



COMUNICACIÓN SERIE EN EQUIPOS DIGITALES DE PROTECCIÓN

Fernando Cobelo

ÍNDICE

NECESIDADES DE COMUNICACIÓN

ENLACES CON EL SISTEMA ELÉCTRICO

ENLACES CON OTROS EQUIPOS DE PROTECCIÓN

ENLACES PARA SEÑALIZACIÓN Y CONFIGURACIÓN

Equipos no digitales

Equipos digitales

COMUNICACIONES SERIE

ASPECTOS FÍSICOS

Fuentes de atenuación y distorsión

Líneas de transmisión

Tipos de señales eléctricas y normas

ASPECTOS EN LA TRANSMISIÓN DE LOS DATOS

Transmisión serie

Modos de comunicación

Modos de transmisión

Detección de errores

Circuitos para el control de la transmisión

PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

ESTADO DE LA NORMALIZACIÓN

Modelo de referencia OSI

Modelo EPA

Modelos Internacionales CEI 870-5

COMPATIBILIDAD ENTRE LOS EQUIPOS

CONCLUSIONES / COMENTARIOS FINALES

NECESIDADES DE COMUNICACIÓN

La función esencial de todo equipo de protección consiste en detectar y despejar correctamente los defectos o anomalías para los que esté concebido, que se produzcan en una zona de protección asignada dentro del sistema eléctrico.

Para realizar esta función, todo equipo de protección requiere algún proceso de intercambio de información con el exterior. Por este motivo y a modo de introducción, se presenta a continuación

una clasificación y breve descripción de los distintos tipos de enlaces utilizados por los equipos de protección.

ENLACES CON EL SISTEMA ELÉCTRICO

En esta primera categoría se encuentran las conexiones existentes con los elementos de medida que alimentan al relé de las magnitudes requeridas (I, V), las entradas de información sobre estados digitales (posición de interruptores, permisos o bloqueos) y las conexiones de mando desde el relé hacia los elementos de actuación de los interruptores.

Estos enlaces en la actualidad se realizan en general mediante cableado directo a los circuitos especializados de entrada y de salida del equipo de protección.

Como tendencia futura (existen proyectos de investigación en marcha), se puede concebir la posibilidad de que estos enlaces se vean sustituidos por sistemas digitales de comunicación del tipo bus de campo o similares, tan pronto como se consigan de forma competitiva la alta velocidad y fiabilidad requeridas por esta aplicación.

ENLACES CON OTROS EQUIPOS DE PROTECCION

En esta segunda categoría se encuentran los sistemas de comunicación especializados, que enlazan varios equipos de protección y que en su conjunto forman un sistema completo de protección. Las aplicaciones típicas son los sistemas de protección que incluyen extremos de línea (diferencial de línea, comparación direccional) y en ellos, la comunicación se realiza por diversos medios tales como hilos piloto, ondas portadoras sobre las líneas de alta tensión o fibra óptica.

También se pueden incluir en esta categoría los enlaces que puedan requerirse en sistemas digitales de protección, como protecciones de barras u otros, constituidos por varios equipos distribuidos en una subestación que intercambien información esencial para su funcionamiento.

Como en el caso de las conexiones con el sistema eléctrico, el funcionamiento de estos enlaces entre equipos de protección condiciona la operación correcta de las funciones esenciales de la protección requiriéndose por lo tanto unas características de velocidad y fiabilidad adecuadas.

ENLACES PARA SEÑALIZACIÓN Y CONFIGURACIÓN

En esta tercera categoría se engloban todos los intercambios de información que realizan los equipos de protección, tanto para informar de sus actuaciones como para recibir consignas o ajustes.

En general, estos enlaces corresponden a funciones auxiliares de los equipos, y su no disponibilidad no afecta a las funciones básicas de protección.

Este tipo de comunicación es sustancialmente diferente según la tecnología de los equipos de protección, distinguiéndose claramente entre equipos no digitales y equipos digitales.

Equipos no digitales

En los relés convencionales, tanto electromecánicos como estáticos, la señalización y configuración se realizan localmente, existiendo indicadores mecánicos (banderas de señalización) o luminosos (diodos LED) de estado del equipo, arranques y disparos. Asimismo disponen de contactos auxiliares de señalización de la actuación de las distintas unidades, que son recogidos mediante cableado convencional por los sistemas de supervisión y mando de la instalación. Por último, el cambio de ajustes se realiza localmente actuando sobre los interruptores y dispositivos de ajuste situados en el frente o el interior del equipo.

Equipos digitales

Una gran aportación innovadora de los equipos digitales de protección es la incorporación de un nuevo puerto de comunicaciones para acceso tanto local como remoto, mediante el cual el equipo puede ser interrogado y configurado.

El intercambio de información que se realiza normalmente por esta vía de comunicaciones incluye, entre otras, las siguientes posibilidades.

- Indicación de estados externos e internos y alarmas proporcionadas por el equipo.
- Medidas de magnitudes analógicas.
- Registros de sucesos, oscilográficos, históricos y de mantenimiento.

Esta información puede ser utilizada para la realización de funciones de análisis automático de incidencias, así como para la monitorización y mantenimiento de los equipos de potencia y del propio relé.

- Recepción de comandos y envío de señalizaciones.

Esta característica permite la integración del equipo de protección en el sistema de control de la instalación, eliminando el cableado convencional entre contactos de salida y entradas del sistema de control y posibilitando el accionamiento de los interruptores desde el equipo de protección.

- Cambio remoto de ajustes

Esta característica facilita el proceso de ajuste de los equipos de protección mediante la utilización de ficheros de ajustes previamente editados y permite, además, la realización de funciones adaptativas de protección.

El objetivo del presente documento no es profundizar en las nuevas funciones y evidentes ventajas proporcionadas por esta vía de comunicación disponible en los equipos digitales, sino describir sus características y, dada la diversidad de soluciones existente (al menos una por cada fabricante de equipos) plantear la problemática de su utilización y exponer los avances realizados hasta el momento para conseguir el objetivo deseable de unificación en los formatos de comunicación a través de esta vía serie y, eventualmente, la intercambiabilidad entre equipos de distintos fabricantes.

COMUNICACIONES SERIE

Su objetivo es transmitir datos binarios, un bit tras otro, por medio de una línea de transmisión.

Una descripción completa de los sistemas de comunicaciones serie abarca múltiples y complejos aspectos. En este documento se pretende enfocar de forma básica las características de las soluciones más generalmente empleadas en los equipos de protección. La puerta o puertas serie disponibles en los equipos de protección están, en general, concebidas para permitir tanto una comunicación con otros elementos dentro de una subestación (unidades maestras centrales, equipos de supervisión y control, unidades locales de diálogo con el operador), como la comunicación con un puesto remoto de diálogo con protecciones (vía módem de red telefónica conmutada, u otros enlaces de comunicación).

ASPECTOS FÍSICOS

Fuentes de atenuación y distorsión

Entre la señal enviada y la señal recibida existen diferencias, ya que el conjunto de medios de transmisión entre ambos extremos es imperfecto. La **figura 1** ilustra un caso típico en el que estas diferencias llegan a provocar un error en la interpretación de los datos recibidos.

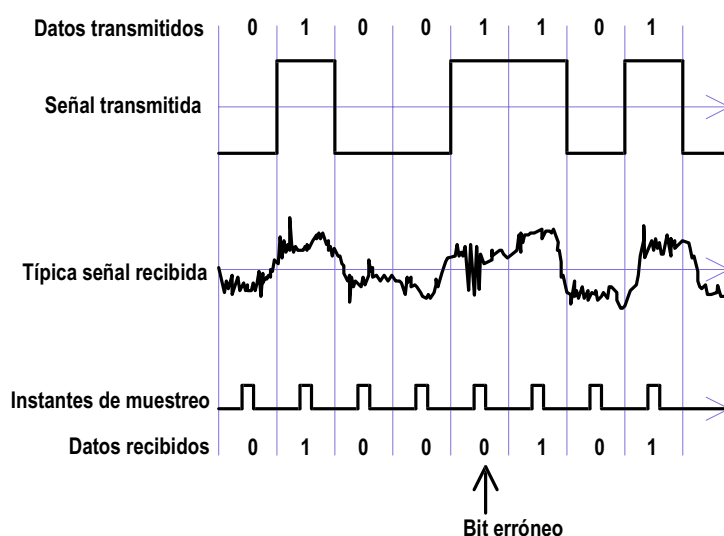


Figura 1: Efectos de un medio de transmisión imperfecto

La atenuación (reducción de la señal transmitida) y la distorsión (deformación) están influenciadas por el tipo de medio de transmisión, la velocidad de la transmisión (número de bits transmitidos por unidad de tiempo) y la distancia entre los dos equipos a comunicar.

Como fuentes de distorsión se pueden mencionar:

- La propia atenuación que aumenta con la frecuencia, por lo que una señal que está compuesta por varias frecuencias resulta distorsionada.
- La limitación del ancho de banda, que afecta igualmente a la amplitud de los distintos componentes de frecuencia.
- La distorsión de retardo, producida por la diferente velocidad de propagación de cada componente de frecuencia.
- El ruido o perturbaciones aleatorias presentes en la línea aún en ausencia de una señal transmitida. Si la señal transmitida se atenúa hasta niveles similares a los del ruido de la línea, la información queda enmascarada.

La combinación de todos estos efectos determina las limitaciones prácticas de uso de cada medio de transmisión, en particular la distancia y el máximo número de bits por segundo a transmitir.

Líneas de transmisión

- Pares de hilos:

Tipo de señales: Niveles de tensión o intensidad.

Limitaciones: Hasta 50 m., velocidades de hasta 19,2 kbps.

Utilización: Conexión entre DTE's (*Data Terminal Equipment*, pe. computadores) y principalmente entre DTE y DCE (*Data circuit-terminating equipment*, pe. módem)

Normalmente para estas aplicaciones se utilizan varias líneas con un conductor separado para cada señal y otro conductor para la referencia común, empaquetados como un cable plano o como un cable de alma múltiple.

Características: Captura de señales de ruido por radiación electromagnética de otras fuentes. Acoplamiento entre conductores.

- Pares trenzados (no apantallados o apantallados):

Tipo de señales: Niveles de tensión o intensidad.

Utilización: Posible dentro de la subestación.

Limitaciones: Hasta 100 m., velocidades de hasta 1Mbps. (O más, en función de los circuitos emisores y receptores de línea empleados).

Características: Mayor inmunidad a ruidos al reducirse la captura de señales en modo diferencial. Reducción del acoplamiento entre canales en caso de múltiples pares trenzados entre sí.

- Cable coaxial:

Tipo de señales: Niveles de tensión.

Utilización: Posible dentro de la subestación.

Limitaciones: Varios cientos de metros, velocidades de hasta 10Mbps o más.

Características: Mayor ancho de banda, al minimizarse las limitaciones (mayor resistencia y pérdida de señal por radiación a altas frecuencias)

producidas por el efecto pelicular (circulación de corriente por la superficie externa del conductor) .

- Fibra óptica:

Tipo de señales: Ondas en el rango de las frecuencias de la luz.

Ventanas de transmisión:

665 nm (rojo visible)

820 nm (infrarojo cercano)

1300 nm (infrarrojo lejano)

Emisores LED (light-emitting diode) o ILD (injection laser diode)

Tipos de fibras:

Plástico

Multimodo salto de índice

Diámetro (núcleo y envolvente): 1000 μm

Cristal:

Multimodo salto de índice

Diámetros: 50/125 μm

62,5/125 μm

100/140 μm

Multimodo índice gradual

Monomodo.

Diámetros: 3 ÷ 10 μm

Conectores: Varios tipos (Snap-in, SMA, FC, ST)

Utilización: Muy aconsejable para el entorno de las subestaciones eléctricas. Entre subestaciones.

Limitaciones: Capacidad considerablemente mayor que en el caso de señales eléctricas. Muy variable según los tipos de fibra y de emisor (varios Kms., 100 Mbps o más).

Características: Inmunidad total a las interferencias electromagnéticas y al acoplamiento entre canales. Manejo e instalación complejos (excepto fibra de plástico).

Tipos de señales eléctricas y normas

Para especificar completamente todos los aspectos presentados hasta ahora, una norma debe referirse a tres tipos de información.

- Eléctrica: Definición de los niveles de las señales (tensiones, intensidades, impedancias, etc.).
- Funcional: Definición de las señales y de lo que hacen.
- Física: Descripción del conector mecánico.

A continuación se indican algunas de las especificaciones más utilizadas en las puertas de comunicación serie de los equipos de protección.

- RS-232C, definida por EIA (Electronics Industries Association) y TIA (Telecommunications Industry Association), combina las tres partes eléctrica, funcional y física y se corresponde con las recomendaciones del CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee) V.28 (eléctrica), V.24 (funcional) y con la norma del International Standards Organization ISO 2110 (física).

Las señales son tensiones del orden de ± 15 V, ("1" = -V, "0" = +V) con una sensibilidad de los receptores del orden de ± 3 V. Se utiliza un conductor por cada señal con otro conductor común a todas las señales para la referencia.

La **figura 2** representa un circuito eléctrico de estas características.

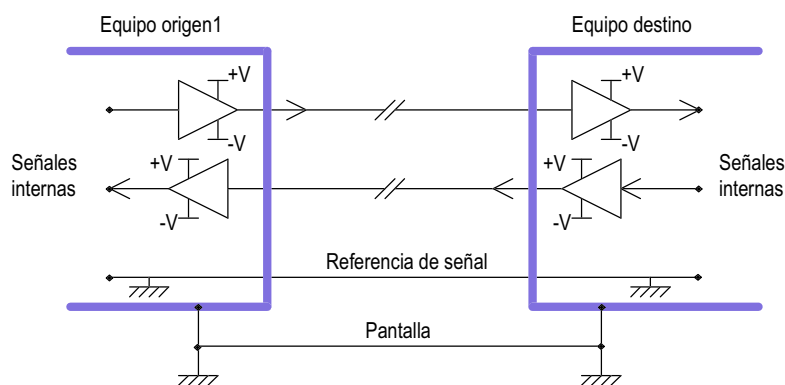


Figura 2: Circuito RS 232

La nueva recomendación EIA/TIA 562 es muy similar a la 232 pero está concebida (tiempos de transición más estrictos) para soportar velocidades de transmisión mayores (hasta 64 kbps). EIA/TIA 562 es solamente una definición eléctrica, por lo que ha de complementarse con las adecuadas definiciones funcional y física.

La recomendación funcional V.24 especifica el número de señales a intercambiar y los procedimientos de intercambio entre un DTE (computador o equipo de protección) y un DCE (módem de red telefónica conmutada). La **tabla 1** resume estas señales.

Tabla 1: Señales V.24

Nº de circuito CCITT	Símbolo	Pin del conector (25 pines)	DTE↔DCE	Significado
101	SHG	1	↔	Pantalla
103	TxD	2	→	Transmisión de datos
104	RxD	3	←	Recepción de datos
105	RTS	4	→	Petición de enviar
106	CTS	5	←	Libre para enviar
107	DSR	6	←	Conjunto de datos dispuesto
102	SIG	7	↔	Referencia común
109	CD	8	←	Detección de portadora
115	RxCIk	17	←	Sincronismo recepción
114	TxCIk	15	←	Sincronismo transmisión (desde el DCE)
111	TxCIk	16	→	Sincronismo transmisión (desde el DTE)
108	DTR	20	→	Terminal de datos dispuesta
125	RI	22	←	Indicación de llamada

- RS-422/V11:

Cada señal utiliza un par de cables y circuitos diferenciales emisor y receptor. El emisor produce señales gemelas de la misma polaridad o de polaridad opuesta para los "0" y "1" a transmitir. El receptor es sensible únicamente a la diferencia entre las dos señales de sus entradas. Este tipo de circuito tiene la ventaja de ser insensible a las interferencias captadas por ambos cables a la vez. (Ver [figura 3](#)).

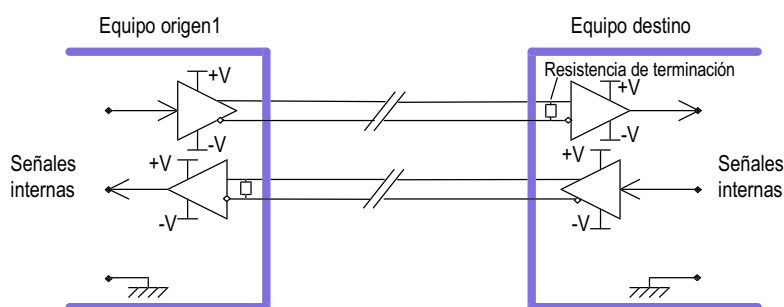


Figura 3: Circuito RS 422

Las señales transmitidas son tensiones del orden de ± 5 V y es posible conectar hasta 10 circuitos receptores a un mismo emisor.

Esta recomendación es aplicable con pares trenzados para distancias hasta 100 m a velocidades de 1Mbps.

- RS-485:

Esta recomendación es similar en características a la 422, excepto que está definida para permitir una conexión en multipunto. Es decir, sobre un mismo par diferencial de cables pueden conectarse hasta 32 circuitos emisores y 32 circuitos receptores, tal como se indica en la [figura 4](#).

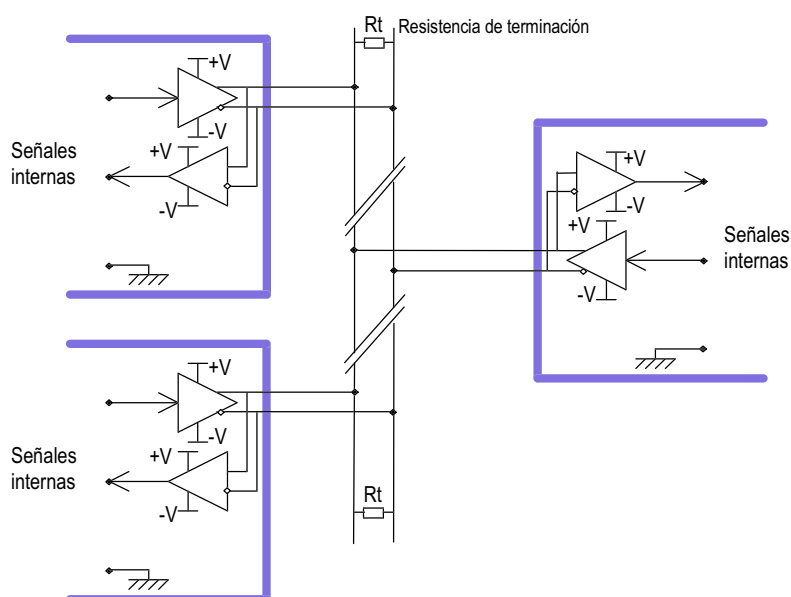


Figura 4: Circuito RS 485

- Lazo de corriente 20mA:

En lugar de señales de tensión, pueden utilizarse señales de corriente. Este tipo de circuito permite distancias mayores (hasta 1 Km.), aunque la velocidad de transmisión es limitada por las características de los circuitos conmutadores y detectores de intensidad. La **figura 5** presenta un circuito de este tipo.

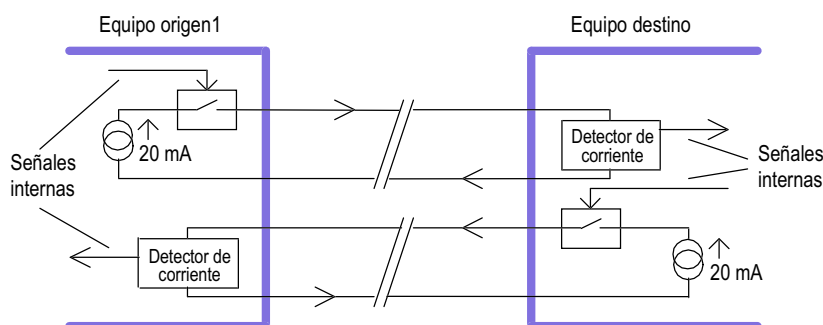


Figura 5: Lazo de corriente 20 mA

ASPECTOS EN LA TRANSMISION DE LOS DATOS

Transmisión serie

En el interior de un equipo, los datos entre componentes normalmente se transmiten de forma paralela. Se utilizan conexiones múltiples, de forma que los varios bits que componen un octeto o palabra se transmiten simultáneamente minimizándose el tiempo para su transmisión. Sin embargo para transmitir datos entre equipos separados por distancias mayores que unos pocos metros, por razones de coste y otros problemas como la variación de los retrasos de transmisión entre cada conductor individual, los datos binarios se transmiten utilizando un solo par de hilos, enviándose secuencialmente cada uno de los bits que forman un octeto.

Modos de comunicación

Simplex

Los datos se transmiten solo en una dirección. Un equipo emite (pe. medidas a intervalos regulares) y el otro recibe.

Half-duplex

Los datos se transmiten en ambas direcciones, pero alternativamente. (Pe. interrogación - respuesta). Solo se requiere una vía de comunicación, pero en este caso los equipos deben conmutarse entre el modo emisor o el modo receptor después de cada transmisión.

Dúplex

También denominado full-dúplex. En este modo los datos pueden transmitirse simultáneamente en ambas direcciones. Se requieren dos canales de comunicación.

Modos de transmisión

Al transmitir datos en serie, para que el receptor interprete correctamente el conjunto de bits (niveles de señal alto o bajo) que se transmiten es necesario determinar con precisión tanto el inicio de cada bit (para muestrear la señal en el centro de cada bit), como el inicio de cada carácter u octeto y el inicio de cada bloque de mensaje o trama. Estas tareas se conocen como sincronización de bit, sincronización de carácter y sincronización de trama respectivamente.

En general la sincronización se puede realizar de dos maneras, según que los relojes del emisor y del receptor sean independientes (asíncronos) o sincronizados (síncronos).

En la transmisión asíncrona, cada carácter (octeto) se trata independientemente para la sincronización de bit y para la sincronización de carácter y el receptor se resincroniza al principio de cada carácter recibido.

La transmisión asíncrona se emplea cuando los intervalos entre caracteres son indeterminados o cuando las velocidades transmisión no son elevadas (hasta un máximo de 650 kbps).

Cada carácter u octeto transmitido está encapsulado entre un bit de arranque y uno o mas bits de parada, siendo éstos de distinta polaridad que el bit de arranque. La **figura 6** representa la transmisión asíncrona de un octeto.

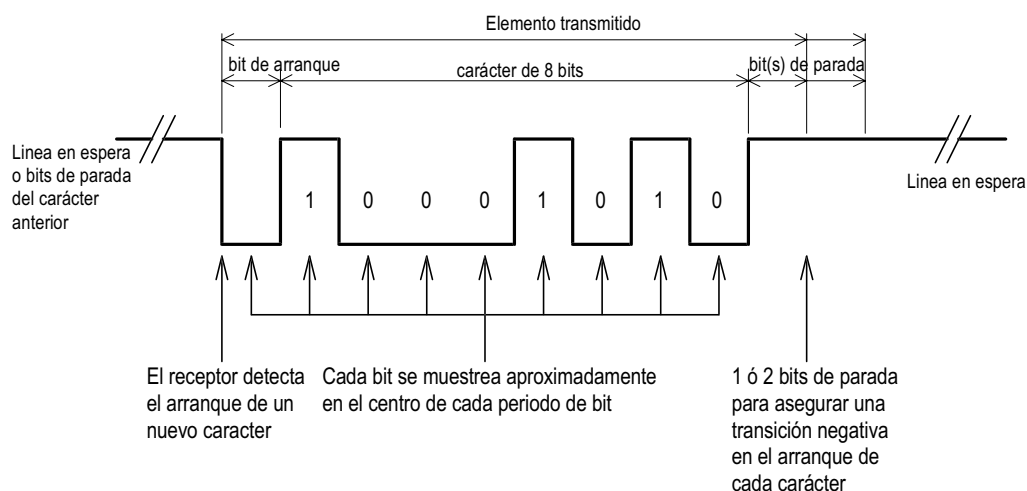


Figura 6: Transmisión asíncrona

En el caso de enviarse bloques de octetos (tramas), cada trama va precedida y seguida por un par de caracteres especiales para la sincronización de trama. Esto asegura que al recibir el carácter de inicio de trama, el receptor pueda determinar que se está transmitiendo una nueva trama.

El modo generalmente utilizado para los equipos de protección es la transmisión asíncrona.

En la transmisión síncrona, se transmite una trama (bloque de mensaje) completa de caracteres como una serie de bits ininterrumpida y es labor del receptor el mantener el sincronismo con el conjunto de bits recibidos durante la duración de la trama completa.

Detección de errores

Paridad

El método más usado para la detección de errores de bit en transmisión asíncrona es incluir un bit adicional en cada carácter transmitido que se elige de forma que el número de bits que son "1" en el carácter transmitido (incluyendo el propio bit de paridad) sea par (paridad par) o impar (paridad impar). Por este método sólo pueden detectarse uno o un número impar de errores de bit.

Comprobación de suma de bloque (block sum check)

Se incluye al final del bloque un carácter con los bits de paridad, por columnas, de cada uno de los caracteres transmitidos. Ver un ejemplo en la **tabla 2**.

Tabla 2

	P _R	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	
	0	0	0	0	0	0	1	0	Inicio de bloque
	0	0	0	0	1	1	0	1	Contenido del bloque
Bits de paridad de carácter (impar)	1	1	0	1	1	1	0	0	"
	0	0	0	1	0	0	1	1	"
	1	1	1	0	1	1	0	0	"
	0	0	1	0	1	0	1	0	"
	1	1	0	0	0	0	1	0	"
	1	0	0	0	0	0	1	1	Fin de bloque
	0	1	0	0	0	1	1	1	Comprobación suma de bloque

Bits de paridad longitudinales (par)

Con este método de comprobación, dos errores de bit en un carácter que no se detectan por la comprobación de paridad de carácter, sí se detectan en la comprobación de su correspondiente columna. Sin embargo, si ocurren a la vez dos errores de bit en las mismas columnas (ver bits sombreados en la tabla), no serán detectados, aunque la probabilidad de que esto ocurra es mucho menor.

Comprobación de redundancia cíclica (CRC)

Los dos métodos descritos anteriormente son eficaces para el caso de errores aleatorios de bits aislados, sin embargo en el caso de errores en ráfagas (varios bits erróneos sucesivos) se utilizan métodos más rigurosos.

Básicamente el método consiste en calcular un conjunto de bits (CRC) que se añaden al final del bloque transmitido. El receptor repite un cálculo similar con los bits del bloque más los bits añadidos y si no se han producido errores el resultado debe corresponder a un valor esperado.

La longitud de las ráfagas de error que se pueden detectar por este método depende del número de bits utilizados en el CRC.

Circuitos para el control de la transmisión

Existen circuitos integrados que simplifican la realización de las funciones de comunicación en equipos digitales.

En particular, para la transmisión asíncrona de datos se utilizan circuitos integrados programables y controlables por un microprocesador, denominados UART (Receptor Transmisor Asíncrono Universal), que incorporan las funciones de inserción de los bits de arranque y parada, sincronización de bit, sincronización de carácter, generación y comprobación del bit de paridad por carácter, etc.

PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

Hasta ahora se han descrito técnicas para transmitir un bloque de información entre equipos, así como métodos para detectar posibles errores en dicha transmisión.

Sin embargo, para completar una comunicación entre equipos son necesarios otros mecanismos (reglas o procedimientos de control) que deben ser adoptados por ambos equipos que permitan conseguir una transferencia de mensajes fiable (alta probabilidad de obtener mensajes libres de errores y duplicaciones) e interpretable.

Un protocolo de comunicaciones consiste en la definición completa de los procedimientos a emplear y también del formato y significado de las unidades de datos transmitidas.

ESTADO DE LA NORMALIZACION

Modelo de referencia OSI (7capas)

La Organización ISO (International Standards Organization) ha definido un modelo denominado OSI (Open Systems Interconnection) que es una estructura de referencia para la realización del software de sistemas de comunicación, así como una base para la definición de normas.

El sistema completo de comunicación se divide en capas que realizan una función muy definida cada una. Las funciones asociadas a las diferentes capas son las siguientes:

capa 1 (Física): Describe la conexión física con el medio de comunicación (red). Se ocupa de niveles de tensión, modulación, etc. Regula el establecimiento, mantenimiento y liberación de la conexión.

capa 2 (Enlace): Establece la transferencia de unidades de información por el enlace físico con las funciones asociadas de sincronización, control de flujo y de los errores.

capa 3 (Red): Corresponde a la estructuración y formato de los mensajes (multiplexión, demultiplexión) y comprende las funciones de encaminamiento y conmutación necesarias para la conexión.

capa 4 (Transporte): Proporciona el transporte extremo a extremo y es responsable de la integridad de los datos y la calidad de servicio, efectuando, entre otras, funciones de segmentación, identificación y control.

capa 5 (Sesión): Coordina el diálogo entre los usuarios y la interacción entre los procesos de aplicación final. Presta asistencia para el acceso a los servicios.

capa 6 (Presentación): Proporciona conversiones de códigos y formatos y transforma los datos en lo relativo a textos e imágenes según los requerimientos de la capa 7.

capa 7 (Aplicación): Proporciona funciones de gestión del sistema y edición y selecciona el servicio apropiado para las aplicaciones.

Este modelo no pretende que exista un único protocolo normalizado asociado a cada capa, sino que exista un conjunto de normas, ofreciendo cada una diferentes niveles de funcionalidad, asociado con cada capa. A partir de esto y para cada caso específico de interconexión abierta de sistemas (como el caso de equipos dentro de una subestación) debe definirse un conjunto seleccionado de normas para ser usadas por todos los sistemas en ese entorno.

Modelo EPA (Arquitectura de prestaciones mejoradas) (3 CAPAS)

Este modelo es una simplificación del modelo OSI y está concebido especialmente para sistemas de telecontrol y otros que requieran tiempos de reacción cortos en redes con limitado ancho de banda de transmisión. Las tramas que se basan en este modelo utilizan únicamente tres de las siete capas OSI: *aplicación(7)*, *enlace(2)* y *física(1)*.

Normas Internacionales CEI 870-5

Es una norma internacional para protocolos de transmisión de datos en equipos y sistemas de telecontrol.

Está dividida en los siguientes documentos:

CEI 870-5-1 "Transmission frame formats"

CEI 870-5-2 "Link transmission procedures"

CEI 870-5-3 "General structure of application data"

CEI 870-5-4 "Definition and coding of application information elements"

En los **aspectos físicos**, la norma CEI 870-5 se refiere a las especificaciones CCITT series V y X ya mencionadas en este documento.

Respecto a la **capa de enlace**, la CEI 870-5 define los siguientes aspectos:

Clase de integridad de datos: I1, I2, I3

Clases de servicio: S1 SEND/NO REPLY
S2 SEND/CONFIRM
S3 REQUEST/RESPOND

Primitivas de servicio REQ (petición)
CON (confirmación)
IND (indicación)
RESP (respuesta)

Procedimientos de transmisión de enlace para describir la comunicación.

Sincronización de trama:

Define normas para canales de transmisión asíncrona, binarios, sin memoria.

No se describen métodos de sincronización de trama para operación síncrona ni para canales con memoria.

Formatos de trama FT1.1 (I1), FT1.2 (I2), FT 2 (I2), FT3 (I2)

(Ver motivaciones para cada FT en 870-5-1 Apéndice B)

Mensajes longitud variable

Mensaje longitud fija a definir

Caracteres simples

Funciones del campo de control:

Para transmisión no simultánea:

Primario(maestro) a secundario (esclavo): 0, 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11

Secundario a primario 0, 1, 8, 9, 11, 14, 15

Para transmisión simultánea:

Primario a secundario 0, 1, 2, 3, 4, 9

Secundario a primario 0, 1, 11, 14, 15

Time out para transmisión repetida de tramas:

Se especifican time outs fijos y ajustados a la longitud de la trama.

Respecto a la **capa de aplicación**, la CEI 870-5 define lo siguiente:

El documento CEI 870-5-3 especifica las reglas para estructurar las unidades de datos.

- Tipo de dato
- Longitud
- Causa de transmisión
- Dirección
- Objetos de información

El documento CEI 870-5-4 establece las especificaciones para definir y codificar los elementos individuales de información frecuentemente usados en aplicaciones de telecontrol.

- Formatos y tipos de datos

El documento CEI 870-5-5 establecerá una guía para definir las funciones y los procedimientos fundamentales de aplicación.

COMPATIBILIDAD ENTRE EQUIPOS

Tal como se define en el documento CEI 870-5-3, la compatibilidad entre equipos de diferentes fabricantes sólo puede alcanzarse mediante la definición de perfiles de aplicación completos.

Un perfil completo de aplicación consiste en:

- La especificación del interface físico;
- Un subconjunto de CEI 870-5-1;
- Un subconjunto de CEI 870-5-2;
- La especificación las unidades de datos de aplicación, basada en CEI 870-5-3 y CEI 870-5-4;
- La especificación de las funciones de aplicación basada en CEI 870-5-5.

CONCLUSIONES / COMENTARIOS FINALES

Ante el riesgo de freno en la implantación de equipos digitales que puede suponer la inexistencia actual de un conjunto único de normas universalmente aceptadas que permitan la deseada intercambiabilidad entre equipos de diversas funciones y de diversos fabricantes, se exponen los siguientes comentarios:

- Cualquier solución que se aplique evolucionará y se modificará en el futuro, debido a la disponibilidad de componentes con menos coste y más prestaciones.
- Existen soluciones válidas para utilizar equipos con distintos protocolos, basadas en la disponibilidad de herramientas de software para construir intérpretes, sistemas operativos abiertos y bases de datos universales.
- Lo importante para la evolución futura de los sistemas digitales con nuevas prestaciones y características es saber qué hacer, qué nuevas funciones añaden realmente beneficios a los sistemas y no la forma de realizarlo.
- La recomendación, pues, es seguir adelante en cualquier caso con la implantación de aplicaciones de sistemas de tratamiento y gestión de la información de equipos digitales basados en las soluciones técnicas actualmente disponibles, en la confianza cierta de que las herramientas del futuro y la tendencia a la definición de sistemas abiertos (tanto en hardware como en software) harán aprovechable toda la experiencia y el trabajo empleados.