------------------
   1      admin -1 on    on    on     on     on    on      on     5        off
   2      guest -2 on    off   off    off    off   off     off    5        on
```

Figura F.10 Usuario y rol modificados en CLI.

Una vez se ha creado el nuevo usuario y/o rol, se guardan los datos con el comando ***save*** y se hacen efectivos los cambios en el equipo con el comando ***apply***.

F.3.2.c Configuración de usuarios y roles desde *ZIV e-NET Tool*®

Para gestionar los usuarios y roles desde ***ZIV e-NET Tool***® es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios SSH y SFTP.

Se distingue entre usuarios y roles, pues se configuran en ficheros de configuración diferentes. La operativa es la siguiente: primero se crean los roles (se almacenan como parte del fichero *DevicePreferences*), después se crean los usuarios locales (se almacenan en el fichero *LocalRBAC*) y finalmente se transfieren al equipo ambos ficheros. A la hora de recoger información del equipo, solo se puede recoger el fichero *DevicePreferences* completo (este incluye los roles). Los usuarios locales no se pueden recoger del equipo, pues el fichero *LocalRBAC* contiene las contraseñas del equipo, se considera un fichero solo de entrada al equipo.

Para configurar los usuarios locales, en la ***Vista de Navegación*** se accede a la opción ***Preferencias→Seguridad→Usuarios Locales***.

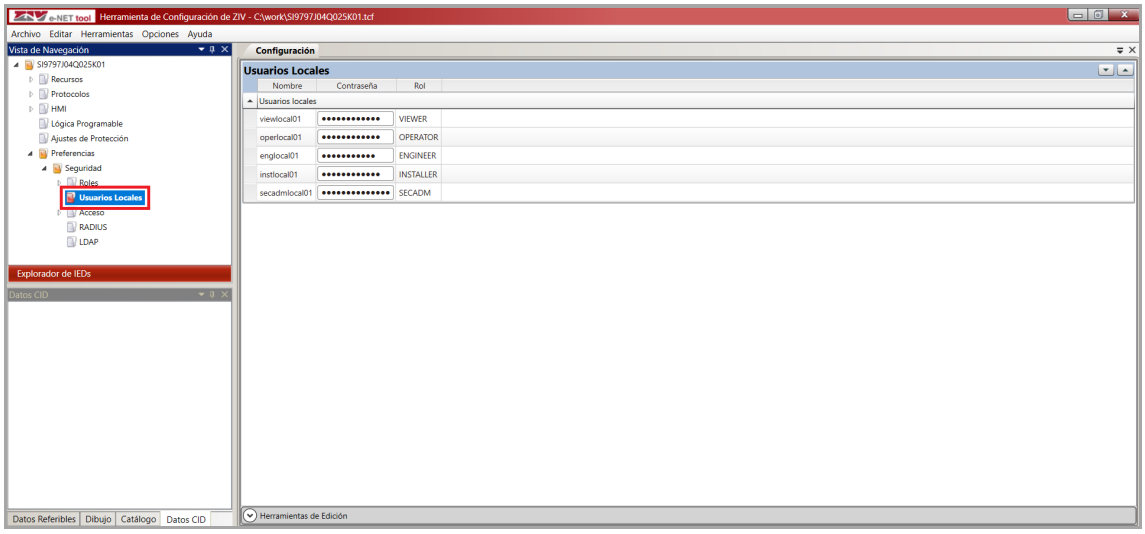


Figura F.11 Configuración de usuarios locales con herramienta de configuración.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Siguiendo la filosofía habitual de la herramienta, se podrán añadir o borrar usuarios locales (empleando la pestaña ***Herramientas de Edición***), así como modificar los usuarios locales actuales. Por cada usuario se debe configurar su nombre, su contraseña y su rol asociado (por ello los roles deben crearse previamente).

Pulsando con el botón derecho sobre esta opción ***Preferencias→Seguridad→Usuarios Locales***, se pueden exportar los usuarios a un fichero *LocalRBAC* o importarlos de un fichero *LocalRBAC* previamente configurado.

El fichero *LocalRBAC* es un fichero XML con el siguiente formato:

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
RBACtemplate	Nodo raíz.	**device**	-
device	Nodo principal.	**LOCALUSRDB**	**name**: nombre del equipo. **IP**: dirección IP del equipo.
LOCALUSRDB	Usuarios locales.	**LocalUsr**	-
LocalUsr	Definición de un usuario local: nombre, contraseña y rol asignado.	-	**name**: nombre del usuario. **pwd**: contraseña del usuario. **role**: identificador numérico del rol asignado al usuario.

Ejemplo de fichero *LocalRBAC*:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RBACtemplate>
 <device name="TEMPLATE" IP="192.168.1.81">
  <LOCALUSRDB>
   <LocalUsr name="viewlocal" pwd="PwdView@01" role="7"/>
   <LocalUsr name="operlocal" pwd="PwdOper@01" role="8"/>
   <LocalUsr name="englocal" pwd="PwdEng@01" role="9"/>
   <LocalUsr name="instlocal" pwd="PwdInst@01" role="10"/>
   <LocalUsr name="secadmlocal" pwd="PwdSecadm@01" role="15"/>
  </LOCALUSRDB>
 </device>
</RBACtemplate>
```

Para transferir los usuarios locales al equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, se marca la opción ***LRBAC*** y se pulsa ***Enviar*** para cargar el fichero de *LocalRBAC* en el equipo. El progreso de carga se va indicando en la ventana ***Información***. Si el fichero *LocalRBAC* se carga exitosamente en el equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration uploaded successfully**. Por el contrario, si se produce cualquier error en la validación del fichero *LocalRBAC* por parte del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration upload failed – invalid configuration**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

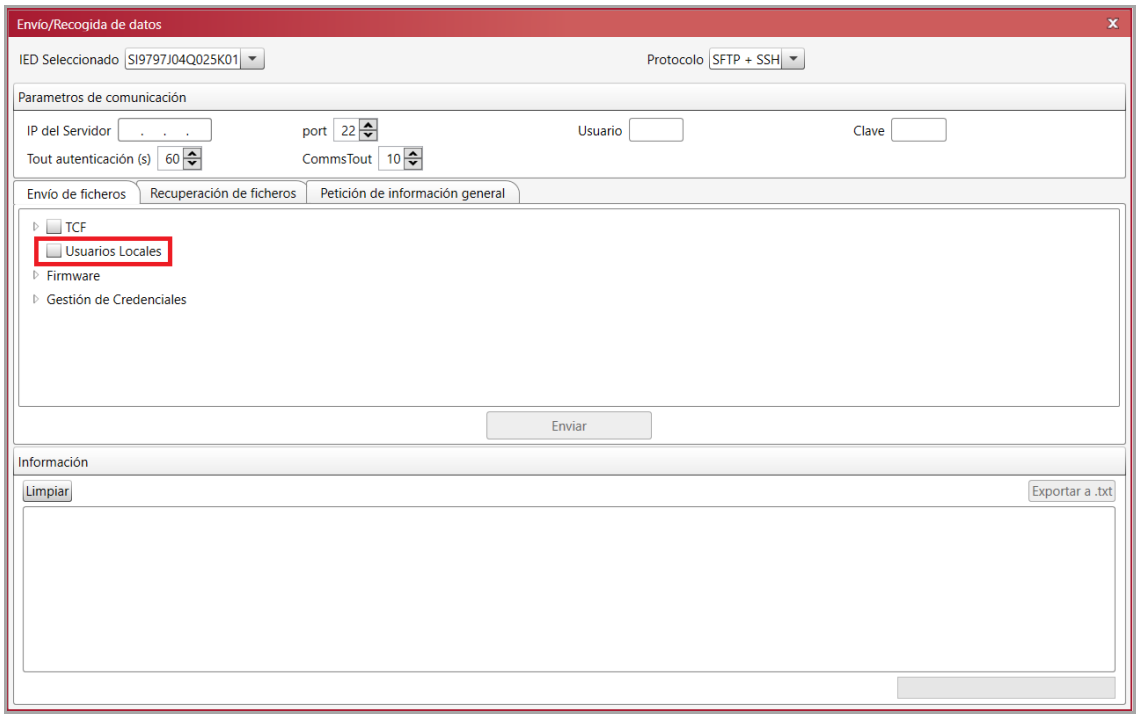


Figura F.12 Envío de usuarios locales con herramienta de configuración.

Para configurar los roles, en la ***Vista de Navegación*** se accede a la opción ***Preferencias→Seguridad→Roles***.

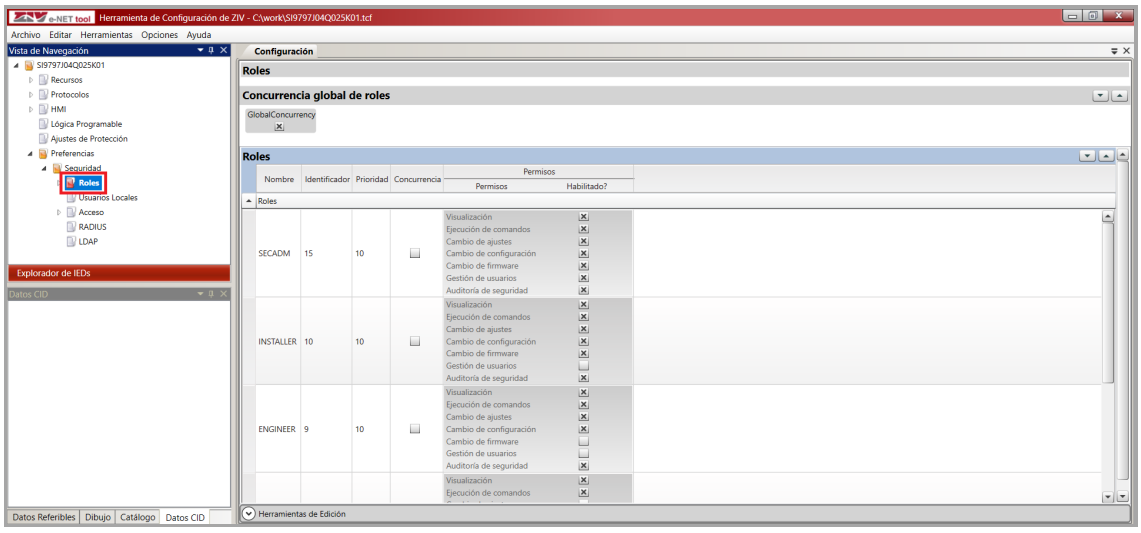


Figura F.13 Configuración de roles con herramienta de configuración.

Siguiendo la filosofía habitual de la herramienta, se podrán añadir o borrar roles (empleando la pestaña ***Herramientas de Edición***), así como modificar los roles actuales. Por cada rol se debe configurar su nombre, su identificador, su prioridad, su concurrencia y sus permisos asociados.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Pulsando con el botón derecho sobre esta opción ***Preferencias→Seguridad→Roles***, se pueden exportar los roles a un fichero *DevicePreferences* o importarlos de un fichero *DevicePreferences* previamente configurado.

Los roles son parte del fichero *DevicePreferences*. Se trata de un fichero XML cuya sección de roles tiene el siguiente formato:

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
device	Nodo raíz.	**ROLES**, RADIUS, LDAP, ACCESS	**tversion**: versión del fichero. **filetype**: tipo de fichero (fijo "DevicePreferences").
ROLES	Roles.	**Role**	**global_conc**: indica si solo uno o varios roles no concurrentes pueden estar autenticados al mismo tiempo.
Role	Definición de un rol: nombre, identificador, máscara de permisos, prioridad y concurrencia.	-	**name**: nombre del rol. **id**: identificador numérico del rol. **rightMsk**: máscara de permisos, donde: - 0x01: Permiso de *visualización*. - 0x02: Permiso de *ejecución de comandos*. - 0x04: Permiso de *cambio de ajustes*. - 0x08: Permiso de *cambio de configuración*. - 0x10: Permiso de *cambio de firmware*. - 0x20: Permiso de *gestión de usuarios*. - 0x40: Permiso de *auditoría de seguridad*. **priority**: Prioridad del rol. **concurrency**: Indica si el rol es concurrente o no.

Ejemplo de fichero de *DevicePreferences* (solo con sección de roles):

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<device tversion="0.1" fileType="DevicePreferences">
  <ROLES global_conc="Yes">
    <Role name="SECADM" id="15" rightMsk="127" priority="10" concurrency="No" />
    <Role name="INSTALLER" id="10" rightMsk="95" priority="10" concurrency="No" />
    <Role name="ENGINEER" id="9" rightMsk="79" priority="10" concurrency="No" />
    <Role name="OPERATOR" id="8" rightMsk="3" priority="1" concurrency="Yes" />
    <Role name="VIEWER" id="7" rightMsk="1" priority="1" concurrency="Yes" />
  </ROLES>
</device>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para transferir los roles al equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, se marca la opción ***TCF→Preferencias*** (si se desea transferir el fichero *DevicePreferences* completo) o la opción ***TCF→Preferencias→Roles*** (si se desea transferir solo los roles) y se pulsa ***Enviar*** para cargar el fichero *DevicePreferences* completo o solo los roles en el equipo. El progreso de carga se va indicando en la ventana ***Información***. Si se ha cargado exitosamente en el equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration uploaded successfully**. Por el contrario, si se produce cualquier error en la validación por parte del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration upload failed – invalid configuration**.

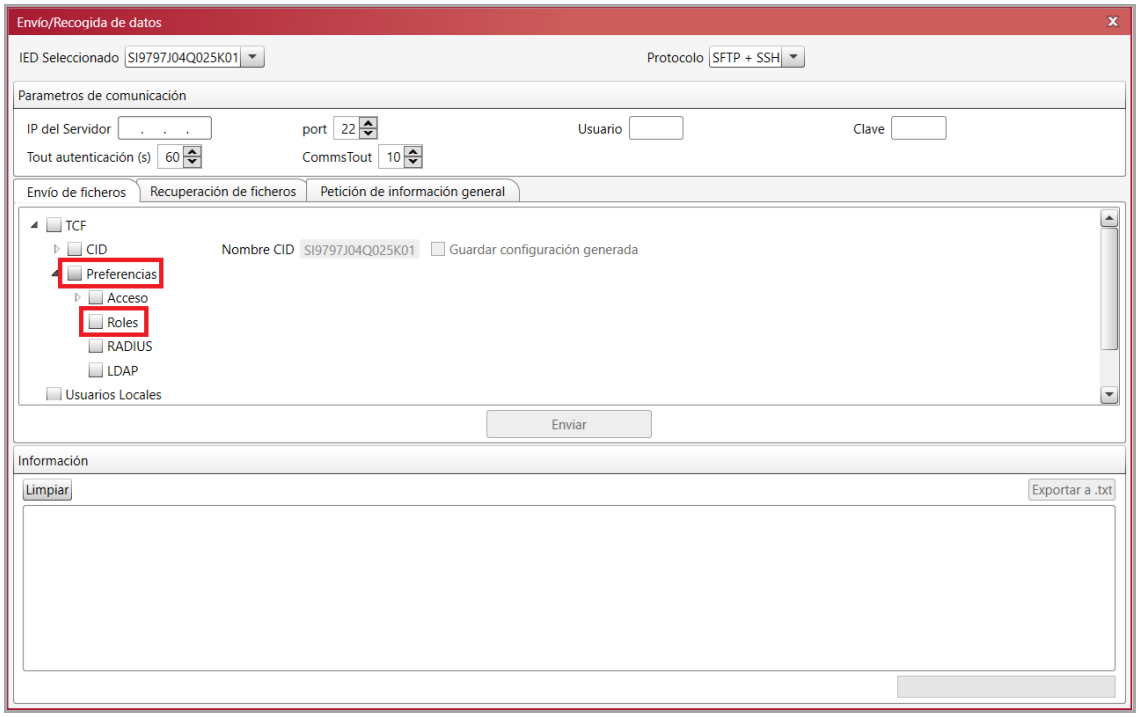


Figura F.14 Envío de roles con herramienta de configuración.

Para recoger los roles del equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Recuperación de ficheros***, se marca la opción ***Preferencias*** (solo se permite descargar el fichero *DevicePreferences* completo) y se pulsa ***Recuperar*** para descargar el fichero *DevicePreferences*. El progreso de descarga se va indicando en la ventana ***Información***. Una vez descargado el fichero se genera el evento de ciberseguridad **Configuration downloaded**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

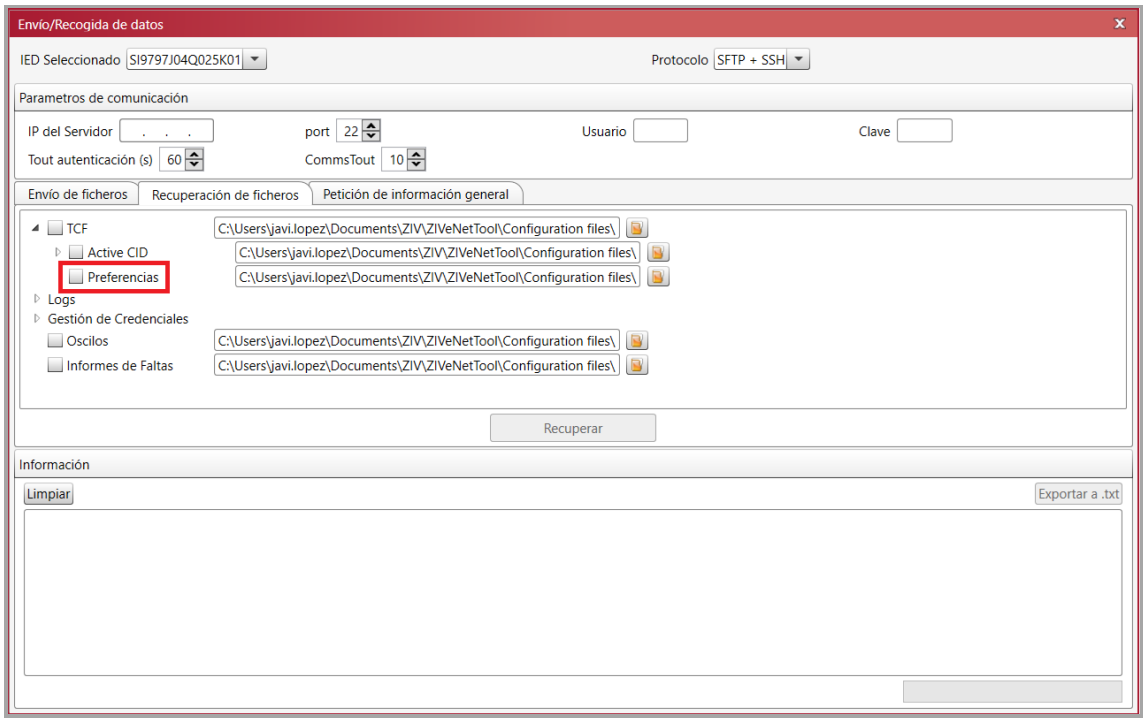


Figura F.15 Recogida de roles con herramienta de configuración.

F.3.3 Concurrencia de sesiones

Con el fin de tener controlados los recursos empleados por el equipo, se decide limitar el número de sesiones concurrentes autenticadas por tipo de servicio disponible en el equipo.

El equipo dispone de los siguientes ajustes, modificables desde herramienta de configuración y desde HMI:

Sesiones concurrentes				
Herramienta de configuración	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
El mismo usuario puede ocupar todas las sesiones disponibles	`Un usr todas ses`	SÍ / NO		SÍ
Telnet	`Telnet`	1 – 5	1	2
FTP	`FTP`	1 – 5	1	2
HTTP	`HTTP`	1 – 5	1	2
SSH/SFTP	`SSH/SFTP`	1 – 10	1	4
HTTPS	`HTTPS`	1 – 5	1	2

Algunos clientes desean impedir que un mismo usuario pueda ocupar todas las sesiones disponibles de un servicio, evitando que otros puedan autenticarse. Para eso se emplea el ajuste *El mismo usuario puede ocupar todas las sesiones disponibles* de la siguiente manera:

- Si el ajuste toma el valor **SÍ**, todas las sesiones de un servicio podrán ser ocupadas por el mismo usuario y un intento de abrir una nueva sesión cuando todas están ocupadas significará que la sesión no es aceptada, generándose el evento de ciberseguridad **Login failed – too many user sessions**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Si el ajuste toma el valor **NO**, todas las sesiones de un servicio podrán ser ocupadas por el mismo usuario y un intento de abrir una nueva sesión cuando todas están ocupadas significará que:
  - Si la sesión es de otro usuario, este es aceptado y se cierra sin aviso ninguno la sesión más antigua (la que lleve más tiempo) del otro usuario que tenía ocupadas todas las sesiones. Se genera el evento de ciberseguridad **Logout – session closed by other user**.
  - Si la sesión es del mismo usuario que tiene ocupadas el resto de las sesiones, esta nueva conexión es rechazada y se genera el evento de ciberseguridad **Login failed – too many user sessions**.

Los servicios denominados protocolos LAN (una conexión PROCOME y cuatro conexiones más a escoger entre PROCOME, DNP3 o MODBUS) ya están limitados de forma fija.

F.3.4 Accesos locales

Los accesos locales corresponden a los accesos a través de HMI y USB (pendrive). Al tratarse de accesos presenciales, que tienen lugar dentro del perímetro físico de seguridad de las instalaciones eléctricas (considerado seguro), generalmente es suficiente con que estén protegidos por una contraseña numérica. Aún en esas condiciones, existen clientes que exigen que todos los accesos estén protegidos con usuario y contraseña y el HMI no es una excepción.

El equipo es capaz de funcionar de ambas formas en función del siguiente ajuste, modificable desde página web, línea de comandos (CLI) o herramienta de configuración ***ZIV e-NET Tool***® (empleando el fichero *DevicePreferences*).

Requerir usuario para autenticación por HMI					
Página web	**CLI**	**DevicePreferences**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
User required for HMI authentication	*main/access/hmi/ usrauthhmi*	usrauthhmi	NO / SÍ		NO

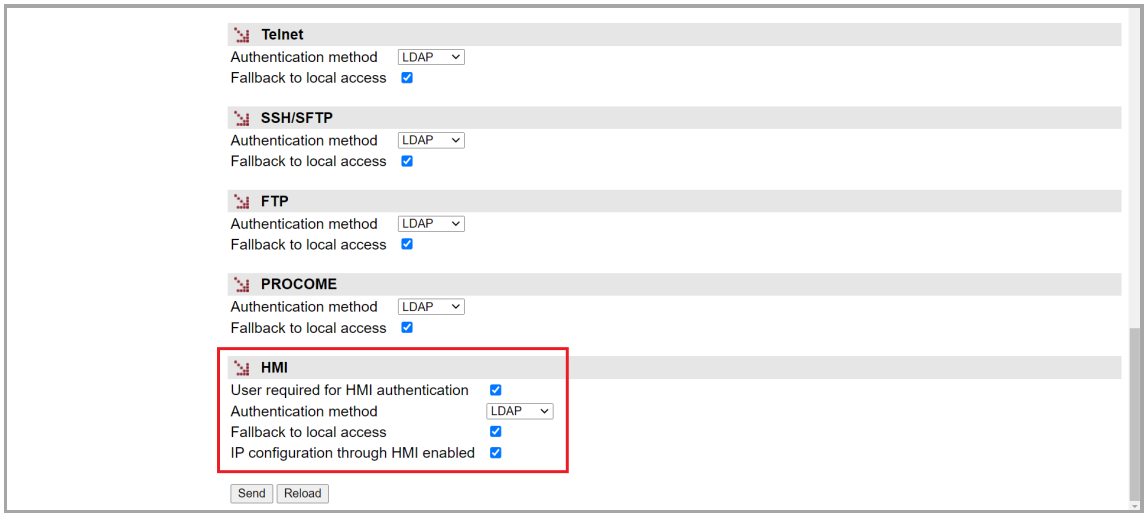


Figura F.16 Ajuste para requerir usuario para autenticación HMI en página web.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

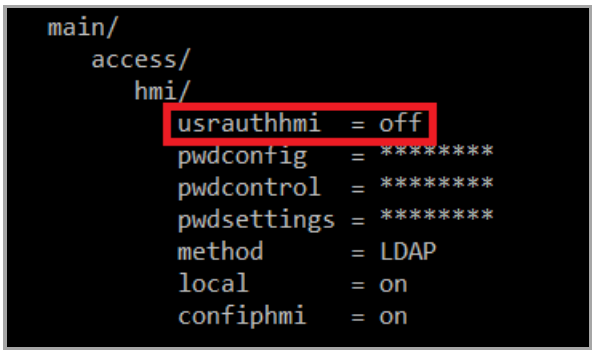


Figura F.17 Ajuste para requerir usuario para autenticación HMI en CLI.

Para cambiar este ajuste por web o CLI es necesario que, tras modificar el ajuste, se pulsen los botones (web) o se ejecuten los comandos (CLI) ***Send*** y ***Apply***.

Para cambiar este ajuste por ***ZIV e-NET Tool***® es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios SSH y SFTP. En la ***Vista de Navegación*** se accede a la opción ***Preferencias→Seguridad→Acceso→HMI***.

Pulsando con el botón derecho sobre esta opción ***Preferencias→Seguridad→ Acceso→HMI***, se pueden exportar los ajustes de HMI (el presente más otros explicados en otros apartados) a un fichero *DevicePreferences* o importarlos de un fichero *DevicePreferences* previamente configurado.

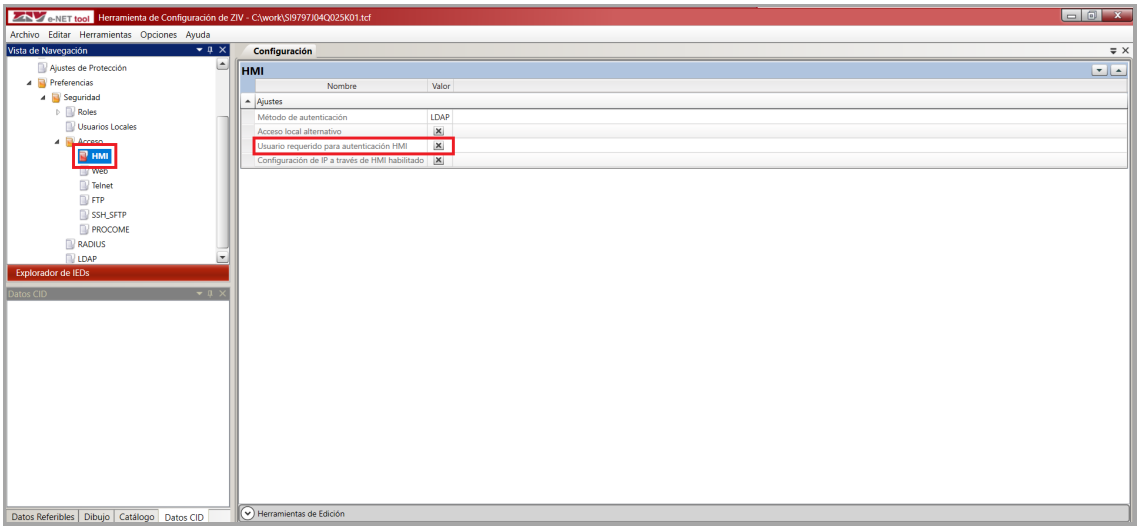


Figura F.18 Ajuste para requerir usuario para autenticación HMI en herramienta de configuración.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Este ajuste es parte del fichero *DevicePreferences*. Se trata de un fichero XML y este ajuste está ubicado dentro de la sección de HMI (aparece resaltado):

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
Device	Nodo raíz.	ROLES, RADIUS, LDAP, **ACCESS**	**tversion**: versión del fichero. **filetype**: tipo de fichero (fijo "DevicePreferences").
ACCESS	Parámetros para controlar acceso.	**HMI**, WEB, TELNET, FTP, SSH_SFTP, PROCOME	-
HMI	Parámetros de acceso HMI.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de acceso HMI.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **method**: método de autenticación para el acceso HMI (local, LDAP o RADIUS). - **local**: uso alternativo de usuarios locales para el acceso HMI. - **userauthhmi**: nombre del rol. - **confiphmi**: se permite cambiar la IP por HMI. **value**: valor del ajuste.

Ejemplo de fichero de *DevicePreferences* (con sección HMI completa, el ajuste de requerir usuario para autenticación HMI aparece resaltado):

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<device tversion="0.1" fileType="DevicePreferences">
  <ACCESS>
    <HMI>
      <Setting name="method" value="LDAP" />
      <Setting name="local" value="Yes" />
      <Setting name="usrauthhmi" value="Yes" />
      <Setting name="confiphmi" value="Yes" />
    <HMI>
  </ACCESS>
</device>
```

Para transferir el ajuste al equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, se marca la opción ***TCF→Preferencias*** (si se desea transferir el fichero *DevicePreferences* completo), la opción ***TCF→Preferencias→ACCESS*** (si se desea transferir la sección de accesos completa) o la opción ***TCF→Preferencias→ACCESS→HMI*** (si se desea transferir la sección de accesos de HMI completa, es la sección mínima que se puede enviar) y se pulsa ***Enviar*** para cargar la información en el equipo. El progreso de carga se va indicando en la ventana ***Información***. Si se ha cargado exitosamente en el equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration uploaded successfully**. Por el contrario, si se produce cualquier error en la validación por parte del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration upload failed – invalid configuration**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

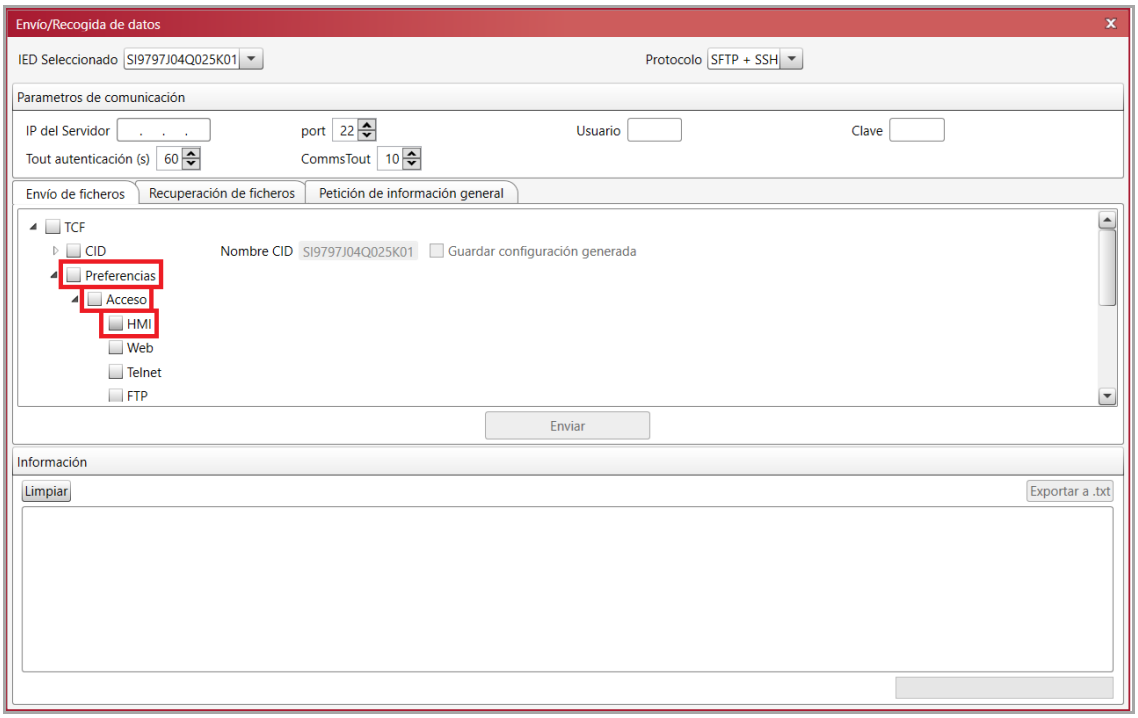


Figura F.19 Envío de ajuste para requerir usuario para autenticación HMI con herramienta de configuración.

Para recoger este ajuste del equipo, se procede tal y como se indica en el apartado **Configuración de usuarios y roles desde ZIV e-NET Tool®** para los roles, pues solo es posible recoger el fichero *DevicePreferences* completo.

En función de este ajuste, el equipo se comporta de la siguiente manera:

- El valor **NO** indicará que la autenticación por HMI se realiza empleando únicamente una contraseña de 4 números.
- El valor **SÍ** indica que la autenticación por HMI se realiza empleando usuario y contraseña.

A continuación, se explican ambas modalidades de autenticación.

F.3.4.a Autenticación con contraseña

El equipo dispone de tres contraseñas para acceder a diferentes niveles de gestión por HMI:

- *Configuración*: se emplea para cambiar parámetros del menú de configuración del HMI, así como para descargar información al USB pendrive.
- *Maniobras*: se emplea para realizar operaciones (mandos) desde HMI.
- *Ajustes*: se emplea para cambiar ajustes, incluido el cambio de tabla activa de ajustes.

El valor de defecto de las tres contraseñas es 2140.

Para modificar el valor de dichas contraseñas se pueden emplear dos procedimientos:

- Desde HMI, accediendo al menú de *Configuración→Claves*.
- Desde la interfaz de línea de comandos (CLI), a través de Telnet (no es recomendable porque los datos no están cifrados) o SSH.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Los ajustes correspondientes a las tres contraseñas locales son los siguientes:

Contraseñas locales				
CLI	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
main/access/hmi/pwdconfig	Configuración	0 - 9999	1	2140
main/access/hmi/pwdcontrol	Maniobras	0 - 9999	1	2140
main/access/hmi/pwdsettings	Ajustes	0 - 9999	1	2140

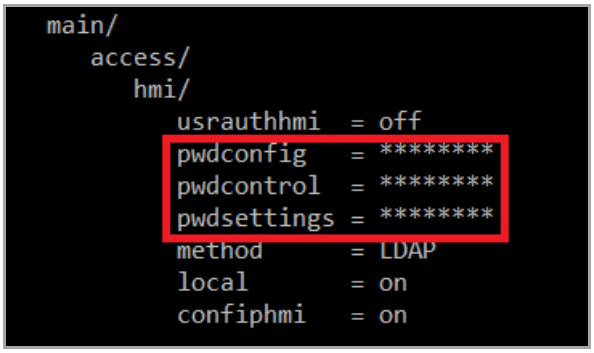


Figura F.20 Contraseñas HMI en CLI.

El cambio remoto de las contraseñas locales a través de CLI facilita la integración del equipo en sistemas centralizados de ciberseguridad, permitiéndoles cumplir uno de sus principales requisitos: actualizar de manera periódica las contraseñas del equipo.

Cuando se introduce el valor de la contraseña, los ceros al principio no se ponen. Si, por ejemplo, la contraseña es '0012', los dígitos a introducir serán '12'.

A continuación, se indican las opciones del menú que están disponibles con cada una de las contraseñas:

Contraseña	**Opción del menú de HMI**
Sin contraseña	Menú *Información*. Menú *USB* (si puerto USB activado y pendrive insertado): *Expulsar USB*. Acceso a la tecla *CLR* para resetear LEDs, disparos, etc. Acceso a los *objetos comandables* de la pantalla gráfica (accesibles con SEL y ejecutables con los botones O y |). Acceso a los *pulsadores P1 a P12*.
Configuración	Menú *Configuración*. Menú *USB* (si puerto USB activado y pendrive insertado): *Storage Dump*.
Maniobras	Menú *Acciones*.
Ajustes	Menú *Activar Tabla*. Menú *Modificar Ajustes*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.3.4.b Autenticación con usuario y contraseña

Cuando se requiere usar usuario/contraseña, los usuarios introducidos se validan contra los usuarios disponibles en el equipo, es decir, los usuarios remotos (cuando se usen métodos de autenticación remota como LDAPS o RADIUS) y/o los usuarios locales (cuando no se usen métodos de autenticación remota o, usándose estos, no estén disponibles y se haya configurado usar usuarios locales alternativamente).

Esta opción de autenticación con usuario y contraseña solo está disponible en equipos con ciberseguridad mejorada.

Únicamente el acceso a los siguientes menús será posible sin necesidad de autenticarse:

- *Información*:
  - *Información Equipo*.
  - *Estado*.
  - *Medidas*.
  - *Sucesos*.

Para acceder al resto de menús será necesario autenticarse con usuario y contraseña.

Para iniciar o cerrar sesión de un usuario por HMI, se debe actuar de alguna de las dos formas siguientes:

- Estando en la pantalla de reposo, pulsando ENTER se accede a la primera opción del menú:
  - Cuando no existe un usuario autenticado por HMI, la primera opción del menú es **Iniciar sesión** y cuando se entra en esa opción se muestra la pantalla de *login* que se explica más adelante.
  - Cuando existe un usuario autenticado por HMI, la primera opción del menú es **Cerrar sesión** y cuando se entra en esa opción se muestra la pantalla de *logout* que se explica más adelante.
- Si no hay usuario autenticado por HMI y se intenta acceder a una zona que requiera usuario, se muestra la pantalla de login de forma automática.

La **pantalla de login** inicialmente tiene el foco en la línea del usuario.

Inicialmente se muestra el carácter ‘a’, con ↑ se muestra la siguiente opción de carácter (‘b’), con ↓ la anterior opción de carácter, con → se avanza al siguiente carácter, con ← se retrocede al carácter anterior (se borra el carácter actual). La pulsación mantenida de la flecha ↑ o ↓ agiliza la búsqueda del carácter deseado.

Las opciones de carácter posibles son las siguientes (mostradas según su orden de aparición):

```
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 . _ -
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Pulsando ENTER se pasa a introducir la contraseña, el foco pasa al campo contraseña.

La forma de ir introduciendo los caracteres de la contraseña es equivalente a la del usuario. El orden de presentación de caracteres es: minúsculas, mayúsculas, números y caracteres especiales en el orden de la tabla ASCII:

```
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ! " # $ % & ' ( ) * + , - . / @
: ; < = > ? [ \ ] ^ _ ` { | } ~
```

Cada carácter de la contraseña confirmado (cuando se pulsa ➔) es sustituido gráficamente por el carácter '*' para evitar que la contraseña sea vista.

Pulsando ENTER se finaliza la introducción de usuario y contraseña y el equipo pasa a autenticar el usuario. Mientras se autentica el usuario se muestra el mensaje INICIO DE SESIÓN EN CURSO.

Si la autenticación del usuario es aceptada por el equipo, aparece en el HMI un carácter "L" (login) en la esquina superior derecha. Esto permite identificar claramente cuándo hay un usuario autenticado por HMI (carácter "L" presente) o no (carácter "L" ausente).

Si la autenticación del usuario es rechazada por el equipo, aparece el mensaje ERROR INICIO SESIÓN / PULSE UNA TECLA. Al pulsar cualquier tecla, vuelve a mostrarse la pantalla de login.

La **pantalla de logout** exige confirmación: con SÍ (🡐) se confirma el *logout* y con NO (➔) o ESC se cancela y el usuario sigue autenticado por HMI. Mientras se procede al cierre de sesión del usuario se muestra el mensaje CIERRE DE SESIÓN EN CURSO.

Si en cualquier momento dentro de la pantalla de *login* o *logout* se pulsa ***ESC***, se cierra la ventana de *login/logout* (en el caso de *logout* el usuario seguiría autenticado).

Para hacer *logout* (cerrar sesión de usuario) existen dos opciones:

- Que pase un timeout tras inactividad (no pulsar teclas, ver apartado **Logout automático**): en ese caso se vuelve a la pantalla principal automáticamente.
- Que el usuario seleccione la opción ***Logout*** del menú y confirme dicho *logout*.

Un usuario autenticado por HMI cuenta como otro acceso cualquiera para la concurrencia de roles (ver apartado **Usuarios, roles y permisos**). Por lo tanto, un usuario por HMI puede:

- Ser expulsado por otro usuario (por ejemplo, por web). En este caso, se vuelve a la pantalla principal, se elimina la indicación de usuario autenticado por HMI (carácter "L" del display) y se genera el evento de ciberseguridad **Logout – session closed by other user** con el usuario que se acaba de expulsar.
- Expulsar a otro usuario. Si se da la casuística de que el usuario de HMI puede expulsar a un usuario y se requiere confirmación para ello (pues se trata de expulsar a otro usuario privilegiado), tras la pantalla de login y confirmarse que el usuario existe y es válido, se presenta una pantalla para poder expulsar al otro usuario. Dicha pantalla exige confirmación. Si se escoge SÍ (🡐), el otro usuario será expulsado y este usuario de HMI será autenticado. En caso de escoger NO (➔) o pulsar ESC, se aborta el proceso de autenticación del usuario por HMI y se genera el evento de ciberseguridad **Login failed – user rejected due to role concurrency**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

A continuación, se indican las opciones del menú que están disponibles con cada uno de los permisos:

Permiso	Opción del menú de HMI
Visualización	Menú *Información*. Menú *USB* (si puerto USB activado y pendrive insertado): *Expulsar USB*.
Ejecución de comandos	Menú *USB* (si puerto USB activado y pendrive insertado): - *Storage Dump*. Menú *Acciones*. Acceso a la tecla *CLR* para resetear leds, disparos, etc. Acceso a los *objetos comandables* de la pantalla gráfica (accesibles con SEL y ejecutables con los botones O y |). Acceso a los *pulsadores P1 a P12*.
Cambio de ajustes	Menú *Configuración*. Menú *Activar Tabla*. Menú *Modificar Ajustes*.
Cambio de configuración	-
Cambio de firmware	-
Gestión de usuarios	-
Auditoría de seguridad	-

Cuando se selecciona una operación/opción NO permitida se muestra un mensaje de PERMISO DENEGADO durante unos segundos.

Ejemplos en los que se muestra el mensaje de PERMISO DENEGADO:

- Un usuario sin permiso de *ejecución de comandos* pulsa P1.
- Un usuario sin permiso de *ejecución de comandos* pulsa CLR.
- Un usuario sin permiso de *cambio de configuración* trata de acceder al menú *Activar Tabla*.

F.3.5 Logout automático

La sesión de un usuario se cierra (logout) de forma automática por el equipo tras un tiempo de inactividad. El concepto de inactividad varía dependiendo del acceso:

- Comunicaciones: ausencia de mensajes de comunicaciones (no se tienen en cuentan los keep-alive en caso de los sockets). Afecta a los servicios HTTP, HTTPS, Telnet, SSH, FTP, SFTP y PROCOME.
- HMI: ausencia de interactuación con el usuario (pulsado de teclas).
- USB (pendrive): ausencia de interactuación con el usuario (pulsado teclas que causen operaciones de descarga de ficheros).

El equipo dispone del siguiente ajuste, modificable desde herramienta de configuración y desde HMI:

Herramienta de configuración	HMI	Rango	Paso	Defecto
Tiempo de Inactividad	`Tiempo Inactividad`	1 – 60 min	1	5

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.4 Autenticación remota de usuarios

Como se ha descrito anteriormente, en el equipo existe la posibilidad de autenticación local de usuarios. Se definen una serie de usuarios locales y una serie de roles con permisos y a cada usuario se le asocia un rol. Cuando un usuario se autentica el equipo lo valida contra dichos usuarios locales.

Los clientes no suelen emplear autenticación local en el equipo. Generalmente emplean repositorios centralizados en los que configuran sus usuarios con sus roles asociados. El equipo deberá autenticar los usuarios contra esos repositorios remotos empleando diferentes estándares. Dichos repositorios devolverán al equipo, en caso de autenticación positiva del usuario/contraseña, el rol del usuario. De esa forma el equipo chequeará internamente si dicho rol está definido en el equipo, los permisos que tiene asignado dicho rol en el equipo y permitirá a dicho usuario realizar las acciones asociadas a dichos permisos.

La definición de usuarios, roles y permisos empleando autenticación remota se despliega de la siguiente forma:

- Fuera del equipo, en el repositorio remoto, se definen los usuarios y se les asocia sus roles.
- En el equipo se definen los roles y sus permisos asociados (y adicionalmente los usuarios locales con sus roles).

Esta opción de autenticación remota solo está disponible en equipos con ciberseguridad mejorada.

Como regla general, el equipo se puede configurar para usar autenticación remota o local (usuarios locales del equipo) y, en caso de autenticación remota, qué método de autenticación remota emplear (RADIUS o LDAP).

Además, en caso de usar autenticación remota, se puede configurar si se desean utilizar los usuarios locales (autenticación local) como fuente alternativa de autenticación en caso de imposibilidad de acceso a los repositorios de autenticación remota configurados. Si se escoge esta opción, la autenticación del usuario/contraseña se hará localmente (teniendo en cuenta los usuarios locales definidos en el equipo) cuando las peticiones a los repositorios remotos fallen.

Para estas dos funcionalidades se definen los siguientes ajustes:

Autenticación					
Página web	**CLI**	**DevicePreferences**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Authentication method	*main/access/xxxx/method*	method	local RADIUS LDAP		Local
Fallback to local access	*main/access/xxxx/local*	local	on (Yes) / off (No)		on (Yes)

donde *xxxx* es el nombre del servicio: *web*, *telnet*, *ssh_sftp*, *ftp*, *procome* y *hmi*.

Dichos ajustes pueden ser ajustados individualmente para cada uno de los servicios que requieran autenticación: acceso web, acceso telnet, acceso SSH/SFTP, acceso PROCOME y acceso HMI.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

*Si se configuran todos los ajustes de **Fallback to local access** al valor **No** y los métodos de autenticación de todos los servicios a un valor diferente de **local**, el equipo quedará sin posibilidad de autenticación si el equipo es llevado a fábrica para su reparación o diagnóstico, al no ser posible que se conecte a los servidores de autenticación remota y no tener posibilidad de uso alternativo de los usuarios locales.*

*Se aconseja por tanto que al menos el acceso por HMI se configure **con Fallback to local access** a valor **Yes**.*

El equipo emplea dos métodos de autenticación remota que se explican en detalle a continuación: RADIUS y LDAP.

F.4.1 RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service)

El equipo ejerce de cliente RADIUS, para autenticar el usuario/contraseña contra hasta dos servidores RADIUS (primario y secundario).

El equipo emplea la versión cliente RADIUS UDP indicada por la RFC 2865. La contraseña se encripta, pero no el usuario. Si se quiere más seguridad para RADIUS, se deberán emplear métodos alternativos bump-in-the-wire, como el uso de VPN.

Para la notificación del rol por parte del servidor, el equipo procesa el atributo *Management-Privilege-Level* (Type=**136**), explicado en la RFC 5607. Este atributo contiene los siguientes campos:

- Type (1 byte): toma el valor 136.
- Length (1 byte): toma el valor 6.
- Value (4 bytes): se trata de un entero que indica el rol del usuario. Como los roles privados no predefinidos en la IEC 62351-8 han de tomar valor negativo, este valor es interpretado por el equipo como un entero con signo (INT32).

El equipo, al recibir un mensaje de Access-Accept, toma el rol de este atributo *Management-Privilege-Level* y lo chequea contra la lista de roles que tiene definida:

- Si no coincide con ningún rol o coincide con alguno, pero este no tiene permiso de *visualización*, deberá rechazar la autenticación del usuario.
- En caso contrario, deberá aceptar la autenticación del usuario, tomar nota de los permisos asociados a dicho rol y permitir al usuario ejecutar únicamente las operaciones asociadas a los permisos de que disponga dicho rol.

Los ajustes del cliente RADIUS son los siguientes:

RADIUS					
Página web	**CLI**	**DevicePreferences**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Main Server IP	*main/access/radius/server1_ip*	server1_ip	XXX.XXX.XXX.XXX		0.0.0.0
Backup Server IP	*main/access/radius/server2_ip*	server2_ip	XXX.XXX.XXX.XXX		0.0.0.0
Port	*main/access/radius/port*	port	1 – 65535	1	1812
Shared Secret	*main/access/radius/secret*	secret	8 – 128 chars		ziv12345
Timeout	*main/access/radius/timeout*	timeout	1 – 30 s	1	3
Number of Attempts	*main/access/radius/attempts*	attempts	1 – 10	1	3

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El significado de los ajustes es el siguiente:

- *Main Server IP*: dirección IP del servidor RADIUS primario. Si se configura **0.0.0.0** (valor por defecto) significa que no se utilizará dicho servidor.
- *Backup Server IP*: dirección IP del servidor RADIUS secundario. Si se configura **0.0.0.0** (valor por defecto) significa que no se utilizará dicho servidor.
- *Port*: puerto en el que operan los servidores RADIUS. El valor por defecto es el **1812** (UDP), que es el reservado por el RFC 2865.
- *Shared Secret*: clave secreta compartida entre cliente y servidor RADIUS para la encriptación de la contraseña. El valor por defecto es **ziv12345**. La longitud oscilará entre 8 y 128 caracteres.
- *Timeout*: tiempo máximo de espera (en segundos) para la obtención de la respuesta por parte del servidor RADIUS. El valor por defecto es **3** segundos.
- *Number of Attempts*: número de intentos (no reintentos) de autenticación contra un servidor antes de decidir que el servidor no ha podido ser accedido. El valor por defecto es **3** intentos.

Si ambas IPs se configuran como 0.0.0.0, significa que el RADIUS está desactivado y, por lo tanto, intenta validar el usuario entrante contra los usuarios locales, aunque el ajuste *Authentication Method* esté al valor **RADIUS** y el ajuste *Fallback to Local Access* esté a **Off.**

Para el resto de los casos, al recibir un login de un usuario, el equipo si tiene el ajuste *Authentication Method* al valor **RADIUS** ejecuta el siguiente proceso:

1) Envía un *Access-Request* al servidor primario (o pasa al paso 2 si la IP del primario es 0.0.0.0):

   1.1) Si este contesta, ya no lo intenta con el secundario:
   - Si la respuesta es *Access-Reject*, se rechaza al usuario y se acaba el proceso.
   - Si la respuesta es *Access-Accept*:
     - Y el rol no existe en el equipo, se rechaza al usuario y se acaba el proceso.
     - Y el rol no tiene permiso de *visualización* asignado, se rechaza al usuario y se acaba el proceso.
     - En caso contrario, se acepta al usuario y se le otorgan los permisos asociados al rol recibido del servidor y se acaba el proceso.

   1.2) Si este no contesta en el ajuste *Timeout*:
   - Si lo ha intentado menos de *Number of Attempts* veces, pasa al paso 1.
   - Si lo ha intentado *Number of Attempts* veces, pasa al paso 2 y se genera el evento de ciberseguridad "**RADIUS server not accessible** ".

2) Repetir paso 1, pero ahora con el servidor secundario.
   Si la IP del secundario es 0.0.0.0, continúa en el paso 3.

3) Si el ajuste *Fallback to Local Access* está a:
   - **On**, intenta validar el usuario y contraseña contra los usuarios locales del equipo y se acaba el proceso.
   - **Off**, se rechaza al usuario y se acaba el proceso.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.4.2 LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)

El equipo ejerce de cliente LDAP, para autenticar el usuario/contraseña contra hasta dos servidores LDAP (primario y secundario).

La autenticación se realiza validando las credenciales del usuario en el servidor de LDAP. El cliente LDAP empleado es OpenLDAP 2.4.50. Se soporta autenticación simple síncrona según el siguiente procedimiento resumido:

- Enlace anónimo con servidor LDAP empleando autenticación anónima ("*Anonymous Authentication Mechanism of Simple Bind*" según RFC 4513).
- Verificación por parte del servidor LDAP del nombre de usuario y contraseña introducidos el abrir una sesión vía Web, transferencia de ficheros (FTP/SFTP), acceso consola (Telnet/SSH), herramienta de configuración (ICT) u otros medios, verificando que la pareja usuario/contraseña es correcta.
- Lectura del atributo que define el rol del usuario (se define más abajo), para aplicar los permisos adecuados al usuario antes de garantizarle al acceso al equipo limitando, de acuerdo con el rol, las acciones que el usuario puede realizar sobre el equipo.

Los ajustes del cliente LDAP son los siguientes:

LDAP					
Página web	**CLI**	**DevicePreferences**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Main Server IP	*main/access/ldap/ server1_ip*	IpAuth	XXX.XXX.XXX.XXX		0.0.0.0
Backup Server IP	*main/access/ldap/ server2_ip*	IpAuth2	XXX.XXX.XXX.XXX		0.0.0.0
Port	*main/access/ldap/ port*	port	1 – 65535	1	389
Timeout	*main/access/ldap/ timeout*	tRetryAuth	1 – 600 s	1 s	3 s
Number of Attempts	*main/access/ldap/ attempts*	NRetryAuth	1 – 10	1	3
Base DN	*main/access/ldap/ base_dn*	base_dn		0-100 chars	ou=usuarios, dc=ziv,dc=es
Search Filter	*main/access/ldap/ search_filter*	search_filter		0-100 chars	objectClass= equiposSAS
Role Attribute	*main/access/ldap/ role_attribute*	role_attribute		0-60 chars	perfil-usu
Version	*main/access/ldap/ version*	version	2 – 3	1	3
Secure Connection	*main/access/ldap/ secure_cx*	secure_cx	Yes / No		Yes
Secure Protocol	*main/access/ldap/ secure_protocol*	secure_protocol	LDAPS / StartTLS		StartTLS

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El significado de los ajustes es el siguiente:

- *Main Server IP*: dirección IP del servidor LDAP primario. Si se configura **0.0.0.0** (valor por defecto) significa que no se utilizará dicho servidor.
- *Backup Server IP*: dirección IP del servidor LDAP secundario. Si se configura **0.0.0.0** (valor por defecto) significa que no se utilizará dicho servidor.
- *Port*: puerto en el que operan los servidores LDAP. El valor por defecto es el **389** (TCP), que es el reservado según RFC 4511.
- *Timeout*: tiempo máximo de espera (en segundos) para la obtención de la respuesta por parte del servidor LDAP. El valor por defecto son **3** segundos.
- *Number of Attempts*: número de intentos (no reintentos) de autenticación contra un servidor antes de decidir que el servidor no ha podido ser accedido. El valor por defecto son **3** intentos.
- *Base DN*: unidad organizativa (OU) en la cual se almacenan los usuarios en el servidor LDAP. El valor por defecto es **ou=usuarios,dc=ziv,dc=es**. La longitud oscilará entre 0 y 100 caracteres.
- *Search Filter*: filtro de búsqueda adicional para el usuario, obviamente junto con el nombre del usuario (esto lo hará el firmware de forma fija). El valor por defecto es **objectClass=equiposSAS**. Si no se encuentra dicho filtro, el usuario no se validará. Si se configura un valor vacío, significa que el equipo no realizará el chequeo de este filtro para validar al usuario. La longitud oscilará entre 0 y 100 caracteres.
- *Role Attribute*: nombre del atributo que contendrá el rol del usuario perteneciente a *Base DN* y que cumpla con el filtro *Search Filter*. El valor por defecto es **perfil-usu**. Si no se encuentra este atributo en el servidor, el usuario no se validará. Si se configura un valor vacío, el usuario nunca se validará. La longitud oscilará entre 0 y 60 caracteres.
- *Version*: versión de LDAP a emplear. El valor por defecto es **3** (LDAPv3).
- *Secure Connection*: indica si la conexión con el servidor LDAP es segura o no. Por defecto se utiliza conexión segura (**Yes**).
- *Secure Protocol*: protocolo seguro empleado en caso de seleccionar *Secure Connection* = **Yes**. Las opciones son **LDAPS** o **StartTLS**. Como el uso de StartTLS está reservado a LDAPv3, si se escoge conexión segura (*Secure Connection* = **Yes**) y *Version* = **2**, se empleará siempre el protocolo seguro LDAPS (LDAP sobre SSL/TLS) independientemente del parámetro *Secure Protocol*. El valor por defecto es **StartTLS**.

Si ambas IPs se configuran como 0.0.0.0, significa que el LDAP está desactivado y, por lo tanto, intenta validar el usuario entrante contra los usuarios locales, aunque el ajuste *Authentication Method* esté al valor **LDAP** y el ajuste *Fallback to Local Access* esté a **Off.**

Para el resto de los casos, al recibir un login de un usuario, el equipo, si tiene el ajuste *Authentication Method* al valor **LDAP**, ejecuta el siguiente proceso:

1) Si el equipo es capaz de conectar con el servidor primario, continúa en el paso 1.1.
   Si no es capaz de conectar con el servidor primario, continúa en el paso 1.2.
   Si la IP del primario es 0.0.0.0, continua en el paso 2.

   1.1) Envía un *bindRequest* al servidor primario indicando autenticación simple, pero sin usuario ni contraseña (ambos de longitud cero). Es lo que se conoce como *Anonymous authentication*.
   - Si la respuesta es *bindResponse* success, continúa en el paso 1.1.1.
   - En caso contrario, se rechaza la autenticación del usuario y se acaba el proceso.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.1.1) Envía un *searchRequest* para buscar el rol del usuario, compuesto por:
- campo *baseObject* igual al ajuste *Base DN*.
- campo *Filter* que sea un AND de:
  - ajuste *Search Filter* (por ejemplo, **objectClass=equiposSAS**).
  - *uid* igual al nombre del usuario que se quiere autenticar (por ejemplo, *uid=admin*).
- campo *attributes* conteniendo un único atributo cuyo *AttributeDescription* sea el valor del ajuste *Role Attribute* (por ejemplo, **perfil-usu**).

Debe recibir del servidor LDAP tantos *searchResEntry* como entradas tenga el directorio *Base DN* y coincidan con los criterios de búsqueda indicados (teóricamente uno, si hipotéticamente respondiese con más, el equipo se quedará con el primero), terminado en un *searchResDone*. Eso significa que si solo responde *searchResDone* es que no hay entradas en el directorio.

- Si la respuesta es al menos un *searchResEntry*, continúa en el paso 1.1.1.1.
- En caso contrario, se rechaza la autenticación del usuario y se acaba el proceso.

1.1.1.1) Envía un *bindRequest* al servidor primario indicando autenticación simple, con usuario y contraseña (en claro). Es lo que se conoce como *Name/Password Authentication Mechanism of Simple Bind*.
- Si la respuesta es *bindResponse success*, continúa en el paso 1.1.1.1.1.
- En caso contrario, se rechaza la autenticación del usuario y se acaba el proceso.

1.1.1.1.1) El equipo toma el primer *SearchResEntry* recibido en el paso 1.1.1.
El equipo chequea el valor del rol recibido del servidor contra la lista de roles que tiene definida. El atributo del rol puede contener una cadena de texto o un entero. Por lo tanto, para ser versátil, el equipo compara el valor de dicha variable con (en este orden):
- El campo *nombre* del rol. Debe coincidir exactamente (sensible a mayúsculas).
- El campo *identificador* del rol.

Primero se chequean los nombres y después los identificadores de rol. El primer rol del equipo que coincida con esa búsqueda será el rol escogido. Para entenderse mejor, se incluye el siguiente ejemplo de roles del equipo:

# (rol)	*nombre*	*identificador*
1	VIEWER	-7
2	OPERATOR	-5
3	-7	3

Si el atributo de rol recibido por LDAP vale “-7”, el rol escogido será el #3, pues primero se chequea el campo *nombre*.
- Si no coincide con ningún rol o coincide con alguno, pero este no tiene permiso de *visualización*, se rechaza la autenticación del usuario y se acaba el proceso.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Si el chequeo ha sido satisfactorio, se acepta la autenticación del usuario, toma nota de los permisos asociados a dicho rol y permite al usuario ejecutar únicamente las operaciones asociadas a los permisos de que disponga dicho rol y se acaba el proceso.

1.2) Si este no contesta o rechaza la conexión por socket en el ajuste *Timeout*:
- Si lo ha intentado menos de *Number of Attempts* veces, pasa al paso 1.
- Si lo ha intentado *Number of Attempts* veces, pasa al paso 2 y genera el evento de ciberseguridad "**LDAP repository not accesible**".

2) Repetir paso 1, pero ahora con el servidor secundario.
Si la IP del secundario es 0.0.0.0, continúa en el paso 3.

3) Si el ajuste *Fallback to Local Access* está a:
- **On**, intenta validar el usuario y contraseña contra los usuarios locales del equipo y se acaba el proceso.
- **Off**, se rechaza la autenticación del usuario y se acaba el proceso.

Al final del proceso, si ha podido conectar con el servidor, el equipo envía un *unbindRequest* previamente a cerrar la conexión con el servidor LDAP.

Para el caso de usar método seguro (LDAPS o StartTLS), a la hora de conectar con el servidor LDAP, el equipo realiza una autenticación mutua TLS en base a certificados. El equipo por un lado envía su certificado de equipo para que pueda ser validado por el servidor LDAP. Por otro lado, el equipo pide al servidor LDAP su certificado y comprueba que dicho certificado enviado por el servidor LDAP es válido en base a las siguientes comprobaciones:

- El certificado remoto ha de estar firmado por alguna de las autoridades certificadoras (CA) presentes en la lista de CAs del equipo. Si no lo está, se rechaza la conexión con el servidor LDAP y se genera el evento de ciberseguridad "**Certificate validation failed – certificate signature check failed**".
- El certificado remoto no debe estar revocado, lo que se comprueba usando las listas de revocación de certificados (CRL) del equipo. Si el certificado está revocado, se rechaza la conexión con el servidor LDAP y se genera el evento de ciberseguridad "**Certificate validation failed – certificate revoked**".
- El certificado remoto no debe estar expirado (chequeando que la fecha actual del equipo se encuentra entre las fechas *Válido desde* y *Válido hasta* del certificado del servidor). Si el certificado está expirado, se rechaza la conexión con el servidor LDAP y se genera el evento de ciberseguridad "**Certificate validation failed – certificate expired**".
- El certificado remoto ha de contener la IP del servidor LDAP en algunos de los siguientes campos del certificado: CN (Common Name) o SAN (Subject Alternative Name). Si la IP no aparece en ninguno de estos dos campos o aparece, pero no coincide con la IP del servidor LDAP, se rechaza la conexión con el servidor LDAP y se genera el evento de ciberseguridad "**Certificate validation failed – certificate does not comply with authorization policies**".

Para conocer los detalles de cómo se gestionan el certificado y las listas de CAs y CRLs del equipo, ver apartado **Gestión de credenciales**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.4.3 Configuración de autenticación remota de usuarios

La configuración de la autenticación remota de usuarios debe ser realizada por un usuario que disponga de permiso de *gestión de usuarios*. La autenticación remota de usuarios se gestiona desde varias interfaces:

- Interfaz web (HTTP / HTTPS).
- Interfaz de línea de comandos CLI (Telnet / SSH).
- Herramienta de configuración ***ZIV e-NET Tool***®, empleando el fichero *DevicePreferences*.

F.4.3.a Configuración de autenticación remota de usuarios desde web

Para gestionar la autenticación remota de usuarios desde la interfaz web es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios HTTP o HTTPS. Es recomendable usar la conexión HTTPS en vez de HTTP por estar los datos cifrados.

Se accede a la web del equipo a través de un navegador, introduciendo la dirección IP configurada en el adaptador LAN del equipo. Inicialmente aparece una página de login donde se deberá introducir el nombre y la contraseña del usuario (*admin* es el usuario por defecto).

Se accede al menú ***Configuration→Access*** para gestionar la siguiente información relacionada con autenticación remota:

- Configuración del método de autenticación para cada uno de los accesos:

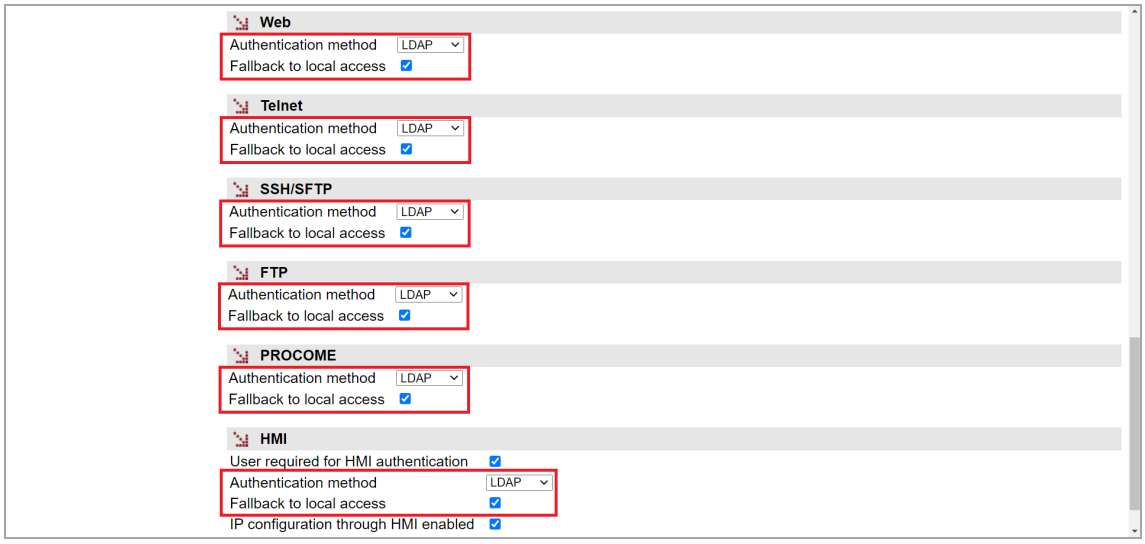


Figura F.21 Ajustes de método de autenticación en página web.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Configuración de RADIUS:

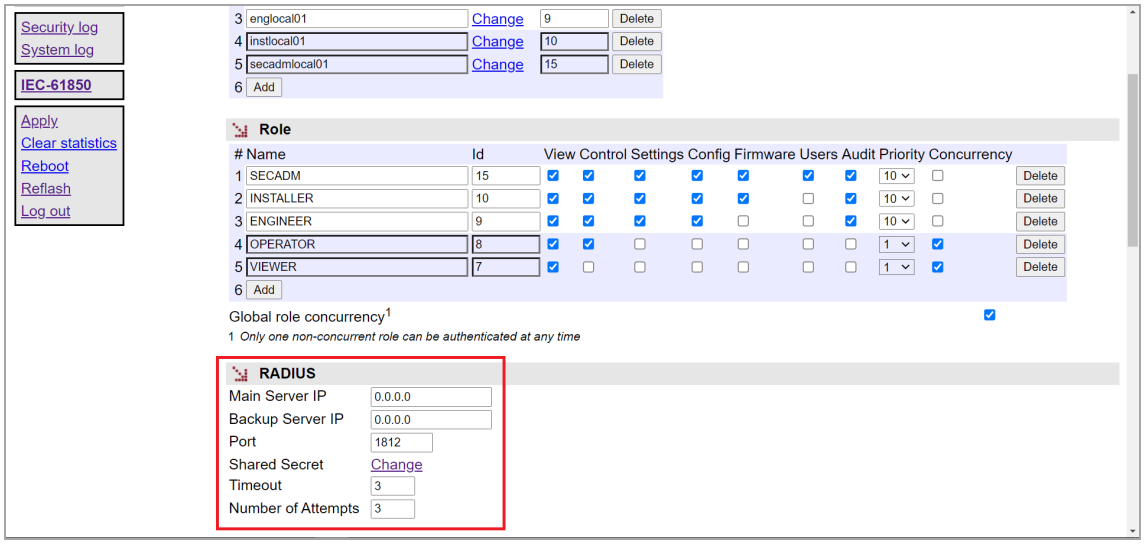


Figura F.22 Ajustes de RADIUS en página web.

Para cambiar la clave secreta, se procede de la misma manera que para cambiar la contraseña de un usuario (**Figura F.5**).

- Configuración de LDAP:

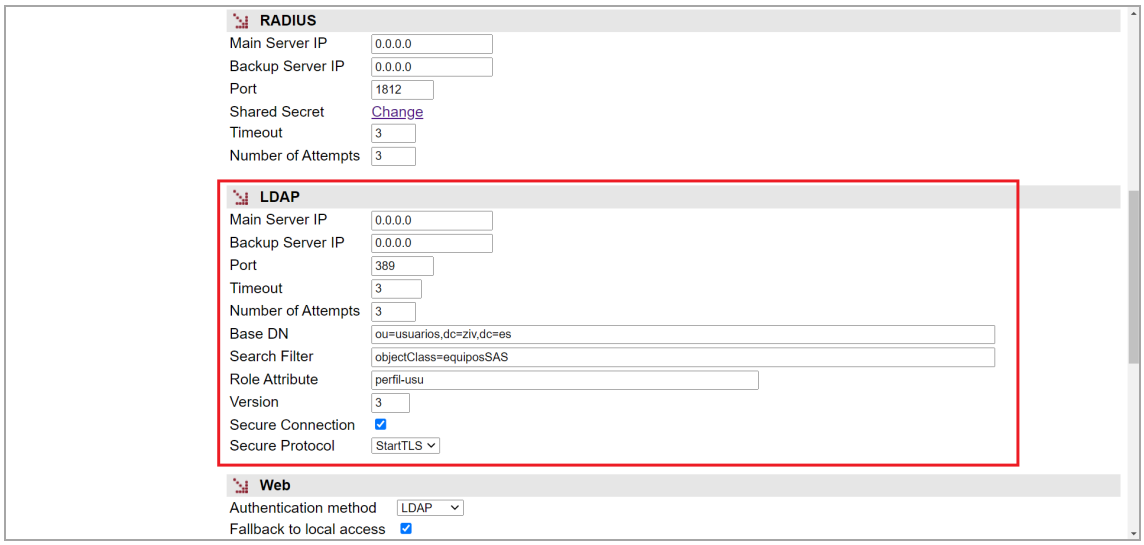


Figura F.23 Ajustes de LDAP en página web.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.4.3.b Configuración de autenticación remota de usuarios desde CLI

Para gestionar la autenticación remota de usuarios desde la interfaz de línea de comandos CLI, es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios Telnet o SSH. Es recomendable usar la conexión SSH en vez de Telnet por estar los datos cifrados.

Se accede al CLI del equipo lanzando la aplicación Telnet o SSH desde un host e introduciendo el login del usuario que tenga permisos de gestión de usuarios.

Automáticamente se accede al CLI del equipo. Se puede ver el árbol de parámetros con el comando ***get***. Los ajustes correspondientes a autenticación remota de usuarios están en el nodo ***main/access***:

- Configuración del método de autenticación para cada uno de los accesos:

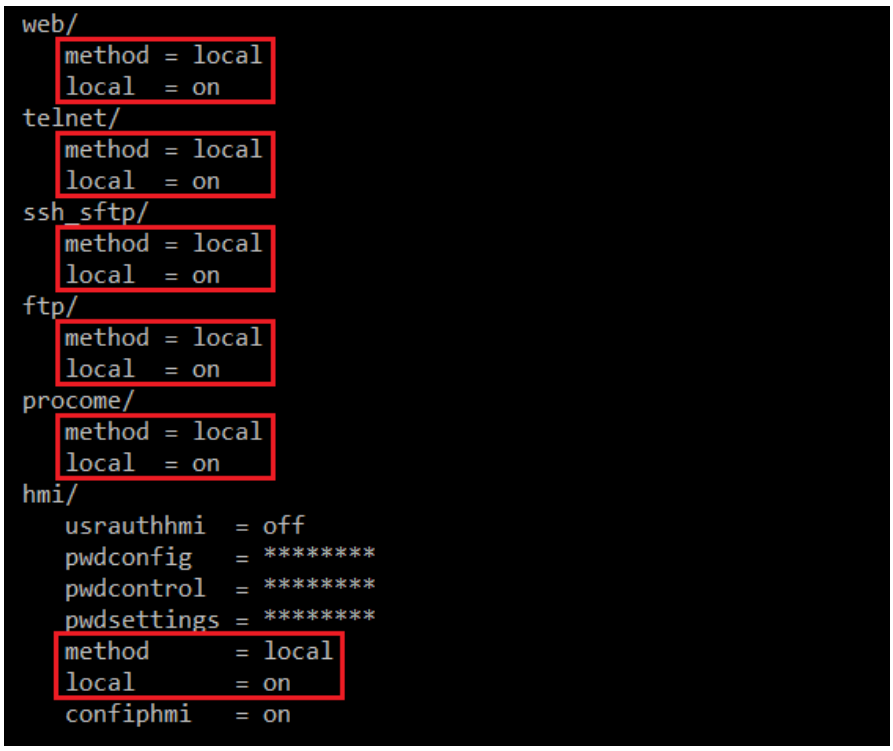


Figura F.24 Ajustes de método de autenticación en CLI.

- Configuración de RADIUS:

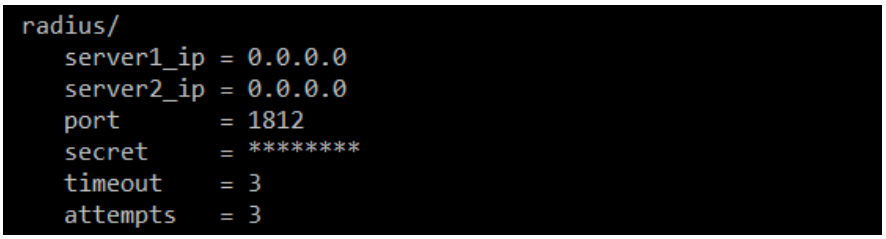


Figura F.25 Ajustes de RADIUS en CLI.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Configuración de LDAP:

```
ldap/
   server1_ip      = 0.0.0.0
   server2_ip      = 0.0.0.0
   port            = 389
   timeout         = 3
   attempts        = 3
   base_dn         = ou=usuarios,dc=ziv,dc=es
   search_filter   = objectClass=equiposSAS
   role_attribute  = perfil-usu
   version         = 3
   secure_cx       = on
   secure_protocol = StartTLS
```

Figura F.26 Ajustes de LDAP en CLI.

Para cambiar un ajuste, se procede ejecutando el comando ***set*** con el nombre del ajuste y el equipo pedirá el valor, o bien ejecutando directamente el comando ***set*** del campo a modificar, por ejemplo:

- ***set main/access/web/method local***
- ***set main/access/radius/timeout 5***
- ***set main/access/radius/secret*** (introduciendo el valor de la clave dos veces).
- ***set main/access/ldap/port 636***

Una vez se han configurado los ajustes deseados, se guardan los datos con el comando ***save*** y se hacen efectivos los cambios en el equipo con el comando ***apply***.

F.4.3.c Configuración de autenticación remota de usuarios desde *ZIV e-NET Tool®*

Para gestionar la autenticación remota de usuarios desde ***ZIV e-NET Tool®*** es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios SSH y SFTP.

La autenticación remota de usuarios se configura con el fichero *DevicePreferences*.

- Configuración del método de autenticación para cada uno de los accesos:

  Para configurar los métodos de autenticación para los diferentes accesos, en la ***Vista de Navegación*** se accede a la opción ***Preferencias→Seguridad→Acceso***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

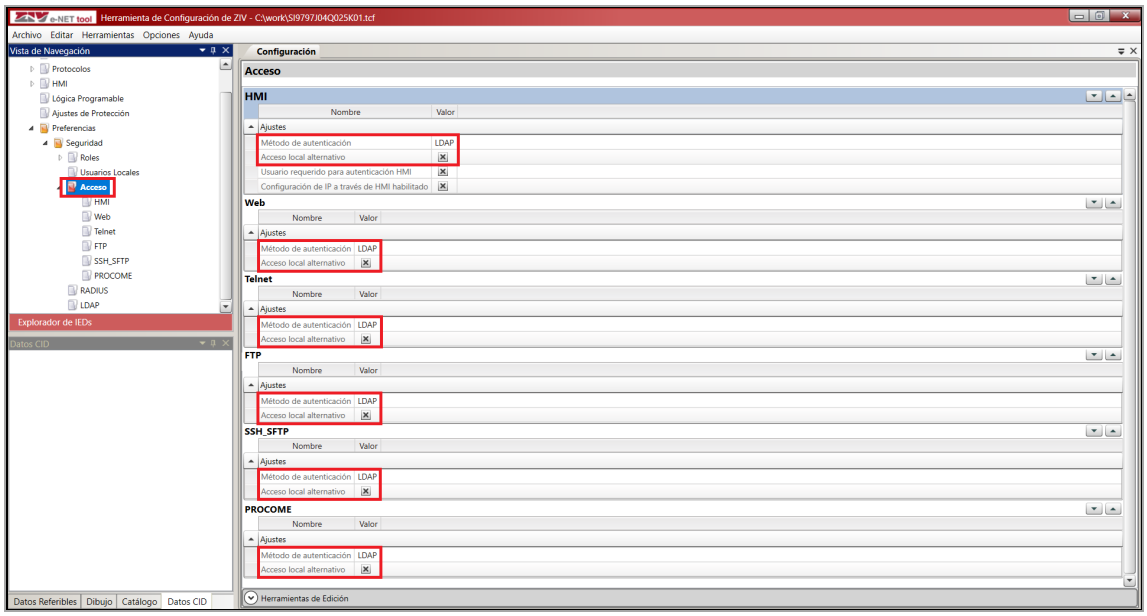


Figura F.27 Configuración del método de autenticación para cada acceso con herramienta de configuración.

Pulsando con el botón derecho sobre esta opción ***Preferencias→Seguridad→Acceso***, se pueden exportar los métodos de autenticación a un fichero *DevicePreferences* o importarlos de un fichero *DevicePreferences* previamente configurado.

Los métodos de autenticación para cada acceso son parte del fichero *DevicePreferences*. Se trata de un fichero XML cuya sección de métodos de autenticación tiene el siguiente formato (los ajustes aparecen resaltados):

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
device	Nodo raíz.	ROLES, RADIUS, LDAP, **ACCESS**	**tversion**: versión del fichero. **filetype**: tipo de fichero (fijo "DevicePreferences").
ACCESS	Parámetros de accesos.	**HMI**, **WEB**, **TELNET**, **FTP**, **SSH_SFTP**, **PROCOME**	-
HMI	Definición de método de autenticación para el acceso HMI: método y uso alternativo de usuarios locales.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de acceso HMI.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **method**: método de autenticación para el acceso HMI (local, LDAP o RADIUS). - **local**: uso alternativo de usuarios locales para el acceso HMI. - **userauthhmi**: nombre del rol. - **confiphmi**: se permite cambiar la IP por HMI. **value**: valor del ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
WEB	Definición de método de autenticación para el acceso web (HTTP/HTTPS): método y uso alternativo de usuarios locales.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de acceso web.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **method**: método de autenticación para el acceso web (local, LDAP o RADIUS). - **local**: uso alternativo de usuarios locales para el acceso web. **value**: valor del ajuste.
Telnet	Definición de método de autenticación para el acceso Telnet: método y uso alternativo de usuarios locales.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de acceso Telnet.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **method**: método de autenticación para el acceso Telnet (local, LDAP o RADIUS). - **local**: uso alternativo de usuarios locales para el acceso Telnet. **value**: valor del ajuste.
FTP	Definición de método de autenticación para el acceso FTP: método y uso alternativo de usuarios locales.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de acceso FTP.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **method**: método de autenticación para el acceso FTP (local, LDAP o RADIUS). - **local**: uso alternativo de usuarios locales para el acceso FTP. **value**: valor del ajuste.
SSH_SFTP	Definición de método de autenticación para el acceso SSH/SFTP: método y uso alternativo de usuarios locales.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de acceso SSH/SFTP.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **method**: método de autenticación para el acceso SSH/SFTP (local, LDAP o RADIUS). - **local**: uso alternativo de usuarios locales para el acceso SSH/SFTP. **value**: valor del ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
PROCOME	Definición de método de autenticación para el acceso PROCOME: método y uso alternativo de usuarios locales.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de acceso PROCOME.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **method**: método de autenticación para el acceso PROCOME (local, LDAP o RADIUS). - **local**: uso alternativo de usuarios locales para el acceso PROCOME. **value**: valor del ajuste.

Ejemplo de fichero de *DevicePreferences* (solo con sección de accesos, los ajustes de métodos de autenticación aparecen resaltados):

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<device tversion="0.1" fileType="DevicePreferences">
 <ACCESS>
  <HMI>
   <Setting name="method" value="LDAP" />
   <Setting name="local" value="Yes" />
   <Setting name="usrauthhmi" value="Yes" />
   <Setting name="confiphmi" value="Yes" />
  </HMI>
  <WEB>
   <Setting name="method" value="LDAP" />
   <Setting name="local" value="Yes" />
  </WEB>
  <TELNET>
   <Setting name="method" value="LDAP" />
   <Setting name="local" value="Yes" />
  </TELNET>
  <FTP>
   <Setting name="method" value="LDAP" />
   <Setting name="local" value="Yes" />
  </FTP>
  <SSH_SFTP>
   <Setting name="method" value="LDAP" />
   <Setting name="local" value="Yes" />
  </SSH_SFTP>
  <PROCOME>
   <Setting name="method" value="LDAP" />
   <Setting name="local" value="Yes" />
  </PROCOME>
 </ACCESS>
</device>
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para transferir los métodos de autenticación para los diferentes accesos al equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, se marca la opción ***TCF→Preferencias*** (si se desea transferir el fichero *DevicePreferences* completo), la opción ***TCF→Preferencias→Acceso*** (si se desea transferir la sección de accesos completa) o la opción ***TCF→Preferencias→Acceso→XXX*** (siendo XXX=HMI, WEB, Telnet, FTP, SSH_SFTP o PROCOME si se desea transferir una sección de accesos en particular, es la sección mínima que se puede enviar) y se pulsa ***Enviar*** para cargar la información en el equipo. El progreso de carga se va indicando en la ventana ***Información***. Si se ha cargado exitosamente en el equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration uploaded successfully**. Por el contrario, si se produce cualquier error en la validación por parte del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration upload failed – invalid configuration**.

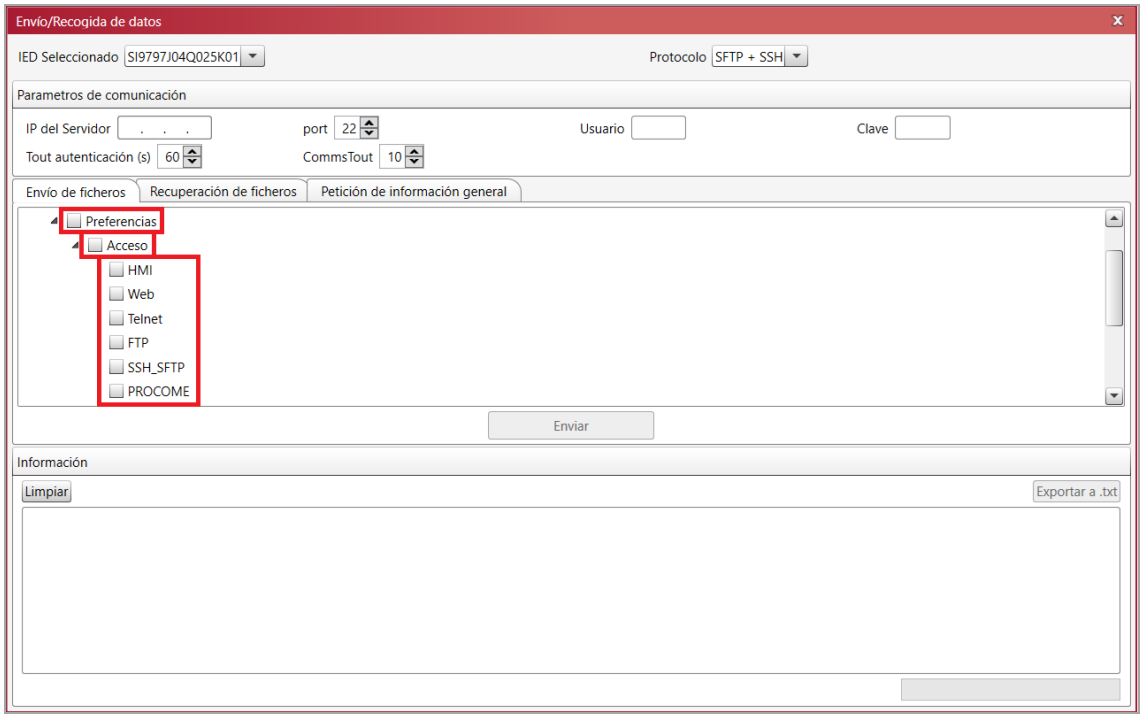


Figura F.28 Envío de métodos de autenticación con herramienta de configuración.

Para recoger los métodos de autenticación para los diferentes accesos del equipo, se procede tal y como se indica en el apartado **Configuración de usuarios y roles desde ZIV e-NET Tool®** para los roles, pues solo es posible recoger el fichero *DevicePreferences* completo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Configuración de RADIUS:

  Para configurar RADIUS, en la ***Vista de Navegación*** se accede a la opción ***Preferencias→Seguridad→RADIUS***.

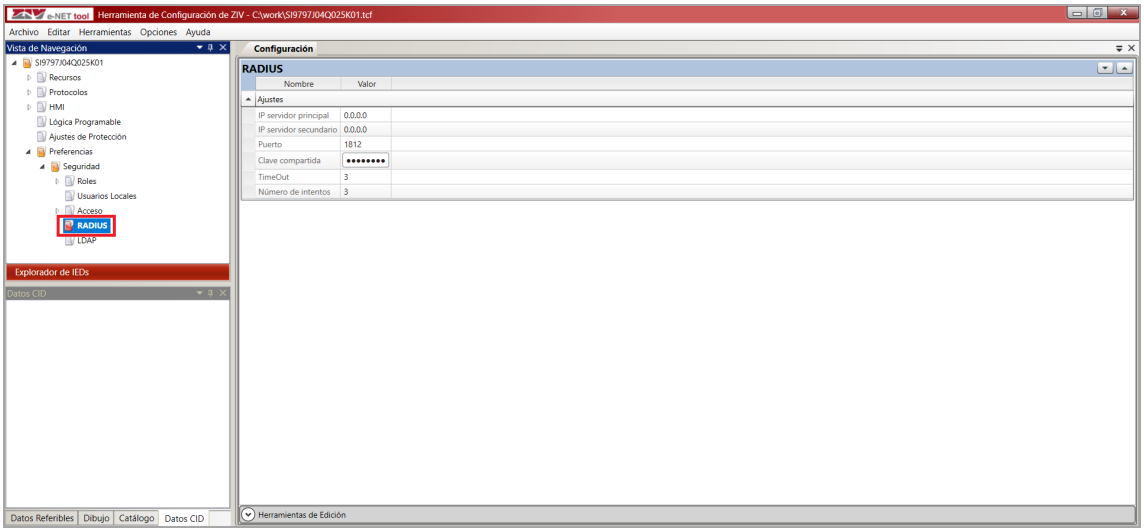


Figura F.29 Configuración de RADIUS con herramienta de configuración.

Pulsando con el botón derecho sobre esta opción ***Preferencias→Seguridad→RADIUS***, se pueden exportar los ajustes de RADIUS a un fichero *DevicePreferences* o importarlos de un fichero *DevicePreferences* previamente configurado.

Los ajustes de RADIUS son parte del fichero *DevicePreferences*. Se trata de un fichero XML cuya sección de RADIUS tiene el siguiente formato:

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
device	Nodo raíz.	ROLES, **RADIUS**, LDAP, ACCESS	**tversion**: versión del fichero. **filetype**: tipo de fichero (fijo "DevicePreferences").
RADIUS	Parámetros para autenticación remota RADIUS.	**Setting**	-
Setting	Un nodo **Setting** para cada ajuste de RADIUS.	-	**name**: nombre del ajuste. Existen los siguientes ajustes: - **server1_ip**: dirección IP del servidor RADIUS primario. - **server2_ip**: dirección IP del servidor RADIUS secundario. - **port**: puerto del servidor RADIUS. - **secret**: clave para encriptación de contraseña. - **timeout**: tiempo de espera a respuesta del servidor RADIUS. - **attempts**: intentos de autenticación contra el servidor RADIUS. **value**: valor del ajuste.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Ejemplo de fichero de *DevicePreferences* (solo con sección de RADIUS):

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<device tversion="0.1" fileType="DevicePreferences">
   <RADIUS>
   <Setting name="server1_ip" value="0.0.0.0" />
   <Setting name="server2_ip" value="0.0.0.0" />
   <Setting name="port" value="1812" />
   <Setting name="secret" value="ziv12345" />
   <Setting name="timeout" value="3" />
   <Setting name="attempts" value="3" />
  </RADIUS>
</device>
```

Para transferir los ajustes RADIUS al equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, se marca la opción ***TCF→Preferencias*** (si se desea transferir el fichero *DevicePreferences* completo) o la opción ***TCF→Preferencias→RADIUS*** (si se desea transferir solo la sección de RADIUS) y se pulsa ***Enviar*** para cargar la información en el equipo. El progreso de carga se va indicando en la ventana ***Información***. Si se ha cargado exitosamente en el equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration uploaded successfully**. Por el contrario, si se produce cualquier error en la validación por parte del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration upload failed – invalid configuration**.

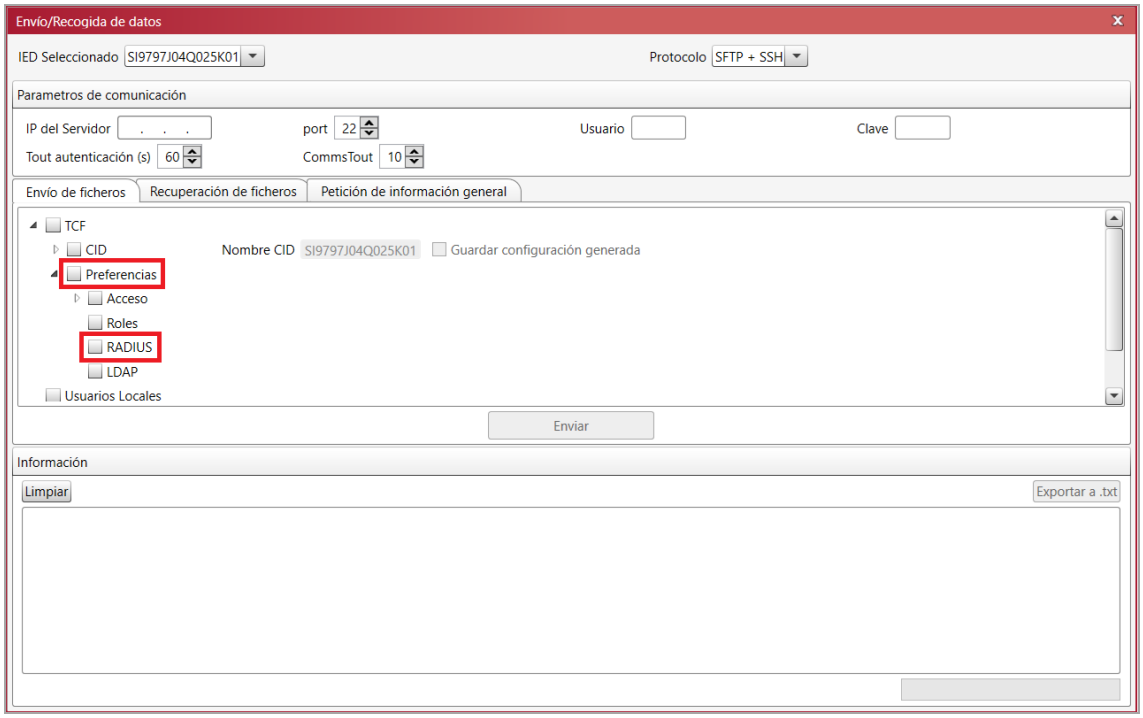


Figura F.30 Envío de ajustes de RADIUS con herramienta de configuración.

Para recoger los ajustes de RADIUS del equipo, se procede tal y como se indica en el apartado **Configuración de usuarios y roles desde ZIV e-NET Tool®** para los roles, pues solo es posible recoger el fichero *DevicePreferences* completo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Configuración de LDAP:

  Para configurar LDAP, en la ***Vista de Navegación*** se accede a la opción ***Preferencias→Seguridad→LDAP***.

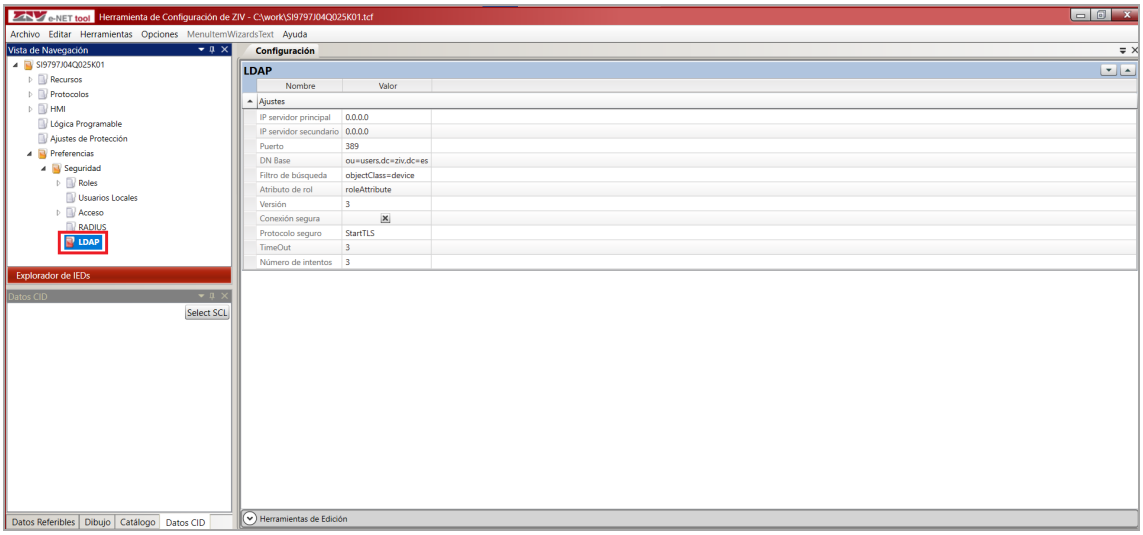


Figura F.31 Configuración de LDAP con herramienta de configuración.

Pulsando con el botón derecho sobre esta opción ***Preferencias→Seguridad→LDAP***, se pueden exportar los ajustes de LDAP a un fichero *DevicePreferences* o importarlos de un fichero *DevicePreferences* previamente configurado.

Los ajustes de LDAP son parte del fichero *DevicePreferences*. Se trata de un fichero XML cuya sección de LDAP tiene el siguiente formato:

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
device	Nodo raíz.	ROLES, RADIUS, **LDAP**, ACCESS	**tversion**: versión del fichero. **filetype**: tipo de fichero (fijo "DevicePreferences").
LDAP	Parámetros para autenticación remota LDAP.	-	**IpAuth**: dirección IP del servidor LDAP primario. **IpAuth2**: dirección IP del servidor LDAP secundario. **port**: puerto del servidor LDAP. **tRetryAuth**: tiempo de espera a respuesta del servidor LDAP. **NRetryAuth**: intentos de autenticación contra el servidor LDAP. **base_dn**: unidad organizativa (OU) en la cual se almacenan los usuarios en el servidor LDAP. **search_filter**: filtro de búsqueda adicional para el usuario. **role_attribute**: nombre del atributo que contiene el rol del usuario. **version**: versión de LDAP.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
LDAP	Parámetros para autenticación remota LDAP.	-	**secure_cx**: indica si la conexión LDAP es segura o no. **secure_protocol**: indica el protocolo seguro a emplear.

Ejemplo de fichero de *DevicePreferences* (solo con sección de LDAP):

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<device tversion="0.1" fileType="DevicePreferences">
  <LDAP tRetryAuth="3" NRetryAuth="3" port="389" IpAuth="192.168.1.69"
  IpAuth2="0.0.0.0" role_attribute="perfil-usu" version="3" secure_cx="Yes"
  secure_protocol="StartTLS" base_dn="ou=usuarios,dc=ziv,dc=es"
  search_filter="objectClass=equiposSAS" />
</device>
```

Para transferir los ajustes LDAP al equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, se marca la opción ***TCF→Preferencias*** (si se desea transferir el fichero *DevicePreferences* completo) o la opción ***TCF→Preferencias→LDAP*** (si se desea transferir solo la sección de LDAP) y se pulsa ***Enviar*** para cargar la información en el equipo. El progreso de carga se va indicando en la ventana ***Información***. Si se ha cargado exitosamente en el equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration uploaded successfully**. Por el contrario, si se produce cualquier error en la validación por parte del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Configuration upload failed – invalid configuration**.

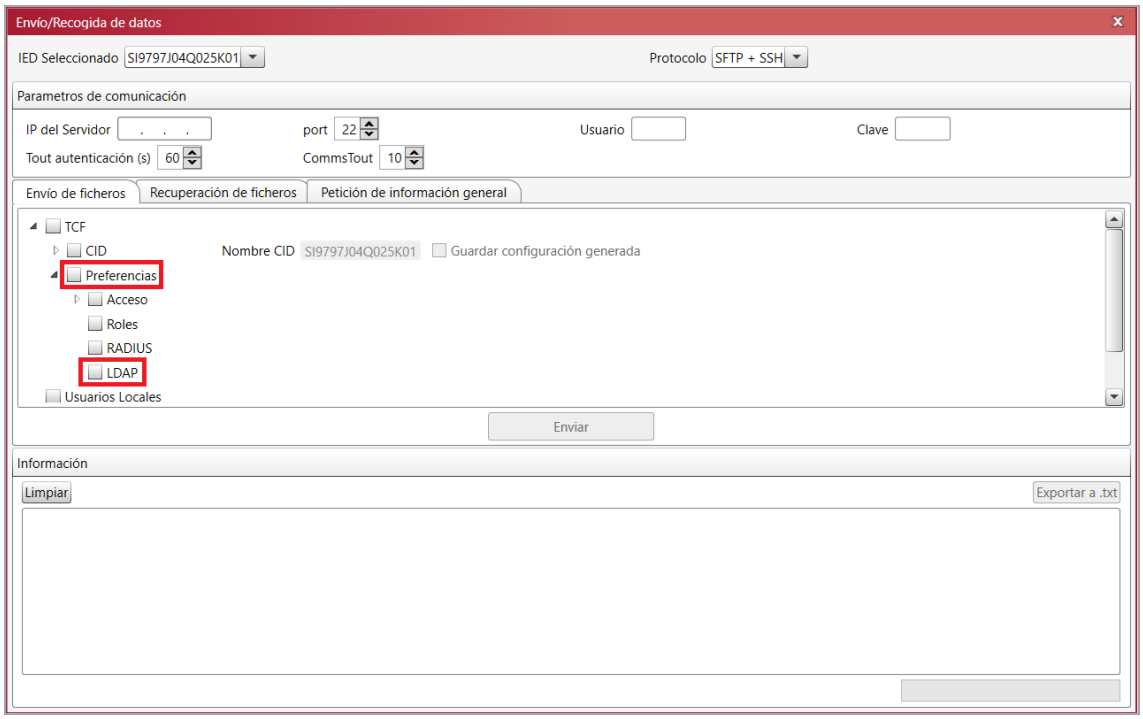


Figura F.32 Envío de ajustes de LDAP con herramienta de configuración.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Para recoger los ajustes de LDAP del equipo, se procede tal y como se indica en el apartado **Configuración de usuarios y roles desde ZIV e-NET Tool®** para los roles, pues solo es posible recoger el fichero *DevicePreferences* completo.

F.5 Comunicación con herramienta de configuración usando PROCOME

Las comunicaciones de las herramientas ***Zivercomplus***® y ***ZIV e-NET Tool***®[1] con el equipo utilizan protocolo PROCOME. Dicho protocolo PROCOME se ha robustecido para que las comunicaciones sean autenticadas y encriptadas (esto último solo en caso de comunicación por puerto LAN).

La autenticación se ha realizado en base a un nuevo ASDU privado que incluye usuario y contraseña, como sustitución del ASDU 116, que solo emplea contraseña.

Por otro lado, para las comunicaciones por puerto LAN, existe la posibilidad de que el protocolo emplee encriptación, usando TLS v1.2.

Las diferentes instancias de comunicación con protocolo PROCOME que puede haber en el equipo son:

- Puerto local. - Puerto remoto 1 y 2.	- Puertos LAN: una instancia PROCOME fija y cuatro instancias más configurables (Protocolo TCP/IP 1, 2, 3 y 4).

Los ajustes para configurar si cada una de las instancias PROCOME es autenticada y/o encriptada (esto último solo en caso de comunicación por puerto LAN) está detallada en el Capítulo 1 **Descripción e Inicio**, apartado **Ajustes de comunicaciones**.

Por defecto, todas las instancias están ajustadas con autenticación excepto el puerto local. Por lo tanto, cualquier sesión abierta a través de una conexión con autenticación, requerirá la introducción de usuario/contraseña en el equipo al comienzo de dicha conexión.

El ajuste de puerto local autenticado solo se puede ajustar desde HMI.

Solo las instancias que realizan la comunicación por puertos LAN (Protocolo PROCOME y Protocolos TCP/IP), pueden ajustarse para funcionar con encriptación, y por defecto están ajustadas en modo encriptado. Para más detalles sobre el tipo de encriptación usado, ver apartado **Sockets seguros**. Cada una de estas instancias, además, dispone de un número de puerto lógico ajustable.

En los protocolos TCP/IP, la encriptación y autenticación solo afectan al protocolo PROCOME. El resto de los protocolos configurables, DNP3 y MODBUS, no se ven afectados por estos ajustes.

*A la hora de comunicar las herramientas de configuración con el equipo por vía LAN, el usuario deberá configurar en la herramienta la opción de comunicaciones **seguras** / **no seguras** según la instancia correspondiente de PROCOME se hayan configurado como **encriptada** / **no encriptada** en el equipo. En caso de no coincidir, la comunicación no será posible.*

[1] ***ZIV e-NET Tool***® emplea además otros protocolos como SFTP y SSH para comunicar con el equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.6 Sockets seguros

A fin de evitar que las comunicaciones puedan ser espiadas, una contramedida adecuada consiste en encriptar las comunicaciones empleando *sockets seguros*.

El equipo emplea las versiones seguras (encriptadas) de los siguientes protocolos:

Protocolo	Versión Segura
Telnet	SSH
FTP	SFTP
HTTP	HTTPS
PROCOME	PROCOME sobre TLSv1.2
LDAP	LDAPS/StartTLS

F.6.1 SSH (Secure Shell)

Secure Shell es un protocolo de red criptográfico para securizar las comunicaciones. Establece un canal seguro sobre una red insegura en una arquitectura cliente / servidor.

En el caso del equipo, proporciona un servidor SSH que permite que clientes SSH se conecten de forma autenticada (login) para funciones de mantenimiento mediante el uso de la interfaz de línea de comandos (CLI).

Este protocolo es un reemplazo directo y seguro de la interfaz Telnet.

La encriptación usada por SSH proporciona confidencialidad e integridad de los datos sobre una red insegura, como por ejemplo Internet.

SSH usa criptografía de clave pública para autenticar la máquina remota y permitir que el usuario se autentique.

La versión de protocolo usada en el equipo es la SSH Versión 2 (SSHv2).

El equipo soporta tanto Telnet como SSH (ver apartado **Puertos y servicios de comunicaciones** para ver cómo habilitar/inhabilitar uno, otro o los dos).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.6.2 SFTP (SSH File Transfer Protocol)

El protocolo SSH File Transfer Protocol (también conocido como Secure File Transfer Protocol) es un protocolo de red que proporciona acceso a ficheros, transferencia de ficheros y funcionalidades de gestión de ficheros sobre SSH. Trabaja junto con SSH para proporcionar capacidades seguras de transferencia de ficheros.

Este protocolo supone que se ejecuta en un canal seguro, como SSH, que el servidor ya ha autenticado al cliente y que la identidad del usuario del cliente está disponible para el protocolo.

Los aspectos de cifrado y autenticación para este protocolo son manejados por el servidor SSH que también se ejecuta en el equipo. Por lo tanto, los métodos de encriptación y autenticación son idénticos a los de SSH descritos anteriormente.

El equipo soporta tanto FTP como SFTP (ver apartado **Puertos y servicios de comunicaciones** para ver cómo habilitar/inhabilitar uno, otro o los dos).

F.6.3 TLS / SSL (Transport Layer Security / Secure Socket Layer)

Transport Layer Security (TLS) y su predecesor, Secure Sockets Layer (SSL), son protocolos criptográficos diseñados para proporcionar seguridad de comunicación a través de una red TCP / IP. Utilizan el certificado X.509 y, por lo tanto, la criptografía asimétrica para autenticar a la máquina con la que se están comunicando y para intercambiar una clave de sesión simétrica. Esta clave de sesión se utiliza para cifrar los datos que fluyen entre las dos partes. Esto permite la confidencialidad de los datos y los códigos de autenticación de mensajes para la integridad de los mensajes y, además, la autenticación de mensajes.

En Internet Protocol Suite, TLS y SSL cifran los datos de la conexión de red en la capa de aplicación. En las equivalencias del modelo OSI, TLS / SSL se inicializa en la capa 5 (capa de sesión) y funciona como capa 6 (capa de presentación). La capa de sesión tiene un protocolo de enlace que utiliza un cifrado asimétrico para establecer configuraciones de cifrado y una clave compartida para esa sesión. Luego, la capa de presentación encripta el resto de la comunicación utilizando un cifrado simétrico y esa clave de sesión. En ambos modelos, TLS y SSL funcionan en nombre de la capa de transporte subyacente, cuyos segmentos llevan datos cifrados.

En el equipo, TLS solo se usa para la aplicación Secure Web Server (HTTPS) y para el PROCOME, que se ha explicado en el apartado **Comunicación con herramienta de configuración usando PROCOME**.

La versión de TLS soportada es TLSv1.2. Durante la negociación TLS se escoge siempre la opción más segura que sea común a cliente y servidor.

Los protocolos SSL1, SSL2, SSL3, TLSv1.0 y TLS v1.1 no están disponibles en el equipo por considerarse inseguros.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.6.4 HTTPS (Secure Web Server)

La aplicación Secure Web Server utiliza el protocolo de Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTPS) que es un protocolo de comunicaciones para la comunicación segura a través de una red.

Técnicamente no es un protocolo en sí mismo, sino que es el resultado de colocar simplemente el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP) sobre el protocolo SSL/TLS (explicado en la sección anterior), agregando así las capacidades de seguridad de SSL/TLS para comunicaciones HTTP estándar.

La seguridad de HTTPS es la de SSL/TLS subyacente, que utiliza claves públicas y secretas a largo plazo para intercambiar una clave de sesión a corto plazo para cifrar el flujo de datos entre un cliente y un servidor.

El certificado X.509 se utiliza para garantizar que uno está hablando con el compañero con el que quiere hablar.

En su implementación popular en Internet, HTTPS proporciona autenticación del sitio web y el servidor web asociado. Además, proporciona el cifrado bidireccional de las comunicaciones entre un cliente y un servidor, que protege contra las escuchas ilegales y las manipulaciones y / o falsificaciones de los contenidos de la comunicación.

Un sitio web debe estar completamente soportado sobre HTTPS, sin tener algunos de sus contenidos cargados a través de HTTP, o el usuario será vulnerable a algunos ataques y vigilancia.

El equipo soporta tanto HTTP como HTTPS (ver apartado **Puertos y servicios de comunicaciones** para ver cómo habilitar/inhabilitar uno, otro o los dos).

F.6.5 Autenticación mutua

La autenticación mutua o autenticación bidireccional (no confundir con la autenticación de dos factores) hace referencia a dos extremos de una comunicación que se autentican entre sí al mismo tiempo en un protocolo de autenticación. La autenticación mutua es una característica deseada en los esquemas de verificación que transmiten datos sensibles, con el fin de garantizar la seguridad de dichos datos. La autenticación mutua se puede lograr con dos tipos de credenciales: usuario/contraseña y certificados de clave pública.

En el equipo se distinguen dos escenarios:

- Comunicaciones usando protocolo **TLS**:
  La autenticación mutua se realiza basándose en certificados X.509. El equipo envía su certificado para que pueda ser validado por el otro extremo y adicionalmente exige que el extremo remoto le envíe su certificado para realizar las comprobaciones pertinentes y poder validarlo. En comunicaciones HTTPS y PROCOME sobre TLS (en este segundo caso si se configura que sea autenticado) adicionalmente se exige un segundo factor de autenticación consistente en usuario y contraseña.
- Comunicaciones usando protocolo **SSH**:
  La autenticación mutua se realiza de la siguiente manera:
  - La autenticación del servidor se realiza en base a la clave pública del servidor. Es decir, todos los clientes que se comuniquen con el equipo usando SSH necesitarán incluir la clave pública del equipo entre sus equipos conocidos (*known hosts*) si quieren chequear la validez del servidor.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- La autenticación del cliente se realiza basándose en autenticación por usuario/contraseña. Es decir, los clientes que se conecten al equipo deberán introducir usuario y contraseña para poder ser validados por el equipo (se chequearán contra los servidores remotos o contra los usuarios locales, tal y como se ha explicado en el apartado **Autenticación remota de usuarios**).

El equipo maneja una única clave privada común para comunicaciones TLS y SSH. Hay, por lo tanto, un único sitio en el que se configura la clave privada y el certificado del equipo. Cuando se cargan unas nuevas credenciales (clave privada/certificado) al equipo, la clave pública usada por SSH se deriva internamente de dichas credenciales por software dentro del equipo.

Los certificados raíz, usados para validar los certificados remotos recibidos por el equipo durante las comunicaciones TLS, son comunes para todos los servicios que usan TLS (HTTPS, LDAP seguro o PROCOME LAN encriptado). Se corresponden con la lista de autoridades de certificación (en adelante CA) del equipo. Cuando un equipo tenga configurada una lista de CAs (por defecto se configura el equipo con la CA de ZIV), el equipo requerirá autenticación mutua TLS, aunque dicha autenticación mutua puede ser deshabilitada por servicio tal y como se explica en el apartado **Gestión de credenciales**.

Los equipos con ciberseguridad básica no realizan autenticación mutua TLS.

El proceso para validar un certificado remoto es el siguiente:

- El certificado remoto se valida contra la lista de CAs del equipo. Si el certificado no es confiable (no está firmado por alguna de las CAs presentes en la lista), se rechaza la comunicación y se genera el evento de ciberseguridad **Certificate validation failed – certificate signature check failed**.

- Se chequea la *revocación* del certificado remoto contra la lista de CRLs (Certificate Revocation List) del equipo. Si el certificado está revocado, se rechaza la comunicación y se genera el evento de ciberseguridad **Certificate validation failed – certificate revoked**.

- Se chequea la *expiración* del certificado remoto (el certificado está caducado o aún no es válido). Si el certificado está expirado, se rechaza la comunicación y se genera el evento de ciberseguridad **Certificate validation failed – certificate expired**.

- Se pueden realizar otras validaciones adicionales al certificado remoto expresadas en un fichero de políticas de autorización basadas en detalles del certificado (huella digital y campos CN y OU) que se detallan en el apartado **Gestión de credenciales**. Si el certificado no cumple estas políticas de autorización, se rechaza la comunicación y se genera el evento de ciberseguridad **Certificate validation failed – certificate does not comply with authorization policies**.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.7 Gestión de credenciales

Con gestión de credenciales se hace referencia a la forma en que se gestiona toda la infraestructura de clave pública (en adelante PKI) dentro del equipo. Se indica a continuación cómo se gestionan el certificado y la clave privada del equipo (lo único disponible en equipos con ciberseguridad básica), así como la lista de autoridades de certificación (CAs), la lista de revocación de certificados (CRLs) y el fichero de políticas de autorización para equipos con ciberseguridad mejorada.

F.7.1 Equipos con ciberseguridad básica

En los equipos con ciberseguridad básica, la PKI consiste únicamente en un certificado y clave privada que permiten al equipo realizar las comunicaciones seguras sin capacidad de autenticación mutua TLS, es decir, sin realizar ningún tipo de comprobación del certificado remoto.

Por defecto los equipos en el primer arranque generan un certificado X.509 autofirmado con clave pública RSA de 2048 bits y una clave privada de 2048 bits, ambos en formato PEM.

El certificado autofirmado que se genera tiene los siguientes identificadores y periodo de validez:

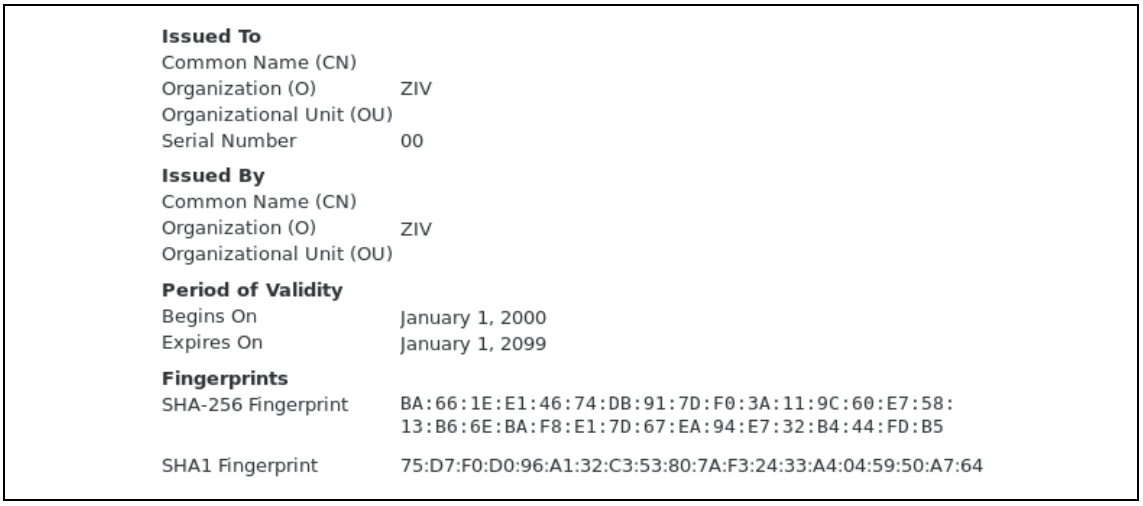


Figura F.33 Características del certificado autofirmado para equipos con ciberseguridad básica.

Este certificado y su clave privada son provisionales y deberían ser sustituidos por el cliente por un certificado de confianza y su clave privada correspondiente. Para ello, el equipo dispone de un menú en la página web que permite la carga de un nuevo certificado y clave privada, así como la descarga del certificado actual.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

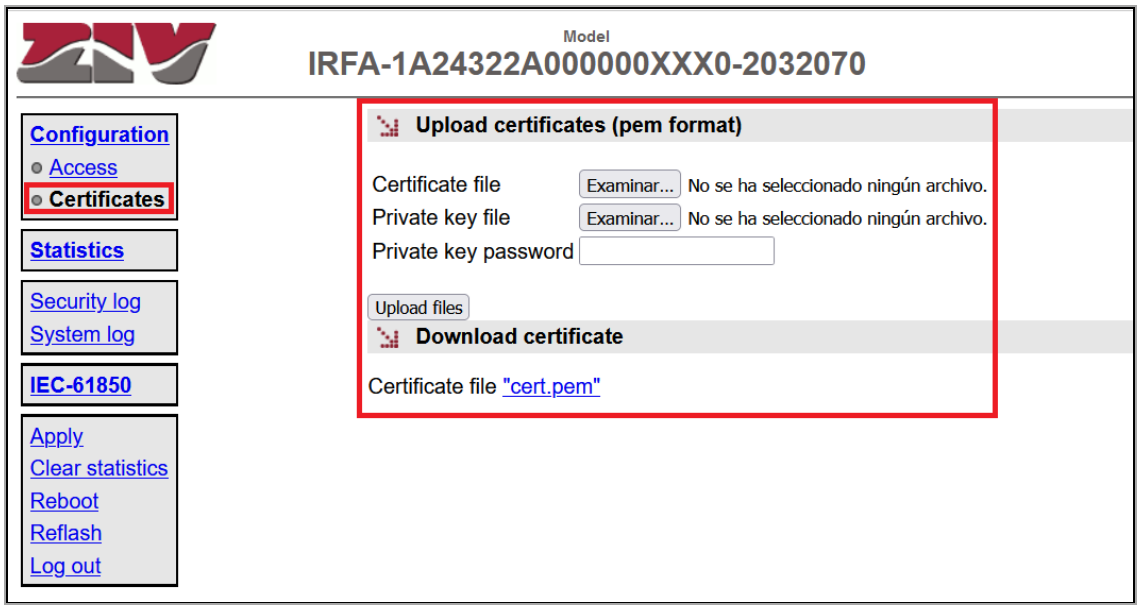


Figura F.34 Configuración de certificado y clave privada en página web para equipos con ciberseguridad básica.

La operativa de gestión de los certificados es la siguiente:

- El acceso al menú de certificados del equipo es solo posible con un usuario con permiso de gestión de usuarios.

- La opción de carga del certificado y la clave privada solo está disponible con conexiones HTTPS. En caso de usar una conexión no segura (HTTP), solo se permite la descarga del certificado.

- Solo se pueden cargar al equipo certificados y claves privadas tipo PEM. La clave privada puede estar en claro o bien encriptada con encriptación AES.

- Desde la página web se puede seleccionar los ficheros de certificado (***Certificate file***), clave privada (***Private key file***) y la clave de encriptación de la clave privada (***Private key password***).

- Se puede cargar el certificado y la clave privada de forma individual o simultáneamente con el botón ***Upload files***, seleccionando previamente el botón ***Examinar*** para escoger el fichero correspondiente al certificado y/o a la clave privada.

- Cuando se cargue solo el certificado, este tiene que estar emparejado con la clave privada ya almacenada en el equipo, o en caso contrario se producirá un error de verificación. En ese caso el fichero subido se descarta. Sucede lo mismo con la clave privada.

- Si no se introduce ningún valor en la clave de encriptación de la clave privada, entonces se considera que la clave privada no está encriptada. Si se introduce la contraseña, se desencripta la clave privada con dicha contraseña y se vuelve a encriptar con una contraseña propia del equipo con algoritmo AES 256 CBC. La contraseña introducida por el usuario no se almacena en el equipo en ningún caso.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Después de pulsar el botón para subir los ficheros (***Upload files***), se realiza un chequeo del certificado y/o de la clave privada. En caso de error se le indica al usuario con un mensaje y se descartan los ficheros subidos.

- Desde la misma página web existe la posibilidad de descargar el certificado actual (***Download certificate***), pero en ningún caso la clave privada.

- Una vez subidos los ficheros, es necesario aplicar los cambios en el equipo (pulsar el botón de ***Apply***) para que los nuevos ficheros de certificado y/o clave privada tengan efecto.

F.7.2 Equipos con ciberseguridad mejorada

En los equipos con ciberseguridad mejorada, la PKI consiste no solo en un certificado y una clave pública, sino en una serie de ficheros adicionales (lista de CAs, lista de CRLs, fichero de políticas de autorización) que permiten al equipo tanto realizar las comunicaciones seguras con la capacidad de autenticación mutua, como comprobar la correcta securización del firmware.

Un equipo con capacidad de ciberseguridad mejorada puede ser fabricado sin dicha ciberseguridad mejorada en cuanto a PKI por exigencia de algún cliente que no desee incluir las características que a continuación se describen. En ese caso, en cuanto a gestión de credenciales, se comportará como se ha descrito en el apartado anterior **Equipos con ciberseguridad básica**.

Los ficheros que componen la PKI son los siguientes:

- Contraseña maestra:
  Se usa para encriptar cierta información sensible (clave privada/certificado) cuando se envía al equipo para actualizar. La información sensible es encriptada dentro del equipo empleando una contraseña propia del equipo con algoritmo AES 256 CBC.
  Cuando se quiera actualizar esta contraseña en el equipo, el fichero enviado con la nueva contraseña maestra deberá ir encriptado AES 256 CBC con la contraseña maestra actual.

- Certificado / Clave privada:
  Se trata de la clave privada y el certificado similares a los explicados en el apartado anterior **Equipos con ciberseguridad básica**. En este caso no son autogenerados y el certificado no es autofirmado, se instalan unos diferentes para cada equipo durante el proceso de fabricación y el certificado está firmado por la CA de ZIV y tiene una validez de 20 años. La clave es RSA de 4096 bits.
  Cuando se quiera actualizar en el equipo, ya sea solo el certificado o ambos, certificado y clave privada, se debe emplear un fichero PKCS#12 cuya clave sea la contraseña maestra actual del equipo.

- Lista de Autoridades de Certificación (CAs):
  Se trata de un fichero que contiene todos los certificados raíz que se van a emplear para verificar tanto los certificados remotos en el caso de autenticación mutua TLS (comprobando que están firmados por alguna de las CAs de la lista), como las firmas del firmware tal y como se explica en el apartado **Securización digital del firmware**. El formato del fichero es PEM y contiene una concatenación de todas las posibles CAs que maneje el equipo, tanto para comunicaciones como para verificación del firmado de firmware.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Lista de Revocación de Certificados (CRLs):
  Se trata de un fichero que contiene todas las listas de revocación de certificados (CRL) asociadas a todas las CAs del equipo, que se van a emplear para verificar la revocación de los certificados remotos en el caso de autenticación mutua TLS, así como de las firmas del firmware. El formato del fichero es PEM y contiene una concatenación de todas las posibles CRLs que maneje el equipo.

- Fichero de política de autorización:
  Se trata de un fichero que incluye un conjunto de políticas que permiten chequear parámetros adicionales de los certificados remotos en el caso de autenticación mutua TLS, así como las firmas del firmware.
  Por supuesto primero debe chequearse la validez de los certificados: firma por parte de CAs, revocación y expiración. Después se verifican estas reglas adicionales (políticas). Cada política afecta a un servicio (verificación de firmas de firmware, comunicaciones PROCOME, comunicaciones HTTPS) y se puede seleccionar si alguno o todos los certificados deben cumplir dichas reglas. Las reglas se indican por certificado y pueden incluir la *huella digital* del certificado (del sujeto y/o del emisor), el atributo *CN* (del sujeto y/o del emisor) y/o el atributo *OU* (del sujeto y/o del emisor).
  El formato del fichero es XML y es el siguiente:

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
AuthPolicy	Nodo raíz.	**Policy** (solo uno)	-
Policy	Política de autorización.	**Certificate** (varios)	**effect**: indica el servicio al que aplica la política. Los posibles valores son: - **allow-signature-verify**: servicio de verificación de firmado de firmware. Después de la verificación de que el firmware está firmado por el/los certificado/s y que este/estos está/n a su vez firmado/s por una CA de la lista de CAs del equipo y no está/n ni expirado/s ni revocado/s, dicho/s certificado/s deberá/n cumplir con las reglas de esta política para que el proceso de firma de firmware sea válido para el equipo. - **allow-procome-connection**: servicio de comunicaciones PROCOME TLS. Después de comprobarse que el certificado remoto esté firmado por una CA de la lista de CAs del equipo y que no esté ni expirado ni revocado, dicho certificado remoto deberá cumplir con las reglas de esta política para que la conexión PROCOME TLS sea aceptada por el equipo. - **allow-https-connection**: servicio de comunicaciones HTTPS. Funcionamiento idéntico a **allow-procome-connection,** pero para la comunicación HTTPS.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Nodo	Descripción	Hijos	Atributos
Policy	Política de autorización.	**Certificate** (varios)	**condition**: indica si la política afecta a todos los certificados o solo a algunos. Los posibles valores son: - **allow-if-any-certificate-matches**: la política será exitosa si alguno de los certificados usados cumple con las reglas de certificados incluidas en la política. - **allow-if-all-certificates-match**: la política será exitosa si todos los certificados usados cumplen con las reglas de certificados incluidos en la política. - **allow-always**: solo para comunicación TLS, se emplea cuando no se desea usar autenticación mutua a pesar de tener configurada la lista de CAs y CRLs en el equipo. Esta opción permite inhabilitar la autenticación mutua por servicio (PROCOME o HTTPS). Este valor se ignora para la verificación de la firma del firmware.
Certificate	Reglas que comprobar para un certificado.	**Thumbprint**, **CN**, **OU** (hasta 2 de cada)	-
Thumbprint	Huella digital del certificado. La huella digital (SHA256) del certificado a comprobar (**from**="subject") o del certificado que firma al certificado a comprobar (**from**="issuer") debe coincidir con este atributo para que la regla sea exitosa.	-	**from**: indica si la regla (Thumbprint) ha de chequearse para el sujeto (**subject**) o el emisor (**issuer**) del certificado.
CN	Atributo CN del certificado. El atributo CN del sujeto (**from**="subject") o del emisor (**from**="issuer") del certificado a comprobar debe contener este atributo (sensible a mayúsculas) para que la regla sea exitosa.	-	**from**: indica si la regla (CN) ha de chequearse para el sujeto (**subject**) o el emisor (**issuer**) del certificado.
OU	Atributo OU del certificado. El atributo OU del sujeto (**from**="subject") o del emisor (**from**="issuer") del certificado a comprobar debe contener este atributo (sensible a mayúsculas) para que la regla sea exitosa.	-	**from**: indica si la regla (OU) ha de chequearse para el sujeto (**subject**) o el emisor (**issuer**) del certificado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Un ejemplo del fichero es el siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
 <AuthPolicy>
  <Policy effect="allow-signature-verify" condition="allow-if-all-
  certificates-match">
   <Certificate>
   <Thumbprint
   from="issuer">3500c3951b03ef20e4954575705fe50b9b0b69ee32e46b72ab0f5a1b170
   42010</Thumbprint>
   <CN from="subject">ziv-firmware-signing</CN>
   <OU from="subject">ZIV</OU>
   </Certificate>
  </Policy>
  <Policy effect="allow-https-connection" condition="allow-if-any-
  certificate-matches">
   <Certificate>
   <CN from="issuer">ziv-ca</CN>
   </Certificate>
  </Policy>
  <Policy effect="allow-procome-connection" condition="allow-always">
  </Policy>
 </AuthPolicy>
```

La gestión de las credenciales debe ser realizada por un usuario que disponga de permiso de *gestión de usuarios* y se realiza usando la herramienta de configuración ***ZIV e-NET Tool***®.

Para gestionar las credenciales del equipo desde ***ZIV e-NET Tool***® es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios SSH y SFTP.

Se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***.

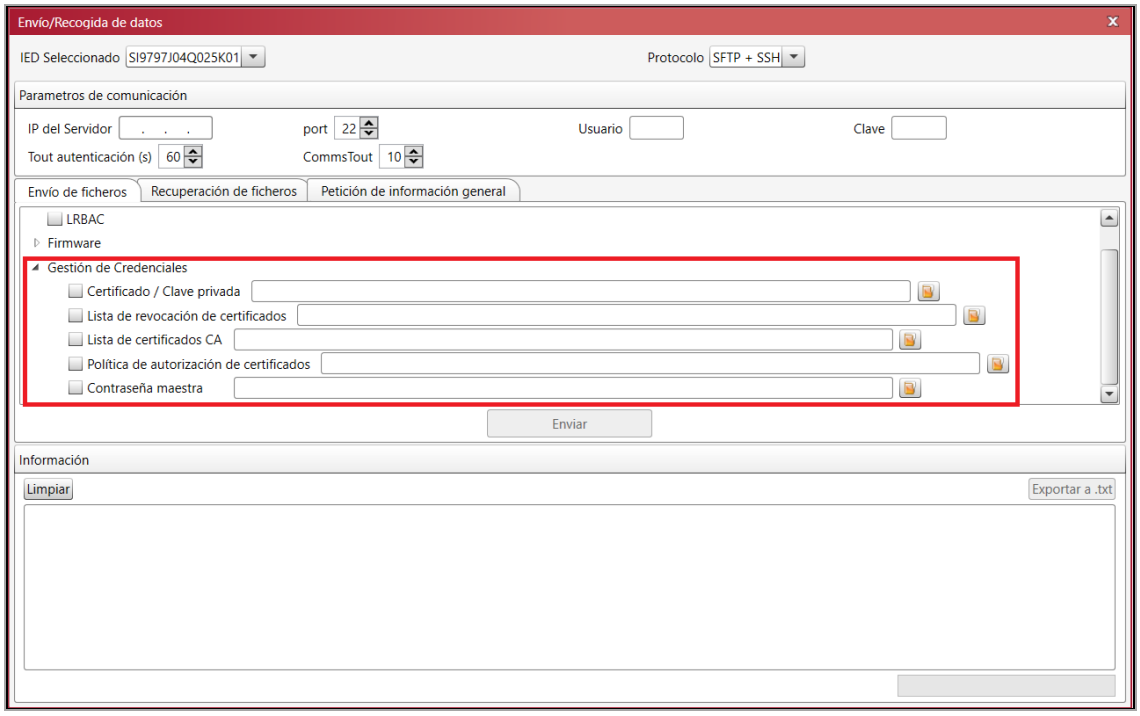


Figura F.35 Envío de ficheros PKI con herramienta de configuración.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, dentro de la opción ***Gestión de Credenciales***, existen varias opciones para enviar los diferentes ficheros PKI disponibles en el equipo:

- ***Certificado / Clave privada***: Opción para cargar un certificado o un certificado + clave privada al equipo. Se debe emplear un fichero en formato PKCS#12 cuya clave sea la contraseña maestra actual del equipo. Si solo contiene el certificado, este debe estar emparejado con la clave privada actual del equipo.
- ***Lista de revocación de certificados***: Opción para cargar una lista de revocación de certificados (CRLs). Se debe emplear un fichero en formato PEM y debe contener una concatenación de todas las posibles CRLs que maneje el equipo. No puede estar vacía, debe contener al menos una CRL.
- ***Lista de certificados CA***: Opción para cargar una lista de certificados CA al equipo. Se debe emplear un fichero en formato PEM y debe contener una concatenación de todas las posibles CAs que maneje el equipo, tanto para comunicaciones como para verificación del firmado de firmware. No puede estar vacía, debe contener al menos una CA y las CAs no pueden estar revocadas ni expiradas.
- ***Política de autorización de certificados***: Opción para cargar un fichero de políticas de autorización al equipo. Se debe emplear el fichero con formato XML explicado anteriormente.
- ***Contraseña maestra***: Opción para cargar una nueva contraseña maestra al equipo. Se debe emplear un fichero en el que la nueva contraseña maestra esté encriptada AES 256 CBC con la contraseña maestra actual del equipo.

Para seleccionar el fichero PKI a enviar, se pulsa el botón de la derecha. Tras marcar la opción deseada (deben marcarse individualmente, solo una opción cada vez), con el botón ***Enviar*** se procede a cargar el fichero PKI en el equipo. El progreso de carga se va indicando en la ventana ***Información***. Si el fichero PKI se carga exitosamente en el equipo se genera el evento de ciberseguridad **Security credentials changed successfully**. Por el contrario, si se produce cualquier error en la validación del fichero PKI por parte del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Security credentials change failed**.

Cuando se envía una lista de CAs al equipo, este comprueba que, para cada CA presente en la lista, su CRL asociada está presente en el equipo. Si no, el equipo rechaza la lista de CAs.

Cuando se envía una lista de CRLs al equipo, este comprueba que, para cada CA presente en el equipo, existe su CRL correspondiente en la lista. Si no, el equipo rechaza la lista de CRLs.

Es decir, en el equipo, para cada CA, debe existir su CRL asociada (solo una CRL por cada CA) y además pueden estar presentes otros CRLs adicionales.

Por ello, cuando se quiera añadir una o varias CA+CRL al equipo, primero se debe enviar la lista de CRLs y después la lista de CAs; y cuando se quiera eliminar una o varias CA+CRL del equipo, primero se debe enviar la lista de CAs y después la lista de CRLs.

Para recoger los ficheros PKI del equipo, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Recuperación de ficheros***, dentro de la opción ***Gestión de Credenciales***, existen varias opciones para recoger los diferentes ficheros PKI disponibles en el equipo:

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- ***Certificado***: Opción para descargar el certificado del equipo en formato PEM.
- ***Lista de revocación de certificados***: Opción para descargar la lista de revocación de certificados (CRLs) del equipo en formato PEM.
- ***Lista de certificados CA***: Opción para descargar la lista de certificados CA del equipo en formato PEM.
- ***Política de autorización de certificados***: Opción para descargar el fichero de políticas de autorización del equipo en formato XML.

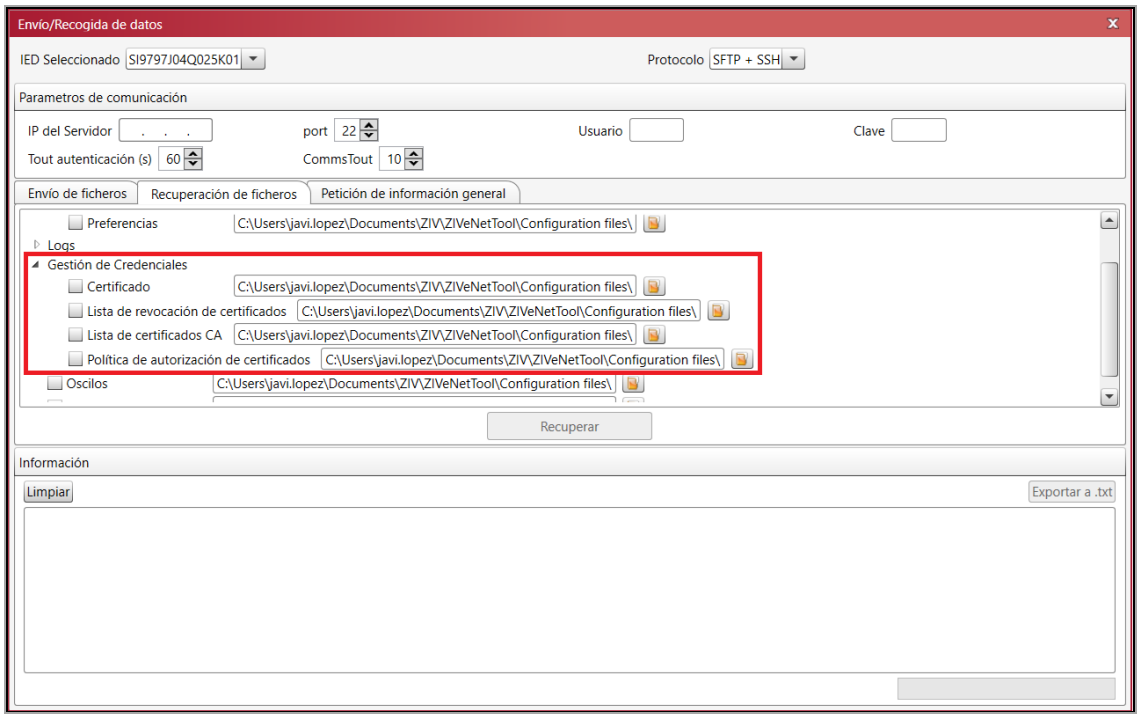


Figura F.36 Recogida de ficheros PKI con herramienta de configuración.

Para seleccionar el directorio destino de cada fichero PKI, se pulsa el botón de la derecha. Tras marcar las opciones deseadas, con el botón ***Recuperar*** se procede a descargar los ficheros PKI del equipo elegidos. El progreso de descarga se va indicando en la ventana ***Información***.

F.8 Securización digital del firmware

En el mundo de la ciberseguridad y debido a su continua evolución, es muy habitual que ciertas medidas de seguridad se vuelvan inseguras con el tiempo, se descubran brechas de seguridad en los componentes software y sea necesario actualizar el firmware de los equipos para eliminar dichas brechas de seguridad.

La carga de firmware es uno de los procesos más críticos de los equipos. Es vital asegurar que el firmware que se le carga al equipo es válido y no ha sido alterado o modificado por terceros.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.8.1 Equipos con ciberseguridad básica

En los equipos con ciberseguridad básica, la securización del firmware consiste en incluir un hash del firmware y realizar una encriptación usando un criterio fijo conocido por fabricante y equipos, lo cual proporciona confidencialidad e integridad.

Cuando se carga un nuevo firmware al equipo (por página web), este desencripta el firmware, comprueba el hash, realiza chequeos internos adicionales para asegurarse de que la estructura del firmware es válida y, solo entonces, se reinicia para tomar el nuevo firmware, generándose el evento de ciberseguridad **Firmware uploaded successfully**. Si algo falla en el proceso de validación del nuevo firmware, el equipo permanece con el firmware que tenía cargado antes de la actualización fallida, generándose el evento de ciberseguridad **Firmware upload failed – Invalid firmware**.

F.8.2 Equipos con ciberseguridad mejorada

En los equipos con ciberseguridad mejorada, la securización del firmware es más sofisticada. El firmware de los equipos está encriptado digitalmente, lo cual proporciona confidencialidad. Además, se firma dicho firmware encriptado en base a certificados X.509 usando CMS/PKCS#7 formato DER, permitiendo múltiples firmas (además de la firma original por parte de ZIV), lo cual proporciona integridad.

Las firmas podrán llevar asociados una serie de metadatos (manifiesto), codificados como *atributos firmados* de la firma CMS/PKCS#7 (*signedAttributes*). En general, este manifiesto tendrá una estructura común que incluye información genérica sobre el manifiesto y una estructura particular para cada tipo de manifiesto. En concreto, para la firma de ZIV, se han definido los siguientes atributos firmados para incluir información relacionada con el firmware. Se indica por cada uno el nombre interno, su ***OID*** (identificador) y su significado:

- *manifestInformation* (***1.3.6.1.4.1.15732.8191.1***): información general sobre el manifiesto. Incluye la siguiente información secuencial (SEQUENCE):
  - *class*: es un enumerado (ENUMERATED) que indica el tipo de manifiesto. Por el momento solo toma el valor **0** (firmware). En el futuro podrá tomar otros valores para posibles firmas de clientes.
  - *version*: es un entero (INTEGER) que indica la versión del manifiesto. Por el momento solo toma el valor **1**.
  - *owner*: en una cadena de texto (VISIBLE STRING) de 0 a 256 caracteres que indica el dueño del manifiesto. El valor es **ZIV**.
  - *copyright*: en una cadena de texto (VISIBLE STRING) de 0 a 256 caracteres que indica el copyright del manifiesto. El valor es **ZIV**.

- *basicFirmwareInformation* (***1.3.6.1.4.1.15732.8191.2.1***): información básica sobre el firmware. Incluye la siguiente información secuencial (SEQUENCE):
  - *version*: en una cadena de texto (VISIBLE STRING) de 1 a 64 caracteres que indica la versión completa del firmware, por ejemplo, **0.10.0-0C03-02**.
  - *description*: es una cadena de texto (VISIBLE STRING) de 0 a 512 caracteres que indica la siguiente información:
    - Una primera cadena de texto **Firmware** indicando que se corresponde con el firmware completo del equipo (de momento el firmware del equipo es atómico, se carga de manera completa). En el futuro quizás pueda contener otras palabras para indicar que se trata de un parche de seguridad o de una parte concreta de firmware.
    - El carácter **|** para separar ambas cadenas de texto.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

  - Una segunda cadena de texto indicando el modelo completo del firmware, incluyendo las partes hardware y software, por ejemplo, **IRFA-mA14mA00000000x0xX-2032070**.

  Ejemplo: **Firmware|IRFA-mA14mA00000000x0xX-2032070**.
- *supportedModels*: se trata de una secuencia (SEQUENCE) de cadenas de texto (VISIBLE STRING) de 1 a 256 caracteres que indican la lista modelos hardware para los cuales el firmware firmado es válido. Ejemplos: **IRFA-1A140A00000000XXXX**, **IRFA-1A142A00000000XXXX**, **IRFA-1A143A00000000XXXX**, **IRFA-1A146A00000000XXXX**, **IRFA-1A147A00000000XXXX**, **IRFA-2A140A00000000XXXX**, **IRFA-2A142A00000000XXXX**, **IRFA-2A143A00000000XXXX**, **IRFA-2A146A00000000XXXX**, **IRFA-2A147A00000000XXXX**.

Estos atributos firmados pueden ser visualizados aplicando un visor o analizador de CMS/PKCS#7 al firmware firmado.

Cuando se carga un nuevo firmware al equipo (bien por página web o bien empleando la herramienta ***ZIV e-NET Tool***®), este realiza los siguientes chequeos al fichero de firmware recibido:

- Verifica que el firmware está correctamente firmado por certificados que cumplen con la PKI del equipo explicada en el apartado **Gestión de credenciales**. Los certificados de las firmas, por lo tanto, han de estar firmados por CAs contenidas dentro de la lista de CAs del equipo, no deben estar revocados (se comprueba empleando la lista de CRLs del equipo) ni expirados y han de cumplir con la política de autorización de verificación de firmado de firmware. En caso de no cumplirse alguno de estos chequeos se muestra un mensaje de firmware inválido por un error de firmado y se aborta el proceso de carga del firmware.
- Verifica que la información de los atributos firmados (si están disponibles, solo es obligatorio para la firma de ZIV) *manifestInformation* y el atributo particular (*basicFirmwareInformation* en el caso de la firma de ZIV) está correctamente estructurada y es válida. Si no lo es, se muestra un mensaje de firmware inválido por un error en la información asociada y se aborta el proceso de carga del firmware.
- Extrae la versión del firmware del atributo firmado *basicFirmwareInformation*. Desde la página web simplemente se puede cargar firmware y siempre se permite subir (*upgrade*) y bajar (*downgrade*) de versión. Pero desde la herramienta ***ZIV e-NET Tool***® se permite hacer *upgrade* y *downgrade* separadamente. En este caso, el equipo compara la versión actual de firmware con la del nuevo firmware que se intenta cargar.
  - Si la nueva versión es posterior a la actual y la operación es un *downgrade* se muestra un mensaje de firmware inválido porque no es posible hacer un *downgrade* a una versión posterior y se aborta el proceso de carga del firmware.
  - Si la nueva versión es inferior a la actual y la operación es un *upgrade* se muestra un mensaje de firmware inválido porque no es posible hacer un *upgrade* a una versión anterior y se aborta el proceso de carga del firmware.
  - Si la nueva versión es la misma que la anterior se permiten ambas operaciones de *upgrade* y *downgrade*.
- Chequea que el nuevo firmware es válido para el modelo hardware del equipo, comparando que el modelo hardware actual del equipo está incluido en los modelos hardware para los que el firmware es válido presentes en el atributo firmado *basicFirmwareInformation*. Si no es válido, se muestra un mensaje de firmware inválido porque el modelo no está soportado y se aborta el proceso de carga del firmware.
- Procede a desencriptar el firmware con una clave cargada durante el proceso de fabricación del equipo. Si no consigue desencriptarlo se muestra un mensaje de firmware inválido por un error de desencriptación y se aborta el proceso de carga del firmware.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Finalmente, el equipo realiza chequeos internos adicionales para asegurarse de que la estructura del firmware es válida y, solo entonces, se reinicia para tomar el nuevo firmware, generándose el evento de ciberseguridad **Firmware uploaded successfully**. Si algo falla en el proceso de validación del nuevo firmware (casos detallados arriba), el equipo permanece con el firmware que tenía cargado antes de la actualización fallida, generándose el evento de ciberseguridad **Firmware upload failed – Invalid firmware**.

Un equipo con capacidad de ciberseguridad mejorada puede ser fabricado sin dicha ciberseguridad mejorada en cuanto a PKI por exigencia de algún cliente que no desee incluir esta característica mejorada de securización del firmware. En ese caso, en cuanto a securización de firmware, se comportará un equipo con ciberseguridad básica y ambas opciones *upgrade* y *downgrade* de ***ZIV e-NET Tool***® funcionarán igual, sin comprobar versiones.

F.8.3 Métodos de carga de firmware

Para poder cargar firmware, el usuario debe tener permiso de cambio de *firmware*. Existen dos métodos para cargar firmware en el equipo:

- Página web. Para cargar el firmware desde la interfaz web es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios HTTP o HTTPS. Es recomendable usar la conexión HTTPS en vez de HTTP por estar los datos cifrados. Se accede al menú ***Reflash***, autenticándose primero si fuese necesario.

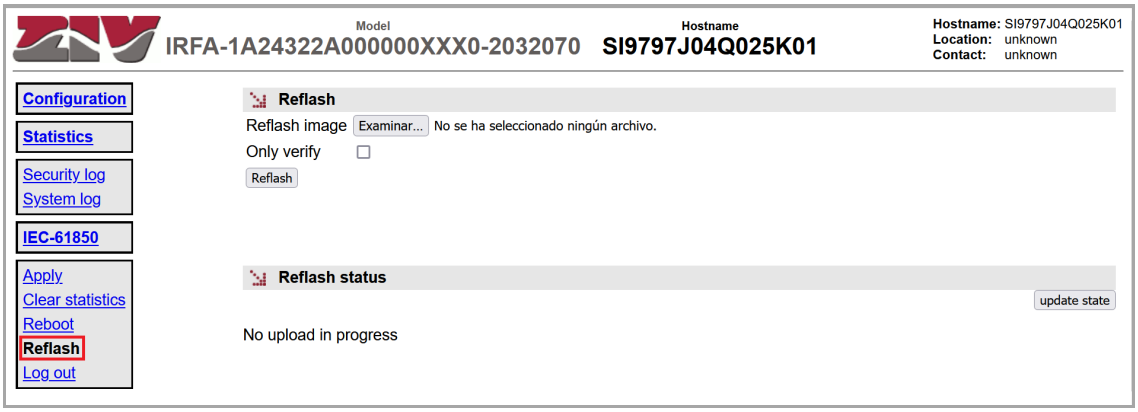


Figura F.37 Carga de firmware por página web.

Se selecciona el fichero de firmware a cargar al equipo pulsando sobre el botón ***Examinar***.

La opción ***Only verify*** sirve para validar si el firmware es válido, pero sin actualizar el equipo con el nuevo firmware.

Pulsando el botón ***Reflash*** se inicia el proceso de carga de firmware en el equipo (o de validación si ***Only verify*** está marcado). El progreso de carga/validación de firmware se va indicando en la ventana ***Reflash status***. Este progreso se refresca periódicamente o puede refrescarse bajo demanda pulsando el botón ***update state***.

Como se ha indicado anteriormente, desde página web siempre se permite subir (*upgrade*) y bajar (*downgrade*) de versión de firmware, no se realiza ninguna comprobación de versiones.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- Herramienta de configuración. Para cargar el firmware desde ***ZIV e-NET Tool***® es necesario que estén habilitados alguno de los puertos LAN y los servicios SSH y SFTP. Se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***.

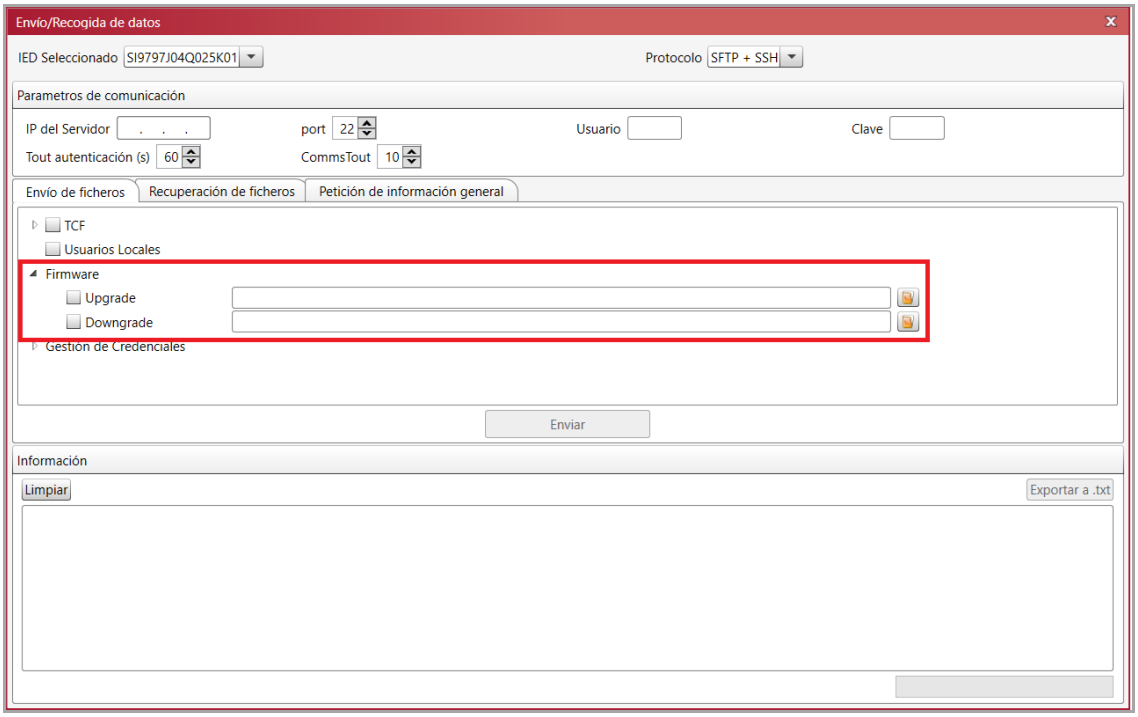


Figura F.38 Carga de firmware con herramienta de configuración.

En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Envío de ficheros***, dentro de la opción ***Firmware***, existen dos opciones:

- ***Upgrade***. Opción para cargar una versión de firmware igual o superior a la actual.
- ***Downgrade***. Opción para cargar una versión de firmware igual o inferior a la actual.

En ambas opciones se debe seleccionar antes el fichero de firmware a enviar al equipo pulsando el botón de la derecha. Tras marcar la opción deseada, con el botón ***Enviar*** se procede a la carga del firmware en el equipo. El progreso de carga de firmware se va indicando en la ventana ***Información***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.9 Registro de actividades

Uno de los requisitos de ciberseguridad clásicos es el *no repudio*, que consiste en evitar que pueda negarse que el equipo realizó una acción o afirmarse que el equipo realizó una acción cuando realmente no la realizó. La principal contramedida para asegurar el *no repudio* es el **registro de actividades** o eventos de ciberseguridad.

El equipo dispone de un registro de eventos de ciberseguridad. Dichos eventos, además de poder ser visualizados online en la página web del equipo y almacenarse en un fichero para su posterior recogida, se pueden enviar a un sistema centralizado de ciberseguridad empleando el protocolo **Syslog**, cumpliendo con la RFC5424. Esto permitirá que dicho sistema centralizado pueda analizar eventos de ciberseguridad de manera instantánea y detectar y paliar posibles ataques, incluyendo ataques coordinados realizados hacia varios equipos simultáneamente.

F.9.1 Formato Syslog

Para consultar el formato Syslog de los eventos de ciberseguridad y su envío a los posibles servidores Syslog, ver el Anexo G, del Protocolo Syslog.

F.9.2 Eventos

Los eventos de ciberseguridad que pueden generarse en el equipo aparecen en la siguiente tabla. Por cada uno se indicará su identificador universal (ver campo ***EventID*** en el Anexo G, del Protocolo Syslog), su severidad (si es evento o alarma), su texto asociado (ver campo ***EventText*** en el Anexo G, del Protocolo Syslog) y una breve descripción.

Id	Severidad	Texto	Descripción
Eventos de *Control de Acceso*			
0000001	Evento	Login successful	Apertura de sesión (autenticación) exitosa.
0000038	Evento	Logout	Cierre de sesión (manual o automática).
0000039	Evento	Login failed	Fallo en autenticación.
0000069	Alarma	Login failed – too many user sessions	Autenticación fallida debido a que no existen sesiones disponibles.
0000070	Alarma	Login failed – user rejected due to role concurrency	Autenticación fallida debido a que no puede autenticarse por concurrencia de roles.
0000071	Alarma	Logout – session closed by other user	Cierre de sesión debido a que un usuario le ha expulsado.
0000072	Evento	CLI access initiated	Iniciado acceso CLI (puede ser por SSH o por Telnet).
0000073	Evento	FTP access initiated	Iniciado acceso FTP (por SSH).

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Id	Severidad	Texto	Descripción
Eventos de *Gestión de Usuarios y Credenciales*			
0000030	Evento	User account created successfully	Usuario creado.
0000031	Evento	User account modified successfully	Usuario modificado.
0000032	Evento	User account deleted successfully	Usuario borrado.
0000043	Evento	Role created successfully	Rol creado.
0000044	Evento	Role modified successfully	Rol modificado.
0000045	Evento	Role deleted successfully	Rol borrado.
0000065	Alarma	Security credentials changed successfully	Cambio exitoso de credenciales de PKI de operación.
0000066	Alarma	Security credentials change failed	Cambio fallido de credenciales de PKI de operación.
0000067	Evento	LDAP repository not accesible	El servidor de autenticación remota LDAP no está disponible.
0000068	Evento	RADIUS server not accesible	El servidor de autenticación remota RADIUS no está disponible.
0000111	Alarma	Default security credentials changed successfully	Cambio exitoso de credenciales de PKI de defecto.
0000112	Alarma	Default security credentials change failed	Cambio fallido de credenciales de PKI de defecto.
0000113	Alarma	Security credentials restored to default due to integrity problems	Se ha detectado un error de integridad en la información de PKI y ciertos valores han sido restaurados a sus valores de defecto.
Eventos de *Cambio de Ajustes y Configuración*			
0000012	Evento	Parameters changed successfully	Cambio de ajustes. Se indica entre paréntesis el número de ajustes que se han cambiado.
0000015	Evento	Configuration downloaded	Descarga de configuración exitosa.
0000016	Evento	Configuration uploaded successfully	Carga de configuración exitosa.
0000018	Alarma	Configuration upload failed – invalid configuration	Carga de configuración errónea (fichero inválido).
Eventos de *Cambio de Firmware*			
0000020	Evento	Firmware uploaded successfully	Carga de firmware exitosa.
0000022	Alarma	Firmware upload failed – invalid firmware	Carga de firmware errónea (firmware inválido).
Eventos de *Reinicio del equipo*			
0000023	Alarma	Device reset to factory default	Equipo reseteado a ajustes de fábrica.
0000024	Alarma	Manual reset	Equipo reiniciado manualmente.
0000025	Alarma	IED startup	Equipo arrancado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Id	Severidad	Texto	Descripción
Eventos de *Cambio de Hardware*			
0000026	Alarma	Hardware change detected	Cambio de hardware detectado (modelo válido, HW compatible).
0000027	Alarma	Hardware change detected – invalid hardware	Cambio de hardware detectado (modelo inválido, HW incompatible).
Eventos de *Errores de Hardware/Software*			
0000075	Alarma	Critical error - Read/write settings error	Existencia de ajustes sin concordancia o pérdida del valor de algún ajuste. Se corresponde con la alarma 0x00000001 del equipo.
0000076	Alarma	Non-critical error - Local port HW error	Error al operar sobre el puerto USB delantero de comunicaciones. Se corresponde con la alarma 0x00000002 del equipo.
0000077	Alarma	Critical error - Protection error	Error en protección, protección no operativa. Se corresponde con la alarma 0x00000004 del equipo.
0000078	Alarma	Critical error - ADC error	Error en el ADC o en el microcontrolador auxiliar que recibe y controla las muestras. Se corresponde con la alarma 0x00000008 del equipo.
0000079	Alarma	Critical error - Digital I/O error	Problemas en el módulo de E/S digitales. Se corresponde con la alarma 0x00000010 del equipo.
0000080	Alarma	Critical error - Flash error	Problemas en la memoria Flash. Se corresponde con la alarma 0x00000020 del equipo.
0000081	Alarma	Critical error - Internal power failure	Fallo alimentación interna. Se corresponde con la alarma 0x00000040 del equipo.
0000082	Alarma	Non-critical error - IEC 61850 error	Problemas con los ficheros de datos, CID que acompaña al SW, modelo de equipo desconocido, incapacidad de elegir un modelo de datos o error interpretando un CID ya validado previamente. Se corresponde con la alarma 0x00000080 del equipo.
0000083	Alarma	Non-critical error - Error in configuration	El error se produce si no se consigue configurar el sistema con la configuración solicitada. Se corresponde con la alarma 0x00000100 del equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Eventos de *Errores de Hardware/Software*			
0000084	Alarma	Critical error - Program error	Problemas inesperados en el SW que impiden su funcionamiento. Se corresponde con la alarma 0x00000200 del equipo.
0000085	Alarma	Non-critical error - Remote port 1 error	Error hardware del puerto remoto 1. Se corresponde con la alarma 0x00000400 del equipo.
0000086	Alarma	Critical error - Hardware error	Configuración de hardware incorrecta. El HW detectado por el equipo no corresponde a los modelos internos previstos por el SW. Se corresponde con la alarma 0x00000800 del equipo.
0000087	Alarma	Critical error - Microcontroller error	Error en la comunicación con el microcontrolador auxiliar que controla las diferentes tarjetas. Se corresponde con la alarma 0x00001000 del equipo.
0000088	Alarma	Non-critical error - RTC error	Problemas con RTC. Se corresponde con la alarma 0x00002000 del equipo.
0000089	Alarma	Critical error - Transducer input error	Error en la comunicación con el convertidor de entrada. Se corresponde con la alarma 0x00004000 del equipo.
0000090	Alarma	Non-critical error - Remote port 2 error	Error hardware del puerto remoto 2. Se corresponde con la alarma 0x00008000 del equipo.
0000091	Alarma	Critical error - External flash error	Problema en memoria flash externa a la tarjeta CPU. Se corresponde con la alarma 0x00010000 del equipo.
0000092	Alarma	Critical error – 87L microcontroller error	Error de comunicaciones interno entre microcontroladores de la tarjeta de comunicaciones 87L. Se corresponde con la alarma 0x00020000 del equipo.
0000093	Alarma	Non-critical error – 87L communication error	Error en la comunicación con la tarjeta de comunicaciones 87L. Se corresponde con la alarma 0x00040000 del equipo.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Id	Severidad	Texto	Descripción
Eventos de *Validación de Certificados de Comunicaciones*			
0000114	Alarma	Certificate validation failed – certificate expired	El certificado recibido por comunicaciones está caducado (o aún no es válido).
0000115	Alarma	Certificate validation failed – certificate revoked	El certificado recibido por comunicaciones está revocado.
0000116	Alarma	Certificate validation failed – certificate signature check failed	El certificado recibido por comunicaciones no es confiable (no ha sido validado exitosamente contra la lista de CAs del equipo).
0000117	Alarma	Certificate validation failed – certificate does not comply with authorization policies	El certificado recibido por comunicaciones no cumple con las políticas de autorización (no ha sido validado exitosamente contra el fichero de políticas de autorización del equipo).
Eventos de *Habilitación/inhabilitación de Puertos*			
0000049	Evento	Local port disabled	Puerto local inhabilitado.
0000050	Evento	Local port enabled	Puerto local habilitado.
0000051	Evento	Remote port 1 disabled	Puerto remoto 1 inhabilitado.
0000052	Evento	Remote port 1 enabled	Puerto remoto 1 habilitado.
0000053	Evento	Remote port 2 disabled	Puerto remoto 2 inhabilitado.
0000054	Evento	Remote port 2 enabled	Puerto remoto 2 habilitado.
0000055	Evento	LAN port 1 disabled	Puerto LAN 1 inhabilitado.
0000056	Evento	LAN port 1 enabled	Puerto LAN 1 habilitado.
0000057	Evento	LAN port 2 disabled	Puerto LAN 2 inhabilitado.
0000058	Evento	LAN port 2 enabled	Puerto LAN 2 habilitado.
0000059	Evento	LAN port 3 disabled	Puerto LAN 3 inhabilitado.
0000060	Evento	LAN port 3 enabled	Puerto LAN 3 habilitado.
0000061	Evento	LAN port 4 disabled	Puerto LAN 4 inhabilitado.
0000062	Evento	LAN port 4 enabled	Puerto LAN 4 habilitado.
0000063	Evento	USB port disabled	Puerto USB inhabilitado.
0000064	Evento	USB port enabled	Puerto USB habilitado.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Otros eventos			
0000028	Evento	Date and time set successfully	Cambio en fecha/hora del equipo > 100ms.
0000029	Evento	Security events log downloaded	Fichero de eventos de ciberseguridad descargado.
0000041	Evento	USB connected	Se produce cuando se conecta un pendrive al puerto USB-A.
0000042	Evento	USB disconnected	Se produce cuando se desconecta un pendrive del puerto USB-A.
0000074	Alarma	Unauthorized physical access detected	Detección de acceso físico no autorizado, por el momento, extracción/inserción de tarjetas hardware (salvo CPU y alimentación) con equipo encendido.
0000106	Evento	CLI command performed “XXXX”	Indica que el comando XXXX se ha ejecutado por CLI exitosamente. XXXX se corresponde con el comando completo ejecutado en el CLI.

F.9.3 Fichero de almacenamiento

El equipo tiene capacidad de albergar al menos 2048 eventos de ciberseguridad en un buffer circular (FIFO).

Los eventos se almacenan en un fichero en FLASH, de manera que no se pierdan ante un apagado.

El tamaño del fichero es de 256 kB, y el número de eventos que puede albergar dependerá del texto que ocupe cada evento con sus informaciones adicionales, pero siempre superior a esos 2048 eventos.

El fichero se llama */audit/security.log* y no puede ser modificado o borrado de ninguna forma.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

F.9.4 Visualización y descarga del fichero

Únicamente un usuario con permiso de auditoría de *seguridad* puede visualizar los eventos de ciberseguridad y/o descargarse el fichero.

Existen varias formas de acceder al fichero de eventos de ciberseguridad (*security.log*):

- Por transferencia de ficheros FTP o SFTP. En este caso la ubicación del fichero es */audit/security.log*.
- Desde la página web, menú ***Security Log***. Los eventos se visualizan directamente en la página por orden de ocurrencia. Además, se puede descargar el fichero pulsando el botón de ***Download File***.

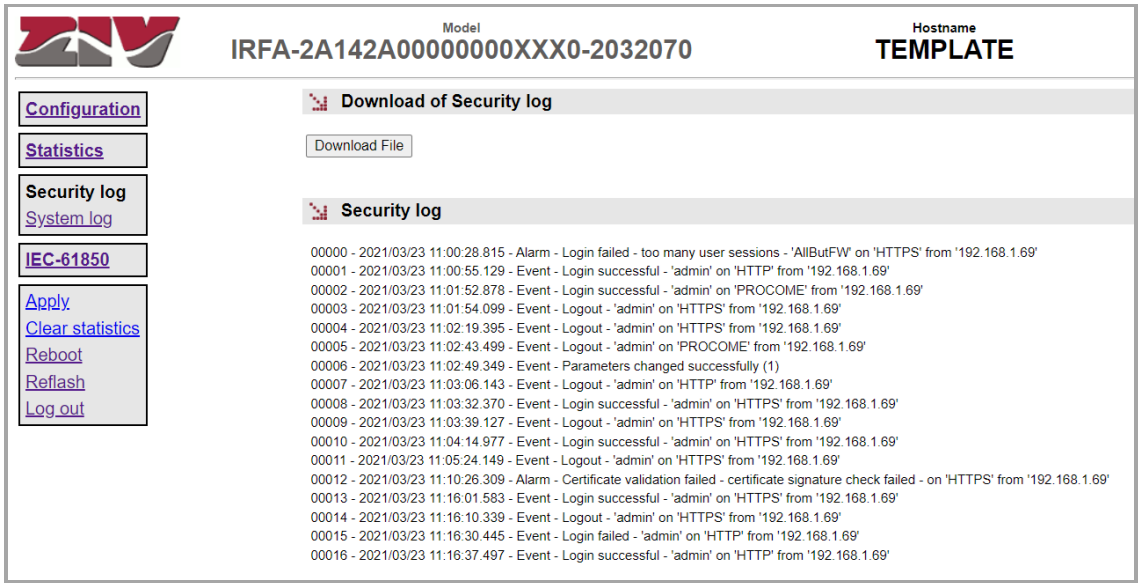


Figura F.39 Visualización de eventos de ciberseguridad en página web.

- Empleando la herramienta de configuración ***ZIV e-NET Tool***®. Para recoger los eventos de ciberseguridad empleando ***ZIV e-NET Tool***®, se accede al menú ***Herramientas→Acceso a dispositivos***. En esta ventana se comprueba que en ***Protocolo*** está seleccionado **SFTP + SSH**, se configuran los datos de dirección IP del equipo y puerto (ha de coincidir con el puerto SSH/SFTP del equipo) y se introducen las credenciales del usuario (usuario y contraseña). En la pestaña ***Recuperación de ficheros***, se marca la opción ***Logs→Eventos de ciberseguridad*** y se pulsa ***Recuperar*** para descargar el fichero de eventos de ciberseguridad. El progreso de descarga se va indicando en la ventana ***Información***.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

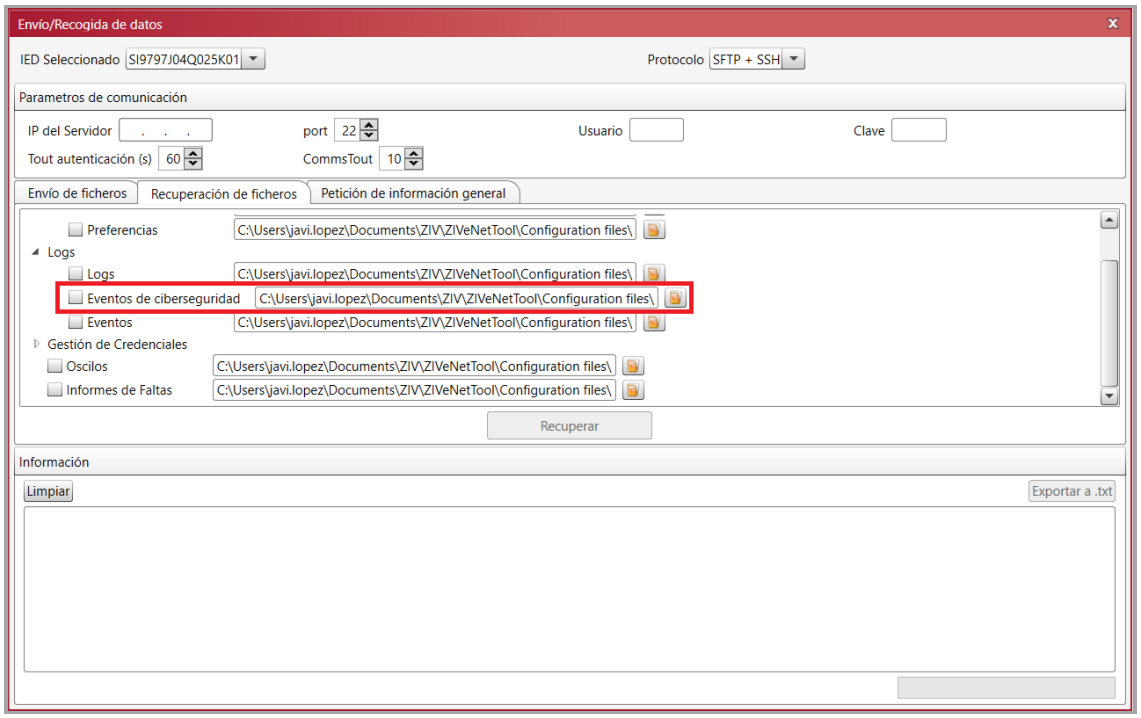


Figura F.40 Recogida de eventos de ciberseguridad con herramienta de configuración.

Cada vez que se descarga el fichero de eventos de ciberseguridad del equipo se genera el evento de ciberseguridad **Security events log downloaded**.

Los eventos de ciberseguridad se visualizan en la página web y se almacenan en el fichero security.log con el siguiente formato:

YYYY/MM/DD hh:mm:ss.mmm - eveala - evtext - 'user' on 'service' from 'ipaddr' (interface)

donde:

- ***YYYY/MM/DD hh:mm:ss.mmm***: es la fecha y hora del evento (hasta milisegundos). Se corresponde con el campo *TIMESTAMP* del HEADER del Syslog.
- ***eveala***: reflejo del campo *PRI* del HEADER del Syslog. Podrá tomar los valores:
  - ***Event*** (PRI=<108>)
  - ***Alarm*** (PRI=<105>)
- ***evtext***: texto del evento. Es el fiel reflejo del campo *EventText* del STRUCTURED_DATA del Syslog. Si después de ***evtext*** no hay más información que mostrar o solo se muestra (***interface***), entonces no se mostrará el guion (-) que sigue a ***evtext***. En caso contrario sí se mostrará.
- ***user***: nombre del usuario. Es el fiel reflejo del campo *User* del STRUCTURED_DATA del Syslog. Si el campo *User* no está presente o vale NILVALUE ("-"), entonces no se presentará el texto "***user***" en el evento.
- ***service***: nombre del servicio. Es el fiel reflejo del campo PROCID del HEADER del Syslog. Si el campo PROCID vale NILVALUE ("- "), entonces no se presentará el texto "on service" en el evento.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

- ***ipaddr***: dirección IP del dispositivo que provoca el evento. Es el fiel reflejo del campo *PeerIpAddress* del STRUCTURED_DATA del Syslog. Si el campo *PeerIpAddress* no está presente o vale NILVALUE ("- "), entonces no se presentará el texto "**from *ipaddr***" en el evento.
- ***interface***: interfaz física por la que se ha producido el evento. Es el fiel reflejo del campo *Interface* del STRUCTURED_DATA del Syslog. Si el campo *Interface* no está presente o vale NILVALUE ("- "), entonces no se presentará el texto "(***interface***)" en el evento.

A continuación, se incluyen ejemplos de formato de eventos en fichero:

- Autenticación exitosa del usuario "admin" por SSH desde IP=192.168.1.69 con el equipo SI3197E1Q11F01:
  `2016-04-17 22:36:41.358 - Event - Login successful - 'admin' on 'SSH' from '192.168.1.69'`

- Arranque del equipo TEMPLATE:
  `2016-04-171:24:32.498 - Alarm - IED startup`

- Log out del usuario "Ramon.Perez" por HMI en el equipo SWT650:
  `2016-04-17 23:35:49.423 - Event - Logout - 'Ramon.Perez' (HMI)`

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G. Protocolo Syslog

G.1 Introducción G-2
G.2 Formato Syslog para eventos de ciberseguridad G-3
G.2.1 Formato de HEADER G-4
G.2.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-5
G.2.3 Ejemplos G-6
G.3 Formato Syslog para eventos de ciberseguridad (versión 2) G-7
G.3.1 Formato de HEADER G-7
G.3.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-8
G.3.3 Ejemplos G-9
G.4 Formato Syslog para eventos de protección (SOE) G-10
G.4.1 Formato de HEADER G-10
G.4.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-11
G.4.3 Formato de MSG G-12
G.4.4 Ejemplos G-12
G.5 Formato Syslog para eventos de protección (SOE) IEC 61850 ..... G-13
G.5.1 Formato de HEADER G-13
G.5.2 Formato de STRUCTURED-DATA G-14
G.5.3 Formato de MSG G-14
G.5.4 Ejemplos G-15
G.6 Transmisión Syslog G-15

G.1 Introducción

Debido a su sencillez y amplia aceptación y uso, el formato escogido para el envío de los eventos es Syslog. A lo largo de la evolución de Syslog, se han publicado varias RFC, todas ellas con el objetivo de lograr una mayor compatibilidad y seguridad entre las diferentes implementaciones. De todas ellas se emplea la RFC 5424, ya que es ampliamente aceptada y proporciona todas las características necesarias.

El equipo dispone de un registro de eventos de ciberseguridad. Dichos eventos, además de poder ser visualizados online en la página web del equipo y almacenarse en un fichero para su posterior recogida, se pueden enviar a un sistema centralizado de ciberseguridad empleando el protocolo Syslog, cumpliendo con la RFC5424. Esto permitirá que dicho sistema centralizado pueda analizar eventos de ciberseguridad de manera instantánea y detectar y paliar posibles ataques, incluyendo ataques coordinados realizados hacia varios equipos simultáneamente.

El equipo también dispone de un registro de sucesos de protección. Mediante la configuración de ajustes adecuada, según se explica en el capítulo **Registro de Sucesos**, el usuario puede configurar los eventos de protección para que se almacenen en un segundo registro llamado **SYSLOGSOE**. Todos los eventos almacenados en dicho registro son automáticamente enviados a través del protocolo Syslog.

A lo largo del presente anexo se emplearán los siguientes acrónimos y estructuras:

UTF-8-STRING	= *OCTET (UTF-8 string como se especifica en RFC 3629).
OCTET	= Caracteres del %d00 al %d255.
SP	= Espacio en blanco (%d32), se usa como separador de campos.
PRINTUSASCII	= Caracteres del %d33 al %d126.
NONZERO-DIGIT	= Caracteres del %d49 al %d57.
DIGIT	= Carácter %d48 + NONZERO-DIGIT.
NILVALUE	= “-“

La estructura de un evento Syslog es la siguiente:

HEADER SP **STRUCTURED-DATA** [SP **MSG**]

El campo **HEADER** presenta la siguiente estructura:

HEADER = PRI VERSION SP TIMESTAMP SP HOSTNAME SP APP-NAME SP PROCID SP MSGID

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

El campo **STRUCTURED-DATA** presenta la siguiente estructura:

STRUCTURED-DATA	= 1 * SD-ELEMENT
SD-ELEMENT	= "[" SD-ID *(SP SD-PARAM) "]"
SD-ID	= SD-NAME
SD-PARAM	= PARAM-NAME "=" %d34 PARAM-VALUE %d34
PARAM-NAME	= SD-NAME
PARAM-VALUE	= UTF-8-STRING; los caracteres '"' (dobles comillas: %d34)', '\' (%d92) y ']' (cierra corchete: %d93) se deben escapar usando el carácter '\' (%d92).
SD-NAME	= 1*32 PRINTUSASCII, exceptuando los caracteres '=' (igual: %d61), ' ' (espacio en blanco: %d32), ']' (cierra corchete: %d93) y '"' (dobles comillas: %d34).

Los detalles de los diferentes campos se explican a continuación para los eventos de ciberseguridad y de protección (SOE).

G.2 Formato Syslog para eventos de ciberseguridad

Este formato es utilizado por los modelos con Ciberseguridad Básica (ver capítulo de Selección del Modelo, dígito 26 de Selección del Modelo de Firmware con valor 1). El resto de los modelos utilizarán el formato detallado en el siguiente apartado.

Para los eventos de ciberseguridad, el campo MSG no se usa y, por lo tanto, no estará nunca presente en los eventos Syslog generados.

Por lo tanto, la estructura de un evento Syslog de ciberseguridad es la siguiente:

HEADER SP **STRUCTURED-DATA**

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.2.1 Formato de HEADER

Campos de información RFC 5424		

HEADER	***PRI***	= "<PRIVAL>"
		Prioridad del evento:
		El campo ***PRIVAL*** (1~3 DIGIT) se calcula de la siguiente manera:
		PRIVAL = (8 x ***Facility***) + (***Severity***)
		- ***Facility***: Se fija el valor log audit=13.
		- ***Severity***:
		  - Los eventos tienen nivel de severidad de "Warning" = 4
		  Evento → PRIVAL = 8 x 13 + 4 = *108*.
		  - Las alarmas tienen nivel de severidad "Alert" = 1
		  Alarma → PRIVAL = 8 x 13 + 1 = *105*.

	VERSION	1
	TIMESTAMP	Fecha y hora del evento. El formato es: ***FULL-DATE "T" FULL-TIME*** ***FULL-DATE*** = ***DATE-FULLYEAR "-" DATE-MONTH "-" DATE-MDAY*** ***DATE-FULLYEAR*** = 4 DIGIT ***DATE-MONTH*** = 2 DIGIT (01-12) ***DATE-MDAY*** = 2 DIGIT (01-28, 01-29, 01-30, 01-31, dependiendo del mes) ***FULL-TIME*** = ***PARTIAL-TIME TIME-OFFSET*** ***PARTIAL-TIME*** = ***TIME-HOUR ":" TIME-MINUTE ":" TIME-SECOND "." TIME-SECFRAC*** ***TIME-HOUR*** = 2 DIGIT (00-23) ***TIME-MINUTE*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECOND*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECFRAC*** = 3 DIGIT representando milisegundos 000~999 ***TIME-OFFSET***="Z" (representa la fecha/hora en UTC). Se emplea siempre el formato UTC. Ejemplo: 2016-04-17T22:36:41.358Z
	HOSTNAME	IP propia (global o en servicio origen). Dado que el equipo puede tener varias direcciones IP, el valor del HOSTNAME toma el valor NIL = "-".
	APP-NAME	Nombre del dispositivo donde sucedió el evento (nombre del equipo). Cuando el equipo disponga de IEC 61850, se asignará el nombre del equipo obtenido del fichero de configuración CID. En caso contrario se podrá modificar desde página web y desde CLI.
	PROCID	Identificador del servicio a través del cual se ha producido el evento. Cadena de texto con los posibles siguientes valores: "HTTP", "HTTPS", "FTP", "Telnet", "SSH", "MMS" y "PROCOME".
	MSGID	Toma el valor fijo "ZIV".

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.2.2 Formato de STRUCTURED-DATA

Campos de información RFC 5424		
STRUCTURED-DATA (SD)	***SD-ID***	OID correspondiente al SMI Network management Private Enterprise Code: EventData@1.3.6.1.4.1.15732
	SOE	Contador de secuencia de evento. Es un número correlativo, que se incrementa con cada evento de ciberseguridad que ocurre. Se trata de un entero de 32 bits sin signo. Por lo tanto, los posibles valores van desde 0 hasta 4294967295. Se codifica con una cadena de texto de hasta 10 caracteres. Se emplea para ordenar los eventos según su ocurrencia, pues la fecha/hora podría sufrir alteraciones.
	EventId	Identificador universal que identifica al evento de manera única. Es una cadena de texto de 7 caracteres. Véase columna ***Id*** de la tabla del apartado **Registro de actividades→Eventos** del Anexo de Ciberseguridad.
	EventText	Texto descriptivo del evento. Es una cadena de texto de hasta 127 caracteres. Véase columna ***Texto*** de la tabla del apartado **Registro de actividades→Eventos** del Anexo de Ciberseguridad.
	User	Identificador del usuario que ha provocado el evento. Cadena de texto de hasta 256 caracteres con el nombre de usuario que ha generado el evento.
	Interface	Es una cadena de texto de hasta 32 caracteres que identifica a la interfaz física por la que se ha producido el evento. Este campo está disponible en los eventos del tipo *control de accesos* generados en interfaces que no sean LAN. Los posibles valores son: “HMI”, "LocalPort", "RemotePort1" y "RemotePort2". Adicionalmente está disponible con el valor “USB” en los eventos de habilitación e inhabilitación del puerto USB host.
	PeerIpAddress	Cadena de texto de hasta 39 caracteres que identifica la dirección IP (IP4 o IP6) de la máquina que ha accedido al equipo y que ha provocado el evento.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.2.3 Ejemplos

A continuación, se incluye varios ejemplos de eventos de ciberseguridad en formato Syslog:

- Autenticación exitosa del usuario “admin” por SSH desde IP=192.168.1.69 con el equipo SI3197E1Q11F01:

```
<108>1 2016-04-17T22:36:41.358Z - SI3197E1Q11F01 SSH
[EventData@1.3.6.1.4.1.15732 SOE=”131” EventId=”0000001”
EventText=”Login successful” User=”admin”
PeerIpAddress=”192.168.1.69”]
```

- Arranque del equipo TEMPLATE:

```
<105>1 2016-04-17T21:24:32.498Z - TEMPLATE –
[EventData@1.3.6.1.4.1.15732 SOE=”128” EventId=”0000025”
EventText=”IED startup”]
```

- Logout del usuario “Ramon.Perez” por HMI en el equipo SWT650:

```
<108>1 2016-04-17T23:35:49.423Z - SWT650 –
[EventData@1.3.6.1.4.1.15732 SOE=”132” EventId=”0000038”
EventText=”Logout” User=”Ramon.Perez” Interface=”HMI”]
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.3 Formato Syslog para eventos de ciberseguridad (versión 2)

Para los eventos de ciberseguridad, el campo MSG no se usa y, por lo tanto, no estará nunca presente en los eventos Syslog generados. Por lo tanto, la estructura de un evento Syslog de ciberseguridad es la siguiente:

HEADER SP **STRUCTURED-DATA**

G.3.1 Formato de HEADER

Campos de información RFC 5424		

HEADER	***PRI***	= "<PRIVAL>"
		Prioridad del evento:
		El campo ***PRIVAL*** (1~3 DIGIT) se calcula de la siguiente manera:
		PRIVAL = (8 x ***Facility***) + (***Severity***)
		- ***Facility***: Se fija el valor log audit=13.
		- ***Severity***:
		  - Los eventos tienen nivel de severidad de "Warning" = 4
		  Evento → PRIVAL = 8 x 13 + 4 = *108*.
		  - Las alarmas tienen nivel de severidad "Alert" = 1
		  Alarma → PRIVAL = 8 x 13 + 1 = *105*.

	VERSION	1
	TIMESTAMP	Fecha y hora del evento. El formato es: ***FULL-DATE "T" FULL-TIME*** ***FULL-DATE = DATE-FULLYEAR "-" DATE-MONTH "-" DATE-MDAY*** ***DATE-FULLYEAR*** = 4 DIGIT ***DATE-MONTH*** = 2 DIGIT (01-12) ***DATE-MDAY*** = 2 DIGIT (01-28, 01-29, 01-30, 01-31, según el mes) ***FULL-TIME = PARTIAL-TIME TIME-OFFSET*** ***PARTIAL-TIME = TIME-HOUR ":" TIME-MINUTE ":" TIME-SECOND "." TIME-SECFRAC*** ***TIME-HOUR*** = 2 DIGIT (00-23) ***TIME-MINUTE*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECOND*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECFRAC*** = 3 DIGIT representando milisegundos 000~999 ***TIME-OFFSET***="Z" (representa la fecha/hora en UTC). Se emplea siempre el formato UTC. Ejemplo: 2016-04-17T22:36:41.358Z

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Campos de información RFC 5424		
	HOSTNAME	IP propia (global o en servicio origen). Dado que el equipo puede tener varias direcciones IP, el valor del HOSTNAME toma el valor de la dirección IP del primer puerto LAN habilitado, siguiendo el orden LAN 1, LAN 2, LAN 3 y LAN 4.
	APP-NAME	Nombre del dispositivo donde sucedió el evento (nombre del equipo). Cuando el equipo disponga de IEC 61850, se asignará el nombre del equipo obtenido del fichero de configuración CID. En caso contrario se podrá modificar desde página web y desde CLI.
	PROCID	Toma el valor NIL = "-", como se indica en la norma IEC 62351-14.
	MSGID	Toma el valor “IEC62351-14:1", como se indica en la norma IEC 62351-14.

G.3.2 Formato de STRUCTURED-DATA

Campos de información RFC 5424		
STRUCTURED-DATA (SD)	***SD-ID***	Toma el valor “62351-14@41912”, como se indica en la norma IEC 62351-14.
	SOE	Contador de secuencia de evento. Es un número correlativo, que se incrementa con cada evento de ciberseguridad que ocurre. Se trata de un entero de 32 bits sin signo. Por lo tanto, los posibles valores van desde 0 hasta 4294967295. Se codifica con una cadena de texto de hasta 10 caracteres. Se emplea para ordenar los eventos según su ocurrencia, pues la fecha/hora podría sufrir alteraciones.
	ID	Identificador universal que identifica al evento de manera única. Es una cadena de texto de 7 caracteres. Véase columna ***Id*** de la tabla del apartado **Registro de actividades→Eventos** del anexo de Ciberseguridad.
	Text	Texto descriptivo del evento. Es una cadena de texto de hasta 127 caracteres. Véase columna ***Texto*** de la tabla del apartado **Registro de actividades→Eventos** del anexo de Ciberseguridad.
	UsrID	Identificador del usuario que ha provocado el evento. Cadena de texto de hasta 256 caracteres con el nombre de usuario que ha generado el evento.
	PeerInfo	Cadena de texto de hasta 39 caracteres que identifica la dirección IP (IP4 o IP6) de la máquina que ha accedido al equipo y que ha provocado el evento.
	Param(0)	Identificador del servicio a través del cual se ha producido el evento. HMI y USB se consideran posibles servicios Cadena de texto con los posibles siguientes valores: “LDAP”, “HTTP”, “HTTPS”, “FTP”, “Telnet”, “SSH”, “MMS”, “PROCOME”, “HMI” y “USB”.
	Param(1)	interfaz física por la que se ha producido el evento. Este campo está disponible en los eventos del tipo control de accesos generados en interfaces que no sean LAN. Los posibles valores son: “HMI”, "LocalPort", "RemotePort1" y "RemotePort2".

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.3.3 Ejemplos

A continuación, se incluye varios ejemplos de eventos de ciberseguridad en formato Syslog:

- Autenticación exitosa del usuario “admin” por SSH desde IP=192.168.1.69 con el equipo SI3197E1Q11F01 con IP=192.168.1.81::

```
<108>1 2016-04-17T22:36:41.358Z 192.168.1.81 SI3197E1Q11F01 - IEC62351-
14:1 [62351-14@41912 ID=”0000001” Text=”Login successful” SOE=”131”
UsrID=”admin” PeerInfo=”192.168.1.69” Param(0)=”SSH”]
```

- Arranque del equipo TEMPLATE con IP=192.168.2.81:

```
<105>1 2016-04-17T21:24:32.498Z 192.168.2.81 TEMPLATE – IEC62351-14:1
[62351-14@41912 ID=”0000025” Text=”IED startup” SOE=”128”]
```

- Logout del usuario “Ramon.Perez” por HMI en el equipo SWT650 con IP=192.168.3.81:

```
<108>1 2016-04-17T23:35:49.423Z 192.168.3.81 SWT650 – IEC62351-14:1
[62351-14@41912 ID=”0000038” Text=”Logout” SOE=”132” UsrID=”Ramon.Perez”
Param(0)=”HMI”]
```

- Autenticación fallida del usuario "secadm" por PROCOME usando Puerto Local en el equipo IED_TEST con IP=192.168.4.81:

```
<108>1 2016-04-17T14:29:36.187Z 192.168.4.81 IED_TEST – IEC62351-14:1
[62351-14@41912 ID=”0000039” Text=”Login failed” SOE=”189” UsrID=”secadm”
Param(0)=”PROCOME” Param(1)=”LocalPort”]
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.4 Formato Syslog para eventos de protección (SOE)

La estructura de un evento Syslog de protección (SOE) es la siguiente:

HEADER SP **STRUCTURED-DATA** SP **MSG**

G.4.1 Formato de HEADER

Campos de información RFC 5424		
HEADER	***PRI***	= "<PRIVAL>" Prioridad del evento: PRIVAL = (8 x ***Facility***) + (***Severity***) ***Facility***: 13 log audit 16 local use 0 (local0) 17 local use 1 (local1) 18 local use 2 (local2) ***Severity***: 2 Critical: critical conditions 4 Warning: warning conditions 6 Informational: informational messages 7 Debug: debug-level messages
	VERSION	1
	TIMESTAMP	Fecha y hora del evento. El formato es: ***FULL-DATE "T" FULL-TIME*** ***FULL-DATE*** = ***DATE-FULLYEAR "-" DATE-MONTH "-" DATE-MDAY*** ***DATE-FULLYEAR*** = 4 DIGIT ***DATE-MONTH*** = 2 DIGIT (01-12) ***DATE-MDAY*** = 2 DIGIT (01-28, 01-29, 01-30, 01-31, dependiendo del mes) ***FULL-TIME*** = ***PARTIAL-TIME TIME-OFFSET*** ***PARTIAL-TIME*** = ***TIME-HOUR ":" TIME-MINUTE ":" TIME-SECOND "." TIME-SECFRAC*** ***TIME-HOUR*** = 2 DIGIT (00-23) ***TIME-MINUTE*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECOND*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECFRAC*** = 3 DIGIT representando ms 000~999 (000 cuando no se usa) ***TIME-OFFSET***="Z" (representa la fecha/hora en UTC). Se emplea siempre el formato UTC. Ejemplo: 2016-04-17T22:36:41.358Z
	HOSTNAME	IP propia (global o en servicio origen). Dado que el equipo puede tener varias direcciones IP, el valor del HOSTNAME toma el valor de la dirección IP del primer puerto LAN habilitado, siguiendo el orden LAN 1, LAN 2, LAN 3 y LAN 4.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Campos de información RFC 5424		
	APP-NAME	Nombre del dispositivo donde sucedió el evento (nombre del equipo). Cuando el equipo disponga de IEC 61850, se asignará el nombre del equipo obtenido del fichero de configuración CID. En caso contrario se podrá modificar desde página web y desde CLI.
	PROCID	Toma el valor NIL = "-", como se indica en la norma IEC 62351-14.
	MSGID	Toma el valor "IEC62351-14:1", como se indica en la norma IEC 62351-14.

G.4.2 Formato de STRUCTURED-DATA

Campos de información RFC 5424		
STRUCTURED-DATA (SD)	***SD-ID***	Toma el valor "62351-14@41912", como se indica en la norma IEC 62351-14.
	SOE	Contador de secuencia de evento circular desde 0 a 4294967295 (INT32U aunque realmente es un *string* de 10 caracteres). Se emplea para ordenar los eventos según su ocurrencia, pues la fecha/hora podría sufrir alteraciones. Hay un contador ***SOE*** por cada *facility*: - Contador SOE para facility 13 (log audit). - Contador SOE para facility 16 (local0). - Contador SOE para facility 17 (local1). - Contador SOE para facility 18 (local2).
	ID	Identificador universal que identifica al evento de manera única. Es una cadena de texto de 7 caracteres. El rango de ***ID*** es de 0 a 9999999 (de 0 a 3446435 para eventos de ciberseguridad y de 3446436 a 9999999 para eventos de protección SOE). ***ID*** = (100 * *REG* + *BIT*) + *Offset_SEC_ID* - *REG* es el número del registro PROCOME definido para el evento. - *BIT* es el número del bit del evento en el registro PROCOME. - *Offset_SEC_ID* es el número siguiente al ***ID*** más alto definido para los eventos de ciberseguridad (3446436). Ejemplo: El suceso de usuario "ON RFT HV OPENING" se configura en REG=40021 BIT=23 => ***ID*** = (100 * 40021 + 23) + 3446436 = 7448559. Esta es la forma por la que el usuario conoce el ***ID*** del suceso que configura.
	Text	Texto descriptivo del evento, junto con el valor y la calidad del evento, todo ello separado por el carácter "|" (por ejemplo, "*Phase A Instantaneous unit 1 Trip|On|Good*"). Es una cadena de texto de hasta 127 caracteres. Se trata del mismo texto que el del registro de eventos.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.4.3 Formato de MSG

MSG es la parte del mensaje donde se muestran los valores de las magnitudes relativas al evento cuando se produjo dicho evento. Todas estas magnitudes son las mismas que las correspondientes a los eventos del registro de sucesos de protección.

[DESC1 : MAG1 UNIT1 DESC2 : MAG2 UNIT2 …. DESC12 : MAG12 UNIT12]:

Campos de información RFC 5424		
MSG	***DESCX***	Etiqueta de la magnitud configurada en *Ajustes\Registros\Sucesos\Magnitudes de sucesos\Magnitud* ***X***. El tamaño es de hasta 21 caracteres.
	MAGX	Valor de la magnitud configurada en *Ajustes\Registros\Sucesos\Magnitudes de sucesos\Magnitud* ***X***. El tamaño es de 5 caracteres.
	UNITX	Unidad de la magnitud configurada en *Ajustes\Registros\Sucesos\Magnitudes de sucesos\Magnitud* ***X***. El tamaño es de hasta 10 caracteres (la descripción más larga de las unidades actualmente es de 4 caracteres).

Donde ***X*** = 1…12.

G.4.4 Ejemplos

A continuación, se incluye un ejemplo de evento de Protección (SOE) en formato Syslog:

```
<110>1 2020-04-29T12:25:35.231Z 192.168.1.81 IRF1Q11F01 - IEC62351-14:1-nocyb
[62351-14@41912 ID=”7446544” Text=”On Phase A Instantaneous unit 1
Trip|On|Good” SOE=”1234567890”]
[VA63.1VVB34VVC63.41VVG26.87VIA13.81AIB24AIC13.41AIG23.87AIGS4.75A]
```


© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.5 Formato Syslog para eventos de protección (SOE) IEC 61850

La estructura de un evento Syslog de protección (SOE) es la siguiente:

HEADER SP **STRUCTURED-DATA** SP **MSG**

G.5.1 Formato de HEADER

Campos de información RFC 5424		
HEADER	***PRI***	= “<PRIVAL>” Prioridad del evento: PRIVAL = (8 x ***Facility***) + (***Severity***) ***Facility***: parámetro de configuración *facility*. ***Severity***: parámetro de configuración *severity*. Ej.: *110*.
	VERSION	Toma el valor del parámetro *version*. Ej.: 1
	TIMESTAMP	Fecha y hora del evento. El formato es: ***FULL-DATE "T" FULL-TIME*** ***FULL-DATE*** = ***DATE-FULLYEAR "-" DATE-MONTH "-" DATE-MDAY*** ***DATE-FULLYEAR*** = 4 DIGIT ***DATE-MONTH*** = 2 DIGIT (01-12) ***DATE-MDAY*** = 2 DIGIT (01-28, 01-29, 01-30, 01-31, según el mes) ***FULL-TIME*** = ***PARTIAL-TIME TIME-OFFSET*** ***PARTIAL-TIME*** = ***TIME-HOUR ":" TIME-MINUTE ":" TIME-SECOND “.” TIME-SECFRAC*** ***TIME-HOUR*** = 2 DIGIT (00-23) ***TIME-MINUTE*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECOND*** = 2 DIGIT (00-59) ***TIME-SECFRAC*** = 3 DIGIT representando ms 000~999 (000 cuando no se usa) ***TIME-OFFSET***=“Z” (representa la fecha/hora en UTC). Se emplea siempre el formato UTC. Ejemplo: 2016-04-17T22:36:41.358Z
	HOSTNAME	Toma el valor interpretado del parámetro de configuración *hostname*. Ej.: *192.168.1.81*
	APP-NAME	Toma el valor interpretado del parámetro de configuración *appName*. Ej.: *L45GISDB*
	PROCID	Toma el valor NIL = "-", como se indica en la norma IEC 62351-14.
	MSGID	Toma el valor del parámetro de configuración *msgId*. Ej.: *IEC62351-14:1-nocyb*.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.5.2 Formato de STRUCTURED-DATA

Campos de información RFC 5424		
STRUCTURED-DATA (SD)	***SD-ID***	Toma el valor del parámetro de configuración *sdId*. Ej.: *62351-14@41912*.
	SOE	Contador de secuencia de evento circular desde 0 a 4294967295 (INT32U aunque realmente es un *string* de 10 caracteres). Se emplea para ordenar los eventos según su ocurrencia, pues la fecha/hora podría sufrir alteraciones.
	ID	Identificador universal que identifica al evento de manera única. Toma el valor interpretado del parámetro de configuración *idSyslog*. Ej.: e8ca5212bec076cc
	Text	Texto descriptivo del evento. Toma el valor interpretado del parámetro de configuración *textSyslog*. Ej.: *INT502|ED-2|BREAKER 52 CLOSED|ON|good*

G.5.3 Formato de MSG

MSG es la parte del mensaje donde se muestran los valores de las magnitudes relacionadas con el suceso cuando este ha ocurrido. Es importante destacar que las magnitudes mostradas en cada suceso pueden ser diferentes entre sí y que los valores de estas magnitudes serán siempre valores primarios.

El campo MSG tendrá un límite de 1000 caracteres. Si el campo es mayor que este límite, se acortará a 1000 caracteres.

Existen diferentes campos en función de la magnitud que se haya configurado:

- ***desc***: Descripción de la magnitud según el parámetro de configuración *descSyslog*.
- ***Val***: Valor de la magnitud en valores primarios.
- ***Unit1***: Unidad de la magnitud. Estará vacío si la magnitud no tiene unidad.
- ***Ang***: Ángulo de la magnitud.
- ***Unit2***: Unidad de los ángulos (º).

Las reglas para formar el campo MSG son las siguientes:

- Si se han configurado el valor y el ángulo de una magnitud, entonces el campo *desc* tomará el valor del parámetro de configuración *descSyslog* del valor configurado (*desc=ValUnit1,AngUnit2*).
- Si solo se ha configurado el valor o el ángulo de una magnitud, entonces el campo *desc* tomará el valor del parámetro de configuración *descSyslog* del valor o ángulo configurado: (*desc=ValUnit1*) o (*desc=AngUnit2*).
- El carácter coma (,) se utiliza para separar un valor de su ángulo.
- El carácter espacio en blanco ( ) se utiliza para separar magnitudes.

Ej.: se configuran las magnitudes MMXU1.A.phsA.instCVal.mag.f, MMXU1.A.phsA.instCVal.ang.f, MMXU1.PhV.phsA.instCVal.mag.f y MMXU1.PhV.phsA.instCVal.ang.f, entonces el campo MSG será el siguiente: IA=123.567A,90.000º VA=38.956kV,2.087º

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

G.5.4 Ejemplos

A continuación, se incluye un ejemplo de evento de Protección (SOE) en formato Syslog:

```
<110>1 2020-04-29T12:25:35.231Z 192.168.1.81 IRF1Q11F01 - IEC62351-14:1-nocyb
[62351-14@41912     ID="e8ca5212bec076cc"     Text="INT502|ED-2|BREAKER     52
CLOSED|ON|good"     SOE="1234567890"]     VA=0.000V,0.000°     VB=0.000V,0.000°
VC=0.000V,0.000°     VG=0.000V,0.000°     IA=0.000A,0.000°     IB=0.000A,0.000°
IC=0.000A,0.000° IG=0.000A,0.000° IGS=0.000A,0.000°
```

G.6 Transmisión Syslog

El equipo puede enviar los eventos por protocolo Syslog hasta a 3 servidores Syslog.

Para comunicar estos eventos en formato Syslog a dichos servidores se puede emplear el protocolo UDP (puerto estándar UDP/514), según se especifica en la RFC 5426, o el protocolo TCP, tal y como se especifica en RFC 6587. En cuanto al protocolo TCP, se utiliza el método de entramado por conteo de octetos (*octet counting framing*).

Para conectarse a cada uno de los 3 servidores Syslog posibles, existen los siguientes ajustes modificables desde la herramienta de configuración y desde HMI, correspondientes a las direcciones IP de cada servidor y el puerto lógico para comunicar con él:

Ajustes de transmisión Syslog - Servidor 1				
Herramienta de configuración	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Dirección IP	Dirección IP	ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Puerto	Puerto	1 - 65535	1	514
Protocolo	Protocolo	UDP TCP		UDP

Ajustes de transmisión Syslog - Servidor 2				
Herramienta de configuración	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Dirección IP	Dirección IP	ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Puerto	Puerto	1 - 65535	1	514
Protocolo	Protocolo	UDP TCP		UDP

Ajustes de transmisión Syslog - Servidor 3				
Herramienta de configuración	**HMI**	**Rango**	**Paso**	**Defecto**
Dirección IP	Dirección IP	ddd.ddd.ddd.ddd		0.0.0.0
Puerto	Puerto	1 - 65535	1	514
Protocolo	Protocolo	UDP TCP		UDP

El envío de eventos hacia un servidor se puede inhabilitar configurando la dirección IP del servidor Syslog con el valor 0.0.0.0. El cliente Syslog también puede desactivarse inhabilitando el servicio Syslog, tal y como se ha indicado en el apartado **Puertos y servicios de comunicaciones** del anexo de Ciberseguridad.

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

H. Índice de Figuras y Tablas

H.1 Lista de figuras

1.1 Introducción 1.1-1
Figura 1.1.1 Diseño HW general. 1.1-5
Figura 1.1.2 Procesamiento de la medida. 1.1-6
Figura 1.1.3 Diagrama funcional. 1.1-8

1.3 Características Técnicas 1.3-1
Figura 1.3.1 Tiempos de disparo para falta monofásica a 50Hz. 1.3-9
Figura 1.3.2 Tiempos de disparo para falta bifásica a 50Hz. 1.3-10
Figura 1.3.3 Tiempos de disparo para falta trifásica a 50Hz. 1.3-10
Figura 1.3.4 Tiempos de disparo para falta monofásica a 60Hz. 1.3-11
Figura 1.3.5 Tiempos de disparo para falta bifásica a 60Hz. 1.3-11
Figura 1.3.6 Tiempos de disparo para falta trifásica a 60Hz. 1.3-12

1.4 Dimensionamiento de Transformadores de Intensidad 1.4-1
Figura 1.4.1 Definición de la tensión de codo. 1.4-5

1.5 Descripción Física 1.5-1
Figura 1.5.1 Frente de un equipo de 6U de altura y 1/2 Rack. 1.5-3
Figura 1.5.2 Trasera de un equipo DLF-A de 6U de altura y 1/2 Rack. 1.5-4
Figura 1.5.3 Trasera de un equipo DLF-B de 6U de altura y 1/2 Rack. 1.5-5
Figura 1.5.4 Trasera de un equipo DLF-B de 6U de altura y 1 Rack. 1.5-6
Figura 1.5.5 Montaje de un equipo Flex de 6U y 1/2 rack en bastidor. 1.5-7
Figura 1.5.6 Montaje de dos equipos Flex de 6U y 1/2 rack en bastidor. 1.5-7
Figura 1.5.8 Display alfanumérico. 1.5-9
Figura 1.5.9 Display gráfico. 1.5-9
Figura 1.5.10 Teclado. 1.5-10
Figura 1.5.11 Panel de comandos por defecto. 1.5-10
Figura 1.5.12 Ejemplo de pantalla de panel de comandos configurada. 1.5-11
Figura 1.5.15 Ejemplo de pantalla de botones programables. 1.5-16
Figura 1.5.16 Ajustes de rango. 1.5-17
Figura 1.5.17 Ajustes enumerados. 1.5-17
Figura 1.5.18 Ajustes de selección. 1.5-18
Figura 1.5.19 Ajustes de máscaras. 1.5-18
Figura 1.5.20 Lógica de habilitación de unidad. 1.5-23
Figura 1.5.21 Ensayo de las entradas digitales. 1.5-28
Figura 1.5.22 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo sin redundancia Ethernet. 1.5-38
Figura 1.5.23 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo Bonding o Hot Stand By. 1.5-38
Figura 1.5.24 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo RSTP. 1.5-39
Figura 1.5.25 Ejemplo de conexión de equipos con Redundancia RSTP en anillo simple. 1.5-39
Figura 1.5.26 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo PRP. 1.5-40
Figura 1.5.27 Configuración de los puertos de comunicaciones en modo Redundancia tipo HSR. 1.5-40
Figura 1.5.28 Ejemplos de redundancias más comunes. 1.5-41

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

1.6 Instalación y Puesta en Servicio 1.6-1
Figura 1.6.1 Placa de características (DLF). 1.6-4

2.1 Unidad Diferencial de Línea 2.1-1
Figura 2.1.1 Sincronización mediante método Ping-Pong. 2.1-10
Figura 2.1.2 Configuraciones de transformador en las que se pueden aplicar los equipos DLF. 2.1-33
Figura 2.1.3 Característica con frenado porcentual. 2.1-33
Figura 2.1.4 Transformación Yd11. ..... 2.1-37
Figura 2.1.5 Transformador Dyn con falta a tierra en el lado de la estrella. 2.1-39
Figura 2.1.6 Transformador Dyn con transformador de puesta a tierra y falta en el lado del triángulo. 2.1-40
Figura 2.1.7 Transformador Yz11. ..... 2.1-40
Figura 2.1.8 Transformador Dz0. ..... 2.1-41
Figura 2.1.9 Característica de operación de la unidad diferencial de fases con frenado porcentual. 2.1-48
Figura 2.1.10 Circuito equivalente de un transformador de potencia. 2.1-49
Figura 2.1.11 Ejemplo de intensidad de energización 2.1-50
Figura 2.1.12 Ejemplo de intensidad de sobreexcitación. 2.1-50
Figura 2.1.13 Característica del frenado por armónicos. 2.1-51
Figura 2.1.14 Subida de la característica diferencial con frenado porcentual como consecuencia del frenado por armónicos. 2.1-51
Figura 2.1.15 Efecto de la carga en la unidad diferencial de fases. 2.1-62
Figura 2.1.16 Característica de operación de la unidad diferencial de neutro con frenado porcentual. 2.1-64
Figura 2.1.17 Característica de operación de la unidad diferencial de secuencia directa con frenado porcentual. 2.1-72
Figura 2.1.18 Característica de operación de la unidad diferencial de secuencia inversa con frenado porcentual. 2.1-79
Figura 2.1.19 Ejemplo de calculo de ajustes para una línea aérea 2.1-90
Figura 2.1.20 Ejemplo 1 de cálculo de ajuste del grupo de conexión. 2.1-95
Figura 2.1.21 Ejemplo 2 de cálculo de ajuste del grupo de conexión. 2.1-98
Figura 2.1.22 Ejemplo 3 de cálculo de ajuste del grupo de conexión. 2.1-101

2.2 Detector de Falta Externa 2.2-1
Figura 2.2.1 Ejemplo de falta externa con saturación del TI asociado a la intensidad de entrada 1: intensidades de fase A; intensidad diferencial y de frenado de la fase A; relación entre intensidad diferencial y de frenado de fase A. 2.2-4
Figura 2.2.2 Relación angular de las tres intensidades de entrada a la unidad diferencial (transformador de tres devanados o transformador de dos devanados con interruptor y medio en uno de ellos) para una falta externa 2.2-5

2.4 Unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-1
Figura 2.4.1 Faltas externa e interna a un transformador. 2.4-4
Figura 2.4.2 Falta a tierra en devanado en estrella a una distancia del punto neutro “n”. 2.4-5
Figura 2.4.3 Variación de la intensidad diferencial de neutro y de fases con la distancia de la falta al punto neutro, “n”. 2.4-5
Figura 2.4.4 Característica diferencial con frenado porcentual. 2.4-6
Figura 2.4.5 Unidad de Comparación Direccional. 2.4-7
Figura 2.4.6 Diagrama eléctrico de un autotransformador. 2.4-9
Figura 2.4.7 Ejemplo de cálculo de ajustes de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas. 2.4-11

3.1 Unidades de Medida de Distancia 3.1-1
Figura 3.1.1 Diagrama de la característica de reactancia para faltas a tierra (I). 3.1-6
Figura 3.1.2 Diagrama de la característica de reactancia para faltas a tierra (II). 3.1-7
Figura 3.1.3 Diagrama de la característica de reactancia para faltas entre fases (I). 3.1-8

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Figura 3.1.4 Diagrama de la característica de reactancia para faltas entre fases (II).....3.1-8
Figura 3.1.5 Diagrama de los limitadores resistivos para faltas a tierra. 3.1-10
Figura 3.1.6 Diagrama de los limitadores resistivos para faltas entre fases. 3.1-10
Figura 3.1.7 Diagrama de la característica cuadrilateral para faltas a tierra.....3.1-11
Figura 3.1.8 Diagrama de la característica cuadrilateral para faltas entre fases. 3.1-11
Figura 3.1.9 Diagrama de la característica Mho para faltas a tierra (I). 3.1-14
Figura 3.1.10 Diagrama de la característica Mho para faltas a tierra (II). 3.1-14
Figura 3.1.11 Diagrama de la característica Mho para faltas a tierra (III). 3.1-15
Figura 3.1.12 Diagrama de la característica Mho para faltas entre fases (I). 3.1-16
Figura 3.1.13 Diagrama de la característica Mho para faltas entre fases (II). 3.1-16
Figura 3.1.14 Lógica de activación de la característica de distancia AG. 3.1-17
Figura 3.1.15 Lógica de activación de la característica de distancia AB. 3.1-17
Figura 3.1.16 Faltas monofásicas AG y BG simultáneas en doble circuito. 3.1-20
Figura 3.1.17 Lógica de arranque de unidades AG. 3.1-21
Figura 3.1.18 Lógica de arranque de unidades AB. 3.1-22
Figura 3.1.19 Diagrama lógico asociado al arranque de una zona n. 3.1-23

3.2 Esquemas de Protección de Distancia 3.2-1
Figura 3.2.1 Diagrama de bloques del esquema de extensión de zona 1. .....3.2-4
Figura 3.2.2 Diagrama de bloques del esquema de disparo por subalcance permisivo para distancia. 3.2-6
Figura 3.2.3 Diagrama de bloques del esquema de disparo transferido directo para distancia. 3.2-7
Figura 3.2.4 Diagrama de bloques del esquema de disparo por sobrealcance permisivo para distancia. 3.2-9
Figura 3.2.5 Diagrama de bloques del esquema de desbloqueo por comparación direccional para distancia. 3.2-12
Figura 3.2.6 Diagrama de bloques del esquema de bloqueo por comparación direccional para distancia. 3.2-15
Figura 3.2.7 Diagrama de bloques de la lógica de alimentación débil de distancia.....3.2-17
Figura 3.2.8 Fenómeno de inversión de intensidad. 3.2-19
Figura 3.2.9 Diagrama de bloques de la lógica de bloqueo por inversión de intensidad de distancia. 3.2-19

3.4 Delimitadores de Carga 3.4-1
Figura 3.4.1 Características de los Delimitadores de Carga. 3.4-2

3.5 Detector de Oscilación de Potencia 3.5-1
Figura 3.5.1 Diagrama de los limitadores resistivos de las zonas de detección de oscilación de potencia. 3.5-4
Figura 3.5.2 Diagrama de los limitadores reactivos de las zonas de detección de oscilación de potencia. 3.5-5
Figura 3.5.3 Lógica de activación de la zona externa. 3.5-5
Figura 3.5.4 Lógica de activación de la zona media. 3.5-6
Figura 3.5.5 Lógica de activación de la zona interna. 3.5-6
Figura 3.5.6 Zonas del detector de oscilación de potencia. 3.5-7
Figura 3.5.7 Diagrama de bloques del Detector de Oscilación de Potencia. 3.5-8

3.6 Direccional de Distancia 3.6-1
Figura 3.6.1 Diagrama de la unidad direccional para faltas a tierra (I). 3.6-3
Figura 3.6.2 Diagrama de la unidad direccional para faltas a tierra (II). 3.6-4
Figura 3.6.3 Diagrama de la unidad direccional para faltas a tierra (III). 3.6-4
Figura 3.6.4 Diagrama de la unidad direccional para faltas entre fases (I).....3.6-5
Figura 3.6.5 Diagrama de la unidad direccional para faltas entre fases (II).....3.6-6

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.1 Unidades de Sobreintensidad 4.1-1
Figura 4.1.1 Curva con límite de tiempo para una unidad de sobreintensidad temporizada (ajuste de *Tiempo fijo* muy bajo). 4.1-6
Figura 4.1.2 Diagrama de una curva con límite de tiempo para una unidad de sobreintensidad temporizada. 4.1-7
Figura 4.1.3 Diagrama de una curva con límite de tiempo para el caso de tiempo fijo mayor que el tiempo de curva (en arranque x 1,5). 4.1-7
Figura 4.1.4 Característica INVERSA (IEC). 4.1-10
Figura 4.1.5 Característica MUY INVERSA (IEC). 4.1-11
Figura 4.1.6 Característica EXTREMADAMENTE INVERSA (IEC). 4.1-12
Figura 4.1.7 Característica TIEMPO-LARGO INVERSA (IEC). 4.1-13
Figura 4.1.8 Característica TIEMPO-CORTO INVERSA (IEC). 4.1-14
Figura 4.1.9 Característica MODERADAMENTE INVERSA (IEEE). 4.1-15
Figura 4.1.10 Característica MUY INVERSA (IEEE). 4.1-16
Figura 4.1.11 Característica EXTREMADAMENTE INVERSA (IEEE). 4.1-17
Figura 4.1.12 Característica MODERADAMENTE INVERSA (U.S.). 4.1-18
Figura 4.1.13 Característica INVERSA (U.S.). 4.1-19
Figura 4.1.14 Característica MUY INVERSA (U.S.). 4.1-20
Figura 4.1.15 Característica EXTREMADAMENTE INVERSA (U.S.). 4.1-21
Figura 4.1.16 Característica INVERSA DE TIEMPO CORTO (U.S.). 4.1-22
Figura 4.1.17 Característica RI INVERSA 4.1-23
Figura 4.1.18 105 curva de Reenganchador. 4.1-24
Figura 4.1.19 107 curva de Reenganchador. 4.1-25
Figura 4.1.20 113 curva de Reenganchador. 4.1-26
Figura 4.1.21 117 curva de Reenganchador. 4.1-27
Figura 4.1.22 131 curva de Reenganchador. 4.1-28
Figura 4.1.23 135 curva de Reenganchador. 4.1-29
Figura 4.1.24 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Fases 4.1-32
Figura 4.1.25 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Fases 4.1-32
Figura 4.1.26 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos. 4.1-42
Figura 4.1.27 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Neutro 4.1-45
Figura 4.1.28 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Neutro 4.1-46
Figura 4.1.29 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos. 4.1-53
Figura 4.1.30 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Tierra. 4.1-56
Figura 4.1.31 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Tierra. 4.1-57
Figura 4.1.32 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos. 4.1-63
Figura 4.1.33 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Instantánea de Secuencia Inversa 4.1-66
Figura 4.1.34 Diagrama de bloques de una unidad de Sobreintensidad Temporizada de Secuencia Inversa 4.1-67
Figura 4.1.35 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos. 4.1-74
Figura 4.1.36 Unidad Temporizada Frenada por Tensión. 4.1-77

4.2 Unidades Direccionales 4.2-1
Figura 4.2.1 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Fase. 4.2-5
Figura 4.2.2 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Fases. 4.2-6
Figura 4.2.3 Gráficas para el ejemplo de aplicación. 4.2-7
Figura 4.2.4 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Neutro. 4.2-11
Figura 4.2.5 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Neutro. 4.2-13
Figura 4.2.6 Diagrama vectorial de la unidad direccional de neutro (polarización por intensidad). 4.2-13

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Figura 4.2.7 Red de secuencia cero para falta hacia adelante. 4.2-14
Figura 4.2.8 Red de secuencia cero para falta hacia atrás. 4.2-14
Figura 4.2.9 Diagrama vectorial de la unidad direccional de Tierra. 4.2-18
Figura 4.2.10 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Tierra. 4.2-20
Figura 4.2.11 Red de secuencia cero para falta hacia adelante. 4.2-20
Figura 4.2.12 Red de secuencia cero para falta hacia atrás. 4.2-20
Figura 4.2.13 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Secuencia Inversa. 4.2-24
Figura 4.2.14 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Secuencia Inversa. 4.2-25
Figura 4.2.15 Red de secuencia inversa para falta hacia adelante. 4.2-25
Figura 4.2.16 Red de secuencia inversa para falta hacia atrás. 4.2-25
Figura 4.2.17 Diagrama vectorial de la unidad Direccional de Secuencia Directa. 4.2-29
Figura 4.2.1 Diagrama de operación de la unidad Direccional de Secuencia Directa. 4.2-30

4.3 Esquemas de Protección de Sobreintensidad 4.3-1
Figura 4.3.1 Diagrama de bloques de la lógica de alimentación débil. 4.3-4
Figura 4.3.2 Fenómeno de inversión de intensidad. 4.3-5
Figura 4.3.3 Diagrama de bloques de la lógica de bloqueo transitorio por inversión de intensidad. 4.3-5
Figura 4.3.4 Diagrama de bloques del esquema de disparo por subalcance permisivo. 4.3-7
Figura 4.3.5 Diagrama de bloques del esquema de disparo transferido directo para sobreintensidad. 4.3-8
Figura 4.3.6 Diagrama de bloques del esquema de disparo por sobrealcance permisivo para sobreintensidad. 4.3-10
Figura 4.3.7 Diagrama de bloques del esquema de desbloqueo por comparación direccional. 4.3-12
Figura 4.3.8 Diagrama de bloques del esquema de bloqueo por comparación direccional. 4.3-15

4.4 Detector de Fase Abierta 4.4-1
Figura 4.4.1 Diagrama de bloques del Detector de Fase Abierta. 4.4-2

4.5 Unidad de Imagen Térmica 4.5-1
Figura 4.5.1 Constante de tiempo. 4.5-3
Figura 4.5.2 Curvas características del tiempo de operación de la unidad térmica 4.5-5
Figura 4.5.3 Curva 2 (TDL2002 Single Curve). 4.5-6
Figura 4.5.4 Diagrama de bloques de la unidad de Imagen Térmica. 4.5-7

4.7 Unidad de FI con Función de Redisparo 4.7-1
Figura 4.7.1 Diagrama de bloques de las unidades de medida de fase y neutro de la unidad de FI. 4.7-3
Figura 4.7.2 Diagrama lógico de fallo de interruptor y redisparo monofásico. 4.7-7
Figura 4.7.3 Diagrama lógico de fallo de interruptor y redisparo trifásico. 4.7-7
Figura 4.7.4 Diagrama de bloques del fallo de interruptor previamente fallado. 4.7-8
Figura 4.7.5 Diagrama lógico de fallo de interruptor y redisparo. 4.7-8
Figura 4.7.6 Detector de arco interno. 4.7-8

4.10 Detector de Cierre sobre Falta 4.10-1
Figura 4.10.1 Diagrama lógico del Detector de Cierre sobre Falta. 4.10-4

4.11 Unidades de Sobrecarga 4.11-1
Figura 4.11.1 Esquema de conexión para el ensayo de medida de tiempos. 4.11-6

5.1 Unidades de Tensión 5.1-1
Figura 5.1.1 Diagrama de bloques de la operación AND/OR de las unidades 27 y 59. ..... 5.1-3
Figura 5.1.2 Diagrama de bloques de la unidad de subtensión de fases. 5.1-6
Figura 5.1.3 Curva inversa. 5.1-14

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Figura 5.1.4 Diagrama de bloques de una unidad de sobretensión de fases..... 5.1-15
Figura 5.1.5 Curva inversa. 5.1-22
Figura 5.1.6 Diagrama de bloques de la unidad de Sobretensión de Neutro. 5.1-23
Figura 5.1.7 Diagrama de bloques de la unidad de Sobretensión de Neutro para modelos con dígitos X27+X28=25 o superior. 5.1-23
Figura 5.1.8 Curva inversa. 5.1-31
Figura 5.1.9 Diagrama de bloques de la unidad de Sobretensión de Tierra. 5.1-32
Figura 5.1.10 Curva inversa. 5.1-38
Figura 5.1.11 Diagrama de bloques de la unidad de sobretensión de secuencia inversa. 5.1-39

5.2 Unidades de Frecuencia 5.2-1
Figura 5.2.1 Diagrama de bloques de una unidad de frecuencia. 5.2-4
Figura 5.2.2 Diagrama lógico de deslastre de cargas para el tipo de deslastre subfrecuencia-sobrefrecuencia. 5.2-7
Figura 5.2.3 Sistema de deslastre de cargas en una planta industrial. 5.2-12
Figura 5.2.4 Lógica de una unidad de Derivada de Frecuencia. 5.2-22
Figura 5.2.5 Ejemplo de operación de arranque de la unidad. 5.2-22

5.3 Unidad de Sobreexcitación 5.3-1
Figura 5.3.1 Diagrama de bloques de la unidad de sobreexcitación. 5.3-3

6.1 Unidades Direccionales de Potencia 6.1-1
Figura 6.1.1 Operación de la unidad Direccional de Potencia. 6.1-2
Figura 6.1.2 Ángulo en 180º y arranque en valor negativo. 6.1-3
Figura 6.1.3 Ángulo en 180º y arranque en valor positivo. 6.1-3
Figura 6.1.4 Ángulo 0º y arranque positivo. 6.1-4
Figura 6.1.5 Ángulo 90º y arranque positivo. 6.1-4

7.1 Reenganchador 7.1-1
Figura 7.1.1 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo 1P. 7.1-6
Figura 7.1.2 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo 3P. 7.1-7
Figura 7.1.3 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo 1P/3P. 7.1-8
Figura 7.1.4 Diagrama de flujo del reenganchador para el modo dependiente. 7.1-9
Figura 7.1.5 Modo 1P interruptor 1 solamente. 7.1-12
Figura 7.1.6 Modo 1P interruptor 1 maestro. 7.1-13
Figura 7.1.7 Modo 1P interruptor 1 esclavo. 7.1-14
Figura 7.1.8 Modo 3P interruptor 1 solamente. 7.1-15
Figura 7.1.9 Modo 3P interruptor 1 maestro. 7.1-16
Figura 7.1.10 Modo 3P interruptor 1 esclavo. 7.1-17
Figura 7.1.11 Modo 1P3P interruptor 1 solamente. 7.1-18
Figura 7.1.12 Modo 1P3P interruptor 1 maestro. 7.1-19
Figura 7.1.13 Modo 1P3P interruptor 1 esclavo. 7.1-20
Figura 7.1.14 Modo DEP interruptor 1 solamente. 7.1-21
Figura 7.1.15 Modo DEP interruptor 1 maestro. 7.1-22
Figura 7.1.16 Modo DEP interruptor 1 esclavo. 7.1-23
Figura 7.1.17 Diagrama de flujo del Reenganchador (II). 7.1-29
Figura 7.1.18 Diagrama lógico de coordinación de secuencia. 7.1-34

8.1 Detector de Fallo de Fusible 8.1-1
Figura 8.1.1 Diagrama de bloques del Detector de Fallo de Fusible. 8.1-3
Figura 8.1.2 Diagrama lógico de bloqueo por Fallo de Fusible. 8.1-4
Figura 8.1.3 Ejemplo de lógica de bloqueo de unidades en función de la unidad de Fallo de Fusible. 8.1-4

8.2 Detector de Línea Muerta 8.2-1
Figura 8.2.1 Diagrama lógico del Detector de Línea Muerta. 8.2-2

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.3 Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-1
Figura 8.3.1 Diagrama de bloques del Detector de Interruptor Remoto Abierto. 8.3-3

8.4 Unidad de Sincronismo 8.4-1
Figura 8.4.1 Configuración de barra simple. 8.4-4
Figura 8.4.2 Doble barra con configuración de doble interruptor. 8.4-4
Figura 8.4.3 Doble barra y configuración de interruptor simple. 8.4-4
Figura 8.4.4 Configuración de interruptor y medio. 8.4-4
Figura 8.4.5 Diagrama de bloques de la unidad de sincronismo. 8.4-7
Figura 8.4.6 Umbrales de activación para determinar Línea Viva / Línea Muerta, Barra Viva / Barra Muerta y Sobretensión de Línea/Barra. 8.4-10

8.5 Detector de Polo Abierto 8.5-1
Figura 8.5.1 Diagrama lógico del Detector de polo abierto con 3 entradas (modelos con capacidad de configuración de posición de interruptor simple). 8.5-3

8.6 Detector de Discordancia de Polos 8.6-1
Figura 8.6.1 Diagrama del Detector de Discordancia de Polos. 8.6-2

8.7 Detector de Falta 8.7-1
Figura 8.7.1 Diagrama de bloques del detector de inicio de falta con magnitudes locales. 8.7-3
Figura 8.7.2 Diagrama detector de falta para unidad diferencial fase A 8.7-5
Figura 8.7.3 Diagrama detector de falta para unidad diferencial. 8.7-5
Figura 8.7.4 Diagrama de bloques del Detector de Falta. 8.7-8

8.8 Selector de Fases 8.8-1
Figura 8.8.1 Diagrama de ángulo para faltas bifásicas. 8.8-3
Figura 8.8.2 Diagrama de ángulo para faltas monofásicas y bifásicas a tierra. 8.8-3
Figura 8.8.3 Diagrama de ángulo para faltas monofásicas y bifásicas a tierra. 8.8-4

8.10 Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-1
Figura 8.10.1 Diagrama de la unidad de detección de fallo en el circuito de tensión. 8.10-2

8.11 Supervisión de los Circuitos de Medida de Intensidad 8.11-1
Figura 8.11.1 Algoritmo de supervisión para la medida de intensidad de la fase A. 8.11-4
Figura 8.11.2 Algoritmo de supervisión de TIs basado en secuencia inversa. 8.11-9
Figura 8.11.3 Supervisión de TIs con dos secundarios. 8.11-17
Figura 8.11.4 Supervisión de TI mediante la intensidad de puesta a tierra del transformador de potencia. 8.11-18
Figura 8.11.1 Característica diferencial con frenado porcentual. 8.11-19
Figura 8.11.2 Algoritmo de supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro. 8.11-20

8.12 Supervisión de los Circuitos de Maniobra 8.12-1
Figura 8.12.1 Diagrama de bloques y aplicación de las funciones de supervisión de circuitos de maniobra. 8.12-5
Figura 8.12.2 Cableado para el ensayo de la Supervisión de los Circuitos de Maniobra del SLOT X (A y/o B). 8.12-7

8.13 Lógica de Disparo 8.13-1
Figura 8.13.1 Lógica de generación de la señal de preparación a disparo trifásico ante falta bifásica a tierra. 8.13-7
Figura 8.13.3 Diagrama de bloques de la lógica de disparo mono / trifásico de las unidades diferenciales. 8.13-9

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Figura 8.13.5 Lógica de generación de la señal de reenganchador en bloqueo por orden. 8.13-10

8.16 Localizadores de Faltas 8.16-1
Figura 8.16.1 Escala de las medidas del localizador en el perfil de control. 8.16-7
9.4 Histórico de Medidas 9.4-1
Figura 9.4.1 Diagrama explicativo del registro histórico. 9.4-2
Figura 9.4.2 Lógica del registro histórico. 9.4-3

H.2 Lista de tablas

1.4 Dimensionamiento de Transformadores de Intensidad 1.4-1
Tabla 1.4-1: Parámetros generales 1.4-6
Tabla 1.4-2: Tiempos libres de saturación y valores de intensidad de falta 1.4-7

1.5 Descripción Física 1.5-1
Tabla 1.5-1: Entradas digitales del módulo de Entradas 1.5-24
Tabla 1.5-2: Salidas digitales del módulo de Entradas 1.5-25
Tabla 1.5-3: Salidas digitales del módulo de Salidas 1.5-27
Tabla 1.5-4: Ajustes del módulo de entradas digitales virtuales 1.5-30
Tabla 1.5-5: Ajustes del módulo de entradas digitales virtuales Equipo Remoto E2 ..... 1.5-30
Tabla 1.5-6: Ajustes del módulo de entradas digitales virtuales Equipo Remoto E3 ..... 1.5-31
Tabla 1.5-7: Salidas del módulo de entradas digitales virtuales equipo remoto E2 ..... 1.5-32
Tabla 1.5-8: Salidas del módulo de entradas digitales virtuales equipo remoto E3 ..... 1.5-32
Tabla 1.5-9: Salidas del módulo de salidas digitales virtuales 1.5-33
Tabla 1.5-10: Señales de salida del módulo de comunicaciones 1.5-54
Tabla 1.5-11: Señales de salidas del módulo de sincronización 1.5-58

1.10 Códigos de Alarma 1.10-1
Tabla 1.10-1: Magnitud de estado de alarmas y nivel de severidad 1.10-3

1.11 Diagnóstico de Averías 1.11-1
Tabla 1.11-1: Errores en el encendido 1.11-2
Tabla 1.11-2: Contacto de en servicio / alarma 1.11-3
Tabla 1.11-3: Mensajes de error durante el encendido - Equipo IEC61850 ..... 1.11-3
Tabla 1.11-4: Mensajes de error durante el encendido - Equipo IEC61850 ..... 1.11-4
Tabla 1.11-5: Mensajes de error durante el funcionamiento 1.11-5
Tabla 1.11-6: Error en comunicaciones 1.11-5
Tabla 1.11-7: Error en comunicaciones 87L 1.11-7
Tabla 1.11-8: Error en entradas digitales 1.11-8
Tabla 1.11-9: Error en salidas digitales 1.11-8
Tabla 1.11-10: Error en convertidores 1.11-9

2.1 Unidad Diferencial de Línea 2.1-1
Tabla 2.1-1: Características de las diferentes velocidades de transmisión 2.1-8
Tabla 2.1-2: Entradas digitales y Sucesos del sistema de comunicaciones 2.1-27
Tabla 2.1-3: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Puerto N 2.1-27
Tabla 2.1-4: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Canal M 2.1-30
Tabla 2.1-5: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - General 2.1-30
Tabla 2.1-6: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - Local E1 ..... 2.1-31
Tabla 2.1-7: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - Local E2 ..... 2.1-31

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 2.1-8: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones - Equipos - Local E3 ..... 2.1-31
Tabla 2.1-9: Salidas digitales y Sucesos - Comunicaciones General 2.1-32
Tabla 2.1-10: Entradas digitales a los módulos diferenciales 2.1-59
Tabla 2.1-11: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales 2.1-60
Tabla 2.1-12: Entradas digitales a los módulos diferenciales 2.1-68
Tabla 2.1-13: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales 2.1-69
Tabla 2.1-14: Entradas digitales a los módulos diferenciales 2.1-75
Tabla 2.1-15: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales 2.1-76
Tabla 2.1-16: Entradas digitales a los módulos diferenciales 2.1-82
Tabla 2.1-17: Salidas auxiliares y sucesos de los módulos diferenciales 2.1-83

2.2 Detector de Falta Externa 2.2-1
Tabla 2.2-1: Entradas analógicas al módulo del Detector de Falta Externa 2.2-10
Tabla 2.2-2: Entradas digitales al módulo del Detector de Falta Externa 2.2-10
Tabla 2.2-3: Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Falta Externa 2.2-11

2.3 Detector de Falta en Alimentación Débil 2.3-1
Tabla 2.3-1: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado) 2.3-3
Tabla 2.3-2: Entradas digitales al Módulo del Detector de Falta Externa 2.3-3
Tabla 2.3-3: Salidas digitales y sucesos del Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado) 2.3-4

2.4 Unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-1
Tabla 2.4-1: Entradas analógicas a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-13
Tabla 2.4-2: Entradas digitales a la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-14
Tabla 2.4-3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas 2.4-15
Tabla 2.4-4: Ensayo de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas (ajustes) 2.4-17
Tabla 2.4-5: Ensayo de la unidad de Faltas a Tierra Restringidas (sensibilidad de la unidad) 2.4-18
Tabla 2.4-6: Características para el ensayo de las unidades de faltas a tierra restringidas 2.4-18

3.1 Unidades de Medida de Distancia 3.1-1
Tabla 3.1-1: Característica de reactancia 3.1-4
Tabla 3.1-2: Limitador resistivo 3.1-9
Tabla 3.1-3: Característica Mho 3.1-12
Tabla 3.1-4: Entradas analógicas a los módulos de distancia 3.1-26
Tabla 3.1-5: Entradas digitales a los módulos de distancia 3.1-27
Tabla 3.1-6: Salidas digitales y sucesos de los módulos de distancia 3.1-28
Tabla 3.1-7: Ajustes para el ensayo de las unidades de distancia* 3.1-32
Tabla 3.1-8: Ensayo de la característica de reactancia para faltas monofásicas 3.1-33
Tabla 3.1-9: Ensayo de la característica Mho para faltas monofásicas 3.1-35
Tabla 3.1-10: Tiempos de las zonas (faltas monofásicas) 3.1-36
Tabla 3.1-11: Ensayo de la característica de reactancia para faltas entre fases 3.1-37
Tabla 3.1-12: Ensayo de la característica Mho para faltas entre fases 3.1-38
Tabla 3.1-13: Tiempos de las zonas (faltas entre fases) 3.1-39

3.2 Esquemas de Protección de Distancia 3.2-1
Tabla 3.2-1: Entradas digitales al módulo de esquemas de protección de distancia 3.2-21
Tabla 3.2-2: Salidas digitales y sucesos de los módulos de esquemas de protección de distancia 3.2-22

3.3 Supervisión de Fases para Protección de Distancia 3.3-1
Tabla 3.3-1: Unidades de supervisión 3.3-3
Tabla 3.3-2: Entradas analógicas a los módulos de sobreintensidad 3.3-4

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 3.3-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de distancia 3.3-4

3.4 Delimitadores de Carga 3.4-1
Tabla 3.4-1: Entradas analógicas al módulo Delimitador de Carga 3.4-4
Tabla 3.4-2: Entradas digitales al módulo Delimitador de Carga 3.4-4
Tabla 3.4-3: Salidas digitales y sucesos del módulo Delimitador de Carga 3.4-5

3.5 Detector de Oscilación de Potencia 3.5-1
Tabla 3.5-1: Limitadores resistivos 3.5-3
Tabla 3.5-2: Limitadores reactivos 3.5-4
Tabla 3.5-3: Entradas digitales al módulo del Detector de Oscilación de Potencia 3.5-12
Tabla 3.5-4: Salidas digitales del módulo del Detector de Oscilación de Potencia 3.5-12
Tabla 3.5-5: Ajustes para el ensayo del Detector de Oscilación de Potencia 3.5-13
Tabla 3.5-6: Rangos de activación para las zonas 3.5-14

3.6 Direccional de Distancia 3.6-1
Tabla 3.6-1: Unidad direccional 3.6-2
Tabla 3.6-2: Entradas analógicas a los módulos de sobreintensidad 3.6-7
Tabla 3.6-3: Salidas digitales y sucesos del módulo Direccional de Distancia 3.6-7

4.1 Unidades de Sobreintensidad 4.1-1
Tabla 4.1-1: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad 4.1-35
Tabla 4.1-2: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases 4.1-35
Tabla 4.1-3: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Fases 4.1-37
Tabla 4.1-4: Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas 4.1-42
Tabla 4.1-5: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad 4.1-48
Tabla 4.1-6: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Neutro 4.1-48
Tabla 4.1-7: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Neutro 4.1-50
Tabla 4.1-8: Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas 4.1-53
Tabla 4.1-9: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad 4.1-59
Tabla 4.1-10: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Tierra 4.1-59
Tabla 4.1-11: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Tierra 4.1-60
Tabla 4.1-12: Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas 4.1-63
Tabla 4.1-13: Entradas analógicas de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa 4.1-68
Tabla 4.1-14: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa 4.1-69
Tabla 4.1-15: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad de Secuencia Inversa 4.1-71
Tabla 4.1-16: Arranque y reposición de las unidades de sobreintensidad instantáneas 4.1-74
Tabla 4.1-17: Unidad de Sobreintensidad Frenada por Tensión 4.1-77
Tabla 4.1-18: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad 4.1-80
Tabla 4.1-19: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión 4.1-80
Tabla 4.1-20: Salidas digitales de los módulos de Sobreintensidad Dependiente de la Tensión 4.1-81

4.2 Unidades Direccionales 4.2-1
Tabla 4.2-1: Unidad Direccional de Fases 4.2-5
Tabla 4.2-2: Unidad direccional de neutro 4.2-6
Tabla 4.2-3: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad 4.2-8
Tabla 4.2-4: Entradas digitales de los módulos de Sobreintensidad Direccional de Fases 4.2-9

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 4.2-5: Salidas digitales de los módulos de sobreintensidad Direccional de Fases 4.2-9
Tabla 4.2-6: Direccionalidad fases 4.2-10
Tabla 4.2-7: Unidad Direccional de Tierra 4.2-12
Tabla 4.2-8: Entradas analógicas del módulo Direccional de Neutro 4.2-15
Tabla 4.2-9: Entradas digitales del módulo Direccional de Neutro 4.2-16
Tabla 4.2-10: Salidas digitales del módulo Direccional de Neutro 4.2-16
Tabla 4.2-11: Direccionalidad neutro 4.2-17
Tabla 4.2-12: Unidad Direccional de Tierra 4.2-19
Tabla 4.2-13: Entradas analógicas del módulo Direccional de Tierra 4.2-21
Tabla 4.2-14: Entradas digitales del módulo Direccional de Tierra 4.2-22
Tabla 4.2-15: Salidas digitales del módulo Direccional de Tierra 4.2-22
Tabla 4.2-16: Direccionalidad tierra 4.2-23
Tabla 4.2-17: Unidad direccional de secuencia inversa 4.2-24
Tabla 4.2-18: Entradas analógicas del módulo direccional de secuencia inversa 4.2-26
Tabla 4.2-19: Entradas digitales del módulo Direccional de Secuencia Inversa 4.2-27
Tabla 4.2-20: Salidas digitales del módulo Direccional de Secuencia Inversa 4.2-27
Tabla 4.2-21: Direccionalidad secuencia inversa 4.2-28
Tabla 4.2-22: Unidad Direccional de Secuencia Directa 4.2-30
Tabla 4.2-23: Entradas analógicas del módulo direccional de secuencia directa 4.2-31
Tabla 4.2-24: Entradas digitales del módulo Direccional de Secuencia Directa 4.2-31
Tabla 4.2-25: Salidas digitales del módulo Direccional de Secuencia Directa 4.2-32
Tabla 4.2-26: Direccionalidad secuencia directa 4.2-33

4.3 Esquemas de Protección de Sobreintensidad 4.3-1
Table 4.3-1: Entradas digitales al módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad 4.3-17
Table 4.3-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Esquemas de Protección de Sobreintensidad 4.3-18

4.4 Detector de Fase Abierta 4.4-1
Tabla 4.4-1: Entradas analógicas del módulo de Fase Abierta 4.4-3
Tabla 4.4-2: Entradas digitales a la unidad de Fase Abierta 4.4-4
Tabla 4.4-3: Salidas digitales del módulo de Fase Abierta 4.4-4

4.5 Unidad de Imagen Térmica 4.5-1
Tabla 4.5-1: Entradas analógicas a la unidad de Imagen Térmica 4.5-8
Tabla 4.5-2: Entradas digitales a la unidad de Imagen Térmica 4.5-9
Tabla 4.5-3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de Imagen Térmica 4.5-10

4.6 Unidad de Imagen Térmica de Hot Spot 4.6-1
Tabla 4.6-1: Entradas analógicas a la unidad térmica de Hot Spot 4.6-8
Tabla 4.6-2: Entradas digitales del módulo de imagen térmica de Hot Spot 4.6-9
Tabla 4.6-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de imagen térmica de Hot Spot 4.6-10
Tabla 4.6-4: Valores para el ensayo de alarma y disparo por temperatura de Hot Spot 4.6-13

4.7 Unidad de FI con Función de Redisparo 4.7-1
Tabla 4.7-1: Entradas analógicas a la unidad de FI 4.7-9
Tabla 4.7-2: Entradas digitales a la unidad de FI 4.7-10
Tabla 4.7-3: Salidas digitales y sucesos de la unidad de FI 4.7-11

4.8 Bloqueo por Armónicos 4.8-1
Tabla 4.8-1: Salidas digitales y sucesos del Bloqueo por Armónicos 4.8-5

4.9 Detector de Saturación 4.9-1
Tabla 4.9-1: Salidas digitales y sucesos del Detector de Saturación 4.9-3

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

4.10 Detector de Cierre sobre Falta 4.10-1
Tabla 4.10-1: Entradas analógicas al Detector de Cierre sobre Falta 4.10-7
Tabla 4.10-2: Entradas digitales al módulo de Cierre sobre Falta 4.10-7
Tabla 4.10-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Cierre sobre Falta 4.10-8

4.11 Unidades de Sobrecarga 4.11-1
Tabla 4.11-1: Entradas digitales del módulo de sobrecarga 4.11-4
Tabla 4.11-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de sobrecarga 4.11-5
Tabla 4.11-3: Arranque y reposición de las unidades de sobrecarga 4.11-5

5.1 Unidades de Tensión 5.1-1
Tabla 5.1-1: Entradas analógicas de los módulos de subtensión de fases 5.1-9
Tabla 5.1-2: Entradas digitales a los módulos de Subtensión de Fases 5.1-9
Tabla 5.1-3: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Subtensión de Fases 5.1-10
Tabla 5.1-4: Arranque y reposición de las unidades de Subtensión de Fases 5.1-12
Tabla 5.1-5: Entradas analógicas de los módulos de sobretensión de fases 5.1-17
Tabla 5.1-6: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Fases 5.1-17
Tabla 5.1-7: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Fases 5.1-18
Tabla 5.1-8: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Fase 5.1-20
Tabla 5.1-9: Entradas analógicas de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-26
Tabla 5.1-10: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-27
Tabla 5.1-11: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-28
Tabla 5.1-12: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Neutro 5.1-29
Tabla 5.1-13: Entradas analógicas de los módulos de Sobretensión de Tierra 5.1-34
Tabla 5.1-14: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Tierra 5.1-34
Tabla 5.1-15: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Neutro 5.1-35
Tabla 5.1-16: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Tierra 5.1-36
Tabla 5.1-17: Entradas analógicas de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-39
Tabla 5.1-18: Entradas digitales de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-40
Tabla 5.1-19: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-41
Tabla 5.1-20: Arranque y reposición de las unidades de Sobretensión de Secuencia Inversa 5.1-42

5.2 Unidades de Frecuencia 5.2-1
Tabla 5.2-1: Salidas digitales y sucesos la unidad de Mínima Tensión para Bloqueo 5.2-6
Tabla 5.2-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Deslastre de Cargas 5.2-7
Tabla 5.2-3: Reposición de la tensión 5.2-10
Tabla 5.2-4: Entradas analógicas de los módulos de Sobrefrecuencia 5.2-14
Tabla 5.2-5: Entradas digitales a los módulos de Sobrefrecuencia 5.2-14
Tabla 5.2-6: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Sobrefrecuencia 5.2-15
Tabla 5.2-7: Arranque y reposición de las unidades de sobrefrecuencia 5.2-16
Tabla 5.2-8: Entradas analógicas de los módulos de subfrecuencia 5.2-18
Tabla 5.2-9: Entradas digitales a los módulos de Subfrecuencia 5.2-18
Tabla 5.2-10: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Subfrecuencia 5.2-19
Tabla 5.2-11: Arranque y reposición de las unidades de Subfrecuencia 5.2-20
Tabla 5.2-12: Entradas analógicas de los módulos de Derivada de Frecuencia 5.2-23
Tabla 5.2-13: Entradas digitales a los módulos de Derivada de Frecuencia 5.2-23
Tabla 5.2-14: Salidas digitales y sucesos de los módulos de Derivada de Frecuencia 5.2-24

5.3 Unidad de Sobreexcitación 5.3-1
Tabla 5.3-1: Entradas analógicas del módulo de Sobreexcitación 5.3-5
Tabla 5.3-2: Entradas digitales al módulo de Sobreexcitación 5.3-5
Tabla 5.3-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sobreexcitación 5.3-6

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Anexo H. Índice de Figuras y Tablas

6.1 Unidades Direccionales de Potencia 6.1-1
Tabla 6.1-1: Entradas analógicas del módulo de unidades Direccionales de Potencia 6.1-5
Tabla 6.1-2: Entradas digitales al módulo de unidades Direccionales de Potencia 6.1-5
Tabla 6.1-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de unidades Direccionales de Potencia 6.1-6

7.1 Reenganchador 7.1-1
Tabla 7.1-1: Entradas digitales al módulo del Reenganchador 7.1-39
Tabla 7.1-2: Salidas digitales y sucesos del módulo del Reenganchador 7.1-41

8.1 Detector de Fallo de Fusible 8.1-1
Tabla 8.1-1: Entradas analógicas al módulo de Fallo de Interruptor 8.1-5
Tabla 8.1-2: Entradas digitales al módulo de Fallo de Fusible 8.1-5
Tabla 8.1-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Fallo de Fusible 8.1-6
Tabla 8.1-4: Configuración de salidas para el ensayo del Detector de Fallo de Fusible 8.1-8

8.2 Detector de Línea Muerta 8.2-1
Tabla 8.2-1: Entradas analógicas de los módulos de sobreintensidad 8.2-3
Tabla 8.2-2: Entradas digitales al módulo de Línea Muerta 8.2-3
Tabla 8.2-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Línea Muerta 8.2-4

8.3 Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-1
Tabla 8.3-1: Detección de intensidad capacitiva 8.3-3
Tabla 8.3-2: Entradas analógicas al módulo de Interruptor Remoto Abierto 8.3-4
Tabla 8.3-3: Entradas digitales al módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-5
Tabla 8.3-4: Salidas digitales y sucesos del módulo del Detector de Interruptor Remoto Abierto 8.3-5

8.4 Unidad de Sincronismo 8.4-1
Tabla 8.4-1: Compensación angular (secuencia de fases) 8.4-6
Tabla 8.4-2: Entradas analógicas del módulo de Sincronismo (Modelos para posición de interruptor simple) 8.4-17
Tabla 8.4-3: Entradas analógicas del módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio) 8.4-17
Tabla 8.4-4: Salidas analógicas del módulo de sincronismo 8.4-17
Tabla 8.4-5: Entradas digitales al módulo de sincronismo 8.4-18
Tabla 8.4-6: Entradas digitales al módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio) 8.4-19
Tabla 8.4-7: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sincronismo (Modelos para posición de interruptor simple) 8.4-20
Tabla 8.4-8: Salidas digitales y sucesos del módulo de Sincronismo (Modelos para posición doble interruptor o de interruptor y medio) 8.4-22
Tabla 8.4-9: Configuración de salidas 8.4-28
Tabla 8.4-10: Ensayo de las unidades de supervisión de tensión (arranques) 8.4-29
Tabla 8.4-11: Ensayo de las unidades de diferencia de tensión (arranques) 8.4-30
Tabla 8.4-12: Ensayo de las unidades de diferencia de fase (arranques) 8.4-30
Tabla 8.4-13: Ensayo de las unidades de diferencia de frecuencia (arranques) 8.4-31

8.5 Detector de Polo Abierto 8.5-1
Tabla 8.5-1: Entradas analógicas del módulo de Polo Abierto 8.5-6
Tabla 8.5-2: Entradas digitales al módulo de Polo Abierto 8.5-7
Tabla 8.5-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Polo Abierto 8.5-8

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

8.6 Detector de Discordancia de Polos 8.6-1
Tabla 8.6-1: Entradas digitales al módulo de Discordancia de Polos 8.6-3
Tabla 8.6-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Discordancia de Polos 8.6-4

8.7 Detector de Falta 8.7-1
Tabla 8.7-1: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado) 8.7-6
Tabla 8.7-2: Entradas analógicas al módulo del Detector de Falta 8.7-9
Tabla 8.7-3: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado) 8.7-10
Tabla 8.7-4: Entradas analógicas al Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado) 8.7-10
Tabla 8.7-5: Salidas digitales y sucesos del Detector de Falta (basado en intensidades diferenciales y de frenado) 8.7-11

8.8 Selector de Fases 8.8-1
Tabla 8.8-1: Entradas analógicas del módulo del Detector de Falta 8.8-5
Tabla 8.8-2: Salidas digitales y sucesos del Selector de Fases 8.8-6

8.9 Unidad de Carga Fría 8.9-1
Tabla 8.9-1: Entradas digitales al módulo de Carga Fría 8.9-3
Tabla 8.9-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Carga Fría 8.9-4

8.10 Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-1
Tabla 8.10-1: Entradas digitales al módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-3
Tabla 8.10-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Circuito de Medida de Tensión 8.10-4

8.11 Supervisión de los Circuitos de Medida de Intensidad 8.11-1
Tabla 8.11-1: Entradas digitales al módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-4
Tabla 8.11-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión del circuito de medida de intensidad 8.11-5
Tabla 8.11-3: Entradas analógicas de los módulos de supervisión de los transformadores de intensidad 8.11-13
Tabla 8.11-4: Entradas digitales al módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa 8.11-14
Tabla 8.11-5: Salidas digitales y sucesos del módulo de supervisión de TIs basado en intensidad de secuencia inversa 8.11-15
Tabla 8.11-6: Entradas analógicas de los módulos de supervisión de los transformadores de intensidad 8.11-23
Tabla 8.11-7: Entradas digitales al módulo de Supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-24
Tabla 8.11-8: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión de TIs por intensidad diferencial de neutro 8.11-25

8.12 Supervisión de los Circuitos de Maniobra 8.12-1
Tabla 8.12-1: Configuración de entradas para la supervisión de los circuitos por SLOTs 8.12-3
Tabla 8.12-2: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión de los Circuitos de Maniobra 8.12-6

8.13 Lógica de Disparo 8.13-1
Tabla 8.13-1: Unidades de protección dependientes de los estados del Reenganchador 8.13-11

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

Tabla 8.13-2: Unidades de protección independientes de los estados del Reenganchador 8.13-12
Tabla 8.13-3: Entradas digitales a la Lógica de Disparo 8.13-14
Tabla 8.13-4: Salidas digitales y sucesos de la Lógica de Disparo 8.13-15

8.14 Mando / Lógica 8.14-1
Tabla 8.14-1: Entradas digitales al módulo de Mando/Lógica 8.14-5

8.15 Supervisión de Interruptor 8.15-1
Tabla 8.15-1: Entradas analógicas del módulo de Supervisión del Interruptor 8.15-5
Tabla 8.15-2: Entradas digitales al módulo de Supervisión del Interruptor 8.15-6
Tabla 8.15-3: Salidas digitales y sucesos del módulo de Supervisión del Interruptor 8.15-6

8.19 Cambio de Tabla de Ajuste 8.19-1
Tabla 8.19-1: Entradas digitales para el cambio de Tabla de Ajuste 8.19-3
Tabla 8.19-2: Salidas digitales y sucesos para el cambio de Tabla de Ajuste 8.19-4

8.20 Calendario Zonas Horarias 8.20-1
Tabla 8.20-1: Salidas digitales del módulo de Calendario 8.20-3

9.1 Registro Oscilográfico 9.1-1
Tabla 9.1-1: Entradas digitales del Registro Oscilográfico 9.1-8
Tabla 9.1-2: Salidas digitales y sucesos del Registro Oscilográfico 9.1-8

9.2 Registro de Sucesos 9.2-1
Tabla 9.2-1: Registro de Sucesos 9.2-2

© ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.U. 2019

ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L.
Licencia de Uso de Software

EL EQUIPO QUE USTED HA ADQUIRIDO CONTIENE UN PROGRAMA DE SOFTWARE. ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA S.L. ES EL LEGITIMO PROPIETARIO DE LOS DERECHOS DE AUTOR SOBRE DICHO SOFTWARE, DE ACUERDO CON LO PREVISTO EN LA LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL DE 11-11-1987. CON LA COMPRA DEL EQUIPO USTED NO ADQUIERE LA PROPIEDAD DEL SOFTWARE, SINO UNA LICENCIA PARA PODER USARLO EN CONJUNCION CON DICHO EQUIPO.

EL PRESENTE DOCUMENTO CONSTITUYE UN CONTRATO DE LICENCIA DE USO ENTRE USTED (USUARIO FINAL) Y ZIV APLICACIONES Y TECNOLOGÍA, S.L. (LICENCIANTE) REFERIDO AL PROGRAMA DE SOFTWARE INSTALADO EN EL EQUIPO. POR FAVOR, LEA CUIDADOSAMENTE LAS CONDICIONES DEL PRESENTE CONTRATO ANTES DE UTILIZAR EL EQUIPO.

Si USTED INSTALA O UTILIZA EL EQUIPO, ELLO IMPLICA QUE ESTA DE ACUERDO CON LOS TERMINOS DE LA PRESENTE LICENCIA. SI NO ESTA DE ACUERDO CON DICHOS TERMINOS, DEVUELVA DE INMEDIATO EL EQUIPO NO UTILIZADO AL LUGAR DONDE LO OBTUVO.

Condiciones de la Licencia de Uso

1.-Objeto: El objeto del presente Contrato es la cesión por parte del Licenciante a favor del Usuario Final de una Licencia no exclusiva e intransferible para usar los programas informáticos contenidos en la memoria del equipo adquirido y la documentación que los acompaña, en su caso (denominados en adelante, de forma conjunta, el "Software"). Dicho uso podrá realizarse únicamente en los términos previstos en la presente Licencia.

2.- Prohibiciones: Queda expresamente prohibido y excluido del ámbito de la presente Licencia el que el Usuario Final realice cualquiera de las actividades siguientes: a) copiar y/o duplicar el Software licenciado (ni siquiera con el objeto de realizar una copia de seguridad); b) adaptar, modificar, recomponer, descompilar, desmontar y/o separar el Software licenciado o sus componentes; c) alquilar, vender o ceder el Software o ponerlo a disposición de terceros para que realicen cualquiera de las actividades anteriores.

3.- Propiedad del Software: El Usuario Final reconoce que el Software al que se refiere este Contrato es de exclusiva propiedad del Licenciante. El Usuario Final tan sólo adquiere, por medio del presente Contrato y en tanto en cuanto continúe vigente, un derecho de uso no exclusivo e intransferible sobre dicho Software.

4.- Confidencialidad: El Software licenciado es confidencial y el Usuario Final se compromete a no revelar a terceros ningún detalle ni información sobre el mismo sin el previo consentimiento por escrito del Licenciante.

Las personas o entidades contratadas o subcontratadas por el Usuario Final para llevar a cabo tareas de desarrollo de sistemas informáticos no serán consideradas terceros a efectos de la aplicación del párrafo anterior, siempre y cuando dichas personas estén a su vez sujetas al compromiso de confidencialidad contenido en dicho párrafo.

En ningún caso, salvo autorización escrita del Licenciante, podrá el Usuario Final revelar ningún tipo de información, ni aún para trabajos subcontratados, a personas o entidades que sean competencia directa del Licenciante.

5.- Resolución: La Licencia de Uso se concede por tiempo indefinido a partir de la fecha de entrega del equipo que contiene el Software. No obstante, el presente Contrato quedará resuelto de pleno derecho y sin necesidad de requerimiento en el caso de que el Usuario Final incumpla cualquiera de sus condiciones.

6.- Garantía: El Licenciante garantiza que el Software licenciado se corresponde con las especificaciones contenidas en los manuales de utilización del equipo, o con las pactadas expresamente con el usuario final, en su caso. Dicha garantía sólo implica que el Licenciante procederá a reparar o reemplazar el Software que no se ajuste a dichas especificaciones (siempre que no se trate de defectos menores que no afecten al funcionamiento de los equipos), quedando expresamente exonerado de toda responsabilidad por los daños y perjuicios que pudieran derivarse de la inadecuada utilización del mismo.

7.- Ley y jurisdicción aplicable: Las partes acuerdan que el presente contrato se regirá de acuerdo con las leyes españolas. Ambas partes, con expresa renuncia al fuero que les pudiera corresponder, acuerdan someter todas las controversias que pudieran surgir en relación con el presente Contrato a los Juzgados y Tribunales de Bilbao.

ZIV Aplicaciones y Tecnología S.L.
Parque Tecnológico, 210
48170 Zamudio (Bizkaia)
Apartado 757
48080 Bilbao - España
Tel.- (34) 94 452.20.03

A D V E R T E N C 1 A

***Z I V Aplicaciones* y *Tecnología, S.L.,* es el legítimo propietario de los derechos de autor del presente manual. Queda expresamente prohibido copiar, ceder o comunicar la totalidad o parte del contenido de este libro, sin la expresa autorización escrita del propietario.**

El contenido de este manual de instrucciones tiene una finalidad exclusivamente informativa.

***Z I V Aplicaciones y Tecnología, S.L.,* no se hace responsable de las consecuencias derivadas del uso unilateral de la información contenida en este manual por terceros.**