

TELEPROTECCIÓN UNIVERSAL

TPU-1



DESCRIPCIÓN GENERAL

Versión Web TPU-1R

Rev. 3.12 - Octubre 2018

DIMAT
Antonio Machado,78-80 08840
Viladecans, Barcelona-Spain

Tel.: +34 933 490 700
Fax: +34 933 492 258
Mail to: ziv@zivautomation.com

www.zivautomation.com

SÍMBOLOS DE SEGURIDAD



ADVERTENCIA O PRECAUCIÓN:

Este símbolo denota un riesgo. No seguir el procedimiento, operación o similar indicado puede suponer la avería total o parcial del equipo e incluso la lesión del personal que lo manipule.



NOTA:

Información o aspecto importante a tener en cuenta en un procedimiento, operación o similar.

ÍNDICE

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	5
2 CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO	7
2.1 MÓDULOS DE BASE	7
2.2 MÓDULO DE INTERFAZ DE PROTECCIONES GOOSE	8
2.3 MÓDULOS DE INTERFAZ DE PROTECCIONES	9
2.4 MÓDULOS DE INTERFAZ DE LÍNEA	9
2.5 MÓDULOS DE INTERFAZ DE RELÉS	12
2.6 MÓDULOS PARA TELESEÑALIZACIÓN Y TELEMEDIDA	12
3 APLICACIONES	14
3.1 INTERFACES DE PROTECCIÓN MIXTAS	14
3.2 CANAL DE TRANSMISIÓN REDUNDANTE	15
3.3 DOS EQUIPOS DE TELEPROTECCIÓN EN UN ÚNICO TERMINAL	16
3.4 TRÁNSITOS	16
3.5 TELESEÑALIZACIÓN Y TELEMEDIDA	18
3.6 TELEPROTECCIÓN EN UNA BANDA DE 2,5 kHz	19
3.7 TELEPROTECCIÓN A TRAVÉS DE REDES DE PAQUETES IP	20
4 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	21
4.1 PROCEDIMIENTO DE EMISIÓN DE ORDEN	22
4.2 PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN DE ORDEN	31
4.3 DISPOSITIVOS DE PRUEBA	36
4.3.1 Envío de órdenes	36
4.3.2 Bucle interno	37
4.3.3 Bucle línea	38
4.3.4 Prueba remota con inicio local en interfaz de línea digital y de interfaz IP	38
4.3.5 Prueba local en interfaz de línea analógica	39
4.3.6 Prueba remota con inicio local en interfaz de línea analógica	39
4.3.7 Pruebas en los módulos de teleseñalización y telemedida	40
4.4 SINCRONIZACIÓN HORARIA	40
4.4.1 Sincronización GPS	41
4.4.2 Sincronización Ethernet	41

5	GESTIÓN DEL EQUIPO	42
5.1	CONTROL DE ACCESO	43
5.2	GESTIÓN WEB <i>OFF-LINE</i>	43
5.3	MENÚS DE GESTIÓN PRINCIPALES	44
5.3.1	Menú Archivos	44
5.3.2	Menú Equipo	45
5.3.3	Menú Monitorización	47
5.3.4	Menú Puesta en servicio	51
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	53
6.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	53
6.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERFACES DE LÍNEA DIGITAL	56
6.3	CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERFACES DE LÍNEA ANALÓGICA	60
6.4	ENTRADAS Y SALIDAS DE ORDEN	62
6.5	ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS MENSAJES GOOSE	64
6.6	TELESEÑALIZACIÓN Y TELEMEDIDA	65
6.7	SEÑALIZACIONES EXTERNAS E INDICACIONES VISUALES	67
6.8	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	71
6.9	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO	71
6.10	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	72
6.11	SISTEMA DE GESTIÓN	73

1 INTRODUCCIÓN

El terminal de teleprotección universal tipo TPU-1 destaca por su elevado grado de flexibilidad. Gracias a su diseño modular, cada usuario puede obtener de él las prestaciones que más se adapten a sus necesidades. Así, en función de los módulos con los que el terminal TPU-1 esté equipado, puede configurarse para trabajar con un único canal de transmisión o con dos canales, pudiendo ser cualquiera de ellos analógico o digital. Además, un terminal TPU-1 con doble canal de transmisión puede programarse para trabajar como dos equipos de teleprotección independientes.

Equipado con un módulo específico de comunicaciones, el terminal TPU-1 puede transmitir la información de teleprotección a través de redes de paquetes IP. Unas etiquetas específicas del paquete, las cuales se añaden a la información de teleprotección, permiten monitorizar la calidad de servicio ofrecida por la red IP y, si así lo ha configurado el usuario, bloquear las salidas de orden del terminal TPU-1 cuando la carga de la red IP afecte las prestaciones del sistema de teleprotección.

Un terminal TPU-1 configurado para trabajar sobre redes de paquetes IP permite la transmisión de hasta ocho órdenes de teleprotección en un mismo paquete utilizando una interfaz de comunicaciones sobre IP, provista o bien de dos puertos eléctricos tipo 10/100Base-Tx con conector RJ-45 o bien de dos puertos ópticos tipo 100Base-Fx multimodo (1300 nm) con conector ST. Los dos puertos tienen la misma dirección IP.

Un terminal TPU-1 configurado para trabajar sobre canales analógicos es capaz de emitir y recibir hasta cuatro órdenes de teleprotección combinadas (tono único) o independientes (doble tono) o hasta treinta y dos órdenes codificadas (doble tono).

Un terminal TPU-1 configurado para trabajar sobre canales digitales permite la transmisión bidireccional de hasta ocho órdenes de teleprotección utilizando líneas digitales con interfaz eléctrica u óptica. La interfaz eléctrica puede ser a 2 Mbit/s o 64 kbit/s de acuerdo con la Recomendación G.703 de la UIT-T, así como a 64 kbit/s, 56 kbit/s o 32 kbit/s de acuerdo con las Recomendaciones V.11/ X.21 y V.35 de la UIT-T. La interfaz óptica de los terminales TPU-1 puede trabajar a una velocidad de 64 kbit/s o bien de acuerdo a la norma C37.94 (trama de 2 Mbit/s).

Equipado con los módulos correspondientes, el terminal TPU-1 también puede transmitir y recibir, a través del canal interno de la interfaz de línea, medidas analógicas y señales digitales (estados, alarmas, etc.), utilizándose como equipo de teledisparo y telemedida en aplicaciones para cogeneradores.

El terminal TPU-1 puede ser compatible con el estándar CEI 61850 y, por tanto, permite que la comunicación teleprotección-protección en una subestación se lleve a cabo de acuerdo a dicho estándar. Asimismo, si se desea, el terminal TPU-1 también se puede equipar con interfaces de protección analógicas que le permiten comunicarse con protecciones que no estén adaptadas al estándar CEI 61850.

Los terminales TPU-1 incluyen un servidor web en el que se almacenan todas las páginas HTML necesarias para llevar a cabo la programación y monitorización del sistema desde un navegador web instalado en un PC. La conexión entre el PC y el TPU-1 puede llevarse a cabo directamente o a través de una red IP, siendo posible en este último caso que varios PC's de esa red puedan gestionar varios terminales TPU-1 conectados a la misma.

Los terminales TPU-1, además, incluyen un agente SNMP capaz de generar notificaciones (informaciones no solicitadas transmitidas de forma espontánea) de alarmas y eventos del equipo hacia los dispositivos que especifique el usuario, y de permitir la supervisión de determinados parámetros monitorizables del equipo desde una aplicación de gestión SNMP como, por ejemplo, HP Openview.

Los terminales TPU-1 registran cronológicamente todas las alarmas y eventos que se producen en un enlace. Este registro cronológico de las alarmas y los eventos de los terminales TPU-1 se realiza en base a su reloj de tiempo real interno, siendo posible sincronizarlo con el sistema GPS o mediante el protocolo SNTP.

El terminal TPU-1 cumple con los estándares CEI 60834-1 y CEI 6100-6-5 y, además, con las normas ANSI C37.90.1 y ANSI C37.90.2.

2 CONSTITUCIÓN DEL EQUIPO

El equipo TPU-1 está constituido por un panel de 19" de anchura y tres unidades de altura normalizadas, preparado para montaje en rack. En el panel se pueden alojar distintos tipos de módulos dependiendo del modo de operación del equipo que se desee.

Los módulos que pueden equipar un terminal TPU-1 se clasifican en: módulos de base, módulo de interfaz de protecciones GOOSE, módulos de interfaz de protecciones, módulos de interfaz de línea, módulos de interfaz de relés y módulos para teleseñalización y telemedida. En su configuración mínima, un TPU-1 está constituido por los módulos de base y por un módulo de interfaz de línea.

La entrada y salida de señales se efectúa a través de los conectores situados en la parte posterior del terminal. Bajo demanda, pueden suministrarse los bloques de bornes de fondo armario necesarios junto con las mangueras.

2.1 MÓDULOS DE BASE

ATPU.## ALIMENTACIÓN

Contiene el convertidor CC/CC que genera las tensiones internas de alimentación a partir de la tensión de entrada, así como un filtro a la entrada para suprimir disturbios inducidos por transitorios rápidos en ráfagas.

El módulo, además, contiene el relé de señalización externa de alarma alimentación.

El tipo de módulo depende del valor de la tensión nominal de entrada, estando disponibles los siguientes:

ATPU.00 Tensión de entrada de 48 V_{CC}.

ATPU.01 Tensión de entrada de 110 V_{CC} a 250 V_{CC} y de 110 V_{CA} a 220 V_{CA}.

ATPU.03 Tensión de entrada de 24 V_{CC}.

Si se requiere redundancia en la alimentación, los terminales TPU-1 pueden estar equipados con dos módulos ATPU.

MWTU.## MÓDULO DE PROCESO

Contiene los circuitos de programación del sistema y gestiona la información asociada propiamente a teleprotección, sea o no compatible al estándar CEI 61850, así como el canal (o canales) de comunicación. Por otro lado, en aplicaciones de teleseñalización y teled medida, gestiona la transmisión bidireccional de medidas analógicas y señales digitales (estados, alarmas, etc.) a través del canal interno de la interfaz de línea (analógica y/o digital).

Incluye un servidor web, un agente SNMP, un microcontrolador, un decodificador capaz de procesar, según el estándar IRIG-B, señales procedentes de un equipo de sincronización externo y una interfaz LAN (10/100Base-TX ó 100Base-FX) para conexión a un PC.

La referencia temporal obtenida vía protocolo SNTP, si se ha programado sincronización horaria vía Ethernet, se lleva a cabo a través de la interfaz LAN.

El tipo de módulo depende del tipo de interfaz LAN, así:

MWTU.01 Dispone de interfaz 100Base-Fx.

MWTU.02 Dispone de interfaz 10/100Base-Tx.

WFTU. ## Módulo de interconexión (placa base) y frontal.

Permite el conexionado de los módulos y su interconexión.

Contiene los LEDs destinados a indicaciones visuales, un conector USB, el cual es de utilidad en gestión Pweb⁽¹⁾, y, si así se ha solicitado, la pantalla LCD opcional.

Los tipos siguientes están disponibles:

WFTU.00 Dispone del módulo de alimentación ATPU. Sin pantalla LCD.

WFTU.01 Dispone del módulo de alimentación ATPU. Con pantalla LCD.

WFTU.03 Dispone del módulo de alimentación ATPU. Sin pantalla LCD.
Conector RS-232C para gestión Pweb⁽¹⁾.

2.2 MÓDULO DE INTERFAZ DE PROTECCIONES GOOSE

El módulo de interfaz de protecciones GOOSE permite que el terminal TPU-1 pueda comunicarse con equipos de protección de una subestación preparados para operar de acuerdo al estándar CEI 61850.

⁽¹⁾ Sistema de gestión local basado en una interfaz Web. La gestión Pweb, dado que precisa de un servidor web externo al equipo, se denomina Gestión Web Externa.

El terminal puede alojar un módulo de este tipo.

IEPT INTERFAZ PROTECCIONES GOOSE
Incluye dos puertos eléctricos tipo 10/100Base-Tx con conector RJ-45 (IEPT.01). Los dos puertos tienen la misma dirección IP. La entrada y salida de los mensajes GOOSE se lleva a cabo a través de dichos puertos. Bajo demanda, en vez de los anteriores, el módulo puede suministrarse con dos puertos ópticos tipo 100Base-Fx multimodo (1300 nm) con conector ST (IEPT.00).

2.3 MÓDULOS DE INTERFAZ DE PROTECCIONES

El módulo de interfaz de protecciones permite que el terminal TPU-1 se comunique con aquellos equipos de protección de una subestación que no estén preparados para operar de acuerdo al estándar CEI 61850.

El terminal puede alojar hasta un máximo de ocho módulos de interfaz de protecciones IPTU en el panel.

IPTU INTERFAZ LADO PROTECCIONES (circuitos de una a dos órdenes)
Contiene los circuitos de entrada y salida de una a dos órdenes, constituidos por dos entradas optoaisladas, dos salidas de orden y dos salidas auxiliares para señalización y/o alarma, programables por el usuario.

2.4 MÓDULOS DE INTERFAZ DE LÍNEA

El terminal TPU-1 se equipa con uno o dos módulos de línea dependiendo de si gestiona uno o dos canales de comunicación. Los módulos de interfaz de línea disponibles se dividen en módulos de interfaz de línea digital, módulos de interfaz de línea analógica y módulos de interfaz de comunicaciones sobre IP.

Módulos de interfaz de línea digital

IETU INTERFAZ ELÉCTRICA
Este módulo lleva a cabo la transmisión y la recepción de la señal de teleprotección. El módulo está preparado para trabajar como circuito de interfaz a 64 kbit/s de acuerdo con la Recomendación G.703 y a 64 kbit/s, 56 kbit/s o 32 kbit/s de acuerdo con las Recomendaciones V.11/X.21 y V.35 de la UIT-T.

- IDTU** INTERFAZ ELÉCTRICA
- Este módulo lleva a cabo la transmisión y la recepción de la señal de teleprotección. El módulo está preparado para trabajar como circuito de interfaz a 2 Mbit/s de acuerdo con la Recomendación G.703 de la UIT-T con reloj co-direccional. El módulo puede disponer de dos conectores BNC (75Ω) o de un conector RJ-45 (120Ω) para par trenzado. El tipo de conector y la conexión de la pantalla del cable a tierra (salida no balanceada) o no (salida balanceada) se establece mediante predisposiciones internas.
- En módulos IDTU.00 de versión 3.1, el tipo de conector (BNC ó RJ-45) se programa desde el Sistema de Gestión TPU-1.
- IOTU.##** INTERFAZ ÓPTICA
- Este módulo lleva a cabo la transmisión y la recepción de la señal de teleprotección. Este módulo se utiliza con una fibra óptica monomodo y está dotado de un emisor LASER que emite a una velocidad de 64 kbit/s y a una longitud de onda de 1300 nm (IOTU.00) o de 1550 nm (IOTU.01).
- IOCT** INTERFAZ ÓPTICA
- Este módulo lleva a cabo la transmisión y la recepción de la señal de teleprotección según el estándar C37.94 y a una velocidad de 2 Mbit/s (ocupa 1 slot de 64 kbit/s de la trama de 2 Mbit/s). El módulo IOCT.00 se utiliza con una fibra óptica multimodo y está dotado de un emisor LED que emite a una longitud de onda de 830 nm. El módulo IOCT.01 se utiliza con una fibra óptica monomodo y está dotado de un emisor LASER que emite a una longitud de onda de 1300 nm.

Módulos de interfaz de línea analógica

- IATU/IBTU** INTERFAZ ANALÓGICA POR TONO ÚNICO (4 ÓRDENES COMBINADAS)
- Este módulo es capaz de emitir y de recibir hasta cuatro órdenes de acuerdo a una lógica determinada, en la banda de 0 a 4 kHz, a través de conexiones a 4 hilos.
- El módulo contiene un procesador digital de señal (DSP) que se ocupa de la generación de los tonos de guarda y disparo e implementa un banco de filtros para la recepción de las órdenes.
- Asimismo, el módulo contiene el relé de estado sólido de incremento de potencia y un relé electromecánico auxiliar para señalización o alarma, programable por el usuario.

- IBTU** INTERFAZ ANALÓGICA POR DOBLE TONO (ÓRDENES CODIFICADAS EN UNA BANDA DE 4 kHz)
- Este módulo es capaz de emitir y de recibir hasta 32 órdenes, en la banda de 0 a 4 kHz, a través de conexiones a 4 hilos.
- Las 32 órdenes se dividen dos grupos: A y B. El Grupo A es un grupo de órdenes prioritarias formado por hasta 4 órdenes y en cualquier combinación. El Grupo B está formado por hasta 28 órdenes y su emisión es secuencial.
- El módulo contiene un procesador digital de señal (DSP) que se ocupa de la generación de los tonos codificados e implementa un banco de filtros para la recepción de todas las frecuencias utilizadas.
- Se asignan dos frecuencias a cada señal (guarda o disparo). Son necesarias diez frecuencias para: dos tipos de guarda (un tipo asociado a las frecuencias más bajas del canal normalizado de 4 kHz y el otro a las frecuencias más altas), 28 órdenes del Grupo B, y 4 órdenes prioritarias y cualquier combinación de las mismas (Grupo A).
- Asimismo, el módulo contiene el relé de estado sólido de incremento de potencia y un relé electromecánico auxiliar para señalización o alarma, programable por el usuario.
- IBTU** INTERFAZ ANALÓGICA POR DOBLE TONO (4 ÓRDENES CODIFICADAS EN UNA BANDA DE 2,5 kHz)
- Este módulo es capaz de emitir y de recibir hasta 4 órdenes independientes, y en cualquier combinación, en la banda de 0 a 2,5 kHz, a través de conexiones a 4 hilos.
- El módulo contiene un procesador digital de señal (DSP) que se ocupa de la generación de los tonos codificados e implementa un banco de filtros para la recepción de todas las frecuencias utilizadas.
- Se asignan dos frecuencias a cada señal (guarda o disparo). Son necesarias nueve frecuencias para: la guarda y las 4 órdenes independientes y cualquier combinación de las mismas.
- Asimismo, el módulo contiene el relé de estado sólido de incremento de potencia y un relé electromecánico auxiliar para señalización o alarma, programable por el usuario.

Módulos de interfaz de comunicaciones sobre IP

IPIT INTERFAZ IP

Este módulo lleva a cabo la transmisión y la recepción de la señal de teleprotección en modo paquete. En emisión, el módulo debe recoger la información del estado de las órdenes (órdenes 1 a 8) procedente del módulo de proceso MWTU y añadirle algunas etiquetas específicas que conformarán el paquete de teleprotección. En recepción, el módulo debe detectar si los paquetes recibidos son válidos o no y, además, debe calcular la calidad de servicio de la red IP. En caso de que los valores no sean los adecuados, el módulo debe generar las alarmas necesarias y, si así lo ha configurado el usuario, bloquear las salidas de orden del terminal.

El módulo está provisto bien de dos puertos eléctricos tipo 10/100Base-Tx con conector RJ-45 (IPIT.01) o bien de dos puertos ópticos tipo 100Base-Fx multimodo (1300 nm) con conector ST (IPIT.00). Los dos puertos tienen la misma dirección IP.

2.5 MÓDULOS DE INTERFAZ DE RELÉS

El terminal TPU-1 permite ampliar el número de salidas auxiliares para señalización y/o alarma incorporando, siempre y cuando se disponga de posiciones libres en el panel, módulos de interfaz de relés electromecánicos.

El número de salidas auxiliares depende del tipo del módulo, estando disponibles los siguientes:

IRTU.02 Contiene dos relés para señalización y/o alarma, programables por el usuario.

IRTU.04 Contiene cuatro relés para señalización y/o alarma, programables por el usuario.

IRTU.08 Contiene ocho relés para señalización y/o alarma, programables por el usuario.

2.6 MÓDULOS PARA TELESEÑALIZACIÓN Y TELEMEDIDA

El terminal TPU-1, provisto de módulos de telemetria, podrá transmitir y recibir medidas analógicas y señales digitales.

El terminal puede alojar en el panel hasta un máximo de tres módulos MCTU y hasta dos módulos DSTU.

MCTU **MEDIDOR DE CORRIENTE**

Contiene cuatro entradas analógicas independientes y sus correspondientes circuitos hardware de medida de corriente. Cada valor medido se digitaliza y se entrega periódicamente al módulo de proceso que a su vez la entrega al módulo de interfaz de línea asociado como información a transmitir por el canal interno hacia el terminal remoto.

El módulo también contiene cuatro circuitos analógicos de salida (bucle de corriente) que recibirán del módulo de proceso el valor medido en las entradas analógicas del terminal remoto. La corriente entregada en la salida 1 se corresponderá con la corriente medida en la entrada 1 del terminal remoto, la de la salida 2 con la corriente medida en la entrada 2 del terminal remoto, y así en adelante hasta la salida 4 que se corresponderá con la corriente medida en la entrada 4 del terminal remoto. Se trata así de una transmisión/recepción punto a punto.

DSTU **INTERFAZ E/S DE SEÑALES DIGITALES**

Contiene seis entradas digitales optoaisladas. El valor de dichas señales se entrega periódicamente al módulo de proceso que a su vez la entrega al módulo de interfaz de línea asociado como información a transmitir por el canal interno hacia el terminal remoto.

El módulo también contiene seis salidas digitales (libres de potencial, tipo relé) que recibirán del módulo de proceso el valor de las señales digitales del terminal remoto. El valor entregado en la salida 1 digital se corresponderá con el valor de la entrada 1 digital del terminal remoto, el de la salida 2 digital con el de la entrada 2 digital del terminal remoto, y así en adelante hasta la salida 6 digital cuyo valor se corresponderá con el de la entrada 6 digital del terminal remoto. Se trata así de una transmisión/recepción punto a punto.

3 APLICACIONES

El terminal TPU-1, gracias a su diseño modular, se puede utilizar en multitud de aplicaciones de teleprotección, así como de teleseñalización y telemedida. En este apartado se comentan varios ejemplos de posibles aplicaciones, en los que se destacan los aspectos más relevantes de los terminales TPU-1.

3.1 INTERFACES DE PROTECCIÓN MIXTAS

Este ejemplo de aplicación muestra como un terminal TPU-1 equipado con interfaces de protección compatibles con el estándar CEI 61850 también puede estar equipado, simultáneamente, con interfaces de protección analógicas que faciliten la migración de las protecciones al estándar CEI 61850 dentro de una subestación.

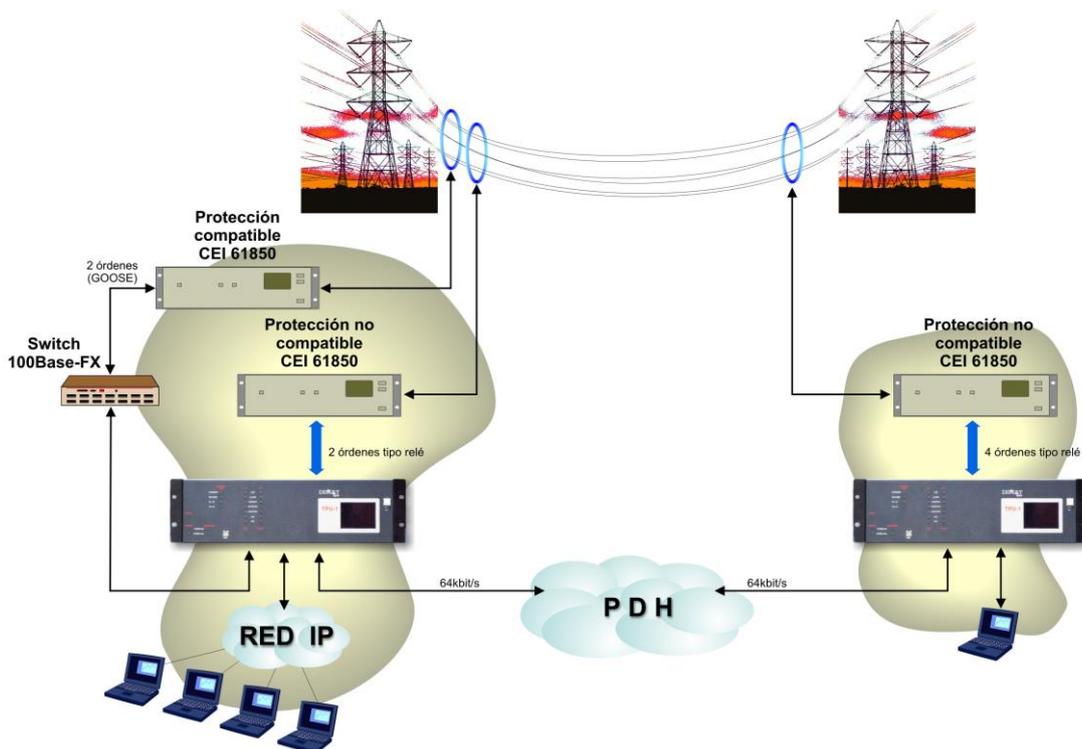


Figura 1 Ejemplo de aplicación

En el ejemplo se muestra como la subestación A está equipada con una protección compatible con el estándar CEI 61850 y con otra que no es compatible con el estándar. La protección de la subestación B no es compatible con el estándar CEI 61850. Se ha considerado que se transmiten cuatro órdenes entre los terminales TPU-1 aunque el número de órdenes podría llegar a ser de ocho.

Los dos terminales TPU-1 se comunican a través de una red PDH a la que acceden a través de un canal a 64 kbit/s. El terminal TPU-1 de la subestación A se encuentra conectado a la red corporativa de la Compañía Eléctrica, por lo que aquellos usuarios autorizados pueden acceder a él desde cualquier punto de la red.

3.2 CANAL DE TRANSMISIÓN REDUNDANTE

Este ejemplo de aplicación muestra como un terminal TPU-1 puede estar equipado con dos interfaces de comunicación para, de este modo, disponer de un canal de back-up que pueda prever las posibles averías del canal principal.

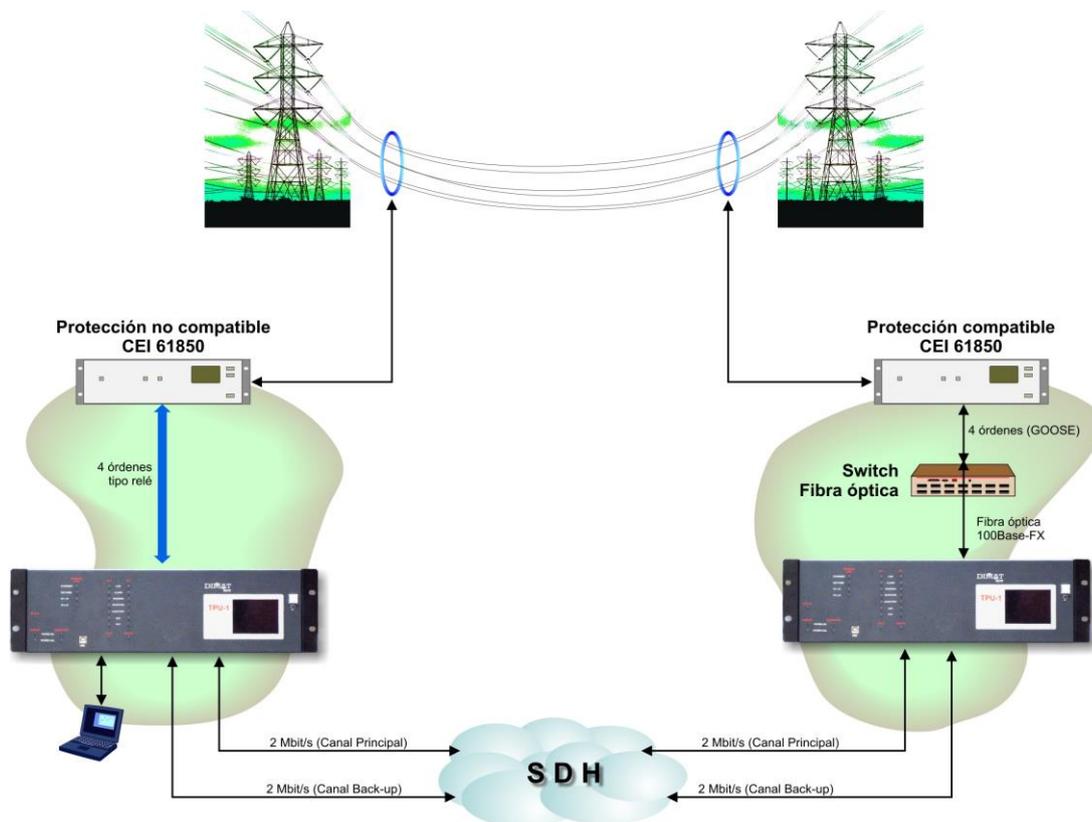


Figura 2 Ejemplo de aplicación

Como también se aprecia en el ejemplo, la subestación A no está preparada para trabajar según el estándar CEI 61850, mientras que la subestación B sí.

3.3 DOS EQUIPOS DE TELEPROTECCIÓN EN UN ÚNICO TERMINAL

Este ejemplo de aplicación muestra como un terminal TPU-1 puede utilizarse como dos equipos de teleprotección independientes.

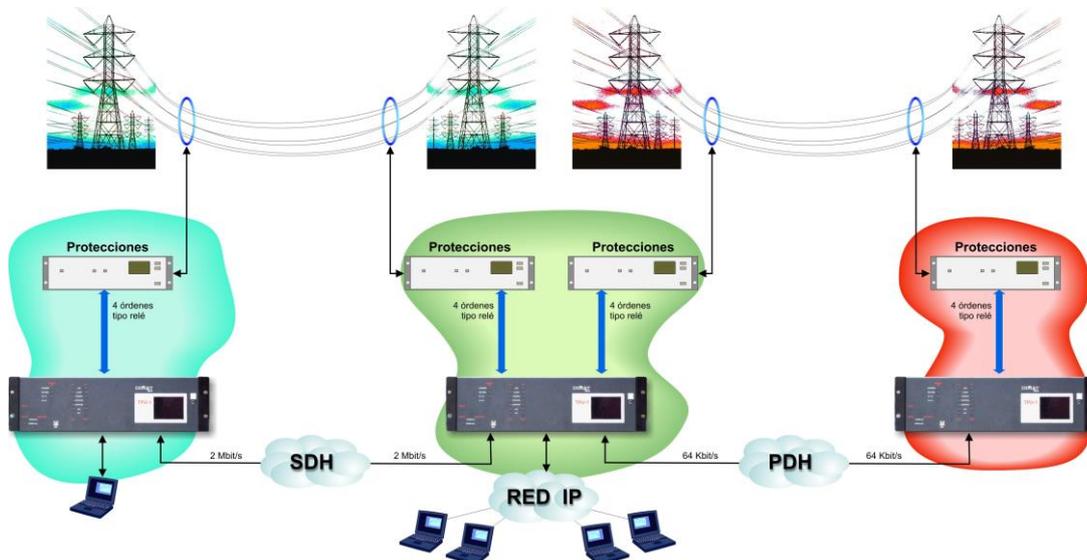


Figura 3 Ejemplo de aplicación

En este ejemplo se ha considerado que ninguna de las tres subestaciones es compatible con el estándar CEI 61850. El terminal TPU-1 de la subestación A se encuentra conectado a la red corporativa de la Compañía Eléctrica, por lo que aquellos usuarios autorizados pueden acceder a él desde cualquier punto de la red.

3.4 TRÁNSITOS

Un aspecto muy destacable del terminal TPU-1 es que, cuando está equipado con dos interfaces de línea, puede transitar la información que recibe hacia otro terminal. Esta posibilidad permite, por ejemplo, conectar tres terminales TPU-1 en T (Teed-line), véase Figura 4, o bien conectar varios terminales TPU-1 en una configuración en anillo, véase Figura 5.

En el ejemplo de la Figura 4 se muestra como el terminal C transita la información del enlace formado por los terminales A y B pero, por otro lado, mantiene comunicación con el terminal colateral asociado a cada una de sus líneas.

En el ejemplo de la Figura 5 se muestra como la información va transitando por los distintos terminales hasta que no llega a destino. El tránsito, además, se efectúa en ambos sentidos, lo que confiere al sistema mayor seguridad y fiabilidad.

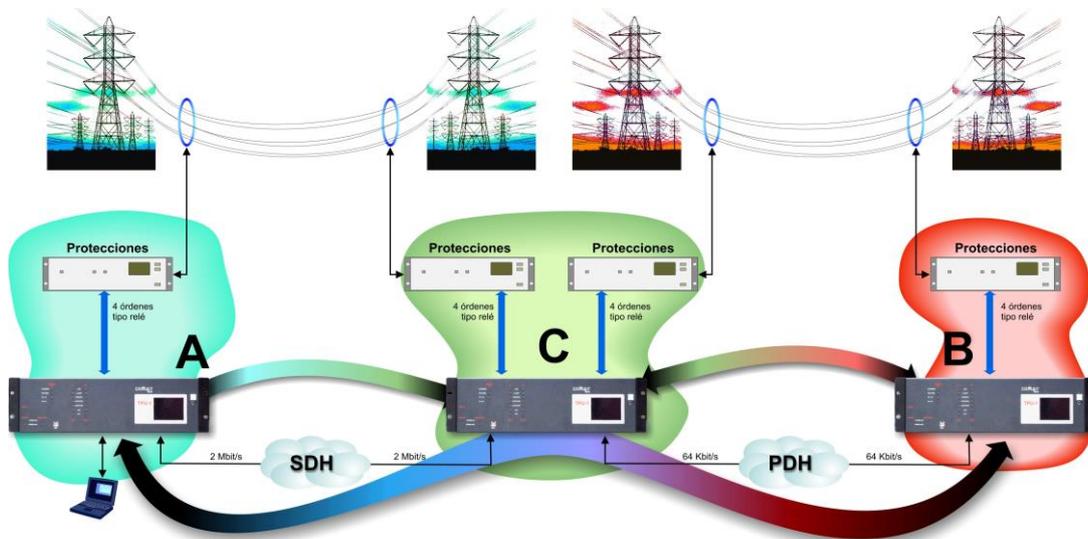


Figura 4 Ejemplo de aplicación

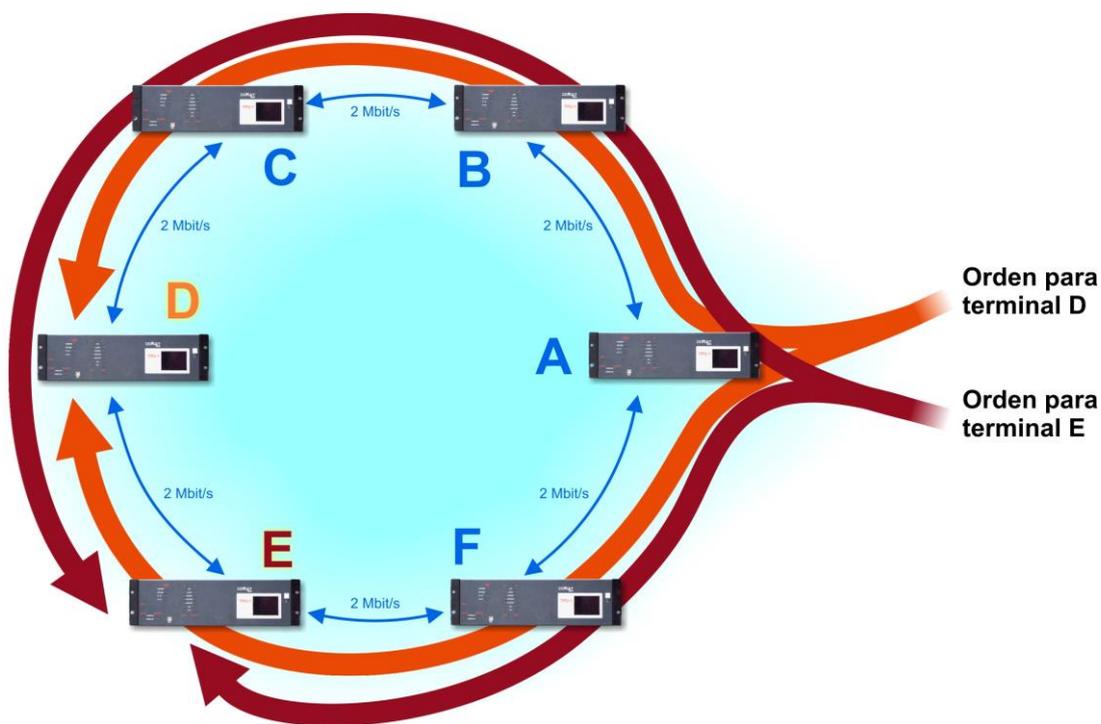


Figura 5 Ejemplo de aplicación

3.5 TELESEÑALIZACIÓN Y TELEMEDIDA

Las plantas de cogeneración, incluyendo aquellas basadas en energías renovables (eólica, solar, biomasa y otros), requieren en la mayoría de los casos del uso de terminales de teleprotección para asegurar la desconexión de la planta.

En el ejemplo de la Figura 6, el terminal B transmite órdenes (mandos) desde la subestación eléctrica, para asegurar la desconexión de la cogeneración y para evitar la reconexión de la planta bajo condiciones de fallo. El terminal A, a su vez, se utiliza como corte principal de supervisión, transmitiendo medidas analógicas y señales digitales (estados, alarmas) desde la planta cogeneradora a la subestación eléctrica.

Por otro lado, en el ejemplo, cada terminal TPU-1 está provisto de un módulo medidor de corriente (MCTU) y de un módulo interfaz E/S de señales digitales (DSTU).

La comunicación de los equipos TPU-1 del enlace se lleva a cabo a través de la interfaz de línea. De utilizar interfaces de línea digital, la transmisión de datos por el canal interno no se interrumpirá cuando se transmitan órdenes (mandos). De utilizar una interfaz de línea analógica por tono único (IATU/IBTU) o doble tono (IBTU), en cambio, la transmisión si que se interrumpirá y, en ese caso, mediante la opción de programación correspondiente, podrá decidirse el estado de las salidas, tanto del módulo MCTU como del DSTU, una vez se restablezca el canal, pudiéndose configurar un valor prefijado o bien establecer que las salidas mantengan su valor.

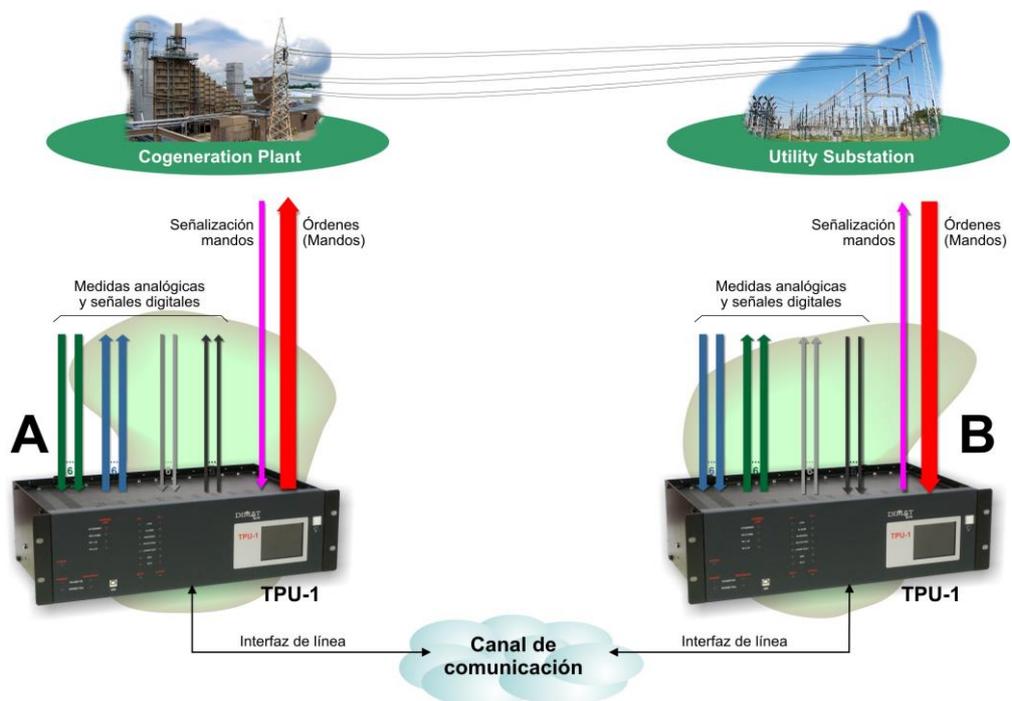


Figura 6 Ejemplo de aplicación

3.6 TELEPROTECCIÓN EN UNA BANDA DE 2,5 kHz

Este ejemplo de aplicación muestra como un terminal TPU-1 puede equiparse con un módulo IBTU por doble tono específico, para un mejor uso del espectro de frecuencias.

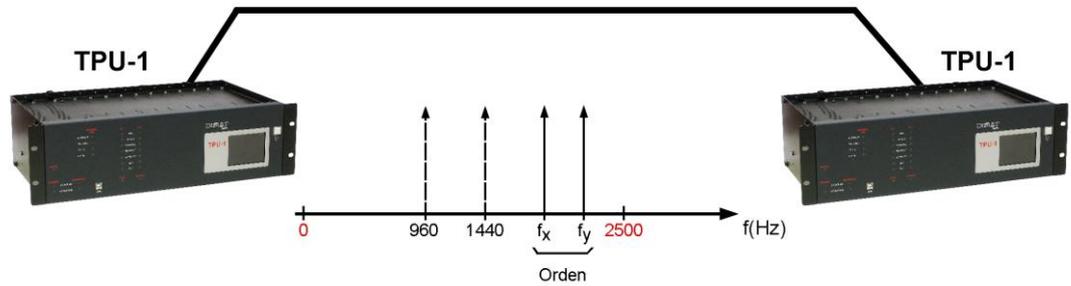


Figura 7 Ejemplo de aplicación

3.7 TELEPROTECCIÓN A TRAVÉS DE REDES DE PAQUETES IP

El enorme crecimiento de la red Internet ha convertido al protocolo IP (Internet Protocol) en la base de las actuales redes de telecomunicaciones. Así, las compañías eléctricas, están tendiendo a sustituir las interfaces analógicas y digitales tradicionales por interfaces normalizadas tipo Ethernet o IP, con el objetivo de poder emplear una única red para el transporte de todo tipo de información incluyendo, entre otros servicios, la teleprotección, uno de los servicios más importantes en las redes de transporte de energía eléctrica.

En el ejemplo de la Figura 8, cada terminal TPU-1 está provisto de un módulo de interfaz IP (IPIT), a fin de llevar a cabo la transmisión y la recepción de la señal de teleprotección en modo paquete sobre una red IP. Unas etiquetas específicas del paquete, las cuales se añaden a la información de teleprotección, permiten monitorizar la calidad de servicio de la red IP y, si así lo ha configurado el usuario, bloquear las salidas de orden del terminal TPU-1 cuando los valores de calidad de servicio de la red IP no son los adecuados.

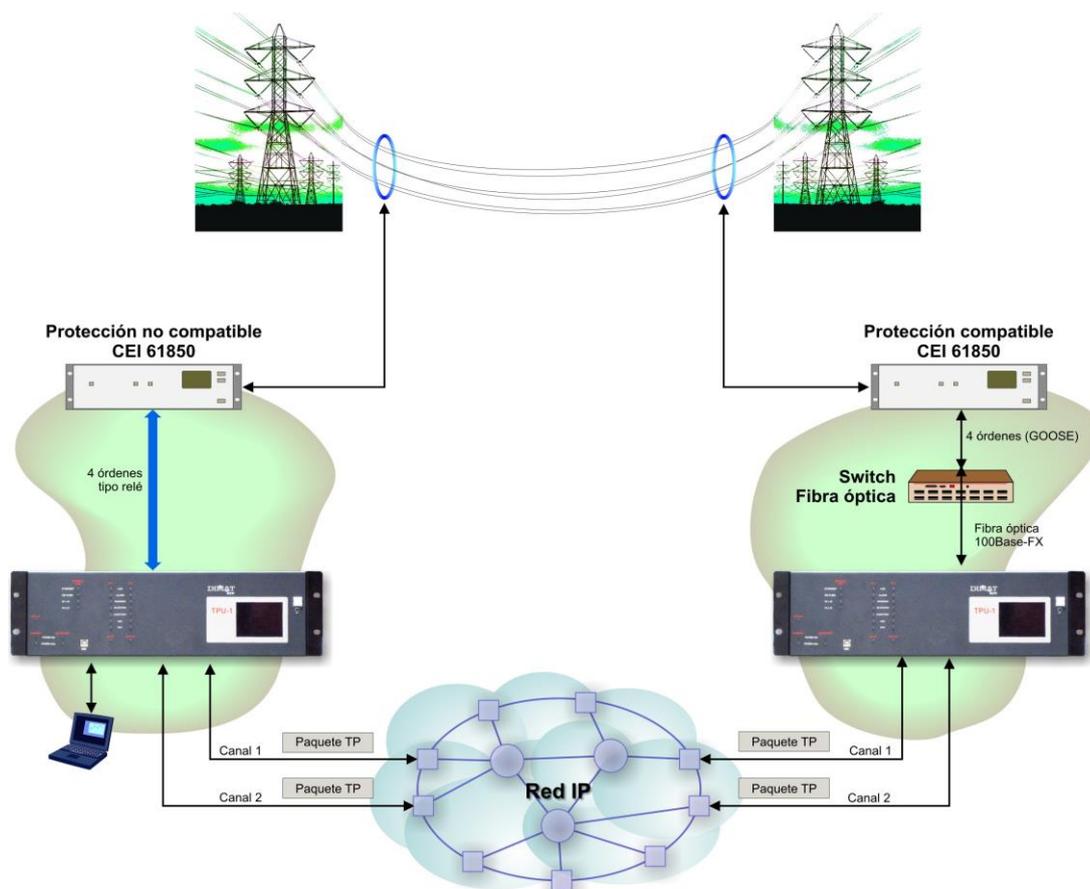


Figura 8 Ejemplo de aplicación

4 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

En este capítulo se describen los principales aspectos relativos al principio de funcionamiento del terminal TPU-1, se explican los mecanismos de prueba disponibles en el terminal y, por último, se explica cómo llevar a cabo su sincronización horaria.

El principio de funcionamiento de un terminal TPU-1 se basa, por un lado, en la comunicación con un equipo de protección dentro de una misma subestación y, por el otro, en la comunicación con su terminal TPU-1 colateral, es decir, el terminal situado al otro lado del enlace, a fin de poderle transmitir una orden de disparo.

La comunicación con los equipos de protección puede ser analógica o digital según el estándar CEI 61850. El terminal TPU-1 que recibe una orden del terminal TPU-1 situado al otro lado del enlace debe proceder a activar el relé (o los relés) de salida de orden y/o el mensaje GOOSE (o mensajes) correspondiente hacia el equipo (o equipos) de protección.

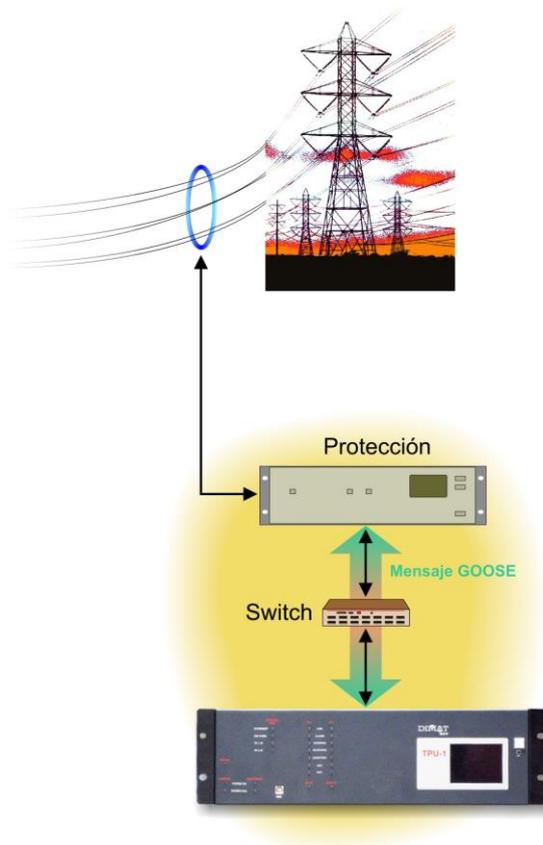


Figura 9 Comunicación teleprotección-protección mediante estándar CEI 61850

La comunicación entre el terminal TPU-1 y un equipo de protección de acuerdo al estándar CEI 61850 se lleva a cabo mediante mensajes GOOSE, que son mensajes que se transmiten con alta prioridad sobre la red IP de una subestación. Estos mensajes acceden al terminal TPU-1 a través del módulo de interfaz de protecciones GOOSE (IEPT).

La comunicación de un terminal TPU-1 con su colateral puede llevarse a cabo a través de un canal digital o de un canal analógico o bien a través de redes de paquetes IP.

4.1 PROCEDIMIENTO DE EMISIÓN DE ORDEN

La interfaz de protección analógica del equipo TPU-1 se encuentra en los módulos IPTU.

Cada módulo IPTU dispone de dos entradas de orden independientes. La tensión nominal de activación es configurable mediante predisposición. Desde el Sistema de Gestión, el usuario puede asignar las entradas a cualquiera de las órdenes posibles de transmitir (órdenes 1 a 8 para un canal digital o de comunicaciones sobre IP, órdenes 1 a 4 para un canal analógico por tono único u órdenes 1 a 32 para un canal analógico por doble tono). En el caso de que se asigne más de una entrada a una misma orden, se debe programar la lógica que se debe cumplir para que el terminal TPU-1 proceda a emitir la orden al terminal situado al otro lado del enlace. Esta lógica puede ser:

- Todas las entradas activas (lógica AND).
- Alguna de las entradas activas (lógica OR).

En lo que respecta a la interfaz de protección digital, el módulo de interfaz protecciones GOOSE (IEPT) permite a los terminales TPU-1 gestionar hasta dieciséis entradas distintas CEI 61850.

Del mismo modo que en el caso de las interfaces de protección analógicas, desde el Sistema de Gestión se pueden asociar los mensajes GOOSE a cualquiera de las órdenes posibles de transmitir (órdenes 1 a 8). En caso de que se asigne más de un mensaje a una misma orden, se debe programar la lógica que se debe cumplir para que el terminal TPU-1 proceda a emitir la orden al terminal situado al otro lado del enlace.

Cuando se activan una o más entradas analógicas y/o acceden al terminal uno o más mensajes GOOSE, en el frontal se ilumina el indicador óptico INPUT.

Tras detectar, en base a la lógica programada, que existen una o varias órdenes de teleprotección, el módulo de proceso MWTU gestiona la información hacia el módulo de interfaz de línea para que proceda a la transmisión de la señal de teleprotección. En el caso

de las órdenes de teleprotección procedentes de entradas digitales, es el propio módulo IEPT el que gestiona la información hacia el módulo de interfaz de línea.

La emisión de orden se señala en el frontal mediante el LED XMT del canal correspondiente, 1 ó 2. Asimismo, si así se ha programado, se activa también el relé de señalización correspondiente.

Desde el Sistema de Gestión, se puede ralentizar el proceso de emisión de orden mediante una temporización adicional, así como programar la duración de la emisión de cada orden.

Canal digital

Cuando el módulo de interfaz de línea es para canal digital, éste genera una trama con la información correspondiente, a 64 kbit/s, 56 kbit/s o 32 kbit/s. Como puede apreciarse en la Figura 10, uno de los bytes de la trama contiene la información de teleprotección (byte ÓRDENES).

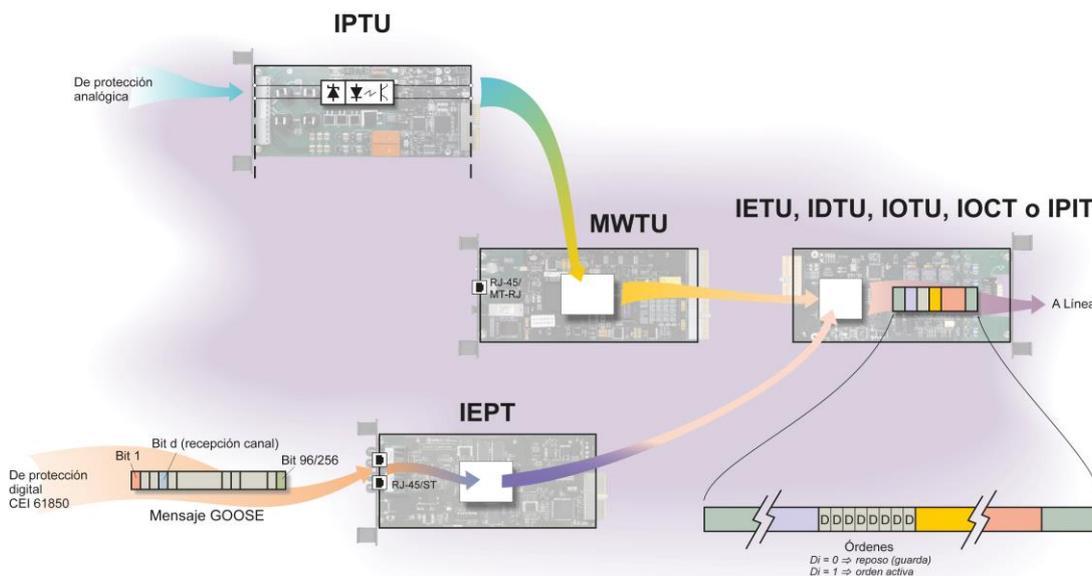


Figura 10 Procedimiento de emisión de orden para canal digital

Cada uno de los bits del byte ÓRDENES se corresponde con una orden de teleprotección (órdenes 1 a 8), de forma que la presencia de orden se transmite con el correspondiente bit en estado “1”.

Además de la información de teleprotección, dicha trama contiene otras informaciones tales como la identificación del transmisor, mensajes del canal interno de comunicación, etc.

El terminal TPU-1 permite la comunicación sobre líneas eléctricas a 2 Mbit/s o 64 kbit/s de acuerdo con la Recomendación G.703 de la UIT-T y a 64 kbit/s, 56 kbit/s o 32 kbit/s de acuerdo con las Recomendaciones V.11/X.21 y V.35 de la UIT-T. También permite la comunicación sobre enlaces de fibra óptica a 64 kbit/s o bien de acuerdo a la norma C37.94 (trama de 2 Mbit/s).

Canal de comunicaciones sobre IP

Cuando el módulo de interfaz de línea es para un canal de comunicaciones sobre IP, éste genera un paquete que contiene la información de teleprotección (órdenes 1 a 8). La presencia de orden se transmite con el correspondiente bit en estado "1".

Además de la información de teleprotección, el paquete contiene la información de secuencia, así como otras informaciones que permiten monitorizar la calidad de servicio de la red IP.

Canal analógico por tono único

Cuando el módulo de interfaz de línea es para canal analógico por tono único, él mismo se encarga de la emisión de las señales de guarda y disparo. En estado de reposo el emisor emite en permanencia un tono de guarda y, cuando debe enviarse una orden, se sustituye éste por un tono de disparo.

El receptor contiene un máximo de ocho filtros para todas las frecuencias de disparo por lo que, de una a tres órdenes, éstas se pueden emitir y de recibir de forma independiente o cualquier combinación de ellas. Con cuatro órdenes, sin embargo, debido a que existen quince posibles combinaciones de disparos, se debe establecer una lógica que determine para cada una de las distintas combinaciones de entrada el tono de disparo que se debe proceder a emitir. La lógica puede programarse de cuatro modos distintos denominados Modo 2+2 (1), Modo 2+2 (2), Modo 3+1 (1) y Modo 3+1 (2).

El Modo 2+2 (1) permite la protección simultánea de dos líneas mediante dos disparos permisivos (C y D) y dos disparos directos (A y B) que tienen prioridad sobre los disparos permisivos.

El Modo 2+2 (2) permite la protección simultánea de dos líneas mediante dos disparos permisivos (A y B) y dos disparos directos (C y D) que tienen prioridad sobre los disparos permisivos.

El Modo 3+1 permite la protección simultánea de las tres fases de una línea mediante tres disparos permisivos (A, B y C) y un disparo directo que tiene prioridad (D). Las dos versiones existentes del Modo 3+1 se diferencian en el tono de disparo que se envía cuando se produce alguna combinación de las entradas asociadas a los disparos permisivos.

Por otro lado, se puede programar el terminal TPU-1 para que, durante la transmisión de una orden de disparo, incremente la potencia de salida sobre el valor nominal, siendo el nivel máximo de salida de 0 dBm (incluyendo el incremento de potencia). Cada vez que se transmita una orden de disparo, el equipo señalará la orden de incremento de potencia mediante los contactos de un relé. El incremento de potencia, por tanto, puede efectuarse directamente en el terminal TPU-1 o bien, mediante el relé de incremento de potencia, puede entregarse una señalización al equipo de transmisión para que éste lleve a cabo el incremento de potencia. En este último caso debe tenerse en cuenta que el nivel nominal de salida del terminal TPU-1 debe ser igual al nivel nominal de entrada del equipo de transmisión.

ÓRDENES DE ENTRADA	MODO 2+2 (1)	MODO 2+2 (2)	MODO 3+1(1)	MODO 3+1(2)
A	f(A)	f(A)	f(A)	f(A)
B	f(B)	f(B)	f(B)	f(B)
C	f(C)	f(C)	f(C)	f(C)
D	f(D)	f(D)	f(D)	f(D)
A+B	f(A+B)	f(A+B)	f(A+B)	f(D)
A+C	f(A)	f(C)	f(A+C)	f(D)
A+D	f(A+D)	f(A+D)	f(D)	f(D)
B+C	f(B+C)	f(B+C)	f(B+C)	f(D)
B+D	f(B)	f(D)	f(D)	f(D)
C+D	f(C+D)	f(C+D)	f(D)	f(D)
A+B+C	f(A+B)	f(B+C)	f(A+B+C)	f(D)
A+B+D	f(A+B)	f(A+D)	f(D)	f(D)
A+C+D	f(A+D)	f(C+D)	f(D)	f(D)
B+C+D	f(B+C)	f(C+D)	f(D)	f(D)
A+B+C+D	f(A+B)	f(C+D)	f(D)	f(D)

Tabla 1 Lógica de los tonos de emisión para cuatro órdenes

Canal analógico por doble tono

Cuando el módulo de interfaz de línea es para canal analógico por doble tono, él mismo se encarga de la emisión de las señales de guarda y disparo codificadas. En estado de reposo el emisor emite en permanencia una señal codificada de guarda y, cuando debe enviarse una orden, se sustituye ésta por una señal codificada de disparo.

Se asignan dos frecuencias a cada señal (véase Tabla 2). Son necesarias diez frecuencias para: dos tipos de guarda, 28 órdenes secuenciales del Grupo B y 4 órdenes prioritarias y cualquier combinación de las mismas (Grupo A).

Las frecuencias asignadas a las señales de orden están prefijadas. Por consiguiente, desde el Sistema de Gestión sólo es necesario configurar el tipo de la señal codificada de guarda. Un tipo está asociado a las frecuencias inferiores (1200 Hz/1680 Hz) y el otro a las frecuencias superiores (2640 Hz/3120 Hz).

Señal codificada		f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉	f ₁₀
		960Hz	1200Hz	1440Hz	1680Hz	1920Hz	2400Hz	2640Hz	2880Hz	3120Hz	3360Hz
Orden	Guarda 1		X		X						
	Guarda 2							X		X	
Grupo A (4)	C1	A	X		X						
	C2	B	X			X					
	C3	C	X						X		
	C4	D	X								X
	-	A+B	X					X			
	-	A+C			X		X				
	-	A+D			X		X				
	-	B+C			X				X		
	-	B+D			X						X
	-	C+D					X	X			
	-	A+B+C					X		X		
	-	A+B+D					X				X
	-	B+C+D						X	X		
-	A+C+D						X			X	
-	A+B+C+D							X		X	
Grupo B (28)	C5	B1	X	X							
	C6	B2		X	X						
	C7	B3		X		X					
	C8	B4		X			X				
	C9	B5		X				X			
	C10	B6		X					X		
	C11	B7		X						X	
	C12	B8		X							X
	C13	B9	X			X					
	C14	B10			X	X					
	C15	B11				X	X				
	C16	B12				X		X			
	C17	B13				X			X		
	C18	B14				X				X	
	C19	B15				X					X
	C20	B16				X					X
	C21	B17	X						X		
	C22	B18			X				X		
	C23	B19					X		X		
	C24	B20						X	X		
C25	B21							X	X		
C26	B22							X		X	
C27	B23	X								X	
C28	B24			X						X	
C29	B25					X				X	
C30	B26						X			X	
C31	B27							X	X		
C32	B28								X	X	

Tabla 2 Asignación de frecuencias a señales de guarda y disparo

La Figura 11 muestra la configuración del sistema para 32 órdenes. Como puede verse en la figura, las cuatro primeras órdenes (C1 a C4) pertenecen al Grupo A y las 28 restantes (C5 a C32) al Grupo B.

Tal y como puede apreciarse en los ejemplos de la Figura 12, cuando el número de órdenes es inferior a 32, las órdenes C1 a C4 pueden asignarse al Grupo B si no se utilizan para el Grupo A.

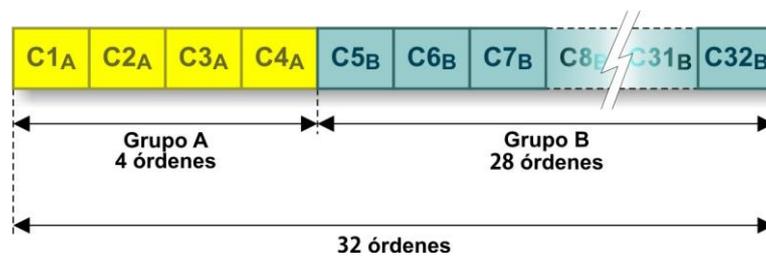


Figura 11 Configuración del sistema para 32 órdenes

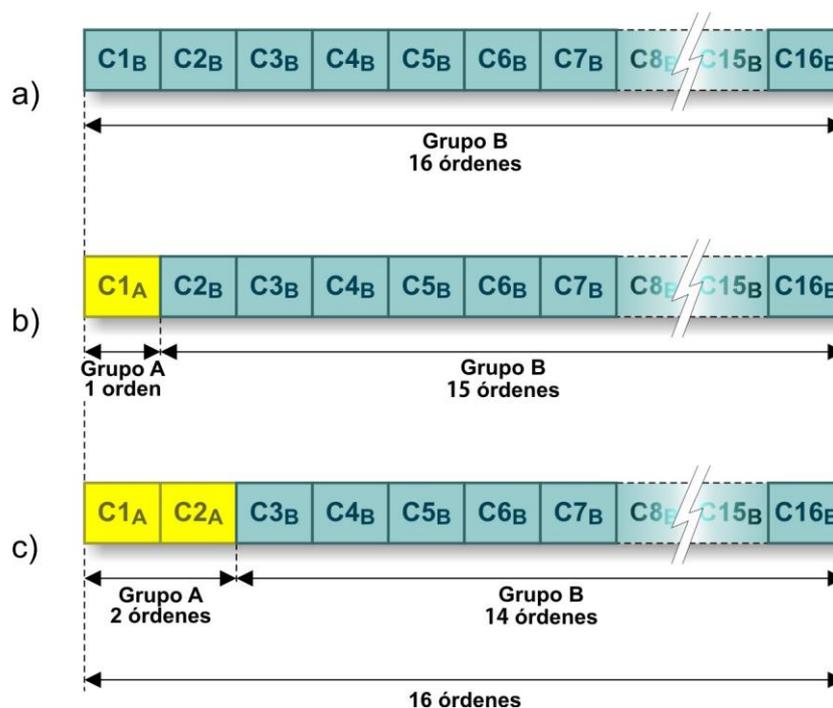


Figura 12 Ejemplo de configuración del sistema para 16 órdenes

El Grupo A consiste en un grupo de órdenes prioritarias y, por ello, normalmente se utiliza en esquemas de teleprotección para la protección de las líneas eléctricas de Alta Tensión. Como ya se ha indicado, este grupo está formado por cuatro órdenes independientes (C1 a C4) y cualquier combinación de las mismas. Puesto que estas órdenes son prioritarias, las mismas se transmiten inmediatamente una vez la entrada de orden asociada se activa. Cada orden puede configurarse para bloqueo, disparo directo y disparo permisivo cumpliendo los requerimientos de tiempo de transmisión, seguridad y obediencia especificados en la Recomendación CEI 60834-1.

El Grupo B no es prioritario respecto al Grupo A y, por ello, normalmente se utiliza en el control de dispositivos. Como ya se ha indicado, este grupo está formado por 28 órdenes independientes cuya emisión es secuencial. Cada orden cumple con los requisitos de seguridad y obediencia especificados en la Recomendación CEI 60834-1 en relación al disparo directo.

Si durante la emisión de una orden del Grupo B se activa una entrada de orden del Grupo A, en vez de la orden B, el emisor envía el tono codificado correspondiente a la orden A al terminal remoto, y memoriza el tiempo de interrupción de la orden B.

Cuando la entrada de orden del Grupo A se desactiva, el emisor envía el tono codificado correspondiente a la orden B que fue interrumpida previamente, al terminal remoto, y durante el tiempo de interrupción memorizado.

La Figura 13 resume el funcionamiento anterior. En el ejemplo, la entrada I1 está asignada a la orden C1 del Grupo A y las entradas I5 e I7 a las órdenes C5 y C7 del Grupo B, respectivamente.

Las señales O1, O5 y O7 corresponden a las salidas de orden del terminal remoto. La recepción en el terminal remoto se describe en el apartado 4.2, *Procedimiento de recepción de orden*.

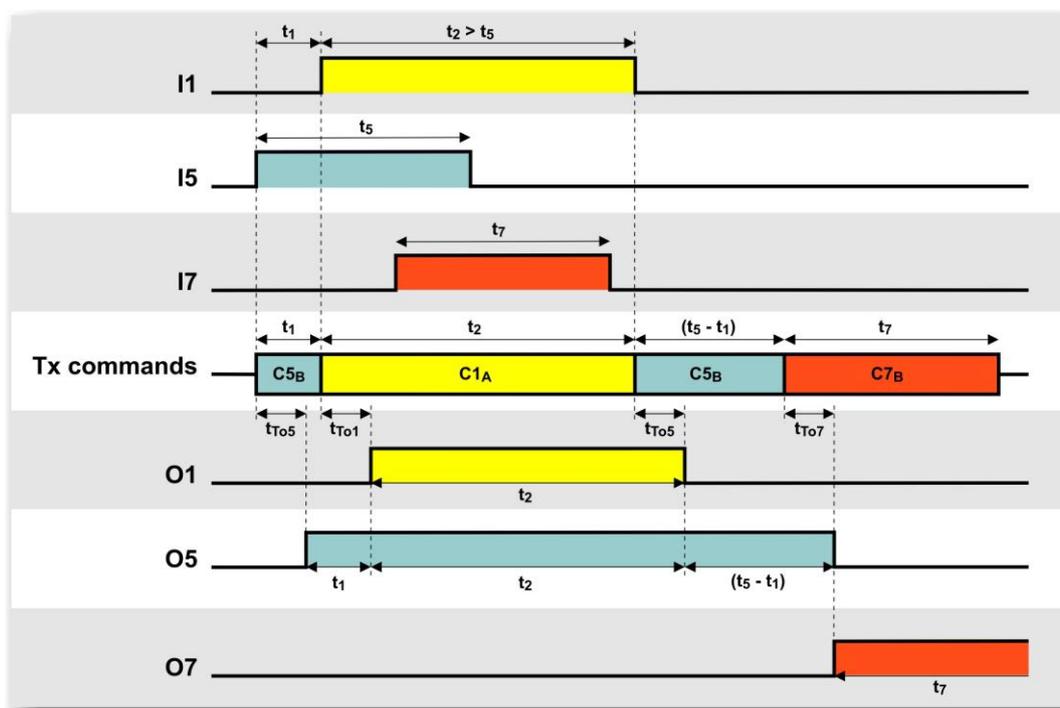


Figura 13 Ejemplo de emisión de orden

Cuando sólo se transmiten órdenes del Grupo B, se transmiten una a continuación de otra en función de la prioridad establecida dentro del grupo. Así, una activación de una entrada de orden B nunca interrumpe una emisión de orden B. De este modo, si se activa una entrada de orden del Grupo B mientras otra entrada de orden del Grupo B está siendo transmitida, el emisor memoriza la segunda activación de orden B y el tiempo durante el cual la misma está activa. Una vez finaliza la emisión de la primera orden B, el sistema transmite la señal asociada a la segunda orden B durante el tiempo de interrupción memorizado (siempre de acuerdo a la prioridad).

La prioridad se establece en base a la numeración de la orden. Las órdenes de menor numeración tienen mayor prioridad. Por ejemplo, si la entrada I6 ha de ser más prioritaria que la entrada I2, es necesario asignar la orden de menor numeración a I6, por ejemplo C4, y la de mayor numeración a I2, por ejemplo C7.

Canal analógico por doble tono en una banda de 2.5 kHz

Cuando el módulo de interfaz de línea es para canal analógico por doble tono, él mismo se encarga de la emisión de las señales de guarda y disparo codificadas. En estado de reposo el emisor emite en permanencia una señal codificada de guarda y, cuando debe enviarse una orden, se sustituye ésta por una señal codificada de disparo.

Se asignan dos frecuencias a cada señal (véase Tabla 3). Son necesarias nueve frecuencias para: la guarda y las 4 órdenes independientes y cualquier combinación de las mismas.

Las frecuencias asignadas a las señales de orden están prefijadas, al igual que la señal codificada de guarda (960 Hz/1440 Hz).

Señal codificada		f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₈	f ₉
		480Hz	720Hz	960Hz	1200Hz	1440Hz	1680Hz	1920Hz	2160Hz	2400Hz
Orden	Guarda			X		X				
Grupo	C1	A	X		X					
	C2	B		X			X			
	C3	C		X				X		
	C4	D		X						X
	-	A+B		X					X	
	-	A+C				X		X		
	-	A+D				X			X	
	-	B+C	X			X				
	-	B+D				X				X
	-	C+D						X		X
	-	A+B+C	X					X		
	-	A+B+D						X		X
	-	B+C+D	X						X	
	-	A+C+D	X							X
-	A+B+C+D							X		X

Tabla 3 Asignación de frecuencias a señales de guarda y disparo

El Grupo de órdenes está formado por cuatro órdenes independientes (C1 a C4) y cualquier combinación de las mismas. Cada orden puede configurarse para bloqueo, disparo directo y disparo permisivo cumpliendo los requerimientos de tiempo de transmisión, seguridad y obediencia especificados en la Recomendación CEI 60834-1.

4.2 PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN DE ORDEN

La recepción de la señal de teleprotección se lleva a cabo en el módulo de interfaz de línea.

La recepción de orden se señala en el frontal mediante el LED RCV del canal correspondiente, 1 ó 2.

Cuando se activa un relé (o relés) de salida de orden y/o un mensaje GOOSE (o mensajes), en el frontal se ilumina el indicador óptico OUTPUT. Asimismo, si así se ha programado, se activa también el relé de señalización correspondiente.

Desde el Sistema de Gestión, se puede establecer el tiempo durante el cual el relé (o relés) de salida de orden deben permanecer activos y/o la estrategia de repetición del mensaje GOOSE (o mensajes).

Canal digital

En recepción, véase Figura 14, la función del módulo de línea es decodificar la trama recibida en línea. Antes de efectuar dicho proceso, debe verificar si la trama recibida es correcta (longitud, código de detección de errores y secuencia fija). Si se detecta que el valor del código de identificación no coincide con el que el equipo tiene asignado en recepción, o el código de identificación de seguridad (CIS) recibido no coincide con el esperado, en el frontal se ilumina en rojo el indicador óptico ALARM del canal correspondiente, 1 ó 2.

Cada bit del byte ÓRDENES se almacena en un registro de desplazamiento, el cual recibe el nombre de **ventana**. La longitud de ventana es el número de bytes de información de teleprotección que deben analizarse para detectar una orden de disparo. La longitud del registro es variable y su valor se determina desde el Sistema de Gestión, de forma independiente para cada orden.

El **umbral de decisión** es el número de bytes de información de teleprotección, con orden de disparo, que tienen que recibirse correctamente dentro de la longitud de la ventana para que la orden se ejecute. Al igual que la ventana, su valor se determina desde el Sistema de Gestión, de forma independiente para cada orden.

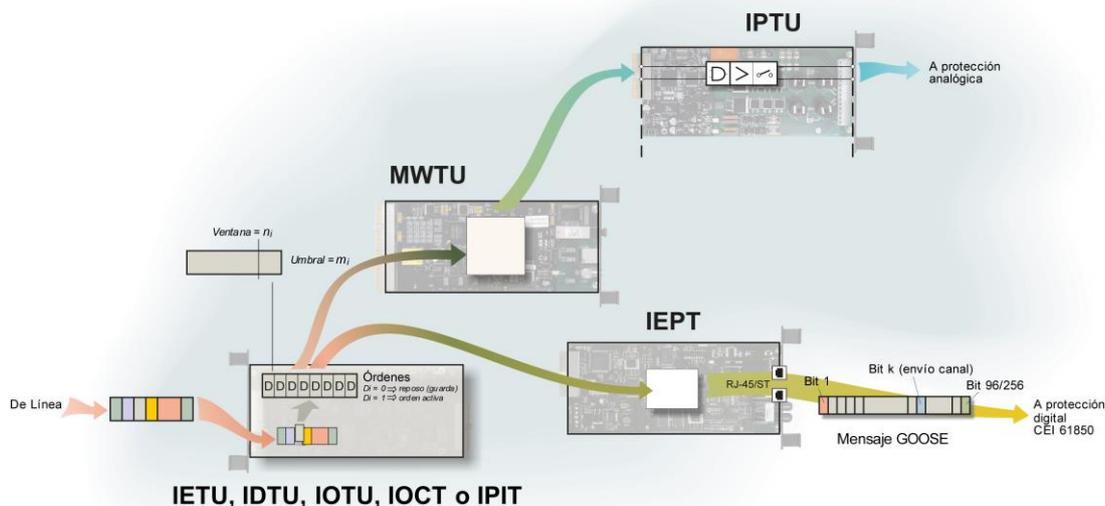


Figura 14 Procedimiento de recepción de orden para canal digital

Cuando el módulo de línea detecta que el número de bits “1” contenido en la **ventana** es igual al número prefijado para el **umbral**, gestiona la información hacia el módulo de proceso para que éste, siempre y cuando no se trate de una prueba remota con inicio local o el equipo esté bloqueado, proceda a activar la combinación de salida correspondiente, es decir, relé (o relés) de salida de orden y/o mensaje GOOSE (o mensajes).

La orden finaliza cuando el número de bits “1” contenido en la ventana es inferior al umbral y el de bits “0” superior. En caso de que en la ventana exista el mismo número de bits “1” que de bits “0”, tienen preferencia los primeros y, por lo tanto, la orden permanece activa.

Los mensajes incorrectos no se tienen en cuenta para evitar que la ejecución de una orden sea interrumpida por errores de transmisión. En este caso, el registro de desplazamiento permanece estable.

La calidad de la señal recibida se establece en base a la tasa de error de bit (BER) del canal. Desde el Sistema de Gestión, la programación de la alarma de BER se lleva a cabo configurando los umbrales de activación y desactivación de la misma (de 1×10^{-2} a $0,5 \times 10^{-9}$ a saltos de 0,5).

Canal de comunicaciones sobre IP

En recepción, la función del módulo de línea para comunicaciones sobre IP es decodificar el paquete recibido de la red IP. En primer lugar, se debe verificar si el paquete recibido es correcto (gracias al código de control) y su número de secuencia (gracias al campo de secuencia). Si el paquete no es correcto, en el frontal se apaga el LED LINK.

A continuación, se calcula el valor de algunos parámetros de calidad de servicio de la red IP. En caso de que los valores no sean los adecuados, se ilumina en el frontal el LED ALARM y, si así lo ha configurado el usuario, se bloquean las salidas de orden del terminal.

Finalmente, se procesa la información de teleprotección.

Cada bit del byte ÓRDENES se almacena en un registro de desplazamiento, el cual recibe el nombre de **ventana**. La longitud de ventana es el número de bytes de información de teleprotección que deben analizarse para detectar una orden de disparo. La longitud del registro es variable y su valor se determina desde el Sistema de Gestión, de forma independiente para cada orden.

El **umbral de decisión** es el número de bytes de información de teleprotección, con orden de disparo, que tienen que recibirse correctamente dentro de la longitud de la ventana para que la orden se ejecute. Al igual que la ventana, su valor se determina desde el Sistema de Gestión, de forma independiente para cada orden.

Cuando el módulo de línea detecta que el número de bits "1" contenido en la **ventana** es igual al número prefijado para el **umbral**, gestiona la información hacia el módulo de proceso para que éste, siempre y cuando no se trate de una prueba remota con inicio local o el equipo esté bloqueado, proceda a activar la combinación de salida correspondiente, es decir, relé (o relés) de salida de orden y/o mensaje GOOSE (o mensajes).

La orden finaliza cuando el número de bits "1" contenido en la ventana es inferior al umbral y el de bits "0" superior. En caso de que en la ventana exista el mismo número de bits "1" que de bits "0", tienen preferencia los primeros y, por lo tanto, la orden permanece activa.

Canal analógico por tono único

En el caso de tono único, la señal recibida de la línea sigue dos caminos diferentes según si es de guarda o disparo. La señal de guarda se somete a un proceso de digitalización y la señal de disparo a un proceso no lineal basado en el uso de un cuadrador antes de ser limitada en banda y digitalizada.

El procesador digital de señal (DSP) implementa hasta nueve filtros, que corresponden al tono de guarda y a los ocho posibles tonos de disparo. La frecuencia central y el ancho de banda de estos filtros los define el usuario mediante programación del equipo.

Cada orden es detectada por su filtro y lógica de decisión correspondiente a fin de activar la salida o salidas de orden asociadas (módulos IPTU). Cada módulo IPTU dispone de dos salidas de orden independientes.

En lo que respecta al proceso de recepción de orden, la desaparición del tono de guarda inicia una ventana temporal durante la cual se espera recibir una señal de disparo. Si, transcurrido el tiempo de la ventana, no se ha recibido ninguna señal, sea la señal de guarda que se restablece o una señal de disparo, se genera una señalización interna de bloqueo.

La señalización interna de bloqueo provoca el bloqueo de las salidas, así como la generación de la alarma de bloqueo y la de falta de vía. Asimismo, se produce la actuación del relé programado para alarma de bloqueo del receptor, siempre y cuando no exista para el mismo una temporización adicional. Por otro lado, existe la posibilidad de configurar la activación de un relé de señalización por *Unblocking Orden*, la activación del cual se produce cuando se genera la señalización interna de bloqueo, siempre y cuando no se haya programado para dicho relé un retardo de activación. El tiempo de activación del relé de *Unblocking Orden* también es programable por el usuario. Transcurrido dicho tiempo, el relé de *Unblocking Orden* se desactiva aunque permanezca activa la señalización interna de bloqueo.

Canal analógico por doble tono

La señal recibida de la línea es digitalizada en el módulo IBTU.

El procesador digital de señal (DSP) implementa un banco de filtros para la recepción de todas las frecuencias utilizadas en transmisión (véase Tabla 2). La frecuencia central y el ancho de banda de estos filtros los define el usuario cuando lleva a cabo la programación del tipo de disparo.

Las frecuencias asociadas a la guarda y a las órdenes del Grupo A disponen de tres tipos de filtro con distintos anchos de banda correspondientes a bloqueo, disparo permisivo y disparo directo. Las frecuencias asociadas a las órdenes del Grupo B disponen de un tipo de filtro adecuado para el disparo directo específico asociado a las mismas.

Cada orden es detectada mediante los dos filtros asociados a cada una de las frecuencias que conforman el tono codificado. La frecuencia central del filtro es el valor de la frecuencia prefijada y el ancho de banda es función del tipo de disparo.

La desaparición del tono de guarda inicia una ventana temporal durante la cual se espera recibir una señal de disparo. Si, transcurrido el tiempo de la ventana, no se ha recibido ninguna señal, sea la señal de guarda que se restablece o una señal de disparo, se genera una señalización interna de bloqueo.

Cada módulo IPTU dispone de dos salidas de orden independientes. El usuario puede asignar la orden recibida a las salidas de orden correspondientes desde el Sistema de Gestión.

Tal y como puede apreciarse en el ejemplo de la Figura 13, la salida de orden no presenta redundancia. Cuando una salida de orden (O5) del Grupo B se interrumpe por una salida de orden (O1) del Grupo A, la salida de orden (O5) del Grupo B se mantiene activada hasta que la orden del Grupo A deja de estar activa.

La salida de orden del Grupo B permanece activada siempre y cuando se reciba la orden del Grupo B. De no recibirse, en cambio, se desactiva cuando la salida de orden del Grupo A deja de estar activa.

Si el tiempo que transcurre entre la activación de I5 (orden B) e I1 (orden A) es inferior a 15 ms (tiempo que requiere el filtro del receptor para energizarse), la salida O1 (orden A) pasará a activarse antes de que lo haga la salida O5 (orden B). De este modo, la salida O5 se desactivará una vez la entrada I1 (orden A) deje de estar activa.

En el caso de dos órdenes del Grupo A, el tiempo de transmisión de la primera orden A es el nominal más el retardo entre la activación de las dos órdenes A, siempre y cuando el tiempo sea inferior a 12 ms (en órdenes permisivas). Si el tiempo es superior, el tiempo de transmisión de la primera orden A es el nominal, y el de la segunda orden A es mayor (1,5 ms, por ejemplo, $12+1,5=13,5$ ms para órdenes permisivas) pero siempre por debajo del valor nominal.

Canal analógico por doble tono en una banda de 2,5 kHz

La señal recibida de la línea es digitalizada en el módulo IBTU.

El procesador digital de señal (DSP) implementa un banco de filtros para la recepción de todas las frecuencias utilizadas en transmisión (véase Tabla 3). La frecuencia central y el ancho de banda de estos filtros los define el usuario cuando lleva a cabo la programación del tipo de disparo.

Las frecuencias asociadas a la guarda y a las órdenes disponen de tres tipos de filtro con distintos anchos de banda correspondientes a bloqueo, disparo permisivo y disparo directo.

Cada orden es detectada mediante los dos filtros asociados a cada una de las frecuencias que conforman el tono codificado. La frecuencia central del filtro es el valor de la frecuencia prefijada y el ancho de banda es función del tipo de disparo.

La desaparición del tono de guarda inicia una ventana temporal durante la cual se espera recibir una señal de disparo. Si, transcurrido el tiempo de la ventana, no se ha recibido ninguna señal, sea la señal de guarda que se restablece o una señal de disparo, se genera una señalización interna de bloqueo.

Cada módulo IPTU dispone de dos salidas de orden independientes. El usuario puede asignar la orden recibida a las salidas de orden correspondientes desde el Sistema de Gestión.

4.3 DISPOSITIVOS DE PRUEBA

A fin de facilitar las operaciones de puesta en servicio y de mantenimiento, así como la localización de averías, el Sistema de Gestión TPU-1 permite realizar distintas pruebas y bucles, los cuales se describen a continuación.

El menú de puesta en servicio contiene una opción que permite bloquear el terminal, es decir, no permitirle activar ninguna salida, compatible o no con el estándar CEI 61850, cuando reciba una orden. Así, dependiendo del tipo de prueba o bucle que se pretenda llevar a cabo, previamente será necesario programar un **bloqueo**.

4.3.1 Envío de órdenes

El Sistema de Gestión TPU-1 contiene las opciones necesarias para verificar el correcto funcionamiento de la lógica de entrada. Así, desde el menú de puesta en servicio, es posible forzar la activación de las entradas analógicas y/o digitales CEI 61850 correspondientes y comprobar que dicha activación ha dado lugar a la emisión de orden deseada.

La activación de las entradas puede forzarse durante un tiempo determinado o, si así se desea, de forma permanente. Programada la activación, en la misma pantalla, es posible monitorizar si la activación de las entradas ha producido la emisión de la orden deseada.

Asimismo, desde el menú de Monitorización, es posible monitorizar el estado de las entradas y consultar el contador de número de activaciones asociado a cada una de ellas, así como monitorizar las órdenes emitidas y consultar los contadores de emisión de orden.

Antes de llevar a cabo una prueba de este tipo, deberá tratarse adecuadamente la emisión de orden, a fin de que no se produzcan activaciones de salida no deseadas en el terminal remoto o en el propio terminal si es que en éste se hubiera establecido un bucle.

4.3.2 Bucle interno

El menú de puesta en servicio del Sistema de Gestión TPU-1 contiene una opción que permite programar la realización de un bucle interno en el terminal, de forma que quede conectado el emisor local con el receptor local (véase Figura 15).

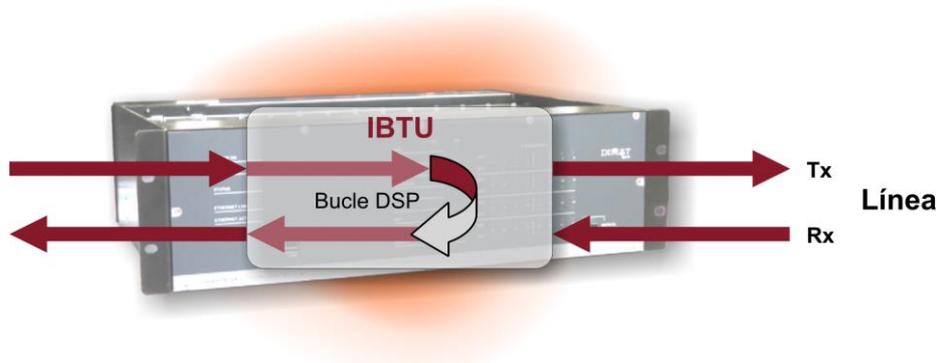


Figura 15 Bucle interno

El bucle, por tanto, permitirá verificar, a nivel local, la correcta emisión y recepción de orden, y el correcto funcionamiento de la lógica de salida establecida para cada orden recibida.

Cuando el equipo está en bucle, en el frontal se ilumina en color ámbar el indicador óptico LOOP/TEST del canal correspondiente, TP1 ó TP2.

El bucle puede programarse para una duración determinada o, por el contrario, puede establecerse de forma permanente hasta que no se ordene su desactivación. Una vez establecido el bucle, puede forzarse la activación de las entradas mediante la opción correspondiente del menú de puesta en servicio (véase apartado 4.3.1, *Envío de órdenes*).

El bucle interno también puede realizarse en el terminal colateral, es decir, en el terminal situado en el otro extremo del enlace. En este caso, es necesario en primer lugar, desde el Sistema de Gestión, acceder al terminal remoto y, a continuación, realizar el bucle interno. A diferencia del bucle interno realizado en el terminal local, el bucle interno realizado en el terminal remoto sólo puede programarse para una duración determinada.

Previamente a la programación del bucle, deberán tratarse adecuadamente las salidas de orden del terminal, si no se desea que se produzcan activaciones.

4.3.3 Bucle línea

El menú de puesta en servicio del Sistema de Gestión TPU-1 contiene, asimismo, una opción que permite programar un bucle de línea. Como puede verse en la Figura 16, el bucle se establece a nivel de interfaz de línea quedando en bucle la línea de comunicación. El bucle, por tanto, permitirá verificar el comportamiento del canal de comunicación.

Cuando el equipo está en bucle, en el frontal se ilumina en color ámbar el indicador óptico LOOP/TEST del canal correspondiente, TP1 ó TP2.

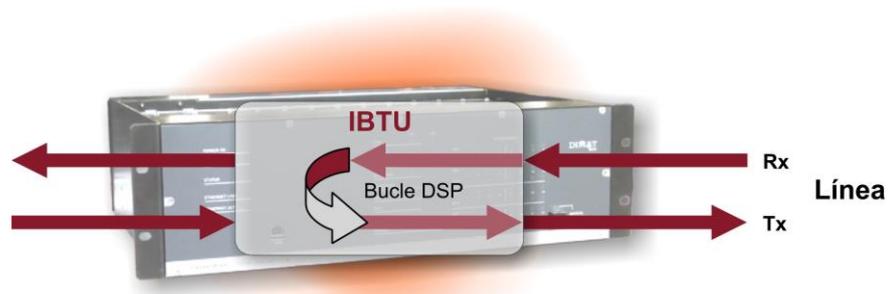


Figura 16 Bucle línea

Cuando el bucle se programa desde el terminal local, puede programarse para una duración determinada o, por el contrario, puede establecerse de forma permanente hasta que no se ordene su desactivación. Para realizar un bucle en el terminal remoto, es necesario en primer lugar, desde el Sistema de Gestión, acceder al terminal remoto y, a continuación, realizar el bucle línea. A diferencia del bucle de línea realizado en el terminal local, el bucle de línea realizado en el terminal remoto sólo puede programarse para una duración determinada.

Previamente a la programación del bucle, deberán tratarse adecuadamente las salidas de orden del terminal, si no se desea que se produzcan activaciones.

4.3.4 Prueba remota con inicio local en interfaz de línea digital y de interfaz IP

El Sistema de Gestión TPU-1 permite programar la realización de una prueba remota en el enlace. Esta prueba, además, se lleva a cabo cuando el equipo arranca. La prueba también puede realizarse de forma automática transcurrido el tiempo especificado.

La prueba consiste en el envío, por parte del terminal local al terminal colateral, de una serie de tramas, con la secuencia fija modificada, en las cuales todos los bits del byte ÓRDENES contienen orden. El terminal remoto debe identificar correctamente todas las órdenes y, de ser así, enviar por el canal de servicio, al terminal local, un mensaje indicando que el resultado de la prueba remota ha sido correcto.

El resultado de la prueba queda indicado en el frontal mediante el indicador óptico LOOP/TEST OK del canal correspondiente, 1 ó 2. Si es satisfactoria se iluminará en verde, y en caso de fallo se iluminará en rojo.

Esta prueba, por tanto, permitirá comprobar periódicamente la calidad del enlace.

4.3.5 Prueba local en interfaz de línea analógica

El Sistema de Gestión TPU-1 permite programar la realización de una prueba local. La prueba, además, puede realizarse de forma automática transcurrido el tiempo especificado.

La prueba consiste en el envío por parte del emisor a su propio receptor de los tonos de disparo, establecidos en este último, de manera secuencial y sin interrupción del envío de la señal de guarda al terminal colateral. El receptor procesa los tonos de prueba recibidos de la misma forma que se efectuaría con un tono de disparo recibido del terminal colateral. En caso de que el receptor identifique correctamente todas las señales de prueba, la prueba será correcta.

El resultado de la prueba queda indicado en el frontal mediante el indicador óptico LOOP/TEST del canal correspondiente, 1 ó 2. Si es satisfactoria se iluminará en verde, y en caso de fallo se iluminará en rojo. El fallo de la prueba local se registra en el registro cronológico.

En todo momento, el terminal supervisa la recepción de la señal de guarda procedente del otro terminal y de la posible entrada de órdenes procedente de su interfaz lado protecciones. Esto permite suspender la prueba (indicador óptico LOOP/TEST apagado) y atender una emisión o recepción de una orden real caso de producirse.

4.3.6 Prueba remota con inicio local en interfaz de línea analógica

El Sistema de Gestión TPU-1 permite programar la realización de una prueba remota en el enlace. Esta prueba también puede realizarse de forma automática transcurrido el tiempo especificado.

La prueba consiste en el envío a través del canal de servicio de un mensaje por parte del emisor hacia el terminal colateral. El terminal remoto debe recibir correctamente el mensaje y, en ese caso, enviar un mensaje de confirmación al terminal local.

El resultado de la prueba queda indicado en el frontal mediante el indicador óptico LOOP/TEST del canal correspondiente, 1 ó 2. Si el mensaje de confirmación se recibe correctamente, el indicador óptico se iluminará en verde y en caso de fallo, tras dos reintentos, se iluminará en rojo. El fallo de la prueba remota se registra en el registro cronológico.

El terminal objeto de la prueba supervisa en todo momento la recepción de la señal de guarda procedente del otro terminal y de la posible entrada de órdenes procedente de su interfaz lado protecciones. Esto permite suspender la prueba (indicador óptico LOOP/TEST apagado) y atender una emisión o recepción de una orden real caso de producirse.

4.3.7 Pruebas en los módulos de teleseñalización y telemedida

El Sistema de Gestión TPU-1 también permite realizar pruebas en los módulos de teleseñalización y telemedida.

En el caso del módulo de interfaz E/S de señales digitales (DSTU), es posible forzar la activación de las entradas y salidas digitales, desde el terminal local o remoto. Así, además de poder comprobar que las activaciones han sido efectivas en el propio terminal, será posible comprobar que las activaciones emitidas desde el terminal local han sido recibidas satisfactoriamente en el terminal remoto y viceversa.

En el caso del módulo medidor de corriente (MCTU), es posible forzar un valor fijo de corriente para las entradas y salidas analógicas, desde el terminal local o remoto. Así, además de poder comprobar los valores en el propio terminal, será posible comprobar que los valores emitidos desde el terminal local han sido recibidos satisfactoriamente en el terminal remoto y viceversa.

4.4 SINCRONIZACIÓN HORARIA

El terminal TPU-1 registra cronológicamente todas las alarmas y los eventos producidos en el enlace de teleprotección. Para establecer la fecha y la hora en la que se producen estas alarmas y/o eventos, el terminal TPU-1 dispone de un reloj de tiempo real que puede sincronizarse vía GPS o vía Ethernet.

Cuando se establece una sincronización horaria en el terminal, el TPU-1 referencia su reloj de tiempo real interno al sistema UTC⁽²⁾, estimando así la hora UTC respecto a la cual se podrá calcular la hora en otras zonas del mundo. En ese caso, la hora UTC prevalecerá siempre como patrón de reloj interno del equipo, incluso frente a cualquier programación de fecha y hora efectuada por el usuario.

4.4.1 Sincronización GPS

Los terminales TPU-1 pueden sincronizar su reloj de tiempo real con la referencia temporal que da el sistema GPS, para lo que únicamente necesitan conectarse a algún receptor GPS que disponga de salida de sincronismo temporal. Esta salida de sincronismo debe seguir el estándar IRIG-B, que establece el formato de las señales utilizadas para identificar instantes específicos de tiempo.

Las señales del estándar IRIG-B se clasifican en función de la modulación que se les aplica, su frecuencia/resolución y los códigos que se aplican a las palabras (conjuntos de bits) que contienen la información. Según esta clasificación, se aplica un número a cada uno de los tres parámetros anteriormente mencionados y se definen estándares, como por ejemplo, el IRIG-B 120 o el IRIG-B 123.

El terminal TPU-1 es capaz de procesar señales del estándar IRIG-B 123, en el que la señal está modulada en amplitud a 1 kHz, y del estándar IRIG-B 003, en el que la señal está modulada por pulsos.

4.4.2 Sincronización Ethernet

Los terminales TPU-1 también pueden sincronizar su reloj de tiempo real vía Ethernet utilizando el protocolo SNTP (*Simple Network Time Protocol*), el cual utiliza UTC como base de tiempo.

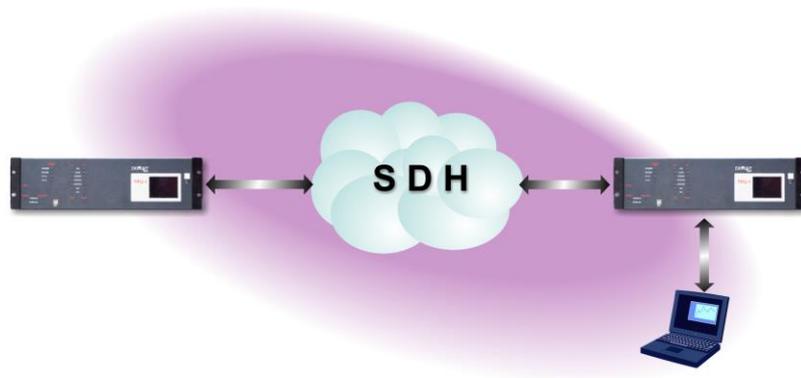
Desde el Sistema de Gestión del TPU-1, pueden configurarse hasta 5 direcciones posibles de servidores SNTP.

⁽²⁾ UTC no es realmente una abreviatura; es una variante de tiempo universal, (*universal time*, abreviadamente *UT*) y su modificador C (de “coordinado”), añadido para expresar que es una variante más de UT.

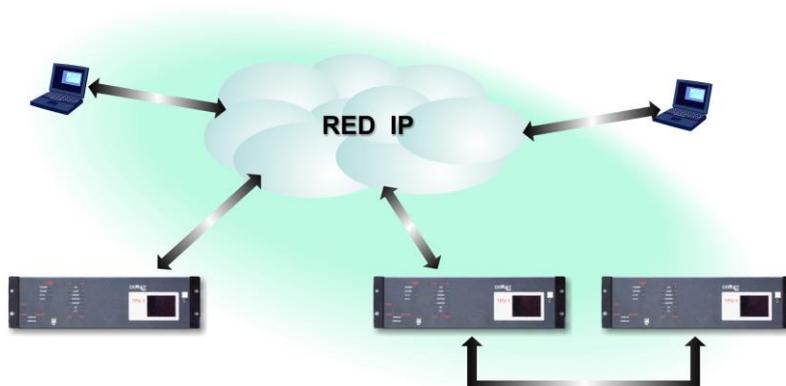
5 GESTIÓN DEL EQUIPO

Los terminales TPU-1 incluyen un servidor web en el que se almacenan todas las páginas necesarias para la programación y monitorización del sistema, por lo que no es necesario suministrar ningún *software* con el equipo.

El módulo MWTU puede incluir dos interfaces de red, por lo que la conexión entre el PC y el terminal TPU-1 puede ser directa o a través de una red IP (LAN o WAN), siendo posible en este último caso que varios PCs conectados a la red IP puedan gestionar varios terminales TPU-1 conectados a la misma.



Conexión directa



Conexión a través de red IP

Figura 17 Posibilidades de conexión entre PC's y terminal/es TPU-1

Los terminales TPU-1 también incluyen un agente SNMP el cual, mediante configuración por parte del usuario, es capaz de generar notificaciones de alarmas y eventos del equipo, de tipo *trap* (sin confirmación) e *inform* (con confirmación), hacia los dispositivos que determine el usuario, y de permitir la supervisión de determinados parámetros monitorizables del equipo desde una aplicación de gestión SNMP como, por ejemplo, HP Openview.

Para la configuración del equipo o la adquisición del registro cronológico es necesario utilizar la Gestión Web del mismo.

5.1 CONTROL DE ACCESO

El acceso a la Gestión Web de los terminales TPU-1 requiere de una clave, compuesta por un nombre de usuario y una contraseña.

Existen dos perfiles distintos de usuario, uno básico y otro administrador. Cada uno dispone de capacidades de gestión diferentes de forma que mientras el usuario administrador puede modificar y supervisar cualquier parámetro del terminal, el usuario básico únicamente puede adquirir o supervisar los parámetros del terminal, pero sin posibilidad de alterar su funcionamiento en ningún momento.

El sistema, por defecto, dispone de dos perfiles creados, uno básico y otro administrador, cuyos nombres de usuario y contraseñas se pueden ver en la Tabla 4.

	Nombre de usuario	Contraseña
Usuario Básico	basic	basic
Usuario Administrador	admin	admin

Tabla 4 Claves de acceso por defecto del sistema

5.2 GESTIÓN WEB OFF-LINE

En la Gestión Web, se distingue entre Gestión Web *on-line* y Gestión Web *off-line*.

La Gestión Web *on-line* implica que se realiza la gestión del terminal TPU-1 desde un ordenador conectado a él, mientras que en la Gestión Web *off-line*, se puede realizar la gestión sin necesidad de estar conectado al terminal.

La gestión *off-line* adquiere especial sentido cuando se quiere realizar la configuración del terminal desde algún lugar en el que no se disponga de conexión con éste. Se puede programar y guardar la configuración del terminal en el ordenador de gestión o en un soporte magnético y cuando sea posible la conexión, cargar esta configuración en el terminal.

Para poder realizar la gestión *off-line* es necesario que previamente el ordenador de gestión haya estado conectado al terminal TPU-1 para que así haya obtenido del servidor las páginas correspondientes a la gestión.

La descarga de estas páginas sólo se permite al usuario de perfil ADMINISTRADOR.

5.3 MENÚS DE GESTIÓN PRINCIPALES

La Gestión Web de los terminales TPU-1 requiere únicamente un navegador web estándar. El usuario, introduciendo en el navegador la dirección IP del servidor web integrado en el terminal TPU-1 objeto de la gestión, accede, previa autorización mediante clave de acceso, a la página web de inicio del Sistema de Gestión.

En la página web de inicio de la Gestión Web, aparecen siete menús principales. El primer menú, *Archivos*, controla el flujo de información que entra y sale del Sistema de Gestión. El segundo, *Actualizaciones*, permite descargar al ordenador de gestión las páginas necesarias para llevar a cabo la Gestión Web *off-line*, así como conocer las distintas versiones de software del equipo. El tercer menú, *Servidor*, da acceso a las opciones que permiten especificar: las claves de acceso al servidor web, y los parámetros básicos de gestión de red (dirección IP, máscara de subred y puerta de enlace predeterminada), que deben ser compatibles con los del ordenador de gestión. El cuarto menú, *SNMP*, da acceso a las opciones que permiten la configuración del agente SNMP que incorpora el equipo. El quinto menú, *Equipo*, permite configurar todos los parámetros operativos del terminal y los de su colateral, es decir, los del terminal situado al otro lado del enlace. El sexto menú, *Monitorización*, permite efectuar la supervisión del sistema, mientras que el séptimo, *Puesta en servicio*, contiene una ayuda para la puesta en servicio y el mantenimiento. En los apartados que siguen a continuación se describen en más detalle algunos de estos menús.

5.3.1 Menú Archivos

Este menú da acceso a las funciones de lectura de disco o del terminal y escritura a disco o en el terminal.

5.3.2 Menú Equipo

Este submenú contiene las opciones y submenús que permitirán configurar el terminal TPU-1 en función de las necesidades de teleprotección.

Los parámetros a programar serán los siguientes:

- **Relojes y sincronización.** Contiene una opción que muestra la fecha y la hora actual del reloj interno del equipo y la fecha y la hora UTC, permitiendo modificar, si así se desea, los valores de fecha y hora del reloj interno del equipo tomando como referencia el reloj UTC.

La programación de fecha y hora del reloj interno del equipo no prevalecerá cuando el equipo tenga programada una sincronización horaria externa, vía GPS o Ethernet.

- **Configuración básica del equipo.** Consiste en especificar el número de canales de transmisión y su funcionamiento (dos canales independientes, la habilitación de tránsitos, la habilitación de la aplicación de telemedida), el número de órdenes en emisión y en recepción, la constitución del equipo, y si el terminal deberá trabajar con protecciones según el estándar CEI 61850.
- **Lógica de entrada y salida.** Configuración de las matrices de entrada y salida. Ambas matrices son independientes y ampliamente configurables. La matriz de entrada consiste en establecer la lógica de entrada, compatible o no con el estándar CEI 61850, que permitirá iniciar el proceso de emisión de orden, así como el tránsito de órdenes. La matriz de salida establece la lógica de salida, compatible o no con el estándar CEI 61850, para cada orden recibida.
- **Duración de la emisión de orden.** Consiste en establecer la duración de la emisión de la orden al terminal TPU-1 del otro extremo del enlace. La emisión puede ser en permanencia mientras esté presente la condición de entrada o bien el tiempo puede prolongarse, acotarse o ser de duración fija.
- **Temporización adicional.** Consiste en establecer el tiempo durante el cual se exige el cumplimiento de las condiciones de entrada.
- **Duración de la salida de orden.** Consiste en establecer el tiempo durante el cual el relé (o relés) de salida de orden deberán permanecer activos. El tiempo puede ser el mismo que el de recepción de orden, prolongarse, acotarse o ser de duración fija.
- **Longitud de ventana para canal digital y de interfaz IP** Consiste en establecer el número de bytes de información de teleprotección que deben examinarse para detectar una orden de disparo.

- **Umbral de decisión para canal digital y de interfaz IP.** Consiste en establecer el número de bytes de información de teleprotección, con orden de disparo, que tienen que recibirse correctamente dentro de la longitud de la ventana. El número debe ser inferior o igual al de la longitud de ventana.
- **Configuración de la interfaz de línea digital.** Los parámetros a especificar variarán dependiendo del tipo de módulo. Así, por ejemplo, en el caso de la interfaz por fibra óptica, módulo IOTU, habrá que especificar el tipo de reloj (interno o recuperado), mientras que en el caso de la interfaz eléctrica según Recomendación V.35 de la UIT-T, módulo IETU, habrá que especificar la velocidad y el modo de funcionamiento.
En la pantalla asociada a la interfaz de línea digital, se lleva a cabo la programación de la alarma de BER.
- **Configuración de la interfaz de comunicaciones sobre IP.** Los parámetros a especificar serán los criterios de seguridad y obediencia, la funcionalidad del emisor, el tipo de interfaz de línea (IP o Ethernet), y la configuración de las alarmas de calidad de servicio de la red IP.
- **Configuración de la interfaz de línea analógica.** Los parámetros a especificar variarán dependiendo del tipo de módulo. Así, por ejemplo, en el caso de la interfaz por tono único (4 órdenes combinadas), módulo IATU/IBTU, serán la frecuencia de emisión y recepción de los tonos de guarda y disparo, el tiempo de transmisión, el nivel de emisión y recepción de los tonos de guarda y disparo y, en el caso de los tonos de disparo, el nivel en condición de incremento de potencia.
- **Códigos identificadores para canal digital y de interfaz IP.** Son códigos que se configuran, en emisión y en recepción, en cada uno de los terminales del enlace con el objeto de establecer la procedencia de las informaciones recibidas.
- **Códigos identificadores de seguridad para canal digital.** Son códigos que se configuran en cada uno de los terminales del enlace con el objeto de asegurar la procedencia de las informaciones recibidas.
El código de emisión (CIS propio) se programa en fábrica, mientras que el de recepción (CIS esperado) debe especificarlo el usuario conforme al CIS propio del equipo remoto del que desea recibir información.
- **Periodicidad de la prueba.** Consiste en especificar el intervalo de tiempo, en horas, entre pruebas remotas (interfaz de línea digital y de interfaz IP) o locales y remotas (interfaz de línea analógica).

- **Condición de activación de los relés auxiliares.** Consiste en especificar la utilización de los relés auxiliares de los módulos de interfaz lado protecciones (IPTU) y, si es el caso, del relé auxiliar del módulo de interfaz de línea analógica (IATU ó IBTU) y la de los relés auxiliares de los módulos IRTU. Los relés auxiliares pueden programarse para señalización de emisión de orden, salida de orden o alarma y, si es el caso, no bloqueo (*unblocking*).
- **Temporización de los relés auxiliares.** Consiste en especificar el tiempo durante el cual se exige la presencia de la condición de alarma programada a fin de activar el relé auxiliar correspondiente.
- **Parámetros CEI 61850.** Básicamente, consiste en configurar parámetros básicos (dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace y configuración del método de codificación de la trama GOOSE en emisión), y en especificar la estrategia de repetición de los mensajes GOOSE de salida, así como en establecer, para cada una de las dieciséis entradas posibles, la identificación y dirección Multicast de procedencia.
- **Telemedida.** Básicamente consiste en establecer el tiempo de entrega de información de telemetria entre terminales, en asignar los módulos MCTU y DSTU a los canales de comunicación, y en especificar los valores de salida de las señales analógicas y digitales en caso de corte del canal de comunicación.
De tener activada la aplicación de telemetria, debería habilitarse el registro de los eventos asociados a telemetria en el registro cronológico.

5.3.3 Menú Monitorización

Mediante el menú de monitorización es posible verificar el funcionamiento de cualquiera de los dos terminales TPU-1 de un enlace.

Los datos facilitados por el sistema de monitorización relativos a cada terminal son: Señales de alarma, Estado teleprotección, Estado de las entradas, Estado de las salidas y Registro cronológico. Para canal analógico, también aparecen los datos relativos a la relación Señal/Ruido y, para canal digital, la tasa de errores (BER).

En caso de utilizar un canal de comunicaciones sobre redes IP, se monitorizan las alarmas relativas a la calidad de servicio de la red IP, es decir: Valor medio del retardo (MTD), Varianza del retardo (CDV) y Tasa de pérdida de paquetes (CLR).

Señales de alarmas

Las alarmas del equipo que se pueden monitorizar desde el Sistema de Gestión son las alarmas generales del sistema y las alarmas específicas de cada canal de comunicación.

- Fallo de sincronización RTC (general).
- Fallo del enlace CEI 61850 (general).
- Fallo alimentación 1 y/o 2 (general).
- Fallo telemedida (general).
- Fallo módulo principal (general).
- Fallo del módulo en nº slot (general).
- Bloqueo manual en canal 1 y/o 2 (analógico y digital).
- Fallo prueba automática en canal 1 y/o 2 (analógico y digital).
- Código de identificación erróneo en canal 1 y/o 2 (digital).
- Código de identificación de seguridad (CIS) erróneo en canal 1 y/o 2 (digital).
- Falta de sincronismo en canal 1 y/o 2 (digital).
- Alarma BER en canal 1 y/o 2 (digital).
- Alarma RAI (digital tipo IOCT).
- Alarma LOS (digital tipo IOCT).
- Bloqueo recepción en canal 1 y/o 2 (analógico).
- Falta de vía en canal 1 y/o 2 (analógico).
- Bajo nivel de señal de guarda / Exceso de nivel de señal de guarda en canal 1 y/o 2 (analógico).
- Baja relación Señal/Ruido en canal 1 y/o 2 (analógico).
- Error de recepción en canal 1 y/o 2 (analógico).
- Fallo general transmisión (CEI 61850).
- Fallo sincronización con reloj del sistema (CEI 61850).
- Fallo timeout recepción GOOSE (CEI 61850).
- Señal MTD (Mean Time Delay) fuera de márgenes en canal 1 y/o 2 (interfaz IP).
- Señal CDV (Cell Delay Variation) fuera de márgenes en canal 1 y/o 2 (interfaz IP).
- Señal CLR (Cell Loss Ratio) fuera de márgenes en canal 1 y/o 2 (interfaz IP).
- Falta de enlace IP en canal 1 y/o 2 (interfaz IP).

Estas alarmas pueden asignarse, mediante programación, a los relés auxiliares de los módulos de interfaz lado protecciones (IPTU) o, si es el caso, al relé auxiliar del módulo IATU o IBTU y/o a los relés auxiliares de los módulos IRTU.

Cuando el terminal TPU-1 incorpora la pantalla LCD opcional, estas alarmas pueden visualizarse desde el frontal del equipo a través de dicha pantalla.

Órdenes Tx/Rx

El menú permite monitorizar, para cada canal, qué orden se está emitiendo y qué orden se está recibiendo. Asimismo, permite monitorizar los contadores de número de emisiones de orden y los contadores de número de recepciones de orden.

Cuando el terminal TPU-1 incorpora la pantalla LCD opcional, los contadores pueden visualizarse desde el frontal del equipo a través de dicha pantalla.

Estado de las entradas

El menú permite monitorizar qué entradas han provocado la emisión de orden, sean o no compatibles con el estándar CEI 61850, y los contadores de número de activaciones de entrada.

Cuando el terminal TPU-1 incorpora la pantalla LCD opcional, los contadores pueden visualizarse desde el frontal del equipo a través de dicha pantalla.

Estado de las salidas

El menú permite monitorizar qué salidas se han activado, sean o no compatibles con el estándar CEI 61850, y los contadores de número de activaciones de salida.

Cuando el terminal TPU-1 incorpora la pantalla LCD opcional, los contadores pueden visualizarse desde el frontal del equipo a través de dicha pantalla.

Registro cronológico

El sistema TPU-1 almacena en un registro FIFO la aparición y desaparición de las alarmas y los eventos que se refieren al servicio del enlace, tales como: emisión y recepción de orden, modificación de la programación, realización de un bucle, si procede información asociada a teled medida, etc. Para cada alarma o evento se da una breve descripción del mismo y se indica la fecha, con día, mes y año, y la hora, con minuto, segundo y milisegundo en que ocurrió.

Los mensajes pueden visualizarse de forma independiente o conjunta, es decir, alarmas y eventos al mismo tiempo, para un canal en concreto o ambos, por bloques o en su totalidad, y ordenados por fecha y hora o cronológicamente empezando por el último.

La Gestión Web incluye la posibilidad de salvar el contenido del registro cronológico en un fichero de texto, el cual podrá ser utilizado para hacer listados fácilmente imprimibles con aplicaciones estándares de tratamiento de texto.

Existe la posibilidad de definir filtros de visualización de alarmas y eventos.

Relación Señal/Ruido teleprotección

El menú permite monitorizar, en un canal analógico, la relación Señal/Ruido.

En un canal analógico por tono único (4 órdenes combinadas), la relación Señal/Ruido está referida a una señal en una banda de 4 kHz con el porcentaje de modulación programado en la guarda.

En un canal analógico por órdenes codificadas (doble tono), la relación Señal/Ruido está referida a una señal en una banda de 4 kHz o 2,5 kHz.

Asimismo, se indica si existe alarma por baja relación Señal/Ruido o por Falta de vía.

Estado del módulo de interfaz IP (IPIT)

En un canal de comunicaciones sobre IP, este menú permite monitorizar las alarmas relativas a la calidad de servicio de la red IP. Estas alarmas son el valor medio del retardo (MTD: Mean Time Delay), la varianza del retardo (CDV: Cell Delay Variation) y la tasa de pérdida de paquetes (CLR: Cell Loss Ratio).

Telemedida

De haberse habilitado la aplicación de telemedida, el menú permite monitorizar qué entradas y salidas digitales del módulo DSTU se han activado, y los contadores de número de activaciones de entrada y salida.

En el caso de las entradas y salidas analógicas, el menú permite monitorizar el valor actual de corriente en cada entrada y en cada salida, así como la medida máxima y mínima obtenida en cada una de ellas desde el último reset de contadores o desde la inicialización del equipo.

Asimismo, permite escalar los valores de las señales analógicas a valores reales de igual o distinta magnitud.

5.3.4 Menú Puesta en servicio

Las facilidades del menú de Puesta en servicio son las siguientes:

Bucles, bloqueo y pruebas

El menú de puesta en servicio contiene una opción que permite forzar, durante un tiempo determinado o de forma permanente, el bloqueo del equipo para que éste no pueda activar ninguna salida, sea compatible o no con el estándar CEI 61850. Asimismo, contiene las opciones que permiten realizar el bucle interno, el bucle de línea, la prueba remota con inicio local (digital e IP), así como la prueba local y la prueba remota con inicio local (analógica).

Cuando el terminal TPU-1 incorpora la pantalla LCD opcional, la situación de bloqueo se visualiza en dicha pantalla mediante el símbolo de un candado.

Reset contadores

Desde el menú de puesta en servicio es posible poner a cero los contadores de emisiones y de recepciones de orden, así como los contadores de número de activaciones de entrada y salida.

Desactivar relés

Desde el menú de puesta en servicio es posible desactivar los relés de señalización de emisión/recepción de orden en el caso de haberlos configurado con “Desactivación Manual”.

Activar relés

Desde el menú de puesta en servicio es posible activar los relés de señalización locales para la verificación de su estado. La duración de la activación puede ser permanente o temporizada.

Reset módulos

Desde el menú de puesta en servicio es posible forzar un reset del módulo de proceso y/o del resto de módulos.

De haberse habilitado la aplicación de telemedida, también será posible poner a cero los contadores de número de activaciones de entrada y de salida digitales, así como los contadores de medidas analógicas (máxima y mínima) de entrada y de salida.

Activación entradas

El menú de puesta en servicio permite activar, por un canal o ambos y durante un tiempo determinado, entradas analógicas y digitales CEI 61850, y comprobar que dicha activación ha dado lugar a la emisión de orden deseada.

Permitir registro

Desde el menú de puesta en servicio es posible seleccionar qué alarmas o eventos se desea registrar.

Telemedida

De haberse habilitado la aplicación de telemedida, el menú permite la realización de pruebas en las entradas y salidas analógicas y digitales.

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aplicación

Transmisión de órdenes de teleprotección para la protección de las líneas eléctricas de AT en esquemas de teleprotección por:

- Bloqueo.
- Teledisparo directo.
- Teledisparo permisivo.

Teleseñalización y Telemedida en aplicaciones para cogeneradores.

Transmisión de órdenes de teleprotección a través de redes de paquetes IP.

Características de funcionamiento

- Interfaces de protección mixtas (analógicas y compatibles con el estándar CEI 61850).
- Interfaz IP para conexión a redes de paquetes.
- Posibilidad de trabajar con dos canales independientes.
- Posibilidad de transitar órdenes de teleprotección para configuraciones en T (Teed-line) o de anillo.
- Sistema de Gestión Web que permite conexión a LAN.
- Sincronización horaria del registro cronológico vía GPS (IRIG-B) y/o vía Ethernet (protocolo SNTP).
- Agente SNMP.

Número de canales de comunicaciones	2, analógicos y/o digitales con interfaz eléctrica u óptica y/o con interfaz de comunicaciones sobre IP.
Capacidad	<ul style="list-style-type: none"> - Canal digital o de comunicaciones IP: De 1 a 8 órdenes. - Canal analógico por tono único: De 1 a 4 órdenes. - Canal analógico por doble tono: De 1 a 32 órdenes⁽³⁾.
Interfaz para canal digital	<ul style="list-style-type: none"> - E1/T1 (G.703). - 64 kbit/s (G.703, V.35 ó V.11/X.21). - 64 kbit/s (fibra óptica monomodo 9/125 μm, 1300 nm ó 1550 nm). - C37.94 (1 slot de 64 kbit/s de la trama de 2 Mbit/s, fibra óptica multimodo 62,5 μm y 50 μm, 830 nm). - 56 kbit/s (V.35 ó V.11). - 32 kbit/s (V.35 ó V.11).
Interfaz para canal de comunicaciones sobre IP	<ul style="list-style-type: none"> - 10/100Base-Tx (RJ-45). - 100Base-Fx multimodo (1300 nm, ST).
Interfaz para canal analógico	<p>A través de conexiones a 4 hilos, en la banda de 0 a 4 kHz, para funcionamiento por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tono único (4 órdenes combinadas). - doble tono (32 órdenes codificadas). <p>A través de conexiones a 4 hilos, en la banda de 0 a 2,5 kHz, para funcionamiento por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - doble tono (4 órdenes codificadas e independientes).

⁽³⁾ Las 32 órdenes se dividen en dos grupos: hasta 4 órdenes (y en cualquier combinación) para el Grupo A y hasta 28 órdenes para el Grupo B. Con dos canales de comunicaciones (TP1 y TP2), las 32 órdenes pueden distribuirse de la forma siguiente: hasta 4 órdenes del Grupo A en el canal TP1, hasta 4 órdenes del segundo Grupo A en el canal TP2, y las 24 órdenes restantes (Grupo B) repartidas como se desee en los canales TP1 y TP2.

Dispositivos de prueba

- Envío de órdenes (permanente o no).
- Bucle interno (permanente o no).
- Bucle línea (permanente o no).
- Prueba remota con inicio local (digital e IP).
- Prueba local (analógica).
- Prueba remota con inicio local (analógica).
- Activación de relés de señalización.
- Prueba de las entradas y salidas analógicas y digitales (teleseñalización y teled medida).

Capacidad del registro cronológico

4000 alarmas y eventos (registro FIFO)

Resolución del registro cronológico

1 ms

Conector sincroreceptor (GPS)

Tipo conector

BNC

Estándar

IRIG-B 123 e IRIG-B 003

6.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERFACES DE LÍNEA DIGITAL

Protocolo de comunicación	HDLC (High-Level Data Link Control) con secuencia fija
Canal interno	Transmisión de datos
Configuración recomendada	<ul style="list-style-type: none"> - Teledisparo directo. Tiempo de transmisión inferior a 6,5 ms (Umbral de decisión = 3, Longitud de ventana = 5) - Teledisparo permisivo. Tiempo de transmisión inferior a 5 ms (Umbral de decisión = 3, Longitud de ventana = 3) - Bloqueo. Tiempo de transmisión inferior a 4 ms (Umbral de decisión = 2, Longitud de ventana = 2)

Tiempo nominal de transmisión para los valores de configuración indicados

A 2 Mbit/s (1/2 slots)

Umbral de decisión = 1	Entre 2,1 ms y 2,6 ms
Umbral de decisión = 5	Entre 3,6 ms y 4,1 ms
Umbral de decisión = 15	Entre 7,3 ms y 7,8 ms

A 64 kbit/s

Umbral de decisión = 1	Entre 2,1 ms y 3,6 ms
Umbral de decisión = 5	Entre 5,6 ms y 6,7 ms
Umbral de decisión = 15	Entre 14,7 ms y 15,66 ms

A 56 kbit/s

Umbral de decisión = 1	Entre 2,56 ms y 3,63 ms
Umbral de decisión = 5	Entre 6,51 ms y 7,65 ms
Umbral de decisión = 15	Entre 16,39 ms y 17,7 ms

A 32 kbit/s

Umbral de decisión = 1	Entre 3,32 ms y 5,16 ms
Umbral de decisión = 5	Entre 10,26 ms y 12,2 ms
Umbral de decisión = 15	Entre 27,6 ms y 29,81 ms

Seguridad y obediencia

De acuerdo a la norma CEI 60834-1

Módulo IETU

Interfaz G.703

Velocidad de transmisión	64 kbit/s
Estabilidad del oscilador interno	± 50 ppm
Sincronismo	Reloj co-direccional o contradireccional
Impedancia de salida	$120 \Omega \pm 5\%$, simétrica
Impedancia de entrada	$120 \Omega \pm 5\%$, simétrica
Atenuación máxima de línea	6 dB a 128 kHz
Tipo de conector	SUB-D macho de 15 contactos
Características eléctricas y codificación de línea	De acuerdo con la Recomendación G.703 de la UIT-T
Tolerancia a la fluctuación de fases	De acuerdo con la Recomendación G.823 de la UIT-T

Interfaz V.11

Velocidad de transmisión	64, 56 ó 32 kbit/s
Sincronismo	Equipo terminal. Reloj del terminal de línea.
Tipo de conector	SUB-D macho de 15 contactos
Características eléctricas	De acuerdo con la Recomendación V.11 de la UIT-T

Interfaz V.35

Velocidad de transmisión	64, 56 ó 32 kbit/s
Estabilidad del oscilador interno	± 50 ppm
Sincronismo	Reloj de transmisión interno o que proviene del terminal de línea
Tipo de conector	SUB-D macho de 15 contactos
Características eléctricas	De acuerdo con el apéndice 2 de la Recomendación V.35 de la UIT-T

Interfaz X.21

Velocidad de transmisión	64 kbit/s
Tipo de conector	SUB-D macho de 15 contactos
Características eléctricas	De acuerdo con la Recomendación X.21 de la UIT-T

Módulo IDTU

Interfaz G.703

Velocidad de transmisión	2 Mbit/s (5 slots)
Estabilidad del oscilador interno	±50 ppm
Sincronismo	Reloj co-direccional
Impedancia de salida	75 Ω o 120 Ω, mediante predisposición ⁽⁴⁾ . La conexión de la pantalla del cable a tierra (salida no balanceada) o no (salida balanceada) también se establece mediante predisposición
Impedancia de entrada	75 Ω o 120 Ω, mediante predisposición ⁽⁴⁾
Atenuación máxima de línea	6 dB a 1024 kHz
Tipo de conector	Dos conectores BNC o un conector RJ-45, mediante predisposición.
Características eléctricas y codificación de línea	De acuerdo con la Recomendación G.703 de la UIT-T
Tolerancia a la fluctuación de fases	De acuerdo con la Recomendación G.823 de la UIT-T

Módulo IOTU.##

Interfaz por fibra óptica

Velocidad de transmisión	64 kbit/s
Estabilidad del oscilador interno	±50 ppm
Codificación de línea	MANCHESTER

⁽⁴⁾ En módulos IDTU.00 de versión 3.1, el tipo de conector (BNC ó RJ-45) se programa desde el Sistema de Gestión TPU-1.

Atenuación máxima permisible	30 dB
Nivel mínimo de potencia óptica del emisor	-5 dBm
Tipo de conector	FC hembra
Tipo de fibra	Monomodo (9/125 μm)
Longitud de onda	1300 nm (IOTU.00) ó 1550 nm (IOTU.01)

Módulo IOCT

Interfaz por fibra óptica según estándar C37.94

Velocidad de transmisión	1 slot de 64 kbit/s de la trama de 2 Mbit/s
Atenuación máxima permisible	IOCT.00: 15 dB IOCT.01: 30 dB
Nivel de potencia óptica del emisor	IOCT.00: -15 dBm (valor medio) IOCT.01: -5 dBm (nivel mínimo)
Tipo de conector	IOCT.00: ST hembra IOCT.01: FC hembra
Tipo de fibra	IOCT.00: Multimodo (62,5 μm y 50 μm) IOCT.01: Monomodo (9/125 μm)
Longitud de onda	IOCT.00: 830 \pm 35 nm IOCT.01: 1300 nm

Módulo IPIT

Tipo de conector	IPIT.01: RJ-45 (10/100Base-Tx) IPIT.00: ST (100Base-Fx, multimodo, 1300 nm)
Ocupación en un enlace de 100 Mbit/s	<ul style="list-style-type: none"> • Con un intervalo de tiempo entre paquetes constante y con k=1: <ul style="list-style-type: none"> - 1,1 % (interfaz línea IP-socket UDP sobre IP) - 0,88 % (interfaz línea Ethernet)

6.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERFACES DE LÍNEA ANALÓGICA

Módulo IATU/IBTU (tono único)

- Funcionamiento por tono único (órdenes combinadas):
 - capaz de emitir y de recibir hasta 3 órdenes independientes o en cualquier combinación
 - capaz de emitir y de recibir hasta 4 órdenes de acuerdo a la lógica siguiente:
 - **Modo 2+2:** protección simultánea de dos líneas mediante dos disparos permisivos y dos disparos directos. La diferencia entre las dos versiones del Modo 2+2 son las órdenes asociadas a los disparos directos y permisivos.
 - **Modo 3+1:** protección simultánea de las tres fases de una línea mediante tres disparos permisivos (A, B y C) y un disparo directo (D). La diferencia entre las dos versiones del Modo 3+1 es el tono que se transmite para cada una de las combinaciones de entrada de orden asociadas a los disparos permisivos.

Módulo IBTU (doble tono)

- Funcionamiento por doble tono (órdenes codificadas):
 - capaz de emitir y de recibir hasta 32 órdenes de la forma siguiente: 4 órdenes prioritarias e independientes y en cualquier combinación (Grupo A) y 28 órdenes secuenciales (Grupo B)

Módulo IBTU (doble tono-banda 2,5 kHz)

- Funcionamiento por doble tono (órdenes codificadas):
 - capaz de emitir y de recibir hasta 4 órdenes independientes y en cualquier combinación

Seguridad y obediencia

De acuerdo a la norma CEI 60834-1

Salida BF

Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	>20 dB
Nivel nominal	Programable desde el Sistema de Gestión entre -30 y 0 dBm

Incremento de potencia

- Programable desde el Sistema de Gestión entre 0 y +6 dB.
- Señalización externa: Por relé de estado sólido 120 mA/250 V_{CC}. No energizado (contactos R y C cortocircuitados) en condiciones normales de funcionamiento

Entrada BF

Impedancia nominal	600 Ω
Atenuación de reflexión	>20 dB
Nivel nominal	Programable desde el Sistema de Gestión entre -40 y 0 dBm
Sensibilidad del receptor	22 dB

Frecuencias de guarda y disparo (IATU/IBTU por tono único)

Dentro de la banda fónica y programables entre las definidas en las Recomendaciones R.35, R.37 y R.38 de la UIT-T y las frecuencias: 3300 Hz, 3360 Hz, 3420 Hz, 3480 Hz, 3540 Hz, 3600 Hz, 3660 Hz, 3780 Hz y 3800 Hz

Frecuencias que utilizan las señales codificadas (IBTU por doble tono)

960 Hz, 1200 Hz, 1440 Hz, 1680 Hz, 1920 Hz, 2400 Hz, 2640 Hz, 2880 Hz, 3120 Hz y 3360 Hz

Frecuencias que utilizan las señales codificadas (IBTU por doble tono-banda de 2,5 kHz)

480 Hz, 720 Hz, 960 Hz, 1200 Hz, 1440 Hz, 1680 Hz, 1920 Hz, 2160 Hz y 2400 Hz

Tiempo nominal de transmisión (IATU/IBTU por tono único) Programable entre 7 ms (adecuado para bloqueo), 15 ms (adecuado para teledisparo permisivo) y 25 ms (adecuado para teledisparo directo)

Tiempo nominal de transmisión (IBTU por doble tono) Programable entre 8,5 ms (adecuado para bloqueo), 15 ms (adecuado para teledisparo permisivo) y 25 ms (adecuado para teledisparo directo)

Canal interno (IATU/IBTU por tono único)

Funciones	Transmisión de datos
Frecuencia central	Frecuencia de guarda
Modulación	Por desplazamiento de frecuencia de ± 15 Hz
Velocidad máxima	25 bit/s

Canal interno (IBTU por doble tono)

Funciones	Transmisión de datos
Frecuencia central	330 Hz
Modulación	Por desplazamiento de frecuencia de ± 15 Hz
Velocidad máxima	50 bit/s

6.4 ENTRADAS Y SALIDAS DE ORDEN

Entradas de orden

Tipo	Digitales o Analógicas
Digitales (módulo IEPT)	De acuerdo a la norma CEI 61850. Hasta dieciséis entradas distintas
Analógicas (módulo IPTU)	
Tipo	Optoacopladas

Número de entradas por orden	Programable. Con un módulo IPTU: 2 Con ocho módulos IPTU: 16
Tensión nominal de operación	24, 48, 110 y 220 Vcc
Tensión mínima que garantiza la activación	-20% de la tensión nominal
Tensión máxima que garantiza la NO activación	-40% de la tensión nominal
Tensión máxima de trabajo	+20% de la tensión nominal
Polaridad	Indistinta
Consumo	10 mA constante a la tensión nominal (en todo el rango)
Tiempo mínimo de activación	700 μ s
Lógica de activación	Por energización
Retardo adicional para el envío de órdenes	Programable desde el Sistema de Gestión entre 0 y 31 ms a saltos de 1 ms
Posibilidades de temporización	<ul style="list-style-type: none"> - Mientras esté activada la entrada de orden analógica o se detecte mensaje GOOSE - Prolongada en 20÷15000 ms. Programable a saltos de 10 ms - Acotada entre 20÷15000 ms. Programable a saltos de 10 ms - Duración fija de 20÷15000 ms. Programable a saltos de 10 ms

Salidas de orden

Tipo	Digitales o Analógicas
Digitales (módulo IEPT)	De acuerdo a la norma CEI 61850. Hasta dieciséis salidas distintas

Analógicas (módulo IPTU)

Tipo	Relé de estado sólido (semiconductor)
Número de salidas por orden	Programable. Con un módulo IPTU: 2 Con ocho módulos IPTU: 16
Contacto	Normalmente abierto. Libre de potencial
Potencia máxima de conexión	900 W
Corriente máxima en conexión	2 A en permanencia 3 A durante 20 s
Tensión de conexión máxima	300 V _{CC}
Tensión residual en conexión	4 V
Corriente de fuga	<300 μ A
Tiempo de conmutación	<250 μ s
Posibilidades de temporización	- Mientras se reciba la orden - Prolongada en 20÷15000 ms. Programable a saltos de 10 ms - Acotada entre 20÷15000 ms. Programable a saltos de 10 ms - Duración fija de 20÷15000 ms. Programable a saltos de 10 ms

6.5 ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS MENSAJES GOOSE

Método de codificación de la trama de emisión	A configurar entre longitud variable (<i>Dynamic Length</i>) o longitud fija (<i>Fixed Length</i>). Ambos criterios son totalmente compatibles con la CEI 61850-8-1:2011
Codificación del mensaje GOOSE (longitud fija)	Según CEI 61850-8-1:2011, Tablas A.1 y A.2
Codificación del mensaje GOOSE (longitud variable)	Según CEI 61850-8-1:2011, Anexos A.1 y A.2

6.6 TELESEÑALIZACIÓN Y TELEMEDIDA

Entradas analógicas

Número de entradas	Diferenciales flotantes y aisladas. Con un módulo MCTU: 4 Con dos módulos MCTU: 8 Con tres módulos MCTU: 12 El módulo MCTU puede asignarse a uno o ambos canales de línea (TP1/TP2).
Rango de detección	Señales bipolares: ± 20 mA
Resolución	15 bits
Precisión	0,2%
Tiempo de adquisición	100 ms
Tiempo de <i>polling</i>	Con un módulo MCTU: programable entre 1 y 60 s. Con dos o tres módulos MCTU: programable entre 3 y 60 s. Se entrega el valor medio de las últimas 10 muestras (una muestra se toma cada 100 ms)

Salidas analógicas

Tipo	En bucle de corriente
Número de salidas	Diferenciales flotantes y aisladas. Con un módulo MCTU: 4 Con dos módulos MCTU: 8 Con tres módulos MCTU: 12 El módulo MCTU puede asignarse a uno o ambos canales de línea (TP1/TP2).
Rango de salida	Señales bipolares: ± 20 mA
Resolución	16 bits
Precisión	0,1%
Tiempo de adquisición	100 ms

Entradas digitales

Número de entradas	Con un módulo DSTU: 6 Con dos módulos DSTU: 12, siendo posible asociar los dos módulos DSTU a un mismo canal o bien asociar un módulo DSTU a un canal (TP1) y el otro a un segundo canal (TP2).
Tipo	Optoaisladas
Tensión de entrada	24, 48 y 110 Vcc
Rango de activación ⁽⁵⁾	±20% de la tensión nominal
Sobretensión permanente	1,4 x Vnominal
Intensidad de la activación	≥ 3 mA
Resolución	mejor de 10 ms. Se reconocerán cambios superiores a 20 ms

Salidas digitales

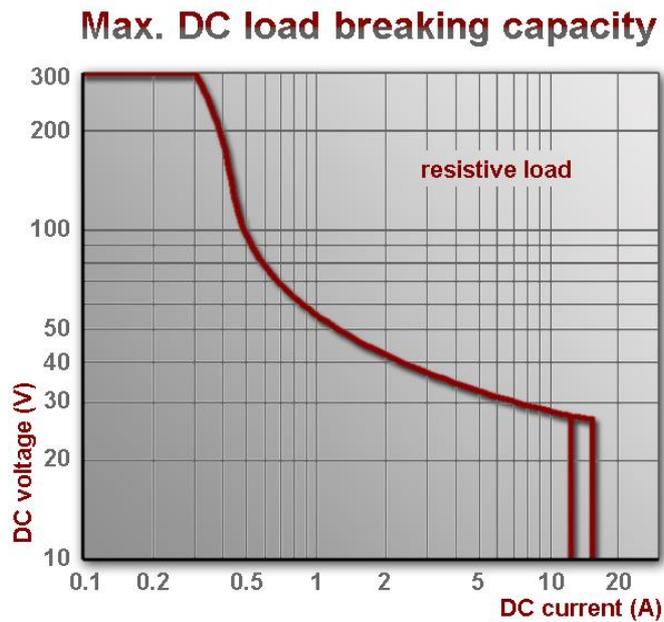
Número de salidas	Con un módulo DSTU: 6 Con dos módulos DSTU: 12, siendo posible asociar los dos módulos DSTU a un mismo canal o bien asociar un módulo DSTU a un canal (TP1) y el otro a un segundo canal (TP2).
Tipo	Contactos libres de potencial (relé electromecánico)
Tensión de utilización	48 y 125 Vcc
Corriente de utilización	0,5 A

⁽⁵⁾ Si la tensión de entrada es inferior al 60% de la tensión nominal, no se consideran activas las entradas.

6.7 SEÑALIZACIONES EXTERNAS E INDICACIONES VISUALES

Salida de señalización alarma alimentación

Tipo	Por relé. Uno por fuente de alimentación. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto 1 A/250 V _{CA} , véase Figura 18 para V _{CC}
Tiempos de cierre/apertura incluido tiempo de rebotes	5/3 ms
Estado en condiciones normales de funcionamiento	Energizado (contactos T y C cortocircuitados)



NOTA: La corriente máxima es 2A

Figura 18 Tensión CC/Corriente CC

Salidas auxiliares

Número de relés	<ul style="list-style-type: none"> - 2 relés electromecánicos por módulo IPTU. - 1 relé electromecánico por módulo IATU / IBTU. - 2 relés electromecánicos por módulo IRTU.02. - 4 relés electromecánicos por módulo IRTU.04. - 8 relés electromecánicos por módulo IRTU.08. <p>Programables para señalización de: emisión de orden, salida de orden o alarma y, si es el caso, no bloqueo (<i>unblocking</i>)</p>
Tipo	<ul style="list-style-type: none"> - Por relé electromecánico. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto 1 A/250 V_{CA}, véase Figura 18 para V_{CC} (módulos IPTU, IATU/IBTU e IRTU).
Tiempos de cierre/apertura incluido tiempo de rebotes	<ul style="list-style-type: none"> - 5/3 ms (módulos IPTU, IATU/IBTU e IRTU)
Estado en condiciones normales de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Relés programados para señalización de emisión de orden, salida de orden y no bloqueo (<i>unblocking</i>): No energizados (contactos R y C cortocircuitados). - Relés programados para señalización de alarma: Energizados (contactos T y C cortocircuitados)
Temporización de activación en caso de alarma	<p>Programable desde el Sistema de Gestión entre 0 y 60 s</p>
Condiciones programables para alarma	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo de sincronización RTC (general). - Fallo telemedida (general). - Fallo del enlace CEI 61850 (general). - Fallo módulo principal (general). - Fallo del módulo en nº slot (general).

- Fallo alimentación (general).
- Bloqueo manual (analógico y digital).
- Fallo prueba automática (analógico y digital).
- Falta de sincronismo (digital).
- Código de identificación erróneo (digital).
- Código de identificación de seguridad (CIS) erróneo (digital).
- Alarma BER (digital).
- Indicación Alarma Remota (digital tipo IOCT).
- Falta de vía (digital tipo IOCT).
- Bloqueo del receptor (analógico).
- Error de recepción (analógico).
- Baja relación Señal/Ruido (analógico).
- Falta de vía (analógico).
- Bajo nivel de señal de guarda/Exceso de nivel de señal de guarda (analógico).
- Fallo general transmisión (CEI 61850).
- Fallo sincronización con reloj del sistema (CEI 61850).
- Fallo timeout recepción GOOSE (CEI 61850)
- Alarma MTD (interfaz IP).
- Alarma CDV (interfaz IP).
- Alarma CLR (interfaz IP).
- Falta de enlace IP (interfaz IP)

Indicaciones visuales

Señalizaciones

- Equipo alimentado por alimentación primaria y/o secundaria.
- Sistema operativo.
- Actualización de software.
- Enlace correcto en interfaz LAN.
- Enlace correcto en interfaz CEI 61850.

	<ul style="list-style-type: none"> - Módulo de interfaz de línea operativo en canal 1 y/o canal 2. - Entrada de orden analógica activa y/o mensaje GOOSE. - Salida de orden analógica activa y/o mensaje GOOSE. - Emisión de orden en canal 1 y/o canal 2. - Recepción de orden en canal 1 y/o canal 2. - Equipo en bucle en canal 1 y/o canal 2. - Prueba correcta en canal 1 y/o canal 2.
Alarmas	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo alimentación en alimentación primaria y/o secundaria. - Sistema no operativo (arranque del equipo, error de configuración, error de módulo o error RTC). - Bloqueo del receptor (analógico), error de módulo, código de identificación o código de seguridad incorrecto (digital), falta de vía (analógico) o no sincronismo (digital) en canal 1 y/o canal 2. - Baja relación S/R o guarda fuera de márgenes (analógico) o alarma de BER (digital) en canal 1 y/o canal 2. - Prueba no correcta en canal 1 y/o canal 2. - Bloqueo manual del receptor (analógico y digital) o bloqueo del receptor (analógico) en canal 1 y/o canal 2.
Contadores de emisiones y recepciones de orden	<p>Monitorizables desde el Sistema de Gestión. Bajo demanda, monitorizables desde el frontal del equipo mediante la pantalla LCD opcional</p>
Contadores de activaciones de entrada y salida	<p>Monitorizables desde el Sistema de Gestión. Bajo demanda, monitorizables desde el frontal del equipo mediante la pantalla LCD opcional</p>

Contadores de activaciones de entrada y salida digitales (módulo DSTU)

Monitorizables desde el Sistema de Gestión

Contadores de medidas analógicas de entrada y salida (módulo MCTU)

Monitorizables desde el Sistema de Gestión

6.8 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Estándares

Cumple con CEI 60834-1, CEI 61000-6-2, ANSI C37.90.1 y ANSI C37.90.2

6.9 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO

Temperatura y humedad

De $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa no superior al 95%, según CEI 721-3-3 clase 3K5 (climatograma 3K5)

Alimentación⁽⁶⁾

Tensión nominal de entrada

Módulo ATPU.00: 48 V_{CC}
 Módulo ATPU.01: de 110 V_{CC} a 250 V_{CC} y de 110 V_{CA} a 220 V_{CA}
 Módulo ATPU.03: 24 V_{CC}
 Para corriente continua, protegida contra inversión de polaridad.

Margen de trabajo

Módulo ATPU.00: de 36 a 72 V_{CC}.
 Módulo ATPU.01: de 88 V_{CC} a 300 V_{CC} y de 88 V_{CA} a 265 V_{CA}.
 Módulo ATPU.03: de 19 a 29 V_{CC}.

⁽⁶⁾ Si se quiere redundancia en la alimentación, los terminales TPU-1 pueden estar equipados con dos módulos ATPU.

Interrupciones en la alimentación	Nivel 1 de la CEI 60870-2-1
Protección contra sobretensiones	PTC electrónico
Consumo máximo a 48 V _{CC}	Con 8 módulos IPTU: 1,5 A
Condiciones de almacenamiento	Según CEI 721-3-1, clase 1K5

6.10 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Dimensiones	19" (482 mm) de anchura y 3 unidades de altura normalizadas (133 mm). Profundidad de 256 mm
Conexionado	Mediante conectores enchufables situados en la parte posterior del equipo. Bajo demanda, pueden suministrarse los bloques de bornes de fondo armario necesarios junto con las mangueras.

En ambientes perturbados, es conveniente utilizar cables apantallados para realizar las conexiones. La pantalla de dichos cables debe conectarse a tierra únicamente en un extremo del cable, a fin de asegurar la protección del personal y evitar interferencias.

Peso mínimo	7 kg
Grado de protección IP	IP30 según CEI 60529
Capacidad	13 conectores (slots), 2 de los cuales están reservados a los módulos de alimentación (primario y secundario) y 1 al módulo de proceso

6.11 SISTEMA DE GESTIÓN

Interfaces de gestión del equipo

Interfaz de red 10/100Base-TX

Norma interfaz	IEEE 802.3 (CSMA/CD)
Conector	RJ-45 hembra de 8 contactos
Tipo de cable	UTP-5
Velocidad de transmisión	10 ó 100 Mbit/s

Interfaz de red 100Base-FX (sólo para MWTU.01)

Norma interfaz	IEEE 802.3u (CSMA/CD)
Conector	MT-RJ
Tipo de cable	Fibra óptica multimodo
Longitud de onda	1300 nm (segunda ventana)
Velocidad de transmisión	100 Mbit/s

Agente SNMP

Protocolo SNMP	v1, v2c y v3
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de notificaciones no confirmadas (<i>traps</i>) y confirmadas (<i>informs</i>) de alarmas y eventos del equipo. Este último tipo sólo es admitido para las versiones del protocolo v2c y v3. • Consulta mediante un comando GET de determinados parámetros monitorizables del equipo, siendo éstos: <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de red (IP, máscara de subred y puerta de enlace). - Reloj interno y sincronización horaria. - Estado de los contadores de emisión y de recepción de orden y de los contadores de activaciones de entrada y de salida.

- Estado señales de alarma.
- Monitorización de eventos.
- Relación Señal/Ruido en canal analógico.
- Inicialización mediante comando SET de los contadores de emisión y de recepción de orden y de los contadores de activaciones de entrada y de salida.
- Modificación mediante comando SET de los parámetros de red (IP, máscara de subred y puerta de enlace).

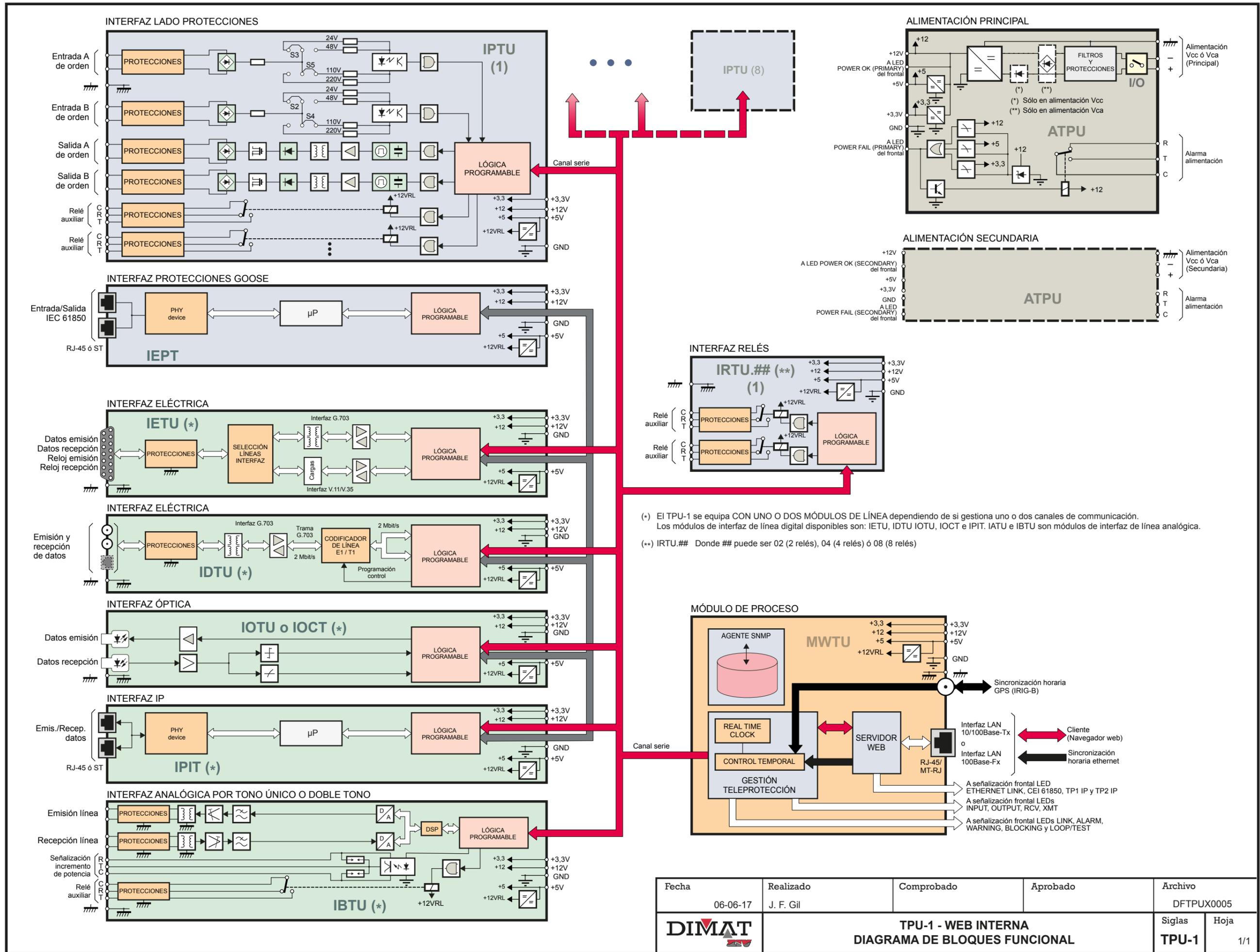
Supervisión mediante Agente SNMP

Posible desde una aplicación SNMP.

Bajo demanda, puede suministrarse un *kit* opcional para integración en HP Openview

Ordenador de gestión

Tipo	Ordenador personal compatible PC
Modelo	CPU con microprocesador Pentium III 550 MHz o superior
Memoria RAM	512 MBytes
Adaptador gráfico	SVGA de 1 Mbyte
Comunicación	Módulo de red con interfaz 10/100Base-TX o 100Base-FX
Sistema operativo	Microsoft Windows XP con versión de Service Pack 2, Microsoft Windows 7 o Microsoft Windows 10.
Navegador web	Microsoft Internet Explorer v 6.0 o superior
Máquina virtual JAVA (Sun Microsystems)	Versión 1.7 o superior



(*) El TPU-1 se equipa CON UNO O DOS MÓDULOS DE LÍNEA dependiendo de si gestiona uno o dos canales de comunicación. Los módulos de interfaz de línea digital disponibles son: IETU, IDTU IOTU, IOCT e IPIT. IATU e IBTU son módulos de interfaz de línea analógica.

(**) IRTU.## Donde ## puede ser 02 (2 relés), 04 (4 relés) ó 08 (8 relés)

Fecha	06-06-17	Realizado	J. F. Gil	Comprobado		Aprobado		Archivo	DFTPUX0005
		TPU-1 - WEB INTERNA DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL				Siglas	Hoja	TPU-1 / 1/1	