



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

G.7041/Y.1303

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(12/2003)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Equipos terminales digitales – Generalidades

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN Y ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET

Aspectos del protocolo Internet – Transporte

Procedimiento de entramado genérico

Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS DE PRUEBAS	G.500–G.599
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.7000–G.7999
Generalidades	G.7000–G.7099
Codificación de señales analógicas mediante modulación por impulsos codificados (MIC)	G.7100–G.7199
Codificación de señales analógicas mediante métodos diferentes de la MIC	G.7200–G.7299
Características principales de los equipos múltiplex primarios	G.7300–G.7399
Características principales de los equipos múltiplex de segundo orden	G.7400–G.7499
Características principales de los equipos múltiplex de orden superior	G.7500–G.7599
Características principales de los transcodificadores y de los equipos de multiplicación de circuitos digitales	G.7600–G.7699
Características de operación, administración y mantenimiento de los equipos de transmisión	G.7700–G.7799
Características principales de los equipos múltiplex de la jerarquía digital síncrona	G.7800–G.7899
Otros equipos terminales	G.7900–G.7999
REDES DIGITALES	G.8000–G.8999

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303

Procedimiento de entramado genérico

Resumen

En esta Recomendación se define un procedimiento de entramado genérico (GFP) para delimitar cabidas útiles de longitud variable estructuradas en octetos, a partir de señales cliente de nivel superior, que después se harán corresponder con trayectos sincronizados en octetos como los definidos en las Recomendaciones UIT-T G.707/Y.1322 y G.709/Y.1331. Las definiciones de la Recomendación incluyen:

- formatos de trama para unidades de datos de protocolo (PDU) transferidas entre puntos de iniciación y de terminación GFP;
- procedimiento de correspondencia de las señales cliente en el GFP

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303 fue aprobada el 14 de diciembre de 2003 por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

Jerarquía digital síncrona, procedimiento de entramado genérico, red óptica de transporte.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 2004

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Términos y definiciones	2
4 Abreviaturas.....	3
5 Convenios	5
6 Aspectos comunes del GFP	5
6.1 Estructura de señal básica para las tramas cliente GFP.....	5
6.2 Tramas de control GFP.....	17
6.3 Funciones a nivel de trama GFP.....	18
7 Aspectos específicos de la cabida útil para GFP con correspondencia de trama	21
7.1 Cabida útil de MAC de Ethernet	21
7.2 Cabida útil IP/PPP	22
7.3 Cabida útil de canal para fibra a través de FC-BBW_SONET	24
7.4 Tratamiento de errores en GFP con correspondencia de trama.....	25
7.5 Cabida útil RPR IEEE 802.17	25
8 Aspectos específicos de cabida útil para la correspondencia transparente de clientes 8B/10B a GFP	25
8.1 Aspectos comunes de GFP-T	25
8.2 Disparidad de funcionamiento en los códigos 64B/65B	30
8.3 Aspectos de fallo de la señal específicos del cliente	33
8.4 Correspondencia transparente a máxima velocidad de clientes 8B/10B en GFP.....	35
8.5 Correspondencia asíncrona (a velocidad máxima o a una velocidad inferior) de clientes 8B/10B en GFP	39
Apéndice I – Ejemplos de modelos funcionales para aplicaciones GFP	40
Apéndice II – Ejemplos de tipos de cabida útil GFP	43
Apéndice III – Ejemplo de trama GFP que ilustra el orden de transmisión y el cálculo de CRC	44
Apéndice IV – Número de superbloques utilizados en el GFP transparente	47
IV.1 Introducción.....	47
IV.2 Cálculo de una anchura de banda "de reserva".....	48
IV.3 Cálculo de la anchura de banda disponible para las CMF.....	48
Apéndice V – Requisitos de anchura de banda para transporte Ethernet	50

Introducción

El procedimiento de entramado genérico (GFP) proporciona un mecanismo genérico para adaptar el tráfico de señales cliente de nivel superior en una red de transporte. Las señales cliente pueden estar constituidas por unidades de datos de protocolo (PDU) (por ejemplo IP/PPP o Ethernet MAC), o ser un tren de velocidad binaria constante con código de bloque (por ejemplo Canal para fibra o ESCON/SBCON).

La especificación del GFP consta de aspectos comunes y aspectos específicos del cliente. Los aspectos comunes del GFP son válidos para todo tráfico adaptado a GFP, y se especifican en la cláusula 6. Los aspectos del GFP que son propios del cliente se especifican en las cláusulas 7 y 8. Actualmente hay dos modos de adaptación de la señal cliente definidos para GFP.

- Un modo de adaptación con PDU, conocido como GFP con correspondencia de trama (GFP-F, *frame-mapped GFP*), especificado en la cláusula 7.
- Un modo de adaptación con código de bloque, conocido como GFP transparente (GFP-T), especificado en la cláusula 8.

En la figura 1 se representa la relación entre las señales cliente de capa superior, el GFP y sus trayectos de transporte.

Ethernet	IP/PPP	Otras señales de cliente
GFP – Aspectos específicos del cliente (dependientes de la cabida útil)		
GFP – Aspectos comunes (independientes de la cabida útil)		
Trayecto SDH VC- <i>n</i>	Otros trayectos sincronizados en octetos	Trayecto OTN ODUk

G.7041/Y.1303_F1

Figura 1/G.7041/Y.1303 – Relación del GFP con las señales cliente y los trayectos de transporte

En la figura 2 se representa el entorno en que funciona el GFP.

En el modo de adaptación orientado a correspondencia de tramas, la función de adaptación cliente/GFP puede funcionar en la capa de enlace de datos (o en una capa superior) de la señal cliente. Se requiere la visibilidad de la PDU cliente. Esta visibilidad se obtiene cuando las PDU cliente se reciben, ya sea de la red de capa de datos [por ejemplo, textura de encaminador IP o textura de conmutador Ethernet (C/C' en la figura 2)] o, por ejemplo, de una función puente, conmutador o encaminador en un elemento de red de transporte (TNE, *transport network element*). En este último caso, las PDU cliente se reciben, por ejemplo, a través de una interfaz Ethernet (A/A' en la figura 2).

Para el modo de adaptación transparente, la función de adaptación cliente/GFP actúa sobre el tren de caracteres codificados, y no sobre las PDU cliente entrantes. Por tanto, se requiere el tratamiento del espacio de palabra código entrante para la señal cliente (B/B' en la figura 2).

Generalmente es posible establecer interconexiones entre los puertos A y A', B y B', C y C', A y C' y C y A'. Téngase presente que el tipo de puerto físico para B y B' debe ser el mismo para poder establecer una interconexión, mientras que el tipo de puerto físico de A y A' puede ser diferente.

En el apéndice I se presentan algunos modelos funcionales de alto nivel asociados con el tratamiento GFP antes mencionado.

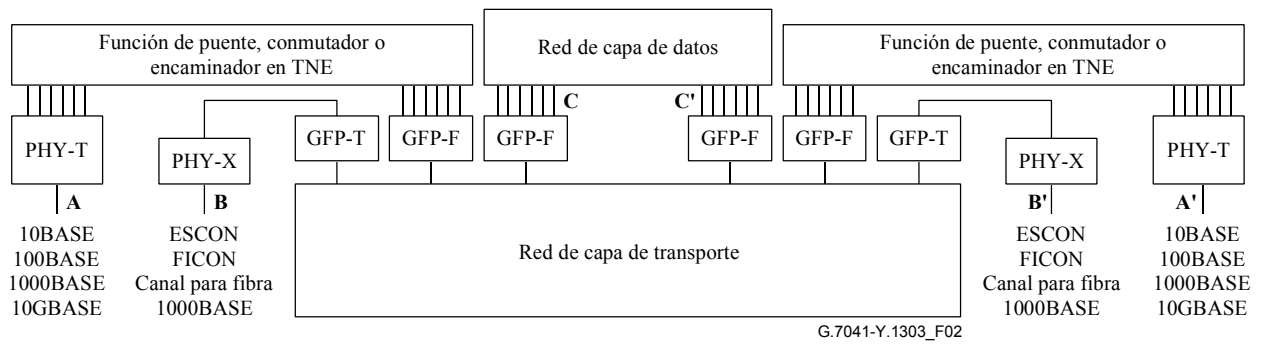


Figura 2/G.7041/Y.1303 – Modelo funcional del GFP (un solo cliente)

Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303

Procedimiento de entramado genérico

1 Alcance

En esta Recomendación se define un procedimiento de entramado genérico (GFP, *generic framing procedure*) para encapsular cabida útil de longitud variable de diversas señales cliente, para transportarlas ulteriormente por redes SDH u OTN, como se define en las Recomendaciones UIT-T G.707/Y.1322 y G.709/Y.1331. En la Recomendación se definen:

- formatos de trama para unidades de datos de protocolo (PDU, *protocol data unit*) transferidas entre puntos de comienzo y de terminación GFP;
- un procedimiento de correspondencia para las señales cliente en GFP.

El procedimiento de entramado descrito en esta Recomendación se puede aplicar tanto al encapsulado de tramas cliente completas (GFP con correspondencia de trama), en la cual una sola trama cliente se hace corresponder a una sola trama GFP, como al transporte con correspondencia de caracteres (GFP transparente), en el cual un número de caracteres de datos cliente se hacen corresponder a códigos de bloque eficientes con miras a su transporte dentro de una trama GFP.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T G.707/Y.1322 (2003), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces para la red óptica de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.783 (2004), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.798 (2002), *Características de los bloques funcionales del equipo de la jerarquía de la red óptica de transporte*.
- Recomendación UIT-T G.806 (2004), *Características del equipo de transporte – Metodología de descripción y funcionalidad genérica*.
- Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), *Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) – Especificación de la capa física: Características generales*.
- ISO/CEI 3309:1993, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level Data Link Control (HDLC) procedures – Frame structure*.

- IEEE Standard 802.3-2002, *Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – LAN/MAN – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*.
- ANSI X3.230-1994, *Fibre Channel – Physical and Signaling Interface (FC-PH)*.
- ANSI X3.296-1997, *Information Technology – Single-Byte Command Code Sets CONnection (SBCON) Architecture*.
- ANSI INCITS 342-2001, *Information Technology – Fibre Channel Backbone (FC-BB)*.
- ANSI INCITS 372-2003, *Information Technology – Fibre Channel Backbone (FC-BB-2)*.
- IETF RFC 1661 (1994), *The Point-to-Point Protocol (PPP)*.
- IETF RFC 1662 (1994), *PPP in HDLC-like Framing*.
- ETSI (CENELEC): EN 50083-9 (1998), *Cable distribution systems for television, sound signals and interactive multimedia signals; Part 9: Interfaces for CATV/SMATV Headends and Similar Professional Equipment for DVB/MPEG-2 transport streams (DVB Blue Book A010), Annex B, Asynchronous Serial Interface*.

3 Términos y definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 procedimiento de entramado genérico con correspondencia de trama: Tipo de correspondencia GFP en el cual la trama de señal cliente recibida se hace corresponder enteramente a una trama GFP.

3.2 identificador de canal (CID, *channel ID*): Número binario de 8 bits que se utiliza para indicar uno de los 256 canales de comunicación en un punto de iniciación/terminación GFP.

3.3 trama de datos cliente: Trama GFP que contiene datos de cabida útil procedentes de una señal cliente.

3.4 trama de gestión de cliente: Trama GFP que contiene información relativa a la gestión de la conexión GFP entre la fuente y el sumidero GFP.

3.5 trama de control: Trama GFP que se utiliza para controlar la conexión GFP. El único control definido hasta ahora es la trama Reposo.

3.6 unidad de transmisión máxima (MTU, *maximum transmission unit*): Tamaño máximo del área (o zona) de cabida útil GFP, en octetos.

3.7 disparidad de funcionamiento: Procedimiento utilizado por códigos de línea en bloque, por ejemplo 8B/10B, para equilibrar el número total de unos y ceros transmitidos a lo largo del tiempo. La disparidad de funcionamiento al final de un subbloque de código de línea es positiva si se han enviado más unos que ceros hasta ese punto, y es negativa si se han enviado más ceros que unos. El codificador utiliza el valor de disparidad de funcionamiento para determinar cuál de los dos códigos posibles se utilizará para transmitir la correspondencia del siguiente carácter, a fin de equilibrar el número de unos y ceros transmitidos.

3.8 puerto de fuente/destino (SP/DP, *source port/destination port*): Entidad lógica direccionable en una interfaz física.

3.9 superbloque: Estructura GFP transparente que combina múltiples códigos 64B/65B junto con una CRC-16, con el fin de proporcionar la alineación de los octetos de cabida útil y el control de errores en los bits del superbloque. Véase la figura 8-3.

3.10 procedimiento de entramado genérico transparente: Tipo de correspondencia GFP en la cual se decodifican caracteres cliente codificados en bloques, que se hacen corresponder con una trama GFP de longitud fija, y pueden transmitirse inmediatamente sin esperar la recepción de toda la trama de datos cliente.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ANSI	Instituto nacional de normas de los Estados Unidos (<i>American National Standards Institute</i>)
ASI	Interfaz asíncrona para DVB (<i>asynchronous interface for DVB</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
cHEC	HEC principal, HEC de núcleo (<i>core HEC</i>)
CID	ID de canal (<i>channel ID</i>)
CoS	Clase de servicio (<i>class of service</i>)
CRC	Verificación por redundancia cíclica (<i>cyclic redundancy check</i>)
CSF	Fallo de señal cliente (<i>client signal fail</i>)
DE	Elegibilidad de descarte (<i>discard eligibility</i>)
DP	Puerto de destino (<i>destination port</i>)
DST	Destino (<i>destination</i>)
DVB	Difusión de video digital (<i>digital video broadcast</i>)
eHEC	HEC de extensión (<i>extension HEC</i>)
EOF	Fin de trama (<i>end of frame</i>)
ESCON	Conexión de sistemas de empresa (<i>enterprise systems connection</i>)
EXI	Identificador de encabezamiento de extensión (<i>extension header identifier</i>)
FC	Canal para fibra (<i>fibre channel</i>)
FCS	Secuencia de verificación de trama (<i>frame check sequence</i>)
FICON	Conexión para fibra (<i>fibre connection</i>)
GFP	Procedimiento de entramado genérico (<i>generic framing procedure</i>)
GFP-F	GFP con correspondencia de trama (<i>frame mapped GFP</i>)
GFP-T	GFP transparente (<i>transparent GFP</i>)
HDLC	Control de alto nivel para enlace de datos (<i>high-level data link control</i>)
HEC	Control de errores del encabezamiento (<i>header error check</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IFG	Intervalo entre tramas (<i>inter-frame gap</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
IPG	Intervalo interpaquete (<i>inter-packet gap</i>)
ISO	Organización Internacional de Normalización (<i>International Organization for Standardization</i>)
LCC	Último carácter de control (<i>last control character</i>)

LOL	Pérdida de luz (<i>loss of light</i>)
LOS	Pérdida de señal (<i>loss of signal</i>)
LSB	Bit menos significativo (<i>least significant bit</i>)
MAC	Control de acceso a medios (<i>media access control</i>)
MAPOS	Protocolo de acceso múltiple sobre SONET/SDH (<i>multiple access protocol over SONET/SDH</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
MTU	Unidad de transmisión máxima (<i>maximum transmission unit</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
OAM	Operaciones, administración y mantenimiento
ODU	Unidad de datos óptica (<i>optical data unit</i>)
OTN	Red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PFI	Identificador de FCS de cabida útil (<i>payload FCS indicator</i>)
PLI	Indicador de longitud de cabida útil (<i>payload length indicator</i>)
PPP	Protocolo punto a punto (<i>point-to-point protocol</i>)
PTI	Identificador de tipo de cabida útil (<i>payload type identifier</i>)
RD	Disparidad de funcionamiento (<i>running disparity</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RPR	Anillo de paquetes resistente (<i>resilient packet ring</i>)
SBCON	Conexión por conjuntos de códigos de instrucción de un solo octeto (<i>single-byte command code sets connection</i>)
SDH	Jerarquía digital síncrona (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SOF	Comienzo de trama (<i>start of frame</i>)
SONET	Red óptica síncrona (<i>synchronous optical network</i>)
SP	Puerto fuente (<i>source port</i>)
SPE	Envoltorio de cabida útil síncrona (<i>synchronous payload envelope</i>)
SRC	Fuente (<i>source</i>)
SSF	Fallo de señal de servidor (<i>server signal failure</i>)
STS	Señal de transporte síncrona (<i>synchronous transport signal</i>)
tHEC	HEC de tipo (<i>type HEC</i>)
TSF	Fallo de señal de camino (<i>trail signal fail</i>)
TTL	Tiempo de vida (<i>time-to-live</i>)
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
UPI	Identificador de cabida útil de usuario (<i>user payload identifier</i>)

5 Convenios

Orden de transmisión: El orden de transmisión de información en todos los diagramas de la presente Recomendación es, primero, de izquierda a derecha y después de arriba a abajo. Dentro de cada octeto, el bit más significativo se transmite primero. El bit más significativo aparece a la izquierda en todos los diagramas.

Valores de campo no definidos: El valor por defecto de todos los campos de encabezamiento definidos es 0, a menos que se indique otra cosa.

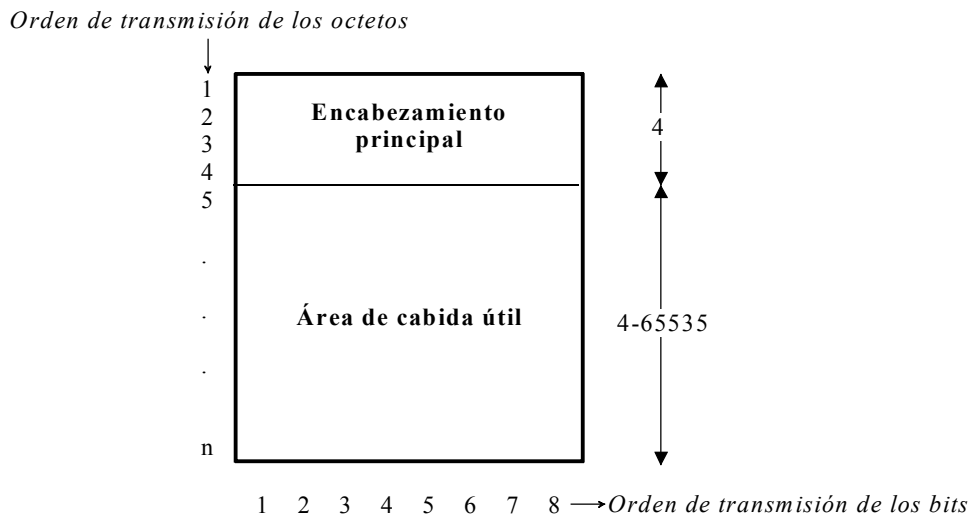
6 Aspectos comunes del GFP

En esta cláusula se describen los aspectos comunes (independientes del protocolo) del GFP para cabidas útiles alineadas en octetos. La correspondencia de las cabidas útiles entramadas en un VC-*n* SDH se especifica en la Rec. UIT-T G.707/Y.1322. La correspondencia de las cabidas útiles entramadas en una cabida útil OTN ODUk se especifica en la Rec. UIT-T G.709/Y.1331.

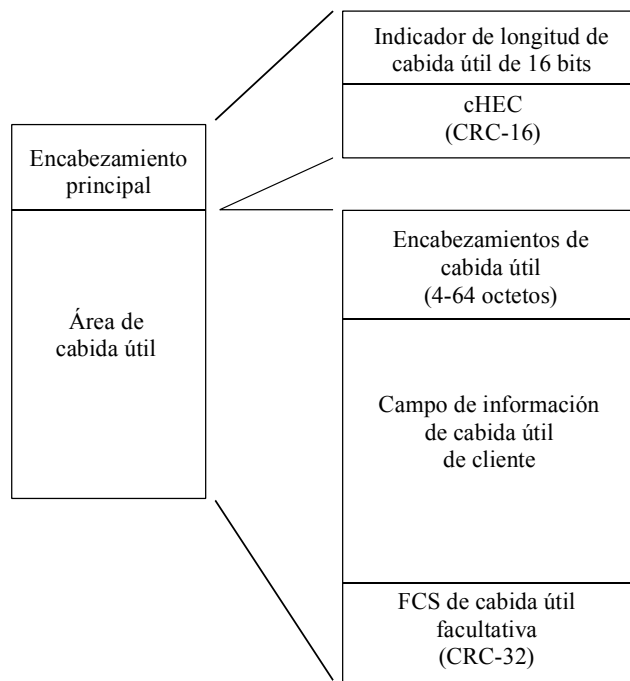
El GFP utiliza una variante del mecanismo de delimitación de trama basado en HEC definido para el modo de transferencia asíncrono (ATM, *asynchronous transfer mode*) (véase la Rec. UIT-T I.432.1). Se definen dos tipos de tramas GFP: tramas cliente GFP y tramas de control GFP. Los formatos de las tramas cliente GFP y de las tramas de control GFP se definen en 6.1 y 6.2. El GFP también soporta un mecanismo de extensión de encabezamiento (de cabida útil) flexible que facilita la adaptación del GFP para su utilización con diversos mecanismos de transporte. Los tipos de encabezamiento de extensión de cabida útil actualmente definidos se especifican en 6.1.2.3.

6.1 Estructura de señal básica para las tramas cliente GFP

El formato de las tramas GFP se muestra en la figura 6-1. Las tramas GFP están alineadas en octetos y consisten en un encabezamiento principal GFP y, salvo para las tramas Reposo GFP, un área de cabida útil GFP.



a) Tamaño de trama y orden de transmisión



G.7041/Y.1303_F6-1

b) Campos que constituyen una trama de cliente GFP

Figura 6-1/G.7041/Y.1303 – Formato de trama cliente GFP

6.1.1 Encabezamiento principal GFP

El formato del encabezamiento principal GFP se muestra en la figura 6-2. Los cuatro octetos del encabezamiento principal GFP constan de un campo indicador de longitud de PDU, de 16 bits, y un campo control de errores de encabezamiento principal (cHEC), de 16 bits. Este encabezamiento permite una alineación de trama GFP independiente del contenido de las PDU de capa superior.

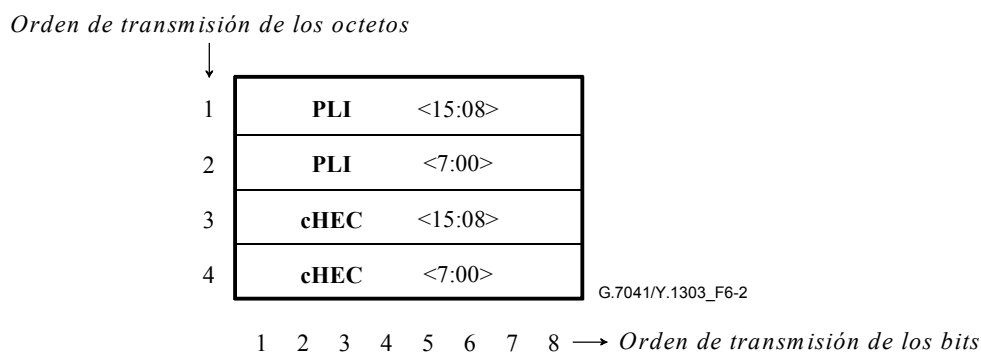


Figura 6-2/G.7041/Y.1303 – Formato de encabezamiento principal GFP

6.1.1.1 Campo indicador de longitud de PDU (PLI)

El campo PLI de dos octetos contiene un número binario que representa el número de octetos del área de cabida útil GFP. El valor mínimo absoluto del campo PLI en una trama cliente GFP es 4 octetos. Los valores 0-3 del PLI están reservados para uso de la trama de control GFP (véase 6.2).

6.1.1.2 Campo HEC principal (cHEC)

El campo control de errores de encabezamiento principal de dos octetos contiene un código de control de errores CRC-16 que protege la integridad del contenido del encabezamiento principal, permitiendo tanto la corrección de errores en un solo bit como la detección de errores en varios bits. La secuencia cHEC se calcula sobre los octetos del encabezamiento principal como se indica en 6.1.1.2.1.

6.1.1.2.1 Tratamiento del HEC

El polinomio generador de HEC es $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, con un valor de inicialización de 0, donde x^{16} corresponde al bit más significativo (MSB, *most significant bit*) y x^0 corresponde al bit menos significativo (LSB, *least significant bit*).

El campo cHEC es generado por el proceso de adaptación de fuente, en el que se siguen estos pasos (véase el apéndice I/V.41):

- 1) Los dos primeros octetos de la trama GFP se toman en el orden en que se transmiten los octetos en la red, empezando por el bit más significativo, para formar un esquema de 16 bits que representa los coeficientes de un polinomio $M(x)$ de grado 15.
- 2) $M(x)$ se multiplica por x^{16} y se divide (módulo 2) por $G(x)$, lo que da un residuo $R(x)$ de grado 15 o inferior.
- 3) Se considera que los coeficientes de $R(x)$ son una secuencia de 16 bits, donde x^{15} es el bit más significativo.
- 4) Esta secuencia de 16 bits es la CRC-16, donde el primer bit de la CRC-16 que habrá de transmitirse es el coeficiente de x^{15} , y el último bit es el coeficiente de x^0 .

En el proceso de adaptación del sumidero se siguen los pasos 1 a 3, tal como se hace en el proceso de adaptación de la fuente. Cuando no hay errores en los bits, el residuo será 0000 0000 0000 0000.

Esta corrección de un solo bit se efectúa en el encabezamiento principal. El proceso de adaptación del sumidero GFP descartará las tramas GFP en las que se detecten errores en varios bits. El proceso de adaptación del sumidero también actualiza todos los registros de sistema pertinentes para fines de supervisión de la calidad de funcionamiento.

6.1.1.3 Aleatorización del encabezamiento principal

El encabezamiento principal se aleatoriza para mantener un equilibrio en corriente continua mediante una operación "O" exclusiva (suma módulo 2) con el número hexadecimal B6AB31E0. Este número es la secuencia de tipo Barker de transición máxima, lóbulo lateral mínimo, con una longitud de 32. La aleatorización del encabezamiento principal GFP mejora la robustez del procedimiento de delimitación de trama GFP y proporciona un número suficiente de transiciones 0-1 y 1-0 durante los periodos de reposo sin transmisión.

6.1.2 Área de cabida útil GFP

El área de cabida útil GFP, que consta de todos los octetos de la trama GFP que se encuentran después del encabezamiento principal GFP, se utiliza para transportar información de protocolo específica de capa superior. En esta área de longitud variable puede haber de 4 a 65 535 octetos. Como puede verse en la figura 6-3, el área de cabida útil GFP consta de dos componentes comunes: un encabezamiento de cabida útil y un campo de información de cabida útil. También puede haber un campo FCS de cabida útil (pFCS, *FCS payload*) facultativo.

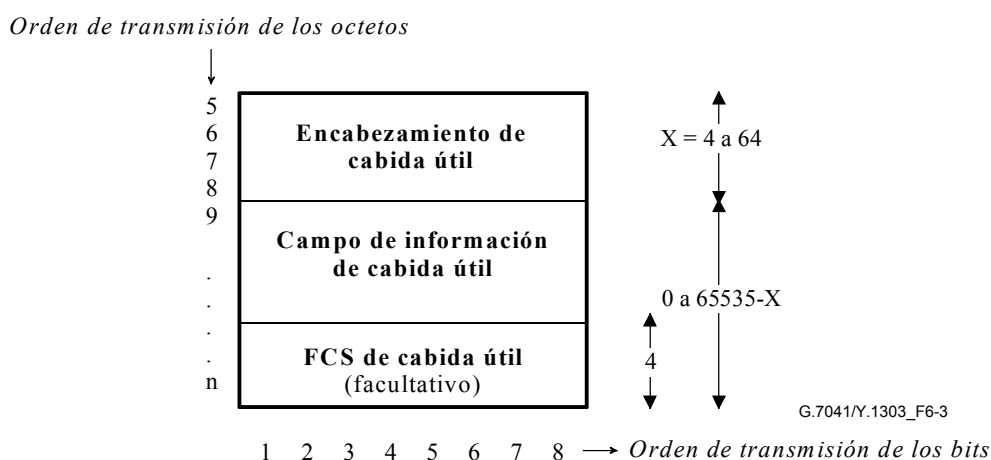


Figura 6-3/G.7041/Y.1303 – Formato del área de cabida útil GFP

Los tamaños de la MTU de GFP, en la práctica, para el área de cabida útil GFP, son específicos de la aplicación. Una implementación debe soportar la transmisión y la recepción de tramas GFP con áreas de cabida útil GFP de 1600 octetos como mínimo. Puede establecerse un acuerdo previo de manera que las implementaciones GFP que lo acepten puedan utilizar otros valores de MTU. Las implementaciones que soporten el canal para fibra con correspondencia de trama, también deben soportar zonas de cabida útil GFP de al menos 2156 octetos.

6.1.2.1 Encabezamiento de cabida útil

El encabezamiento de cabida útil es un área de longitud variable, de 4 a 64 octetos de longitud, que tiene por función soportar procedimientos de gestión del enlace de datos específicos de la señal cliente de capa superior. En la figura 6-4 se representa la estructura de encabezamiento de cabida útil GFP. En esta área hay dos campos obligatorios, los campos Tipo y tHEC, así como un número variable de campos de encabezamiento de cabida útil adicionales. Este grupo de campos de encabezamiento de cabida útil adicionales también se conoce como encabezamiento de extensión. El campo Tipo especifica la presencia de un encabezamiento de extensión y su formato, así como la presencia de la FCS de cabida útil facultativa. El campo tHEC protege la integridad del campo Tipo.

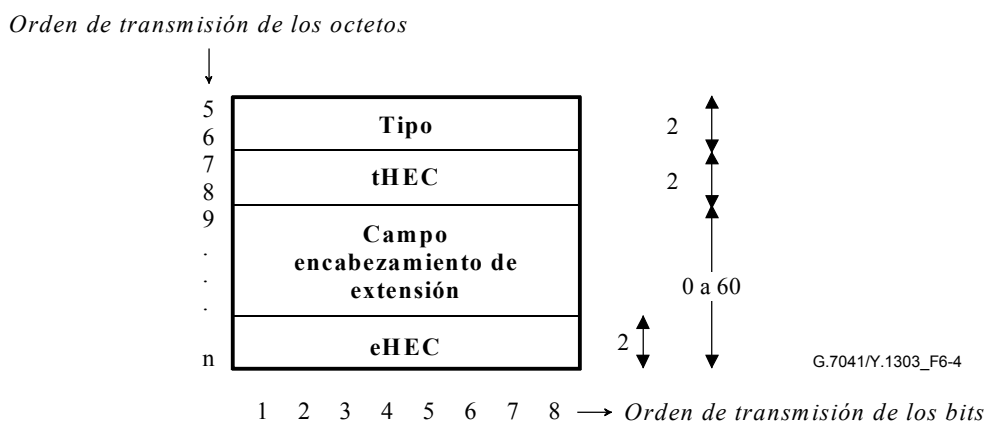


Figura 6-4/G.7041/Y.1303 – Formato del encabezamiento de cabida útil GFP

Una implementación soportará la recepción de una trama GFP con un encabezamiento de cabida útil de cualquier longitud comprendida entre 4 y 64 octetos.

6.1.2.1.1 Campo Tipo GFP

El campo Tipo GFP es un campo obligatorio de dos octetos del encabezamiento de cabida útil, que indica el contenido y el formato del campo de información de cabida útil GFP (véase 6.1.2.2). El campo Tipo distingue entre tipos de trama GFP y entre diferentes servicios en un entorno multiservicios. Como puede verse en la figura 6-5, el campo Tipo está formado por un identificador de tipo de cabida útil (PTI, *payload type identifier*), un identificador de FCS de cabida útil (PFI, *payload FCS indicator*), un indicador de encabezamiento de extensión (EXI, *extension header identifier*) y un identificador de cabida útil de usuario (UPI, *user payload identifier*).

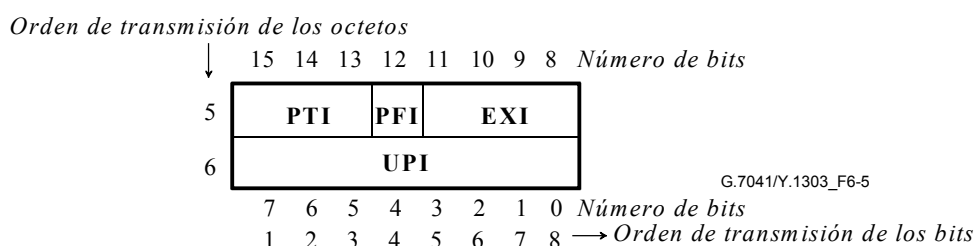


Figura 6-5/G.7041/Y.1303 – Formato del campo Tipo GFP

La interpretación del campo UPI para valores del PTI diferentes de 000 ó 100 requiere estudios adicionales. En el apéndice II pueden verse ejemplos de valores del campo Tipo.

6.1.2.1.1.1 Identificador de tipo de cabida útil

Es un subcampo de 3 bits del campo Tipo que identifica el tipo de trama cliente GFP. Actualmente están definidas dos clases de tramas cliente: tramas de datos de usuario (PTI = 000) y tramas de gestión de cliente (PTI = 100). En el cuadro 6-1 se indican los puntos de código del PTI.

Cuadro 6-1/G.7041/Y.1303 – Identificadores de Tipo de cabida útil GFP

Bits de Tipo <15:13>	Utilización
000	Datos cliente
100	Gestión de cliente
Otros	Reservados

6.1.2.1.2 Indicador de FCS de cabida útil (PFI)

Es un subcampo de un bit del campo Tipo, que indica la presencia (PFI = 1) o ausencia (PFI = 0) del campo FCS de cabida útil.

6.1.2.1.3 Identificador de encabezamiento de extensión (EXI)

Es un subcampo de 4 bits del campo Tipo, que identifica el tipo de encabezamiento de extensión GFP. Actualmente están definidas tres clases de encabezamiento de extensión: Un encabezamiento de extensión nulo, un encabezamiento de extensión lineal y el encabezamiento de extensión en anillo. En el cuadro 6-2 se indican los puntos de código del EXI.

Cuadro 6-2/G.7041/Y.1303 – Identificadores de encabezamiento de extensión GFP

Bits de Tipo <11:8>	Utilización
0000	Encabezamiento de extensión nulo
0001	Trama lineal
0010	Trama en anillo
Otros	Reservados

6.1.2.1.4 Identificador de cabida útil de usuario (UPI)

Es un campo de 8 bits que identifica el tipo de cabida útil transportada en el campo Información de cabida útil GFP. La interpretación del campo UPI está relacionada con el tipo de trama cliente GFP indicada por el subcampo PTI. Los valores del UPI para tramas de datos cliente se especifican en 6.1.3.1 y los valores del UPI para tramas de gestión de cliente se especifican en 6.1.3.2.

6.1.2.1.2 Campo HEC de Tipo (tHEC)

El campo Control de errores de encabezamiento de tipo, de dos octetos, contiene un código de control de error CRC-16 que protege la integridad del contenido del campo Tipo, permitiendo la corrección de errores en un solo bit y la detección de errores en varios bits. El encabezamiento Tipo consta del campo Tipo y del tHEC.

El contenido del campo tHEC se genera siguiendo los mismos pasos que para el cHEC (véase 6.1.1.2.1) con la siguiente excepción:

- Para el tHEC, el paso 1) se modifica de manera que $M(x)$ esté formado por todos los octetos del campo Tipo, pero excluyendo el campo tHEC propiamente dicho.

El proceso de adaptación de sumidero GFP realizará la corrección de errores de un solo bit en el campo Tipo, que está protegido por un campo tHEC. El proceso de adaptación de sumidero GFP descartará todas las tramas GFP en que se detecten errores en varios bits. El proceso de adaptación de sumidero también actualiza los registros de sistema pertinentes para fines de supervisión de la calidad de funcionamiento.

6.1.2.1.3 Encabezamientos de extensión GFP

El encabezamiento de extensión de cabida útil es un campo extendido de 0 a 60 octetos (incluido el eHEC) que soporta encabezamientos de enlace de datos que son propios de cada tecnología, tales como identificadores de enlace virtual, direcciones de fuente/destino, números de puerto, clases de servicio, control de errores del encabezamiento de extensión, etc. El tipo de encabezamiento de extensión está indicado por el contenido de los bits EXI del campo Tipo del encabezamiento de cabida útil.

Actualmente están definidas tres variantes de encabezamiento de extensión para soportar datos clientes específicos en configuraciones lógicas en anillo o configuraciones lógicas punto a punto (lineales).

En esta subcláusula se describen los diversos campos de cada encabezamiento de extensión. El valor por defecto de todo campo no definido es 0 a menos que se indique otra cosa.

6.1.2.1.3.1 Encabezamiento de extensión nulo

En la figura 6-6 se muestra el encabezamiento de cabida útil para una trama con un encabezamiento de extensión nulo. Este encabezamiento de extensión corresponde a una configuración lógica punto a punto. Está destinado a escenarios en que el trayecto de transporte está dedicado a una señal cliente.

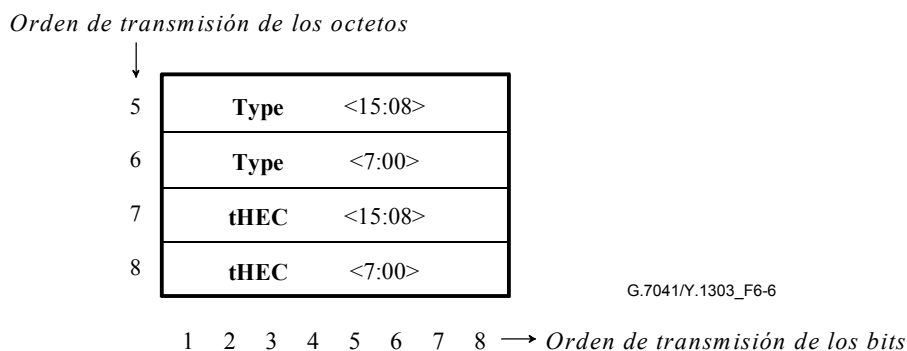


Figura 6-6/G.7041/Y.1303 – Encabezamiento de cabida útil para una trama GFP con un encabezamiento de extensión nulo

6.1.2.1.3.2 Encabezamiento de extensión para una trama lineal

El encabezamiento de cabida útil para una trama lineal (punto a punto) con un encabezamiento de extensión, que se representa en la figura 6-7, está destinado a escenarios en que hay varios enlaces independientes que es necesario reunir en un solo trayecto de transporte.

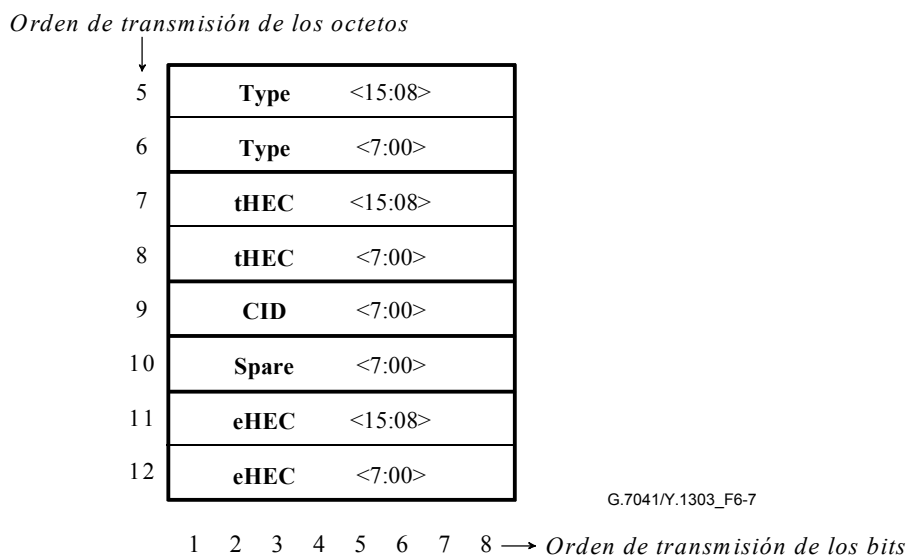


Figura 6-7/G.7041/Y.1303 – Encabezamiento de cabida útil para una trama lineal (punto a punto) que incluye el encabezamiento de extensión

6.1.2.1.3.2.1 Campo identificador de canal (CID)

El CID es un número binario de 8 bits utilizado para indicar uno de los 256 canales de comunicación en un punto de terminación GFP.

6.1.2.1.3.2.2 Campo de reserva

El campo de reserva de 8 bits está reservado para utilización futura.

6.1.2.1.3.2.3 Campo HEC de extensión (eHEC)

Véase 6.1.2.1.4.

6.1.2.1.3.3 Encabezamiento de extensión para una trama en anillo

Queda en estudio.

6.1.2.1.4 Campo HEC de extensión (eHEC)

El campo control de errores del encabezamiento de extensión, de dos octetos, contiene un código de control de errores CRC-16 que protege la integridad del contenido de los encabezamientos de extensión, permitiendo la corrección de errores en un solo bit (facultativa) y la detección de errores en varios bits.

El contenido del campo eHEC se genera siguiendo los mismos pasos que para el cHEC (véase 6.1.1.2.1), con la siguiente excepción:

- Para el eHEC, el paso 1) se modifica de manera que $M(x)$ esté formado por todos los octetos del encabezamiento de extensión, excluyendo el campo eHEC propiamente dicho.

El proceso de adaptación del sumidero GFP puede corregir errores de un solo bit en todos los campos protegidos por un campo tHEC. La corrección de errores de un solo bit es facultativa para el encabezamiento de extensión. El proceso de adaptación del sumidero GFP descartará todas las tramas GFP en las que se detecten errores en varios bits, o en las que se produzca un error en un campo de encabezamiento al que no se aplica la corrección de errores de un solo bit. El proceso de adaptación del sumidero también actualiza todos los registros de sistema pertinentes para fines de supervisión de la calidad de funcionamiento.

6.1.2.2 Campo información de cabida útil

El campo información de cabida útil contiene la PDU entramada para GFP con correspondencia de tramas o, en el caso de GFP transparente, un grupo de caracteres de señal cliente. Este campo de longitud variable puede tener de 0 a $65\ 535-X$ octetos, siendo X el tamaño del encabezamiento de cabida útil. Este campo puede incluir un campo FCS de cabida útil facultativo. La PDU/señal cliente siempre es transferida al campo de información de cabida útil de GFP como un tren de paquetes alineados en octetos.

6.1.2.2.1 Campo secuencia de verificación de trama de cabida útil (pFCS, *payload frame check sequence*)

La secuencia de verificación de trama (FCS) de cabida útil GFP que se representa en la figura 6-8, es una secuencia de verificación de trama opcional y de una longitud de cuatro octetos. Contiene una secuencia CRC-32 que protege el contenido del campo información de cabida útil GFP. El proceso de generación de la FCS se define en 6.1.2.2.1.1. Un valor de 1 en el bit PFI del campo Tipo indica que el campo FCS de cabida útil está presente.

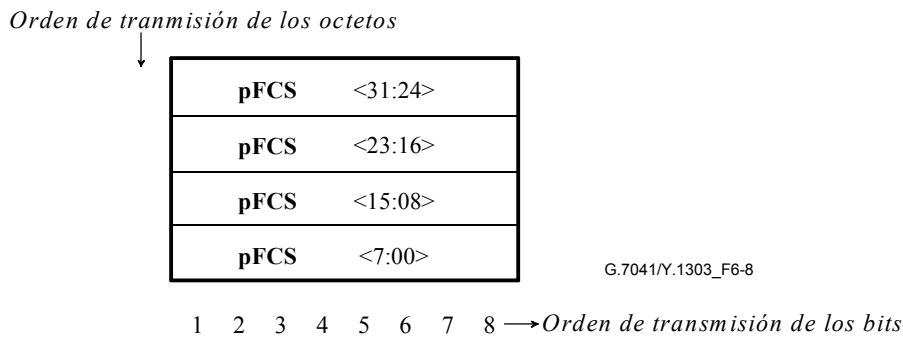


Figura 6-8/G.7041/Y.1303 – Formato de la secuencia de verificación de trama de cabida útil GFP

6.1.2.2.1 Generación de la secuencia de verificación de trama (FCS) de cabida útil

La FCS de cabida útil se genera utilizando el polinomio generador CRC-32 (ISO/CEI 3309) $G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$, donde x^{32} corresponde al bit más significativo (MSB) y x^0 corresponde al bit menos significativo (LSB).

Para generar el campo FCS de cabida útil se siguen estos pasos:

- 1) Los N octetos procedentes del campo información de cabida útil GFP, excluida la FCS, se toman en el orden de octetos de la red, empezando por el bit más significativo, para formar un esquema de $8N$ bits que representa los coeficientes de un polinomio $M'(x)$ de grado $8N - 1$.
- 2) $M'(x)$ se multiplica por x^{32} , se suma al polinomio "todos 1" $U(x) = 1 + x^1 + x^2 + \dots + x^{31}$, y se divide (módulo 2) por $G(x)$, lo que da un residuo $R(x)$ de grado 31 o inferior.
NOTA – La adición de $x^{8N} [1 + x^1 + x^2 + \dots + x^{31}]$ equivale a fijar previamente el registro de desplazamiento a "todos 1" en las implementaciones de registro de desplazamiento típicas que utilizan valores fijados previamente.
- 3) Se considera que los coeficientes de $R(x)$ son una secuencia de 32 bit, donde x^{31} es el bit más significativo.
- 4) El complemento de esta secuencia de 32 bits es la CRC-32.

El proceso de adaptación de sumidero sigue los pasos 1 a 3 de la misma forma que el proceso de adaptación de fuente. Si no hay errores, el residuo será 11000111_00000100_11011101_01111011, en el orden x^{31} a x^0 .

6.1.2.3 Aleatorización del área de cabida útil

Es necesario aleatorizar el área de cabida útil GFP para garantizar que la información de cabida útil no reproduzca la palabra de aleatorización (o su inversa) procedente de un aleatorizador síncrono de trama como los utilizados en la capa SDH RS o en un canal OTN OPUk. En la figura 6-9 se representan los procesos aleatorizador y desaleatorizador.

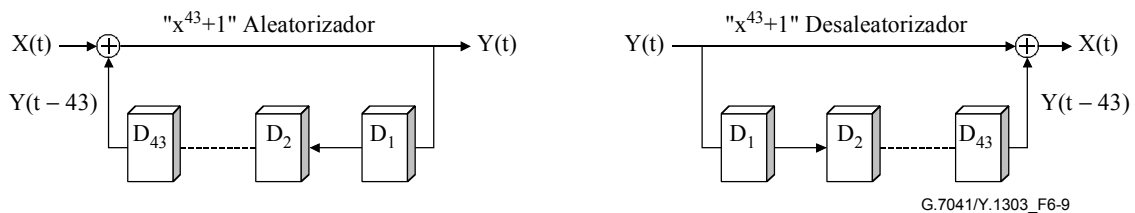


Figura 6-9/G.7041/Y.1303 – Procesos aleatorizador y desaleatorizador $X^{43} + 1$ para GFP

Todos los octetos en el área de cabida útil GFP se aleatorizan mediante un aleatorizador autosincronizado $1 + x^{43}$. La aleatorización se efectúa en el orden de los bits de la red.

En el proceso de adaptación de fuente, la aleatorización se habilita empezando por el primer octeto transmitido después del campo cHEC, y se inhabilita después del último octeto transmitido de la trama GFP. Cuando el aleatorizador o desaleatorizador es inhabilitado, su estado se retiene. En consecuencia, el estado del aleatorizador o desaleatorizador al principio de la cabida útil de una trama GFP corresponde a los últimos 43 bits del área de cabida útil de la trama GFP transmitida en ese canal inmediatamente antes de la trama GFP actual.

La activación del desaleatorizador del proceso de adaptación de sumidero también depende del estado actual del algoritmo de comprobación cHEC:

- a) En los estados HUNT y PRESYNC, el desaleatorizador está inhabilitado.
- b) En el estado SYNC, el desaleatorizador está habilitado solamente para los octetos entre el campo cHEC y el final de la trama GFP que va a ser tratada.

NOTA – El proceso de adaptación de sumidero GFP puede reenviar de una forma fiable tramas GFP a la entidad de capa superior solamente cuando dicho proceso se encuentra en el estado SYNC.

6.1.3 Tramas cliente GFP

Actualmente están definidos dos tipos de tramas cliente GFP: de datos cliente y de gestión de cliente. Las tramas de datos cliente GFP se utilizan para transportar datos a partir de la señal cliente. Las tramas de gestión de cliente se utilizan para transportar información sobre la gestión de la señal cliente o la conexión GFP.

6.1.3.1 Trama de datos cliente

Los datos cliente se transportan a través de GFP mediante tramas de datos cliente. Las tramas de datos cliente son tramas cliente GFP formadas por un encabezamiento principal y un área de cabida útil. El campo Tipo de las tramas de datos cliente utiliza los siguientes valores de subcampo Tipo:

- PTI = 000;
- PFI = según la cabida útil;
- EXI = según la cabida útil;
- UPI = según la cabida útil.

El indicador FCS de cabida útil (PFI) se fijará como proceda, según que FCS esté o no habilitada. El identificador de encabezamiento de extensión (EXI) se fijará según los requisitos de multiplexación de trama y de topología para la conexión GFP. El identificador de cabida útil de usuario se fijará según el tipo de señal cliente transportada. En el cuadro 6-3 se indican los valores de UPI definidos para las tramas de datos cliente.

Cuadro 6-3/G.7041/Y.1303 – Identificadores de cabida útil de usuario para las tramas cliente GFP

PTI = 000	
Bits de Tipo <7:0>	Área de cabida útil de trama GFP
0000 0000 1111 1111	Reservado y no disponible
0000 0001	Ethernet con correspondencia de trama
0000 0010	PPP con correspondencia de trama
0000 0011	Canal para fibra transparente

Cuadro 6-3/G.7041/Y.1303 – Identificadores de cabida útil de usuario para las tramas cliente GFP

PTI = 000	
Bits de Tipo <7:0>	Área de cabida útil de trama GFP
0000 0100	FICON transparente
0000 0101	ESCON transparente
0000 0110	Gb Ethernet transparente
0000 0111	Reservado para uso futuro
0000 1000	Protocolo de acceso múltiple con correspondencia de trama a través de SDH (MAPOS)
0000 1001	DVB ASI transparente
0000 1010	Anillo de paquetes resistente IEEE 802.17 con correspondencia de trama
0000 1011	Canal para fibra con correspondencia de trama FC-BBW
0000 1100	Canal para fibra transparente asíncrono
0000 1101 a 1110 1111	Reservados para normalización futura
1111 0000 a 1111 1110	Reservados para uso privado (nota)
NOTA – La utilización de valores de código propietarios se describe en el anexo A/G.806	

6.1.3.2 Tramas de gestión de cliente GFP

Las tramas de gestión de cliente proporcionan un mecanismo genérico para el proceso de adaptación de fuente específico de cliente GFP, para el envío facultativo de tramas de gestión de cliente al proceso de adaptación de sumidero, específico de cliente GFP. Tal como se muestra en la figura 6-10, las tramas de gestión de cliente son tramas cliente GFP formadas por un encabezamiento principal y un área de cabida útil. El campo Tipo de las tramas de datos cliente utiliza los siguientes valores de subcampo Tipo:

- PTI = 100;
- PFI = según la cabida útil;
- EXI = según la cabida útil;
- UPI = según la cabida útil.

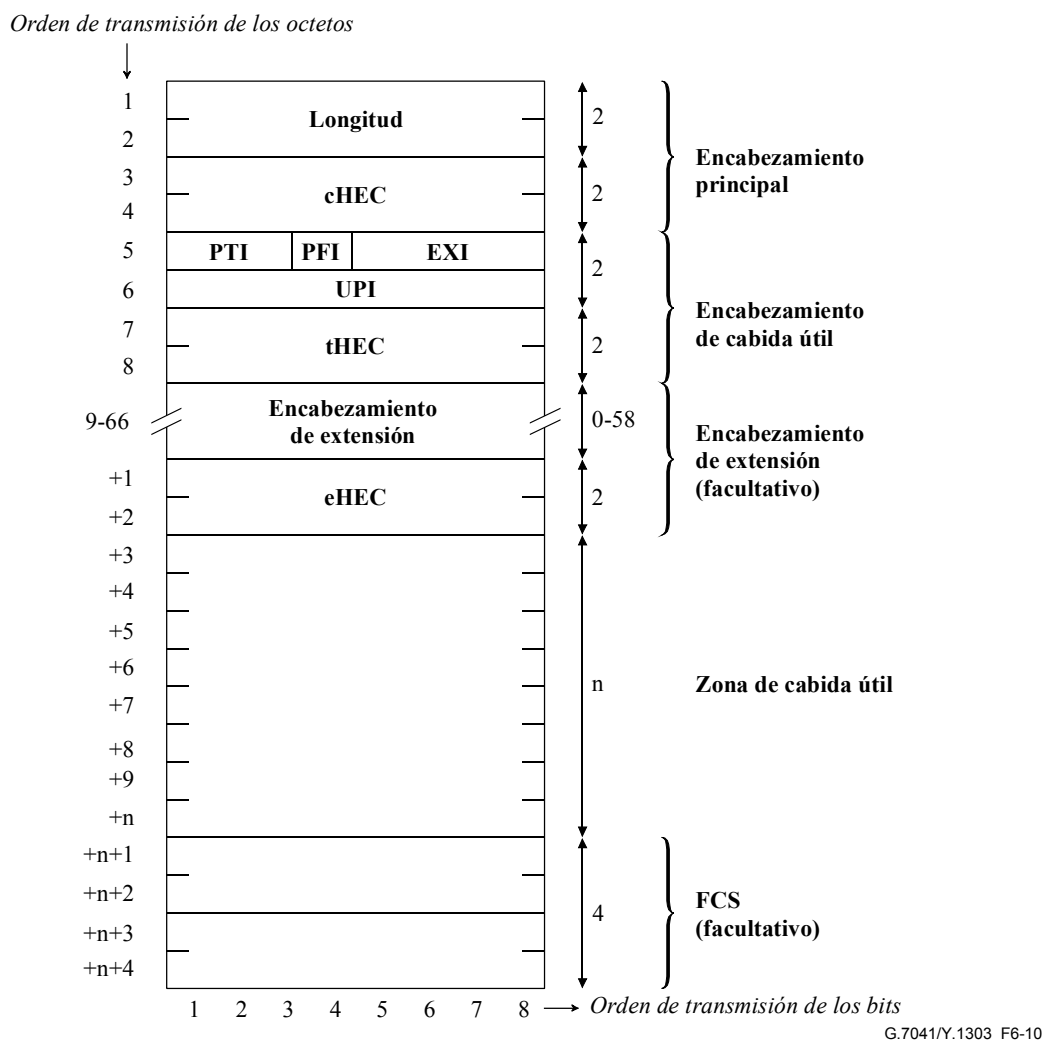


Figura 6-10/G.7041/Y.1303 – Trama de gestión de cliente GFP

Cuando se utiliza como una trama de gestión de cliente GFP, el indicador de FCS de cabida útil (PFI) se fijará como proceda, en función de que FCS esté o no habilitada. (Téngase presente que la utilización de FCS en tramas de gestión de cliente GFP reduce la cantidad de anchura de banda "de reserva" que se puede utilizar para estas tramas.) El indicador de encabezamiento de extensión (EXI) se fijará como proceda en función de que se emplee o no el de extensión. (Téngase presente que la utilización de encabezamiento de extensión en una trama de gestión de cliente GFP reduce significativamente la cantidad de anchura de banda "de reserva" que se puede utilizar para estas tramas.)

El UPI define la utilización de la cabida útil de la trama de gestión de cliente GFP. Esto permite utilizar la trama de gestión de cliente GFP para múltiples fines. En el cuadro 6-4 se indican diversas utilidades de la cabida útil de la trama de gestión de cliente GFP.

Cuadro 6-4/G.7041/Y.1303 – Identificador de cabida útil de usuario de la trama de gestión de cliente GFP

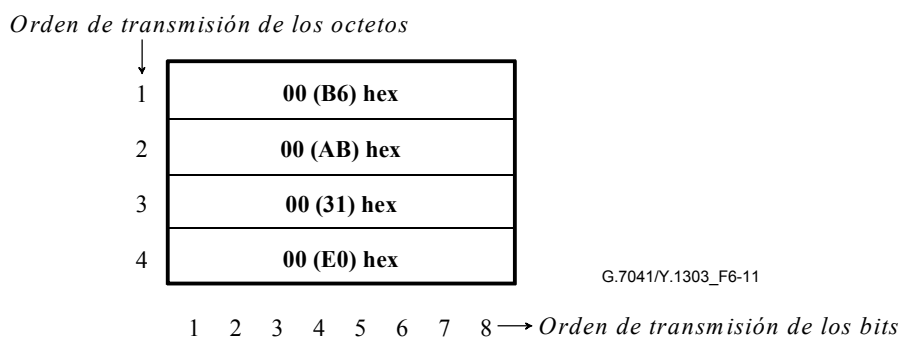
PTI = 100	
Valor del UPI	Utilización
0000 0000 1111 1111	Reservados
0000 0001	Fallo de señal cliente (pérdida de señal cliente)
0000 0010	Fallo de señal cliente (pérdida de sincronización de caracteres)
0000 0011 a 1111 1110	Reservados para utilización futura

6.2 Tramas de control GFP

Las tramas de control GFP se utilizan en la gestión de la conexión GFP. La única trama de control especificada hasta el momento es la trama Reposo GFP.

6.2.1 Trama Reposo GFP

La trama Reposo GFP es una trama especial de control GFP de cuatro octetos formada solamente por un encabezamiento principal GFP con los campos PLI y cHEC (véase 6.1.1) puestos a 0, sin área de cabida útil. La trama Reposo sirve de trama de relleno para el proceso de adaptación de fuente GFP, con el fin de facilitar la adaptación del tren de octetos GFP a cualquier medio de transporte dado cuando el canal del medio de transporte tenga una capacidad mayor que la requerida para la señal cliente. El formato de la trama Reposo GFP se muestra en la figura 6-11; entre paréntesis se indican los valores que se obtienen después de la aleatorización similar a la de Barker.



**Figura 6-11/G.7041/Y.1303 – Trama Reposo GFP
(trama aleatorizada por un proceso similar al de Barker)**

6.2.2 Otras tramas de control

Las tramas de control con PLI = 1, 2 ó 3 quedan en estudio.

6.3 Funciones a nivel de trama GFP

En esta cláusula se examinan los procesos a nivel de trama que son comunes para todas las cabidas que son entramadas mediante GFP. Los procesos que son específicos de determinados tipos de cabida útil se examinan en las cláusulas 7 y 8. Las relaciones entre estos procesos se ilustran en la figura 6-12.

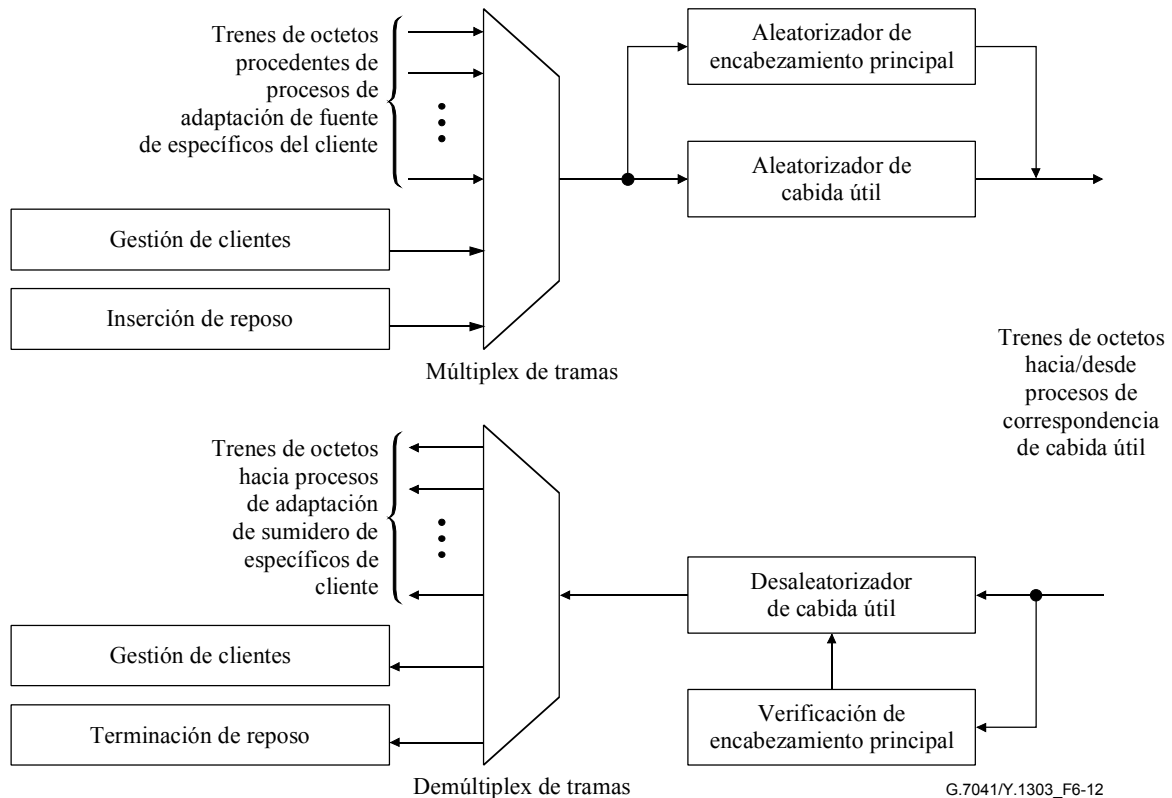


Figura 6-12/G.7041/Y.1303 – Procedimientos comunes GFP (que son independientes del protocolo)

6.3.1 Algoritmo de delimitación de trama GFP

GFP utiliza una versión modificada del algoritmo de verificación HEC especificado en 7.3.3.2/I.432.1, para proporcionar delimitación de trama GFP. El algoritmo de delimitación de trama utilizado en GFP difiere del algoritmo de la Rec. UIT-T I.432.1 en dos aspectos esenciales:

- El algoritmo utiliza el campo indicador de longitud de PDU del encabezamiento principal GFP para encontrar el final de la trama GFP; y
- En el cálculo del campo HEC se utiliza un polinomio de 16 bits y, en consecuencia, genera un campo cHEC de dos octetos.

La delimitación de trama GFP se efectúa con base en la correlación entre los primeros dos octetos de la trama GFP y el campo cHEC de dos octetos, insertado. La figura 6-13 ilustra el diagrama de estados del método de delimitación de trama GFP.

El diagrama de estados funciona como sigue:

- En el estado HUNT, el proceso GFP efectúa la delimitación de trama buscando, octeto por octeto, un encabezamiento principal formateado correctamente en la última secuencia recibida de cuatro octetos. Durante este estado, la corrección de errores simples del encabezamiento principal está inhabilitada. Cuando se detecta una concordancia de cHEC correcta en los campos PLI y cHEC que van a ser tratados (o candidatos), se identifica una trama GFP candidata y el proceso de recepción pasa al estado PRESYNC.

- 2) En el estado PRESYNC, el proceso GFP efectúa la delimitación de trama verificando, trama por trama, la concordancia correcta de cHEC en el supuesto encabezamiento principal de la siguiente trama GFP candidata. El campo PLI en el encabezamiento principal de la trama GFP precedente se utiliza para encontrar el comienzo de la siguiente trama GFP candidata. La corrección de errores simples del encabezamiento principal permanece inhabilitada por toda la duración de este estado. El proceso se repite hasta que se confirman DELTA cHEC correctas consecutivas, en cuyo momento el proceso pasa al estado SYNC. Si se detecta una cHEC incorrecta, el proceso vuelve al estado HUNT. El número total de cHEC correctas consecutivas requeridas para transitar del estado HUNT al estado SYNC es por tanto DELTA + 1.
- 3) En el estado SYNC, el proceso GFP efectúa la delimitación de trama verificando la concordancia de una cHEC correcta en la siguiente trama GFP candidata. El campo PLI en el encabezamiento principal de la trama GFP precedente se utiliza para encontrar el comienzo de la siguiente trama GFP candidata. Durante este estado, la corrección de errores bit simple en el encabezamiento principal está habilitada. La delimitación de tramas se pierde cuando se detectan múltiples errores de bit en el encabezamiento principal mediante la cHEC. En este caso, se declara un evento de pérdida de delimitación de trama GFP, el proceso de entramado vuelve al estado HUNT, y se indica al proceso de adaptación de cliente un fallo de señal de servidor (SSF, *server signal failure*) cliente.
- 4) Las tramas reposo GFP participan en el proceso de delimitación y después son descartadas.

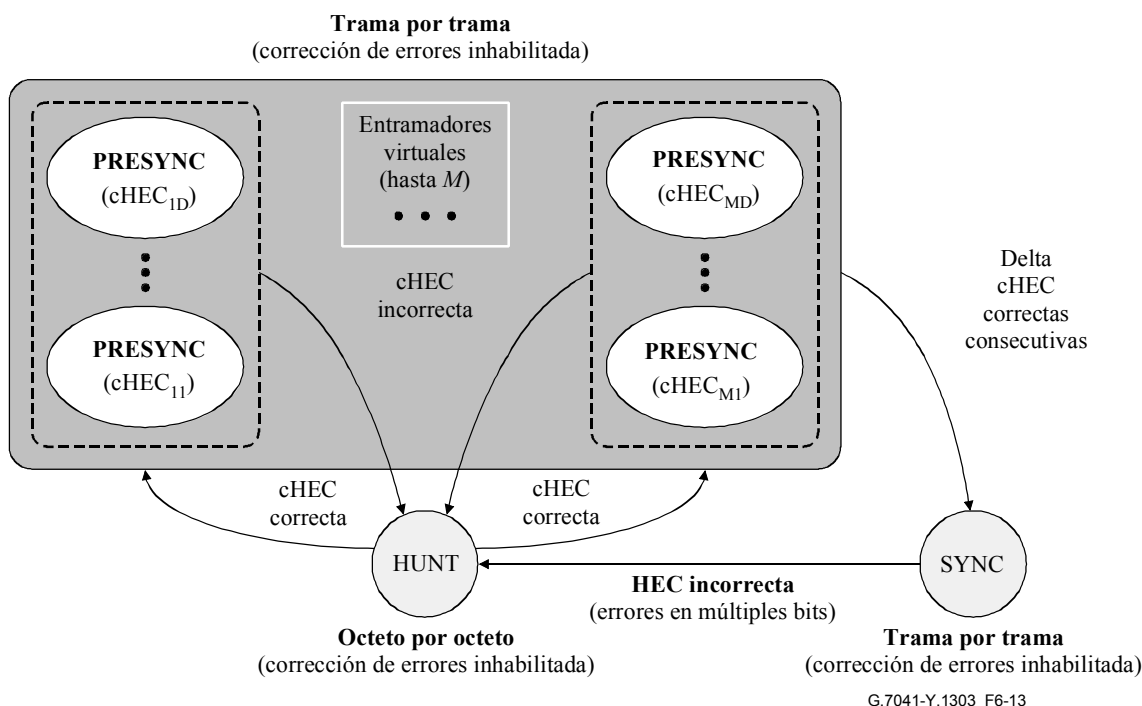


Figura 6-13/G.7041/Y.1303 – Diagrama de estados de delimitación de tramas GFP

La robustez con respecto a una delimitación incorrecta en el proceso de resincronización depende del valor de DELTA. Se sugiere un valor de DELTA = 1.

Puede mejorarse la velocidad de adquisición de delimitación de tramas mediante la implementación de múltiples "entramadores virtuales", en virtud de los cuales el proceso GFP permanece en el estado HUNT y se abarca un subestado PRESYNC separado para cada trama GFP candidata detectada en el tren de octetos entrante, como se ilustra en la figura 6-13.

6.3.2 Multiplexación de tramas

Las tramas GFP procedentes de múltiples puertos y de múltiples tipos de cliente se multiplexan trama por trama. La elección de algoritmos de ordenación está fuera del ámbito de la presente Recomendación.

Cuando ya no existen otras tramas GFP disponibles para su transmisión, se insertarán tramas Reposo GFP, con lo que se proporciona un tren continuo de tramas para la correspondencia con una capa física alineada en octetos.

6.3.3 Indicación de fallo de la señal cliente

GFP proporciona un mecanismo genérico para que un proceso de adaptación de fuente específico de cliente GFP propague una indicación de fallo de la señal cliente (CSF, *client signal fail*) hacia el proceso de adaptación de sumidero específico de cliente GFP en el extremo distante al detectarse un defecto por fallo en la señal cliente entrante.

Las reglas de detección de los eventos de fallo de la señal cliente son por definición específicas del cliente (véanse las cláusulas 7 y 8). Tras la detección de uno de estos eventos, el proceso de adaptación de fuente GFP debe generar una trama de gestión de cliente (PTI = 100). El subcampo PFI se fija a 0 (sin FCS de campo de información de cabida útil), y el subcampo EXI se fija al tipo de encabezamiento de extensión apropiado como corresponda. Los dos tipos de CSF, utilizan los siguientes valores de campo UPI:

- Pérdida de la señal cliente (UPI = 0000 0001).
- Pérdida de la sincronización de los caracteres cliente (UPI = 0000 0010).

Al detectarse una condición CSF, el proceso de adaptación de fuente específico de cliente GFP debe enviar indicaciones CSF hacia el proceso de adaptación de sumidero específico de cliente GFP en el extremo distante una vez cada $100 \text{ ms} \leq T \leq 1000 \text{ ms}$, comenzando en la siguiente trama GFP. Las tramas interinas serán tramas Reposo GFP.

Al recibir la indicación CSF, el proceso de adaptación de sumidero de cliente GFP declara un fallo de la señal cliente de sumidero. El tratamiento de los defectos se examina en 6.3.4.

El proceso de adaptación de sumidero específico de cliente GFP debe declarar desaparecida la condición de defecto en cualquiera de estos dos casos:

- 1) cuando haya transcurrido un lapso de $N \times 1000 \text{ ms}$ sin que se hayan recibido N indicaciones CSF (se sugiere un valor de 3 para N); o
- 2) cuando se reciba una trama de datos cliente GFP válida.

El tratamiento de las tramas GFP incompletas al comienzo de un evento CSF debe ser consistente con los procedimientos de tratamiento de errores especificados en 8.3 para GFP con correspondencia transparente. La utilización de GFP con correspondencia de trama queda en estudio.

6.3.4 Tratamiento de defectos en GFP

La figura 6-14 ilustra la relación causal entre diversos defectos detectados o indicados por el proceso GFP. Los eventos de fallo de señal de camino (TSF, *trail signal fail*) se refieren a eventos de fallo detectados en la red de transporte SDH u OTN, definidos en las Recomendaciones UIT-T G.783 y G.798. Los eventos de fallo de la señal de servidor GFP se refieren a eventos de pérdida de delimitación de trama GFP definidos en la máquina de estados GFP (véase 6.3.1) o a la propagación de eventos de TSF hacia los clientes GFP. Los eventos CSF se refieren a eventos de fallo detectados en la señal cliente a la entrada (comunicados al extremo distante mediante una trama de gestión de cliente CSF) o a la salida (defectos de correspondencia específicos del cliente tales como errores de cabida útil; véanse las cláusulas 7 y 8).

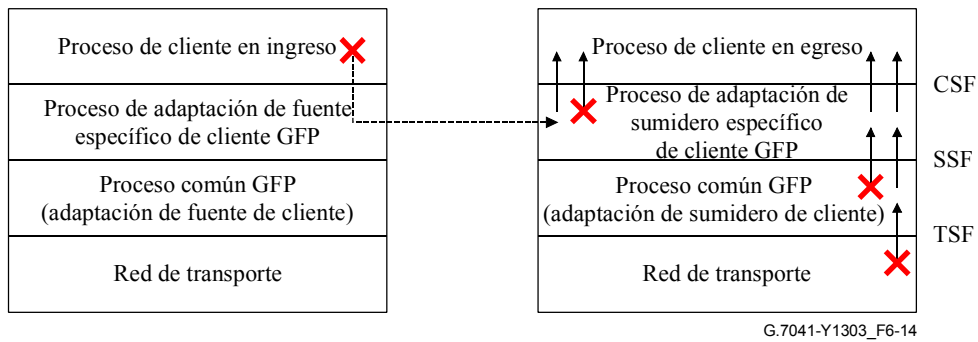


Figura 6-14/G.7041/Y.1303 – Propagación de la señal con defecto en GFP

Al detectar un evento TSF o un evento GFP de pérdida de delimitación de trama, el proceso de adaptación de sumidero GFP genera una indicación SSF de GFP y la envía a sus procesos de adaptación de sumidero específicos cliente. Estos eventos de fallo son liberados tan pronto como el proceso GFP recupera la sincronización del enlace.

Al detectar eventos CSF diferentes de una indicación CSF del extremo distante, los procesos de adaptación de sumidero específicos cliente GFP deben ejecutar acciones específicas del cliente (y también acciones específicas de servidor) para tratar esos eventos de fallo.

7 Aspectos específicos de la cabida útil para GFP con correspondencia de trama

Esta cláusula describe aquellos aspectos del encapsulado genérico que son propios de la adaptación de señales cliente, cuando la correspondencia de la cabida útil cliente sobre el GFP se efectúa trama por trama.

7.1 Cabida útil de MAC de Ethernet

El formato de las tramas MAC de Ethernet se define en la sección 3.1 de IEEE 802.3. Existe una correspondencia biunívoca entre una PDU de capa superior y una PDU de GFP. Específicamente, las demarcaciones de la PDU de GFP están alineadas con demarcaciones de las PDU de la capa superior entramadas. Esta relación entre tramas MAC de Ethernet y tramas GFP se ilustra en la figura 7-1.

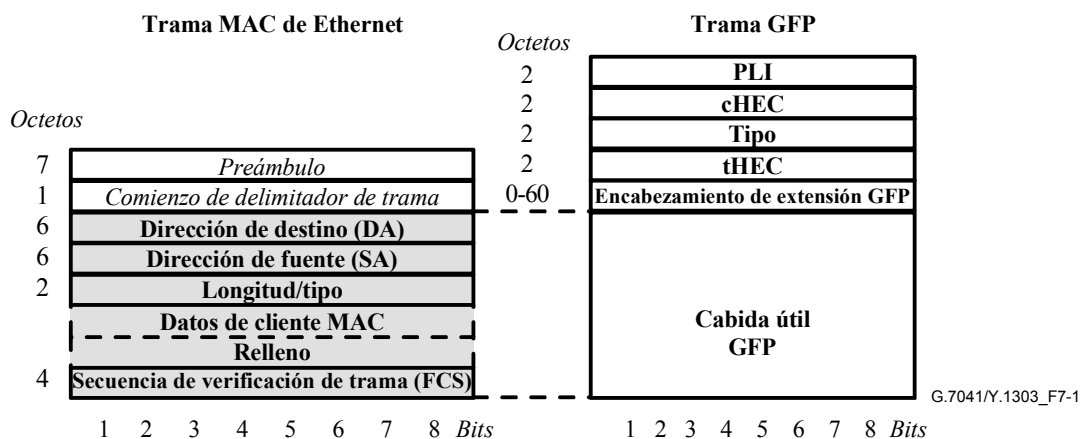


Figura 7-1 G.7041/Y.1303 – Relaciones entre tramas de Ethernet y GFP

7.1.1 Encapsulado de MAC Ethernet

Los octetos MAC de Ethernet, desde la dirección de destino hasta la secuencia de verificación de trama, inclusive, se colocan en el campo de Información de cabida útil de GFP. Se mantiene la división en octetos y la identificación de los bits dentro de los octetos. Específicamente, sobre una base octeto por octeto, los bits 0 y 7 en la cláusula 3 de IEEE 802.3-2002 corresponden a los bits 8 y 1, respectivamente, en esta Recomendación de GFP.

7.1.2 Supresión y restablecimiento del intervalo interpaquete (IPG, *inter-packet gap*) Ethernet

Se aplican las siguientes reglas a la supresión y restauración de los IPG Ethernet cuando el cliente no es un cliente de GFP con correspondencia de trama nativo:

- 1) Los IPG son suprimidos antes de que la trama MAC Ethernet sea tratada por el proceso de adaptación de fuente GFP y restablecidos después de que la trama GFP sea tratada por el proceso de adaptación de sumidero GFP.
- 2) Los IPG se suprimen cuando la trama MAC Ethernet se extrae del tren de bits cliente. La trama MAC Ethernet extraída (decodificada) se reenvía entonces al proceso de adaptación de fuente GFP para encapsulado ulterior en una trama GFP.
- 3) Los IPG son restablecidos después de que la trama MAC Ethernet ha sido extraída de la trama GFP por el elemento de terminación GFP. La trama MAC Ethernet extraída (no codificada) se reenvía entonces a la capa cliente para procesamiento ulterior. Los IPG se restablecen asegurando que un número suficiente de octetos que contienen un patrón de reposo hex 00 están presentes entre las tramas MAC Ethernet consecutivas recibidas, a fin de satisfacer los requisitos mínimos IFG en el receptor. Estos requisitos se establecen en la sección 4.4 de IEEE 802.3.

7.2 Cabida útil IP/PPP

Las cabidas útiles IP/PPP se encapsulan primeramente en una trama similar a la trama HDLC. El formato de una trama PPP se define en la sección 2 de IETF RFC 1661. El formato de la trama similar a la trama HDLC se define en la sección 3 de IETF RFC 1662. A diferencia de IETF RFC 1662, no se ejecuta ningún procedimiento de relleno de octetos sobre caracteres de bandera o de escape de control. Existe una correspondencia biunívoca entre una PDU de PPP/HDLC de capa superior y una PDU de GFP. Específicamente, las demarcaciones de la PDU de GFP están alineadas con demarcaciones de las PDU de PPP/HDLC de capa superior entramadas. Esta relación entre una trama de PPP/HDLC y una trama de GFP se ilustra en la figura 7-2.

Clientes similares, tales como MAPOS, se hacen corresponder de la misma manera que las tramas PPP.

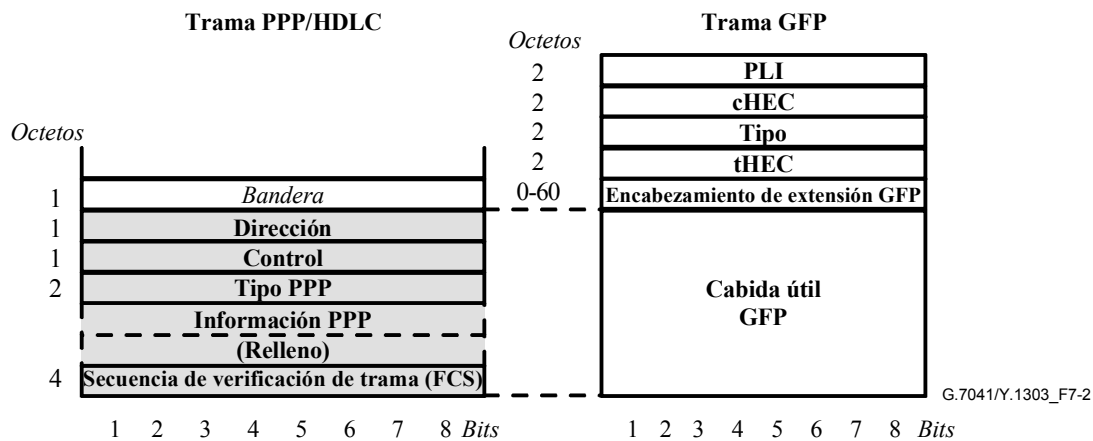


Figura 7-2/G.7041/Y.1303 – Relaciones entre la trama de PPP/HDLC y la trama de GFP

7.2.1 Encapsulado de la trama PPP

Todos los octetos procedentes de la trama de PPP/HDLC, incluyendo cualquier relleno facultativo del campo de información de PPP, se colocan en el campo de información de cabida útil de una trama de GFP. Se mantiene la alineación en octetos y también la identificación de los bits dentro de los octetos. Los bits 0 y 7 del octeto PPP/HDLC (véase ISO/CEI 3309) corresponden a los bits 8 y 1 del octeto de cabida útil GFP, respectivamente.

7.2.2 Interfuncionamiento de la delimitación de trama GFP/HDLC

A los efectos de delimitación de trama, GFP no se basa en caracteres bandera, ni en octetos de escape de control asociados. Se aplican las siguientes reglas al procesamiento de las tramas de HDLC con sincronización de octetos mediante una función de interfuncionamiento GFP/HDLC:

- 1) Se suprimen las banderas y los octetos de escape de control asociados (como se especifica en la sección 4.2 de IETF RFC 1662), pues la trama PPP/HDLC se extrae del tren entrante de octetos cliente. La trama PPP/HDLC extraída (decodificada) se reenvía a continuación al proceso de adaptación de fuente GFP para encapsulado ulterior en una trama GFP.
- 2) La trama PPP/HDLC se extrae de la trama GFP. La trama PPP/HDLC extraída (no codificada) se envía entonces a la capa cliente para procesamiento ulterior. Los caracteres de banderas y de escape de control se restablecen seguidamente mediante la inserción de caracteres bandera (por ejemplo hexadecimal 0x7e) y caracteres de control de escape (por ejemplo hexadecimal 0x7d) como se especifica en la sección 4 de IETF RFC 1662.

7.2.3 Opciones de configuración de cabida útil PPP

Se pueden negociar modificaciones del formato de trama similar a la trama PPP/HDLC utilizando los procedimientos de opciones de configuración del protocolo de configuración de enlace (LCP, *link configuration protocol*) definidos en la sección 6 de IETF RFC 1661. Por ejemplo, en la figura 7-3 se ilustra el formato de la trama GFP después de una negociación exitosa de la opción de configuración compresión de campos de dirección y control (ACFC, *address-and-control-field compression*). Tales procedimientos de configuración son específicos del cliente y transparentes al proceso GFP.

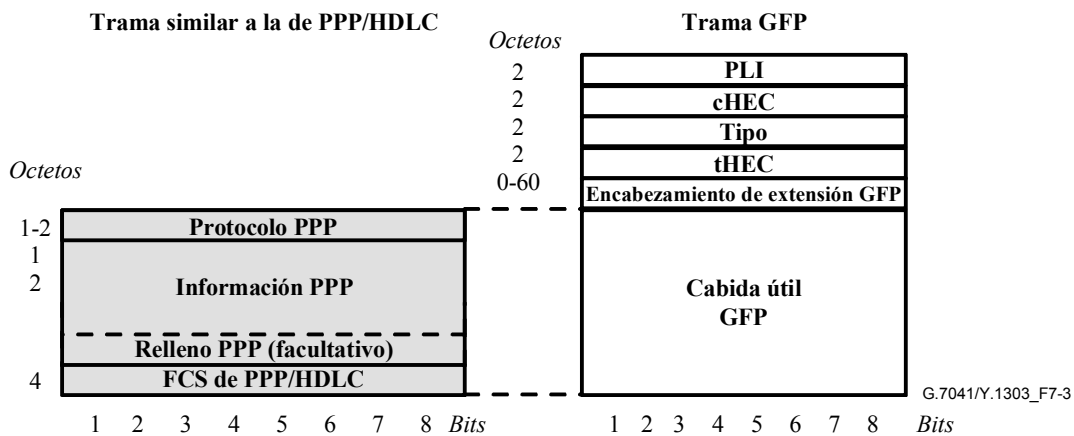


Figura 7-3/G.7041/Y.1303 – Relaciones entre la trama PPP/HDLC y la trama GFP (con opción de configuración ACFC de PPP)

7.3 Cabida útil de canal para fibra a través de FC-BBW_SONET

El formato de una PDU de banda ancha sobre canal para fibra-2_SONET (FC-BBW_SONET) se define en ANSI INCITS 342-2001 (FC-BB), sección 6. A los efectos de la adaptación basada en GFP-F, se supone una correspondencia biunívoca entre las PDU de canal para fibra y las PDU FC-BBW_SONET (como en la Recomendación de FC-BB), y entre las PDU FC-BBW_SONET y las PDU GFP (como en esta Recomendación). En esta Recomendación sólo se especifica la relación de correspondencia entre las PDU FC-BBW_SONET y las PDU GFP.

7.3.1 Encapsulado de PDU FC-BB-2_SONET

Todos los octetos de las PDU FC-BBW_SONET, desde el encabezamiento LLC/SNAP a la cabida útil de mensaje BBW, inclusive, se sitúan en el campo de información de cabida útil de la trama GFP. La alineación de los octetos y la identificación de los bits en los octetos se mantienen en la PDU GFP. La construcción del encabezamiento BBW y de la cabida útil de mensaje BBW (si existe) de las PDU FC-BBW_SONET se especifica en ANSI INCITS 342-2001. En la figura 7-4 se muestra esta relación entre tramas FC-BBW_SONET y tramas GFP.

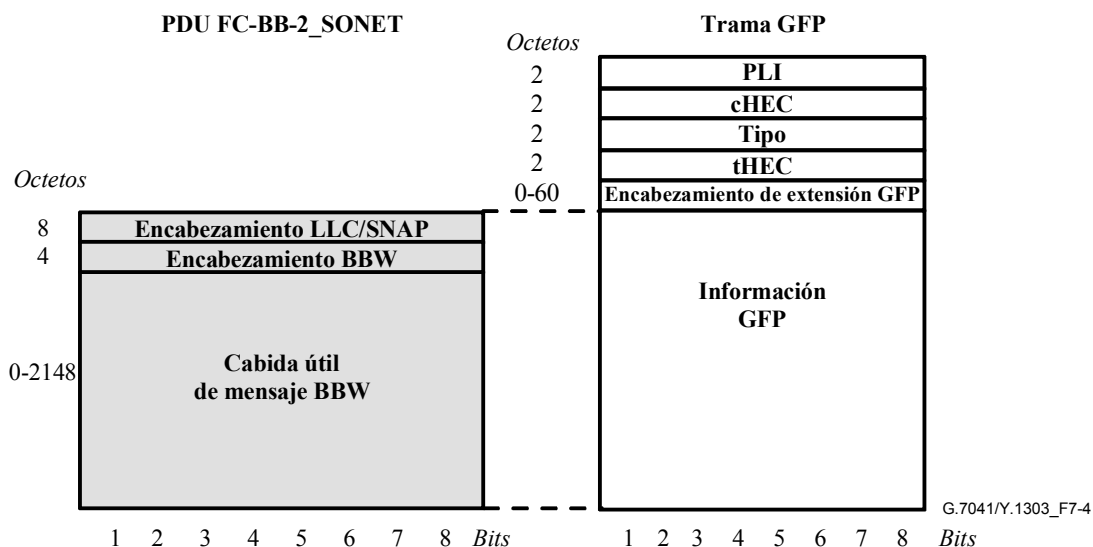


Figura 7-4/G7041/Y.1303 – Relaciones entre la PDU SONET de banda ancha sobre canal para fibra-2 (FC-BBW SONET) y la trama GFP

7.4 Tratamiento de errores en GFP con correspondencia de trama

En ingreso, las PDU detectadas con error antes de la transmisión por el proceso de adaptación de fuente de cliente deben ser descartadas. Las PDU detectadas con error durante la transmisión por el proceso de adaptación de fuente de cliente deben rellenarse con una secuencia de bits de todos "1", y transmitirse con una FCS de cabida útil que tiene los 32 bits complementados, si está presente. Estas acciones aseguran que el proceso GFP de terminación, o el cliente de extremo, descartarán las PDU con error.

7.5 Cabida útil RPR IEEE 802.17

La correspondencia de esta cabida útil está en estudio.

8 Aspectos específicos de cabida útil para la correspondencia transparente de clientes 8B/10B a GFP

La correspondencia transparente de las cabidas útiles 8B/10B a GFP está destinada a facilitar el transporte de señales cliente codificadas en bloque 8B/10B para escenarios que requieren muy baja latencia de transmisión. Son ejemplos de tales señales cliente Canal para fibra, ESCON, FICON, y Gigabit Ethernet. En lugar de almacenar (temporalmente) una trama completa de datos cliente en su propia trama GFP, los caracteres individuales de la señal cliente se sacan de los códigos de bloque cliente suprimiendo la correspondencia, haciéndose corresponder a continuación con tramas GFP periódicas de longitud fija. La correspondencia se realiza independientemente de que el carácter cliente sea un carácter de datos o de control, lo cual preserva los códigos de control 8B/10B clientes. No se excluye la multiplexación de tramas con GFP transparente.

8.1 Aspectos comunes de GFP-T

La trama GFP transparente utiliza la misma estructura de trama que la GFP con correspondencia de trama, incluyendo el encabezamiento de cabida útil requerido. La FCS de cabida útil es facultativa. El formato de trama GFP transparente se ilustra en la figura 8-1.

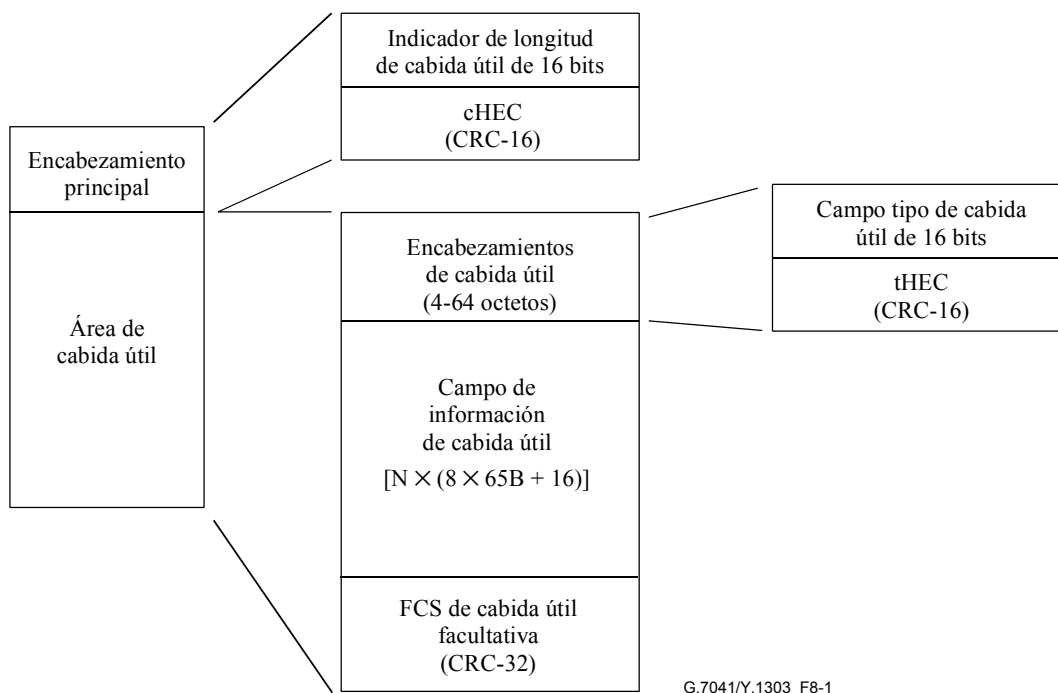


Figura 8-1/G.7041/Y.1303 – Formato de trama GFP transparente

8.1.1 Adaptación de señales cliente 8B/10B a través de códigos de bloque 64B/65B

Como se ilustra en el modelo funcional de la figura 2, el primer paso en el proceso de adaptación de cliente es la decodificación de la capa física de la señal cliente. Para códigos de línea 8B/10B, el carácter de 10 bits recibido se decodifica a su valor original de 8 bits, si es una palabra código de datos 8B/10B, o a un carácter de control si es una palabra código de control 8B/10B. Las palabras código de control 8B/10B se hacen corresponder con uno de los 16 posibles indicadores de código de control de 4 bits para los caracteres de control de 8 bits disponibles en GFP transparente. (Véase el cuadro 8-1.)

Cuadro 8-1/G.7041/Y.1303 – Correspondencia entre caracteres de control 8B/10B y los indicadores de código de control 64B/65B

NOMBRE	Valor de octeto	Palabra de código 10B (RD-) abcdei fghj	Palabra de código 10B (RD+) abcdei fghj	Correspondencia de 4 bits de 64B/65B
/K28.0/	1C	001111 0100	110000 1011	0000
/K28.1/	3C	001111 1001	110000 0110	0001
/K28.2/	5C	001111 0101	110000 1010	0010
/K28.3/	7C	001111 0011	110000 1100	0011
/K28.4/	9C	001111 0010	110000 1101	0100
/K28.5/	BC	001111 1010	110000 0101	0101
/K28.6/	DC	001111 0110	110000 1001	0110
/K28.7/	FC	001111 1000	110000 0111	0111
/K23.7/	F7	111010 1000	000101 0111	1000
/K27.7/	FB	110110 1000	001001 0111	1001
/K29.7/	FD	101110 1000	010001 0111	1010
/K30.7/	FE	011110 1000	100001 0111	1011
10B_ERR	01	RD– No reconocido	RD+ No reconocido	1100
65B_PAD	02	N/A	N/A	1101
Reserva	03	N/A	N/A	1110
Reserva	04	N/A	N/A	1111

NOTA 1 – Si bien los 256 caracteres de datos tienen que estar soportados, sólo 12 palabras código de control 8B/10B especiales son reconocidas y utilizadas para caracteres de control 64B/65B en Gigabit Ethernet, Canal para fibra, FICON, y ESCON. Por consiguiente, es posible la compresión de palabras código de control 8B/10B especiales, en valores de 4 bits, sin restringir las señales cliente, ni proporcionar un tratamiento específico de protocolo de las palabras código de control 8B/10B.

NOTA 2 – El proceso de recodificación ignora completamente el significado de las palabras de control o de los conjuntos ordenados. Dicho proceso, simplemente, recodifica genéricamente datos y palabras de control en bloques 65B. No se requiere el conocimiento de inicio de trama, fin de trama, errores, reposos, código de control, conjuntos ordenados, etc.

Los caracteres 8B/10B decodificados se hacen corresponder entonces con un código de bloque de 64 bits/65 bits (64B/65B). En la figura 8-2 se ilustra la estructura del código de bloque 64B/65B. El bit inicial del bloque de 65 bits, bit de bandera, indica si ese bloque contiene solamente caracteres de datos de 8 bits 64B/65B o si también están presentes caracteres de control de cliente en ese bloque. (Bit de bandera = 0 indica que en el bloque sólo hay octetos de datos y bit de bandera = 1 indica que hay al menos un octeto de control.) Los caracteres de control de cliente, que se hacen corresponder a caracteres de control 64B/65B de 8 bits, se colocan al principio del bloque

de 64 bits de la cabida útil, si están presentes en ese bloque. El primer bit del carácter de control 64B/65B contiene un bit bandera último carácter de control (LCC, *last control character*), que indica si este carácter de control es el último en este bloque (LCC = 0), o si hay otro carácter de control en el siguiente octeto (LCC = 1). Los siguientes tres bits contienen el localizador de código de control, que indica la ubicación original del carácter de código de control 8B/10B dentro de la secuencia de ocho caracteres cliente contenidos en el bloque. Los últimos 4 bits, el indicador de código de control, representan mediante 4 bits el carácter de código de control 8B/10B. En el cuadro 8-1 se define la correspondencia explícita de caracteres de código de control 8B/10B a códigos de control de 4 bits. Los códigos de control se hacen corresponder a los octetos de cabida útil del código 64B/65B en el orden en el que se recibieron. Obsérvese que, como resultado de esto, las direcciones de código de control aaa-hhh en la figura 8-2 estarán en orden ascendente.

Caracteres clientes de entrada	Bit bandera	Campo de 64 bit (8 octetos)							
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Todos datos	0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
7 datos, 1 control	1	0 aaa C1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
6 datos, 2 control	1	1 aaa C1	0 bbb C2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
5 datos, 3 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	0 ccc C3	D1	D2	D3	D4	D5
4 datos, 4 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	0 ddd C4	D1	D2	D3	D4
3 datos, 5 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	0 eee C5	D1	D2	D3
2 datos, 6 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	0 fff C6	D1	D2
1 datos, 7 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	1 fff C6	0 ggg C7	D1
8 control	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	1 fff C6	1 ggg C7	0 hhh C8

– Bit inicial en un octeto de control (LCC) = 1 si hay más octetos de control y = 0 si este octeto de cabida útil contiene el último octeto de control en ese bloque.

– aaa = representación en 3 bits de la posición original del primer código de control (primer localizador de código de control).

– bbb = representación en 3 bits de la posición original del segundo código de control (segundo localizador de código de control).

...

– hhh = representación en 3 bits de la posición original del octavo código de control (octavo localizador de código de control).

– Ci = representación en 4 bits del i^{ésimo} código de control (indicador de código de control).

– Di = representación en 8 bits del i^{ésimo} valor de datos en el orden de transmisión.

Figura 8-2/G.7041/Y.1303 – Componentes de código 64B/65B GFP transparente (para la estructura de superbloque real, véase la figura 8-3)

Por ejemplo, si existe un solo carácter de control 64B/65B en un bloque y dicho carácter se ubicó inicialmente entre las palabras código de datos 8B/10B D2 y D3, el primer octeto del bloque 64B/65B contendrá 0.010.C1. El valor 0 de LCC indica que este carácter de control 64B/65B es el último en ese bloque y el valor de aaa = 010 indica la ubicación de C1 entre D2 y D3. En el

dispositivo de anulación de correspondencia, los caracteres de datos 64B/65B se hacen corresponder de nuevo con octetos de datos (de 8 bits) y a continuación se vuelven a codificar en palabras código de datos 8B/10B. En el caso de caracteres de control 64B/65B, los indicadores de código de control de cuatro bits se hacen corresponder de nuevo con las palabras de código de control 8B/10B apropiadas con sus posiciones dentro del tren de caracteres inicial restablecidas atendiendo al localizador de código de control de tres bits.

8.1.1.1 Código 10B_ERR

Ciertos defectos de la señal cliente pueden producir palabras código 8B/10B cuando se produce el ingreso al proceso de adaptación de fuente GFP que no pueden ser reconocidas por el proceso de adaptación 64B/65B (por ejemplo un fallo de la señal cliente, una palabra código 8B/10B ilegal o una palabra código legal con un error de disparidad de funcionamiento; véase 8.2). Se proporciona un carácter de control 64B/65B especial, el código 10B_ERR, para transportar tales defectos de la señal cliente "palabra código 8B/10B no reconocida".

Cuando se reconstruye la señal cliente en egreso desde la red de transporte, se recomienda que los códigos 10B_ERR recibidos sean normalmente recodificados por el dispositivo de anulación de correspondencia en un carácter de transmisión no válido, ya sea 001111 0001 (RD-) u 110000 1110 (RD+) (palabras código 8B/10B ilegales fijas, con disparidad neutra, con una transición dentro de los tres primeros bits y en los tres últimos bits de la palabra código), en función de la disparidad de funcionamiento (véanse en 8.2.3 otras consideraciones sobre disparidad de funcionamiento específicas del cliente). Aunque el valor real de la palabra código 8B/10B no reconocida no se retiene, se conserva la ocurrencia y ubicación del defecto de señal cliente.

Además del carácter de transmisión no válido recomendado (cuya construcción minimiza la posible creación de comas superpuestas cuando están combinados con caracteres adyacentes), también puede anularse la correspondencia de eventos 10B_ERR, utilizando en su lugar caracteres de transmisión no válidos alternativos, siempre que dichos caracteres de transmisión no válidos alternativos cumplan también todas las normas de codificación 8B/10B, sean de una disparidad neutra y contengan un número mínimo de transiciones a uno en los primeros y los últimos cuatro bits de la palabra código.

8.1.1.2 Inserción del código 65B_PAD y tramas de gestión de cliente GFP

Puesto que la aplicación GFP transparente requiere que la capacidad de trayecto (o de canal) disponible sea al menos la de la velocidad de datos (antes de la codificación) base de la señal cliente, la memoria intermedia de recepción de entrada (ingreso) del dispositivo de correspondencia se aproximará regularmente al límite inferior. Para fines de adaptación de velocidad, si hay una trama GFP transparente en curso de transmisión y si no hay caracteres cliente listos para su transmisión por el dispositivo de correspondencia GFP transparente, este dispositivo insertará un carácter de relleno 65B_PAD. El carácter de relleno se hace corresponder con la trama GFP de la misma manera que un carácter de control y es reconocido y suprimido por el dispositivo de anulación de correspondencia GFP. En 8.4.1 se hacen consideraciones específicas del cliente sobre el tratamiento del código 65B_PAD.

Las tramas de datos cliente se transmiten con prioridad sobre las tramas de gestión de cliente. Si una trama de gestión de cliente GFP está disponible para ser transmitida, y la memoria intermedia de ingreso está casi vacía (por ejemplo, si se ha enviado un carácter 65B_PAD durante la trama de datos cliente en curso), se puede enviar la trama de gestión de cliente después de la trama de datos cliente en curso. Con el fin de mantener una baja latencia, se recomienda que para un canal de tamaño correcto se envíe únicamente una sola trama de gestión de cliente entre tramas de datos cliente. También se recomienda que las tramas de gestión de cliente utilizadas con GFP transparente se limiten a un campo de información de cabida útil de ocho octetos o menos. Obsérvese que también se puede mantener una baja latencia aumentando el tamaño del canal para permitir el intercambio de tramas de gestión de cliente adicionales.

8.1.2 Adaptación de bloques de código 64B/65B en GFP

Para preservar la alineación en octetos de la señal GFP transparente con la trama SDH/ODUk de transporte, el primer paso en el proceso de adaptación es agrupar ocho códigos 64B/65B en un superbloque como se muestra en la figura 8-3. Los bits iniciales (bandera) de cada uno de los ocho códigos 64B/65B se agrupan en un primer octeto posterior. Los 16 bits de los últimos dos octetos posteriores se utilizan para una verificación de errores CRC-16 sobre los bits de este superbloque.

Octeto 1, 1							
Octeto 1, 2							
Octeto 1, 3							
.							
.							
.							
Octeto 8, 7							
Octeto 8, 8							
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
CRC-1	CRC-2	CRC-3	CRC-4	CRC-5	CRC-6	CRC-7	CRC-8
CRC-9	CRC-10	CRC-11	CRC-12	CRC-13	CRC-14	CRC-15	CRC-16

donde: Octeto j, k es el késimo octeto del jésimo código 64B/65B en el superbloque.
Lj es el jésimo bit inicial (bandera) del código 64B/65B en el superbloque.
CRC-i es el iésimo bit de control de error, donde CRC-1 es el MSB de la CRC.

Figura 8-3/G.7041/Y.1303 – Estructura de superbloque para la correspondencia de componentes de código 64B/65B a la trama GFP

NOTA – Para minimizar la latencia, el dispositivo de correspondencia GFP transparente puede comenzar a transmitir datos tan pronto como se forme el primer código 64B/65B en el grupo, sin esperar a que se forme el superbloque completo.

Suponiendo que no existe FCS de cabida útil y que hay un encabezamiento de extensión nulo, la trama GFP resultante tiene una longitud de $[(N \times ((65 \times 8) + 16)) + (8 \times 8)]$ bits, donde N es el número de superbloques en la trama GFP. El valor de N depende de la velocidad de base, no codificada, de la señal cliente y de la capacidad del canal de transporte. En el apéndice IV se indican capacidades sugeridas para el canal concatenado virtualmente SDH y los valores mínimos asociados para N . Las capacidades de canal sugeridas para otros trayectos de transporte quedan en estudio. El valor mínimo de N depende de la velocidad de datos de la señal cliente, el número de los octetos de tara de trama GFP (por ejemplo, 8 sin FCS de cabida útil facultativa y con un encabezamiento de extensión nulo), y el tamaño de la envolvente de la cabida útil, como se muestra en el apéndice IV. Específicamente, N_{\min} debe elegirse de tal manera que para la velocidad de reloj cliente con la tolerancia más rápida y la velocidad de reloj de SDH/OTN con la tolerancia más lenta, el tiempo requerido para la transmisión de la trama GFP que contiene los $N \times 8 \times 8$ caracteres clientes sea menor que el tiempo en el que el cliente puede entregar estos $N \times 8 \times 8$ caracteres al dispositivo de correspondencia GFP.

Obsérvese que N puede ser configurable facultativamente de conformidad con los requisitos de anchura de banda de reserva para el transporte de tramas de gestión de cliente. Véase el apéndice IV.

8.1.2.1 Control de error con GFP transparente

Los 16 bits de control de error en un superbloque (véase la figura 8-3) contienen un código de verificación de error de CRC-16 sobre los 536 bits de ese superbloque. Si el dispositivo de anulación de correspondencia detecta un error, deberá entregar a la salida ya sea caracteres de error 10B o caracteres 10B no reconocidos en lugar de todos los caracteres clientes contenidos en ese superbloque. Los caracteres de error 10B y los caracteres no reconocidos se describen, a los efectos de errores de disparidad, en los aspectos específicos del cliente (véase 8.2). Esta sustitución garantiza que el receptor del cliente podrá detectar la presencia del error.

El polinomio generador para la CRC-16 es $G(x) = x^{16} + x^{15} + x^{12} + x^{10} + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$ con un valor de inicialización de cero, donde x^{16} corresponde al MSB y x^0 al LSB. La CRC del superbloque la genera el proceso de adaptación de fuente mediante los siguientes pasos:

- 1) Los primeros 65 octetos del superbloque se toman en el orden de los octetos en la red (véase la figura 8-3), en primer lugar el bit más significativo, para formar un esquema de 520 bits que representa los coeficientes de un polinomio $M(x)$ de grado 519.
- 2) $M(x)$ se multiplica por x^{16} y se divide (módulo 2) por $G(x)$, lo que da un residuo $R(x)$ de grado 15 o menos.
- 3) Se considera que los coeficientes de $R(x)$ son una secuencia de 16 bits, donde x^{15} es el bit más significativo.
- 4) Esta secuencia de 16-bits es la CRC-16.

NOTA – La corrección de errores simples también es posible con esta CRC-16. Sin embargo, como el proceso de adaptación de sumidero efectúa la verificación CRC-16 después de la desaleatorización de la cabida útil, el circuito de corrección de errores debe tomar en cuenta los errores de bit simples así como los errores dobles que aparezcan a la salida del desaleatorizador con un espaciado de 43 bits.

El proceso de adaptación de sumidero ejecuta los pasos 1 a 3 de la misma manera que el proceso de adaptación de fuente. En la ausencia de errores de bit, el residuo será 0000 0000 0000 0000.

8.2 Disparidad de funcionamiento en los códigos 64B/65B

Las palabras código 8B/10B están diseñadas para facilitar la transmisión exenta de errores manteniendo un equilibrio de corriente continua, proporcionando transiciones significativas para la recuperación del reloj, y limitando series prolongadas de "1" ó "0" consecutivos. El equilibrio de corriente continua se mide para cada palabra código mediante la vigilancia de la "disparidad de funcionamiento". La disparidad de funcionamiento es positiva (indica que se han enviado más "1" que "0"), o negativa (más "0" que "1").

A fin de mantener un equilibrio de corriente continua en palabras código 8B/10B, cada carácter de datos de 8 bit y cada uno de los 12 "caracteres de control especiales" reconocidos tienen dos codificaciones de 10 bits. En función de la disparidad de funcionamiento en un momento dado, el codificador 8B/10B seleccionará cuál de las dos codificaciones se utilizará para transmitir el siguiente carácter de datos o de control con objeto de invertir la disparidad de funcionamiento o de mantener la actual disparidad de funcionamiento. Específicamente, la nueva palabra código invierte (dícese también cambia o bascula) la disparidad de funcionamiento, de negativa a positiva si se han transmitido más "0" que "1", de positiva a negativa si se han transmitido más "1" que "0", o mantiene la disparidad de funcionamiento si ha transmitido un número igual de "1" y "0".

Los errores en los bits de transmisión pueden hacer que una palabra de código 8B/10B recibida tenga una disparidad errónea para el actual estado de disparidad de funcionamiento de comienzo. En estos casos, se detecta un error de disparidad de funcionamiento. Independientemente de la validez del carácter recibido, este carácter se debe utilizar para calcular un nuevo valor de disparidad de funcionamiento. El nuevo valor se utilizará como la actual disparidad de funcionamiento del receptor para el siguiente carácter de transmisión recibido.

NOTA – Los errores de bit de transmisión pueden también causar que la palabra código errónea se reciba con una disparidad correcta y una palabra código 8B/10B corrompida pero legal, como resultado de lo cual una ulterior palabra de código sin errores se detecta con un error de disparidad de funcionamiento. En algunos casos se han creado reglas de disparidad de funcionamiento específicas del protocolo para asegurar que cada paquete de datos comienza o termina con una disparidad definida, de manera que los errores no se propaguen a través de los paquetes de datos.

8.2.1 Tratamiento de la disparidad de funcionamiento en ingreso

En ingreso (entrada), puede suponerse que la disparidad de funcionamiento inicial es positiva o negativa tras el encendido, la reinicialización o la transición de una pérdida de señal o pérdida de la fase de sincronización de la palabra código.

Se busca una concordancia con el carácter 10B recibido en la columna RD+ o RD– apropiada de la tabla de consulta de palabras clave válidas 8B/10B, lo cual es función de la disparidad de funcionamiento actual que comienza. Si no se encuentra una concordancia, se detecta una palabra código ilegal o una palabra código legal con un error de disparidad de funcionamiento. Ambas se tratan como violaciones de código 8B/10B, y se sustituyen por el código 10B_ERR en el proceso de correspondencia 64B/65B.

8.2.2 Tratamiento de la disparidad de funcionamiento en egreso

En egreso (salida), se supone que la disparidad de funcionamiento inicial tras el encendido, reinicialización, o transición de una pérdida de señal o pérdida de la fase de sincronización de la palabra código, es negativa.

Las implementaciones de transporte transparente generarán una disparidad de funcionamiento correcta utilizando reglas aplicables específicas del protocolo. En 8.2.3 se proporcionan referencias a la norma o normas que definen cada una de las reglas de disparidad del protocolo actualmente aplicables.

Los códigos 10B_ERR se recodifican en señales clientes ya sea como una palabra código no reconocida con una disparidad de funcionamiento válida, o como un error específico del protocolo, lo que depende del protocolo, como se describe en 8.2.3.

8.2.3 Aspectos de la disparidad de funcionamiento específicos del cliente

Esta cláusula describe las reglas de disparidad de funcionamiento específicas de cliente para cada uno de los protocolos cliente 8B/10B soportados que se identifican.

8.2.3.1 Cabida útil de Canal para fibra

En ANSI X3.230-1994, Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH), Rev 4.3, sección 11, se encuentran las reglas de disparidad de funcionamiento para Canal para fibra. Además de las reglas de disparidad de funcionamiento "genéricas" especificadas en la sección 11.2, las reglas específicas para Canal para fibra en la sección 11.4 proporcionan dos versiones de cada conjunto ordenado EOF, y establecen su utilización para asegurar que se obtendrá como resultado una disparidad de funcionamiento negativa después del procesamiento del carácter final del conjunto ordenado EOF. Los conjuntos ordenados definidos para las señales primitivas y para las secuencias primitivas preservan esta disparidad negativa, asegurando que los conjuntos ordenados asociados con los delimitadores SOF y las señales primitivas serán también siempre transmitidos con una disparidad de funcionamiento de comienzo negativa. Esta restricción permite que se supriman y se añadan las palabras en reposo de Canal para fibra desde un tren de bits codificado en base a una palabra cada vez sin alterar la disparidad de funcionamiento de comienzo.

Para evitar que las tramas válidas subsiguientes de Canal para fibra sean declaradas no válidas, el carácter K28.5 asociado con todos los conjuntos ordenados excepto EOF se debe generar suponiendo una disparidad de funcionamiento de comienzo negativa. En el caso de que un error de transmisión previo resulte en un EOF incorrecto para la disparidad de funcionamiento actual, se

generará el siguiente conjunto ordenado con RD– K28.5, lo que forzará que la disparidad de funcionamiento de terminación sea negativa. Como resultado de esto, los errores de transmisión no provocarán que un error en la disparidad de funcionamiento se propague a través de las tramas.

Para el "transporte transparente" de las cabidas útiles de Canal para fibra, 10B_ERR se recodificará en una palabra código con disparidad neutra 10B no reconocida, en función de que disparidad de funcionamiento de comienzo sea negativa o positiva, es decir, (RD–) o (RD+), de acuerdo con las reglas descritas en 8.1.1.1.

8.2.3.2 Cabida útil ESCON

Las reglas de disparidad de funcionamiento para ESCON se encuentran en ANSI X3.296-1997, Information Technology-Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture, sección 6.2.2. Como ESCON no define un código de error para sustituir las violaciones de código, en egreso, 10B_ERR se recodificará en una palabra código de disparidad neutra 10B no reconocida, de que disparidad de funcionamiento de comienzo sea negativa o positiva, es decir, (RD–) o (RD+), de acuerdo con las reglas descritas en 8.1.1.1.

8.2.3.3 Cabida útil FICON

Para fines de correspondencia a GFP transparente, las reglas de disparidad de funcionamiento para FICON son idénticas a las especificadas para Canal para fibra en la ANSI X3.230-1994, Rev. 4.3.

8.2.3.4 Cabida útil Gigabit Ethernet

Las reglas de disparidad de funcionamiento para Gigabit Ethernet se encuentran en IEEE 802.3-2002, sección 36.2.4. Se proporcionan dos codificaciones de Reposo indicadas como /I/ e /I2/. La primera /I/ a continuación de un paquete o de un conjunto ordenado de configuración reestablece la disparidad de funcionamiento actual a un valor negativo. Todas las /I/ subsiguientes son /I2/ para asegurar una disparidad de funcionamiento de terminación negativa. Esta restricción permite que se inserten/supriman /I2/ simples para adaptación de velocidad sin alterar la disparidad de funcionamiento de comienzo asociada con el grupo de código subsiguiente a la /I2/ insertada o suprimida.

Con objeto de asegurar una la disparidad de funcionamiento de comienzo negativa para cada SOF, todos los /I2/ en Reposo se deben generar con RD– K28.5, asegurando así una disparidad de funcionamiento de comienzo negativa para el siguiente Reposo a SOF.

De conformidad con la sección 36.2.4.16 de IEEE 802.3-2002, los errores de disparidad de funcionamiento detectados en ingreso (y sustituidos por la palabra código 10B_ERR en el proceso de codificación 64B/65B), deben sustituirse por la palabra de código /V/ (K30.7) que tiene una disparidad correcta en egreso. Opcionalmente, también es permisible recodificar una 10B_ERR recibida para formar una de las siguientes palabras clave de disparidad neutra 10B no reconocidas, en función de la disparidad de funcionamiento de comienzo: 001111 0001 (RD–) u 110000 1110 (RD+). Asimismo, es admisible recodificar los 10B_ERR recibidos en una palabra clave de disparidad neutra 10B no reconocida, en función de la disparidad de funcionamiento de comienzo, (RD–) o (RD+), de conformidad con las reglas descritas en 8.1.1.1.

Nótese que dicha introducción opcional de códigos 10B_ERR sin correspondencia en un tren de datos, sólo es adecuada si el sistema Ethernet adjunto no utiliza un registro de errores con fines de mantenimiento del sistema.

8.2.3.5 Cabida útil DVB ASI

Los aspectos de disparidad de funcionamiento de la correspondencia de DVB ASI sobre GFP deberá cumplir la norma Canal para fibra, que figura en ANSI X3.230-1994, Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH), Rev 4.3, sección 11. En egreso, 10B_ERR será recodificado en una palabra clave de disparidad neutra 10B no reconocida, en función de la

disparidad de funcionamiento de comienzo, (RD-) o (RD+), de conformidad con las reglas descritas en 8.1.1.1.

8.3 Aspectos de fallo de la señal específicos del cliente

Cuando la correspondencia GFP transparente detecta un fallo de la señal cliente en ingreso, puede enviar una indicación de "fallo de la señal cliente" como se describe en 6.3.3. Las condiciones de fallo de la señal cliente incluyen, como mínimo, la pérdida de la sincronización 8B/10B y, en algunos casos, la pérdida de la señal. Otras indicaciones, que dependen de la implementación, de una señal cliente fallida (por ejemplo la pérdida de reloj desde una interfaz entre circuitos integrados) se puede codificar como fallo de señal cliente.

Puesto que las señales clientes se proporcionan como un tren serie continuo de caracteres de 10 bits, es necesario encontrar la alineación de la palabra código. Caracteres especiales que contienen el delimitador "coma" proporcionan la información necesaria para llevar a cabo y mantener la alineación de la palabra código. Si bien todas las señales clientes 8B/10B emplean la misma técnica de alineación de bits, las condiciones para detectar y liberar la pérdida de sincronización 8B/10B son específicas del protocolo, y se identifican en las siguientes cláusulas específicas del protocolo.

Los fallos de la capa servidora, en el propio proceso GFP, en el proceso de adaptación 64B/65B, o en la red de transporte, pueden inducir una indicación CSF al proceso de adaptación de cliente.

Si el comienzo de CSF se produce dentro de una trama de datos cliente GFP, el resto de los bloques 64B/65B de esa trama GFP se llenarán con códigos 10B_ERR. En el extremo distante dichos bloques restantes serán decodificados como errores.

En el extremo distante de una red de transporte, las señales cliente transportadas transparentemente tienen que ser reconstruidas y entregadas de una manera que satisfaga los requisitos de interfaz física y de codificación específicos de cada protocolo. Las siguientes cláusulas específicas del cliente definen la acción que se debe ejecutar en el egreso de la señal cliente en respuesta a una indicación de fallo de señal cliente recibida del extremo distante, o cualquier adaptación o defectos de transporte que hagan imposible extraer una señal cliente.

8.3.1 Cabida útil de Canal para fibra

8.3.1.1 Pérdida de luz (LOL) de Canal para fibra

La pérdida de señal de Canal para fibra es una opción que depende de la implementación. Cuando está soportada, los requisitos aplicables pérdida de luz y detección de señal se encuentran en las secciones 5.6, 6.2.3.2 y H.10 de ANSI X3.230-1994, Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH), Rev. 4.3.

Otras indicaciones dependientes de la implementación de una señal cliente fallida (por ejemplo, pérdida de reloj de un SerDes) pueden codificarse como fallo de señal cliente.

8.3.1.2 Pérdida de sincronización 8B/10B de Canal para fibra

Las condiciones de Canal para fibra para declarar "dentro/fuera" de sincronización de la palabra código 8B/10B se especifican en la sección 12.1 de ANSI X3.230-1994.

8.3.1.3 Salida de Canal para fibra debida a fallo de señal en el ingreso o en el transporte

Puesto que el objetivo de la correspondencia GFP transparente es transportar las señales cliente tan transparentemente como sea posible, no es adecuado comenzar procedimientos de inicialización del enlace o de recuperación del enlace en egreso debido a fallo de la señal cliente o a fallos en el transporte. Se recomienda que el transmisor de Canal para fibra en egreso entregue continuamente la decodificación de disparidad neutra para 10B_ERR, forzando la detección de la pérdida de sincronización y la acción asociada en el receptor de Canal para fibra en sentido descendente. Otra

posibilidad es que el transmisor en egreso genere la primitiva Not_Operational de acuerdo con la sección 16.4.2 de ANSI X3.230-1994.

Si persiste la condición CSF, el proceso de adaptación de cliente puede no transmitir nada, forzando así la detección de LOS y la acción asociada en el receptor de Canal para fibra en sentido descendente.

8.3.2 Cabida útil ESCON

8.3.2.1 Pérdida de señal (LOS) ESCON

Los requisitos de la detección de la pérdida de señal óptica se especifican en ANSI X3.296-1997, Information Technology-Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture, secciones 5.2 y 5.3, para las interfaces multimodo y monomodo, respectivamente.

8.3.2.2 Pérdida de sincronización 8B/10B ESCON

Las condiciones ESCON para declarar que se está dentro o fuera de la sincronización de la palabra de código 8B/10B se especifican en ANSI X3.296-1997, sección 7.1.

8.3.2.3 Salida ESCON debida a fallo de señal en el ingreso o en el transporte

Dado que el objetivo de la correspondencia GFP transparente es transportar las señales cliente tan transparentemente como sea posible, no es adecuado iniciar procedimientos de inicialización del enlace o de recuperación del enlace en egreso debido al fallo de la señal cliente o a fallos de transporte. Se recomienda que el transmisor ESCON en egreso entregue continuamente la decodificación de disparidad neutra para 10B_ERR, forzando así la detección de la pérdida de sincronización y la acción asociada en el receptor ESCON en sentido hacia el destino. Como otra posibilidad, el transmisor en egreso puede generar la secuencia Not-operational de conformidad con la sección 7.4.2 de ANSI X3.296-1997.

Si persiste la condición CSF, el proceso de adaptación de cliente puede no transmitir nada, forzando así la detección de LOS y la acción asociada en el receptor ESCON en sentido descendente.

8.3.3 Cabida útil FICON

Los requisitos del tratamiento de SCF para FICON que son idénticos a los requisitos para Canal para fibra, especificados en ANSI X3.230-1994, Rev. 4.3.

8.3.4 Cabida útil de Gigabit Ethernet dúplex

8.3.4.1 Pérdida de señal Gigabit Ethernet

Los requisitos correspondientes a la detección de señal dependiente de los medios físicos (PMD, *physical media dependent*) de Gigabit Ethernet se especifican en las secciones 38.2.4 y 39.2.3 de IEEE 802.3-2002 para las interfaces de fibra y de cobre, respectivamente.

8.3.4.2 Pérdida de sincronización 8B/10B de Gigabit Ethernet

Las condiciones de Gigabit Ethernet para declarar que se está dentro o fuera de la sincronización de la palabra de código 8B/10B se especifican en IEEE 802.3-2002, sección 36.2.5.2.6 y figura 36-9.

8.3.4.3 Salida de Gigabit Ethernet debida a fallo de señal en el ingreso o en el transporte

Puesto que el objetivo de la correspondencia GFP transparente es transportar las señales cliente tan transparentemente como sea posible, no es adecuado iniciar los procedimientos de inicialización del enlace o de recuperación del enlace en egreso debido al fallo de la señal cliente o a fallos de transporte. Se recomienda que el transmisor GbE en egreso entregue continuamente el conjunto ordenado /V/ de acuerdo con la sección 36.2.4.16 de IEEE 802.3-2002, forzando así la detección de la pérdida de sincronización y la acción asociada en el receptor GbE en el sentido de transmisión hacia el destino.

Si persiste la condición fallo de señal cliente (CSF), el proceso de adaptación de cliente puede no transmitir nada, forzando así la detección de LOS y la acción asociada en el receptor GbE en sentido descendente.

8.3.5 Cabida útil DVB ASI

8.3.5.1 Pérdida de luz (LOL) DVB ASI

En referencia a las normas Canal para fibra, la Pérdida de señal DVB ASI es una opción que es función de la implementación. Cuando está soportada, los requisitos aplicables de pérdida de luz y detección de señal son los que figuran en las secciones 5.6, 6.2.3.2 y H.10 de ANSI X3.230-1994, Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH), Rev 4.3.

Otras indicaciones función de la implementación de una señal cliente fallida (por ejemplo, pérdida de reloj de un SerDes) pueden codificarse como fallo de señal cliente.

8.3.5.2 Pérdida de sincronización 8B/10B DVB ASI

De acuerdo con el apéndice B de EN 50083-9, la sincronización de la palabra código DVB ASI se realizará cuando se reciban dos caracteres /K28.5/ con la misma alineación durante 5 caracteres recibidos consecutivamente. ETSI EN 50083-9 no se especifican criterios para declarar pérdida de sincronización de palabra de código. Los criterios Canal para fibra pueden no ser aplicables dado que la sincronización y transmisión de palabra código DVB ASI está basada en caracteres, en lugar de estarlo la transmisión de palabras de cuatro caracteres. En ausencia de directrices de ETSI EN 50083-9, los criterios de pérdida de sincronización de palabra código basada en caracteres ESCON/SBCON deben ser los especificados en ANSI X3.296-1997, sección 7.1.

8.3.5.3 Salida DVB ASI debida a fallo de señal en egreso o en transporte

El transmisor DVB ASI en egreso debe generar continuamente como salida la decodificación de disparidad neutra para 10B_ERR, forzando así la detección de pérdida de señal y cualquier acción asociada en el receptor DVB ASI en sentido descendente. Si persiste la condición de fallo de señal cliente (CSF), el proceso de adaptación de cliente puede no transmitir nada, forzando así la detección de LOS y la acción asociada en el receptor DVB ASI en sentido descendente.

8.4 Correspondencia transparente a máxima velocidad de clientes 8B/10B en GFP

La correspondencia transparente de clientes codificados mediante bloques 8B/10B puede realizarse mediante una correspondencia síncrona (a máxima velocidad) de todos los caracteres clientes recibidos. Esta correspondencia transparente utiliza la correspondencia común basada en caracteres descrita en 8.1, así como los procesos específicos de cliente descritos en 8.2.3 y 8.3. Además, los requisitos específicos de cliente descritos en las subcláusulas siguientes se aplican antes de la correspondencia y encapsulado (en sentido de ingreso), y después de anular la correspondencia, extraer los bloques 64B/65B y decodificarlos en códigos bloque 8B/10B (en sentido de egreso).

8.4.1 Adaptación de velocidad en los códigos 64B/65B

En ingreso, la adaptación de velocidad a la velocidad de datos de cabida útil de salida se produce en el proceso de codificación 64B/65B. Si no hay una palabra de código 8B/10B disponible para que el dispositivo de correspondencia la recodifique en un código de bloque 64B/65B, el dispositivo de correspondencia inserta una 65B_PAD como se describe en 8.1.1.2. Esencialmente, esta 65B_PAD es un reposo no de cliente que se utiliza para rellenar bloques 64/65B para fines de adaptación de velocidad. En egreso, el dispositivo de anulación de correspondencia suprime estas señales reposo no clientes. Como se utilizan tramas GFP de longitud fija, y las tramas pueden rellenarse con 65B_PAD para adaptación de velocidad, no hay necesidad de almacenar en memoria intermedia una trama GFP completa antes de insertarla en la cabida útil de la señal de transporte saliente, con lo que se reduce el almacenamiento intermedio y el retardo en el proceso de correspondencia.

8.4.1.1 Procedimientos de adaptación de velocidad en egreso

Existen dos enfoques para la generación del reloj de la interfaz de datos de egreso de cliente en el proceso de adaptación de sumidero específico de cliente GFP. Un enfoque consiste en adaptar la señal cliente a una fuente de reloj que es local al proceso de adaptación de sumidero GFP. El otro enfoque consiste en generar el reloj de egreso de la señal cliente derivándolo de la señal GFP recibida y del reloj de transporte.

Si ocurriese un fallo ya sea en la señal cliente de ingreso o durante el transporte SDH/OTN, se requiere aún un reloj de referencia local específico del protocolo en el punto de egreso de los datos cliente si el cliente espera que una señal de fallo de enlace de velocidad de cliente sustituya al cliente fallido.

8.4.1.1.1 Adaptación de velocidad a un reloj de referencia local

Las señales cliente 8B/10B soportadas actualmente especifican frecuencias operativas con requisitos de desplazamiento de reloj de ± 100 ppm a ± 200 ppm, los cuales son considerablemente menos exigentes en comparación con SDH u OTN. Cada una de estas señales cliente está diseñada para permitir una adaptación de velocidad a un reloj de referencia local, ya sea en repetidores o en el extremo distante, mediante la inserción o supresión de Reposo de cliente (o una palabra de relleno). Para facilitar esta adaptación de velocidad, cada una de estas señales cliente impone reglas mínimas de intervalo interpaquete (IPG), las cuales especifican el número mínimo de palabras código de reposo que deben insertarse entre paquetes de datos. Cada una de estas señales cliente especifica también el tamaño máximo del paquete de datos. Se han establecido reglas mínimas de IPG para asegurar que cuando se requiere adaptación de velocidad a un reloj local, aun en la condición de caso más desfavorable en la que un reloj rápido en la entrada y un reloj lento en la salida requieren la supresión de algunos Reposos IPG, permanecerá un IPG suficiente entre los paquetes para una delimitación correcta de las tramas cliente.

Este esquema puede ser igualmente bien utilizado cuando se reconstruyen datos cliente con correspondencia transparente en egreso. Con este enfoque, se suministra un reloj de referencia local en el proceso de adaptación de sumidero GFP. Conforme se anula la correspondencia de datos cliente de las tramas GFP y dichos datos se recodifican en palabras código 8B/10B se adaptan en velocidad al reloj de referencia local a través de la inserción/supresión de Reposo. Se requiere un procesamiento específico del cliente para reconocer las oportunidades válidas para insertar/suprimir palabras de código de reposo, generar códigos de reposo apropiados, e insertar tales códigos en el tren de bits de egreso. Un ejemplo de un parámetro específico del cliente es el número mínimo y el número máximo de Reposos que se permite insertar o suprimir.

Incluso en los enlaces que contienen múltiples repetidores, si todos los relojes "locales" satisfacen los requisitos de exactitud para el protocolo específico, se producirán suficientes oportunidades para la inserción o supresión de reposos, ya que los desplazamientos de temporización compuestos a través de los repetidores en cascada no pueden exceder los requisitos de desplazamiento de reloj para el caso más desfavorable.

Con este enfoque, las características de temporización tales como la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase de la señal cliente reconstruida dependen en primer lugar de la calidad del reloj de referencia local. El reloj de referencia local es específico de la velocidad del protocolo (por ejemplo Gigabit Ethernet, Canal para fibra, y ESCON no comparten frecuencias comunes).

8.4.1.1.2 Adaptación de velocidad a partir de la señal cliente transportada

En ingreso, las señales cliente se proporcionan a una velocidad de reloj uniforme específica del protocolo. Si bien pueden existir espaciamientos en los paquetes mismos de datos cliente, éstos se rellenan con intervalo interpaquete (IPG) a una velocidad de reloj constante. La correspondencia transparente preserva todos los datos cliente, el control y la información IPG cuando se recodifican utilizando 64B/65B (suponiendo que no hay pérdida de señal cliente ni pérdida de sincronización de

caracteres). Sin embargo, los datos recodificados se hacen entonces corresponder a tramas GFP con relleno 65B_PAD para adaptarlos en velocidad al canal de cabida útil de transporte con anchura de banda superior. También se pueden insertar periódicamente o en oportunidades convenientes tramas de gestión de cliente o de control GFP entre tramas de datos clientes GFP. Las tramas de transporte añaden su propia tara (tara de sección y de trayecto más octetos de relleno fijo en el caso de SDH). No se mantiene alineación entre datos cliente, octetos o bloques de relleno, tramas GFP, y tara de transporte.

En egreso, es previsible que la recuperación de reloj requiera un dispositivo FIFO y un desincronizador, donde el desincronizador requeriría un reloj de referencia, un bucle PLL, y un filtro. La temporización de reloj recuperada dependería de alguna versión filtrada del nivel de llenado del dispositivo FIFO. El propio dispositivo FIFO estaría sometido a cambios de cierta consideración en su nivel en condiciones normales de funcionamiento debido a la aparición de grandes bloques de tara de sección/transporte, tara de trama GFP, y tramas de gestión de cliente GFP. En las condiciones más desfavorables, es posible que todos los mecanismos de "intervalo" de datos cliente estén alineados en un bloque contiguo de "no datos cliente". La naturaleza relativamente aperiódica de algunos de los intervalos combinada con la relativamente gran tolerancia de frecuencia del reloj de fuente complica el diseño del dispositivo FIFO y del bucle PLL.

La ventaja de este enfoque de desincronizador es que no se requiere un conocimiento específico del protocolo para recuperar el reloj de cliente en egreso.

Las características de temporización de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase de la señal cliente reconstruida dependen en primer lugar del diseño del sistema de recuperación de reloj. Con un diseño más complejo se podrá soportar una amplia gama de velocidades de cliente con un solo diseño.

8.4.1.2 Aspectos de la adaptación de la velocidad específicos del cliente

En egreso, las señales cliente transportadas transparentemente deben ser reconstruidas y presentadas a la salida de una manera que satisfaga los requisitos de interfaz física específicos de cada protocolo. Independientemente del enfoque de temporización a la salida para el cliente seleccionado, se deben satisfacer los requisitos de temporización específicos del protocolo, como se define en las normas aplicables a cada protocolo cliente. Las siguientes cláusulas identifican los requisitos aplicables esenciales, aunque se pueden aplicar otros requisitos específicos del protocolo.

8.4.1.2.1 Cabida útil de Canal para fibra

La máxima velocidad de datos de salida de Canal para fibra (después de la codificación 8B/10B) será de 531,25; 1062,5; 2125 ó 4250 Mbit/s \pm 100 ppm, como se especifica en ANSI X3.230-1994, Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH) Rev. 4.3, sección 5.1. Los requisitos de temporización de la señal de salida se especifican con mayor detalle en ANSI X3.230, secciones 6.1.1 (Single-mode optical output interface), 6.2.1 (Multi-mode optical output interface), y 7 (Electrical cable interface). Las señales de salida serán generadas normalmente con un mínimo de seis señales primitivas (Reposos y R_RDY) entre tramas, como se especifica en ANSI X3.230, sección 17.1. Si la adaptación de velocidad se efectúa utilizando inserción/supresión de Reposos Canal para fibra, la adaptación de velocidad se aplicará de tal manera que el receptor de destino obtenga al menos dos Reposos que precedan a cada trama, como se especifica en ANSI X.230, sección 17.1.

Puede requerirse también la adaptación de velocidad cuando se recibe un tren continuo de secuencias primitivas Canal para fibra; las secuencias primitivas se definen en el cuadro 26 de ANSI X3.230-1994. Puesto que se requiere la recepción de un mínimo de tres secuencias primitivas idénticas consecutivas antes de que se reconozca la secuencia (de acuerdo con la sección 16.4.1 de ANSI X3.230), la adaptación de velocidad mediante la inserción de una réplica de la secuencia

recibida de cuatro caracteres, o la supresión de una secuencia recibida, sólo se producirá después de que se hayan recibido y retransmitido tres secuencias idénticas consecutivas.

En función de la implementación, podría generarse en egreso un tren continuo de caracteres de disparidad neutra 10B_ERR, aunque la adaptación de velocidad se requiere aún en esta situación. En este caso, la adaptación de velocidad se puede efectuar suprimiendo o insertando un carácter de disparidad neutra 10B_ERR después de que se hayan recibido y retransmitido 12 caracteres 10B_ERR consecutivos.

8.4.1.2.2 Cabida útil ESCON

La velocidad de datos de salida de ESCON (después de la codificación 8B/10B) será de 200 Mbit/s \pm 0,04 Mbit/s, como se especifica en ANSI X3.296-1997, Information Technology-Single Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture, sección 5.1.2. Los requisitos de temporización de la señal de salida se especifican con mayor detalle en ANSI X3.296, secciones 5.2.1 (Multi-mode output interface) y 5.3.1 (Single-mode output interface). Las señales de salida serán generadas normalmente con un mínimo de cuatro caracteres de reposo (K28.5) entre tramas de datos, como se especifica en ANSI X3.296, sección 6.3. De conformidad con las reglas de ANSI X3.296, sección 7.2, si la adaptación de velocidad se efectúa mediante la inserción/supresión de Reposo ESCON, dicha adaptación está limitada a un evento de inserción/supresión entre dos tramas cualesquiera, estando formado dicho evento de inserción/supresión por la adición o supresión de uno o dos caracteres Reposo. Sin embargo, un único evento de inserción/supresión entre tramas puede no proporcionar la suficiente capacidad de corrección de velocidad cuando el intervalo entre tramas es suficientemente largo. Por lo tanto, con fines de adaptación en egreso de GFP-T, se permite un número cualquiera de eventos de inserción/supresión entre tramas, supuesto que dichos eventos no ocurren, en promedio, más de una vez cada 2500 caracteres, y no dejan menos de dos Reposos entre tramas. Se puede requerir también la adaptación de velocidad cuando se recibe un tren continuo de secuencias de conjuntos ordenados; las secuencias de conjuntos ordenados se definen en el cuadro 15 de ANSI X3.296. Como se requiere la recepción de un mínimo de ocho secuencias consecutivas antes de que se reconozca la secuencia (según la sección 6.3 de ANSI X3.296), la adaptación de velocidad mediante la inserción de una réplica de la secuencia recibida de dos caracteres, o la supresión de una secuencia recibida, sólo se producirá después de que se hayan recibido y retransmitido ocho secuencias idénticas consecutivas.

En función de la implementación, se podría generar en egreso un tren continuo de caracteres de disparidad neutra 10B_ERR, aunque la adaptación de velocidad se requiere aún en esta situación. En este caso, la adaptación de velocidad se puede efectuar suprimiendo o insertando un carácter de disparidad neutra 10B_ERR después de que se hayan recibido y retransmitido 12 caracteres 10B_ERR consecutivos.

8.4.1.2.3 Cabida útil FICON

Los requisitos de temporización para FICON son los mismos que los especificados para Canal para fibra en ANSI X3.230-1994, Rev. 4.3.

8.4.1.2.4 Cabida útil Gigabit Ethernet en dúplex

La velocidad de datos de salida de Gigabit Ethernet (GbE) (después de la codificación 8B/10B) será 1250 Mbit/s \pm 100 ppm, como se especifica en IEEE 802.3-2002. Los requisitos de temporización de la señal de salida se especifican con mayor detalle en IEEE 802.3-2002, secciones 38.5 y 38.6 (1000BASE-LX optical fibre interfaces), y 39.3.1 y 39.3.3 (1000BASE-CX short-haul copper interface). Las señales de salida serán generadas normalmente con un IPG mínimo de 12 octetos, de acuerdo con IEEE 802.3-2002, sección 4.4.2.3. Los caracteres Reposo de GbE están formados por dos octetos, como se define en IEEE 802.3-2002, sección 36.2.4.12. Si la adaptación de velocidad se efectúa mediante inserción/supresión de Reposo GbE en modo dúplex, puede suprimirse

cualquier número de /I2/ en cualquier IPG, de forma que si dicha supresión no dé como resultado la ausencia de /I/ y que queden no menos de 8 octetos incluidos /T/, /R/, e /I/ entre las tramas, tal como exige una correcta delimitación de trama de conformidad con IEEE 802.3-2002, figuras 36-7a y 36-7b. En cualquier IPG puede añadirse un número cualquiera de /I2/. Se puede requerir también la adaptación de velocidad cuando se recibe un tren continuo de conjuntos ordenados de configuración de ocho caracteres (constituido por /C1/C2/ alternos). Puesto que hay que recibir un mínimo de tres conjuntos ordenados de configuración /C1/C2/ consecutivos antes de que se reconozca el conjunto de configuración, la adaptación de velocidad mediante la inserción de una réplica de la secuencia /C1/C2/ recibida, o la supresión de una secuencia /C1/C2/ recibida sólo se producirá después de que se hayan recibido y retransmitido tres secuencias /C1/C2/ idénticas consecutivas. En función de la implementación, se podría generar en egreso un tren continuo de caracteres de disparidad neutra 10B_ERR, o de error de transmisión (/V/) lo que requiere aún adaptación de velocidad. En este caso, la adaptación de velocidad se puede efectuar suprimiendo o replicando un carácter 10B_ERR o /V/ después de que se hayan recibido y retransmitido 12 caracteres 10B_ERR o /V/ consecutivos.

8.4.1.2.5 Cabida útil DVB ASI

La velocidad de datos de salida DVB ASI (después de la codificación 8B/10B) deberá ser de 270 Mbit/s \pm 100ppm, tal como se especifica en el apéndice B de ETSI EN 50083-9. Adicionalmente, los requisitos de la temporización de la señal de salida se especifican haciendo referencia a la especificación de Canal para fibra incluida en ANSI X3.230-1994.

Entre paquetes MPEG debe existir un mínimo de dos caracteres /K28.5/. Entre paquetes o dentro de los mismos, pueden existir caracteres /K28.5/ adicionales de adaptación de velocidad. Si la adaptación de velocidad se realiza mediante la eliminación de /K28.5/, la adaptación de velocidad es tal que el destino receptor recibe al menos dos caracteres /K28.5/ precediendo a cada trama, tal como se especifica en el apéndice B de ETSI EN 50083-9. Si la adaptación de velocidad requiere la inserción de caracteres /K28.5/, éstos pueden insertarse entre o dentro de los paquetes MPEG.

En función de la implementación, se podría recibir o generar en egreso un tren continuo de caracteres de disparidad neutra 10B_ERR (por ejemplo, en respuesta a un fallo de señal cliente recibido). En este caso, la adaptación de velocidad se puede efectuar suprimiendo o insertando un carácter de disparidad neutra 10B_ERR después de que se hayan recibido y retransmitido 12 caracteres 10B_ERR consecutivos.

8.5 Correspondencia asíncrona (a velocidad máxima o a una velocidad inferior) de clientes 8B/10B en GFP

El transporte a una velocidad inferior de señales cliente codificadas mediante bloques 8B/10B puede realizarse por medio de una correspondencia asíncrona (a máxima velocidad o a una velocidad inferior) de caracteres cliente recibidos. La correspondencia transparente asíncrona emplea una correspondencia basada en caracteres comunes descrita en 8.1, así como los procesos específicos de cliente de 8.2.3 y 8.3. Sin embargo, la correspondencia asíncrona es típicamente una correspondencia menos transparente basada en caracteres, en la que el procesamiento específico del cliente (en ingreso) suprime caracteres de reposo de clientes del tren de palabras clave. Puede aplicarse control de flujo para asegurar el transporte sin pérdidas de la señal cliente sobre trayectos de transporte con una anchura de banda inferior a la de las señales clientes a máxima velocidad. Los requisitos específicos de cliente descritos en las subcláusulas siguientes se aplican antes de la correspondencia y el encapsulado (en sentido de ingreso) y tras la anulación de la correspondencia, extracción de bloques 64B/65B y su decodificación en códigos bloque 8B/10B (en sentido de egreso).

8.5.1 Aspectos específicos de Canal para fibra para la correspondencia GFP-T asíncrona

Los aspectos específicos de Canal para fibra para la correspondencia GFP-T asíncrona requieren estudios adicionales.

Apéndice I

Ejemplos de modelos funcionales para aplicaciones GFP

En este apéndice se presentan algunos ejemplos de modelos funcionales para aplicaciones GFP. En ausencia de arquitecturas de red de capa para redes de capas de datos (por ejemplo, IP e Ethernet), los modelos se presentan exclusivamente para fines de información.

GFP se puede desplegar en elementos de red de transporte (por ejemplo, SDH), y en elementos de redes de datos (por ejemplo, IP, Ethernet).

En el primer caso, se proporciona una interfaz física de datos (de tipo Ethernet o red de área de almacenamiento) como un puerto de interfaz afluente en el elemento de red de transporte. Si la señal física de datos es una señal codificada 8B/10B, se puede transportar a través de la red de transporte como un tren transparente utilizando la correspondencia GFP-T (figura I.1). Si sólo una parte de la anchura de banda de la interfaz física transporta tráfico, y este tráfico es el único que debe ser transportado por la red de transporte, se termina la señal de la interfaz física de datos y se extraen las PDU de datos para reenviarlas mediante correspondencia GFP-F mediante una señal a VC-*m-Xv*, VC-*n*, VC-*n-Xc*, o VC-*n-Xv* (figura I.2).

En el segundo caso, el procedimiento GFP se realiza entre la textura de encaminador IP [Ethernet Switch] y, por ejemplo, funciones de puerto de interfaz STM-N (figuras I.3 y I.4).

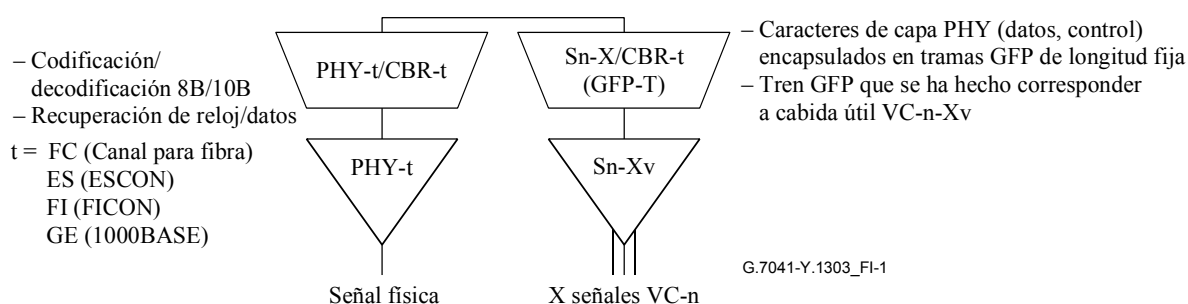


Figura I.1/G.7041/Y.1303 – Puerto de interfaz afluente FC/ES/FI/GE que utiliza correspondencia GFP-T a máxima velocidad en un elemento de red SDH

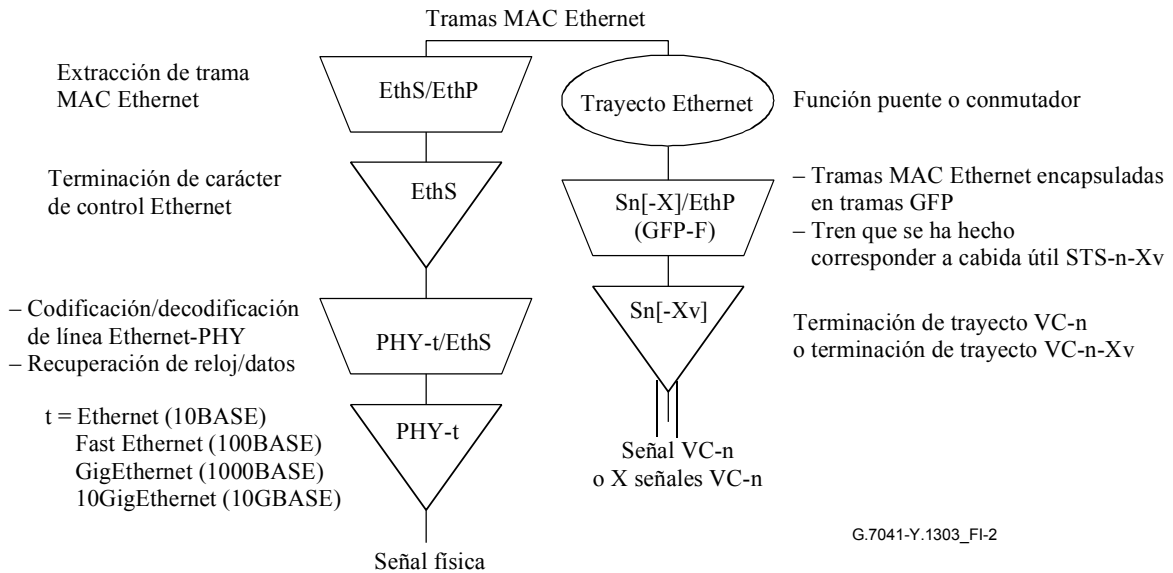


Figura I.2/G.7041/Y.1303 – Puerto de interfaz afluente Ethernet que utiliza correspondencia GFP-F en un elemento de red SDH

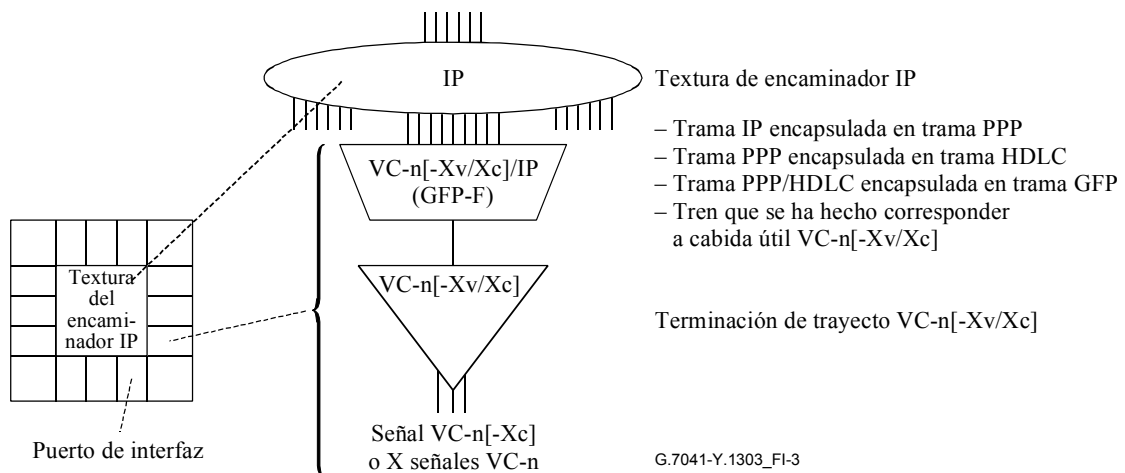


Figura I.3/G.7041/Y.1303 – Puerto VC-n/VC-n-Xv/VC-n-Xc en encaminador IP, o función de encaminador IP insertado en equipo híbrido SDH/IP

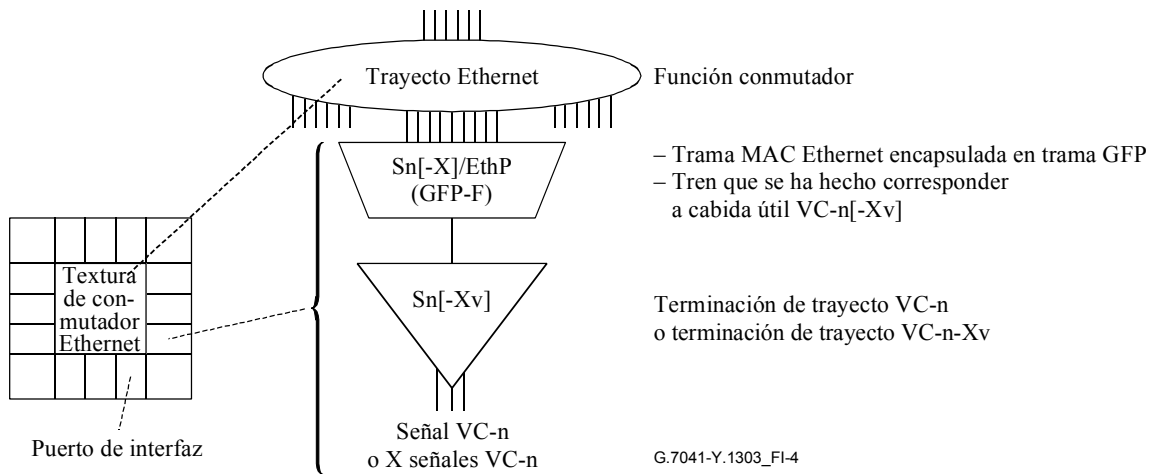


Figura I.4/G.7041/Y.1303 – Puerto VC-n-Xv en conmutador Ethernet, o función de conmutador Ethernet insertado en equipo híbrido SDH/Ethernet

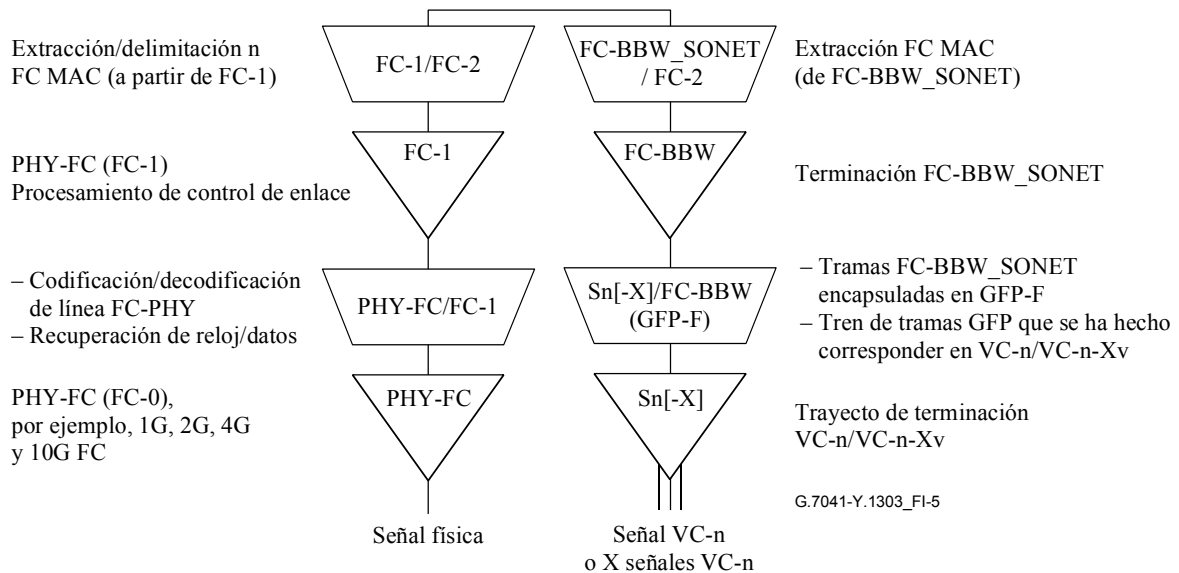


Figura I.5/G.7041/Y.1303 – Puerto de interfaz afluente Canal para fibra utilizando FC-BBW_SONET y correspondencia GFP-F en un elemento de red SDH

Apéndice II

Ejemplos de tipos de cabida útil GFP

Cuadro II.1/G.704/Y.1303 – Tipos de cabida útil GFP

Identificador de tipo de cabida útil (Binario) Bits de Tipo <15:13>	Identificador de FCS de cabida útil (Binario) Bit de Tipo <12>	Identificador de encabezamiento de extensión (Binario) Bits de Tipo <11:8>	Identificador de cabida útil de usuario (Binario) Bits de Tipo <7:0>	Tipo (HEX)	Área de cabida útil en trama GFP	Longitud de encabezamientos de extensión (número de octetos)
000	0	xxxx	0000 0000	0x00	Reservado	
000	1	xxxx	0000 0000	1x00	Reservado	
000	0	0000	0000 0001	0001	Ethernet con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
000	0	0000	0000 0010	0002	PPP con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
000	0	0001	0000 0001	0101	Ethernet con encabezamiento de extensión lineal y sin FCS de cabida útil	4
000	0	0001	0000 0010	0102	PPP con encabezamiento de extensión lineal y sin FCS de cabida útil	4
000	0	0010	0000 0001	0201	Ethernet con encabezamiento de extensión en anillo y sin FCS de cabida útil	18
000	0	0010	0000 0010	0202	PPP con encabezamiento de extensión en anillo y sin FCS de cabida útil	18
000	0	0000	0000 0011	0003	Canal para fibra transparente con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
000	0	0000	0000 0100	0004	FICON transparente con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0

Cuadro II.1/G.704/Y.1303 – Tipos de cabida útil GFP

Identificador de tipo de cabida útil (Binario) Bits de Tipo <15:13>	Identificador de FCS de cabida útil (Binario) Bit de Tipo <12>	Identificador de encabezamiento de extensión (Binario) Bits de Tipo <11:8>	Identificador de cabida útil de usuario (Binario) Bits de Tipo <7:0>	Tipo (HEX)	Área de cabida útil en trama GFP	Longitud de encabezamientos de extensión (número de octetos)
000	0	0000	0000 0101	0005	ESCON transparente con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
000	0	0000	0000 0110	0006	Gb Ethernet transparente con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
1xx	x	xxxx	xxxx xxxx	–	Reservado	–
x1x	x	xxxx	xxxx xxxx	–	Reservado	–
xx1	x	xxxx	xxxx xxxx	–	Reservado	–

Apéndice III

Ejemplo de trama GFP que ilustra el orden de transmisión y el cálculo de CRC

Ejemplo examinado

Transmisión:

User_data → adaptación GFP_source → aleatorización y DC_balance → SDH

Recepción:

SDH → un_DC_balance y desaleatorización → desencapsulado de GFP_sink → datos cliente

En el siguiente ejemplo examinado se presenta la encapsulado de una trama Ethernet de 64 octetos con encabezamiento lineal y FCS, antes del equilibrado de corriente continua y aleatorización autosincronizada. Se ha establecido la correspondencia de los octetos de datos Ethernet con un octeto GFP con un orden de transmisión de bits inverso respecto al orden de transmisión de bits Ethernet (bit 0 en IEEE 802.3-2002 cláusula 3 corresponde al bit 8 del octeto GFP, y el bit 7 de IEEE 802.3-2002, cláusula 3 corresponde al bit 1 del octeto GFP). Los valores hexadecimales de este ejemplo se presentan de forma que el bit más significativo (MSB) está a la izquierda, y el bit menos significativo (LSB) está a la derecha.

Octeto	Campo	Valor(hex)	Comentario
1	PLI[15:8]	00	; PLI = Length { Payload Header + Payload Information Field + Payload FCS } ; = 8 + 64 + 4 = 76 bytes
2	PLI[7:0]	4C	
3	cHEC[15:8]	89	;
4	cHEC[7:0]	48	;
5	TYPE[15:8]	11	; [15:13]='000' (client data)
6	TYPE[7:0]	01	; [12] = '1' (payload FCS enabled)
7	tHEC[15:8]	20	; [11:8] = '0001' (linear header)
8	tHEC[7:0]	63	; [7:0] = '00000001' (Ethernet)
9	EHDR[15:8]	80	; CID[07:00]=0x8000 the value is just an example
10	EHDR[7:0]	00	; SPARE[7:0]
11	eHEC[15:8]	1B	; eHEC calculated over CID,SPARE
12	eHEC[7:0]	98	; End extension header
13	DATA	FF	; 1d Ethernet DA=0xFFFFFFFFFFFF
14	DATA	FF	; 2d
15	DATA	FF	; 3d
16	DATA	FF	; 4d
17	DATA	FF	; 5d
18	DATA	FF	; 6d
19	DATA	06	; 7d Ethernet SA=0x060504030201
20	DATA	05	; 8d
21	DATA	04	; 9d
22	DATA	03	; 10d
23	DATA	02	; 11d
24	DATA	01	; 12d
25	DATA	00	; 13d Ethernet TYPE/LENGTH
26	DATA	2E	; 14d
27	DATA	00	; 15d Ethernet payload
28	DATA	01	; 16d
29	DATA	02	; 17d
30	DATA	03	; 18d
31	DATA	04	; 19d
32	DATA	05	; 20d
33	DATA	06	; 21d
34	DATA	07	; 22d
35	DATA	08	; 23d
36	DATA	09	; 24d
37	DATA	0A	; 25d
38	DATA	0B	; 26d
39	DATA	0C	; 27d
40	DATA	0D	; 28d

41	DATA	0E	; 29d
42	DATA	0F	; 30d
43	DATA	10	; 31d
44	DATA	11	; 32d
45	DATA	12	; 33d
46	DATA	13	; 34d
47	DATA	14	; 35d
48	DATA	15	; 36d
49	DATA	16	; 37d
50	DATA	17	; 38d
51	DATA	18	; 39d
52	DATA	19	; 40d
53	DATA	1A	; 41d
54	DATA	1B	; 42d
55	DATA	1C	; 43d
56	DATA	1D	; 44d
57	DATA	1E	; 45d
58	DATA	1F	; 46d
59	DATA	20	; 47d
60	DATA	21	; 48d
61	DATA	22	; 49d
62	DATA	23	; 50d
63	DATA	24	; 51d
64	DATA	25	; 52d
65	DATA	26	; 53d
66	DATA	27	; 54d
67	DATA	28	; 55d
68	DATA	29	; 56d
69	DATA	2A	; 57d
70	DATA	2B	; 58d
71	DATA	2C	; 59d
72	DATA	2D	; 60d
73	DATA	DE	; 61d Ethernet FCS computed over 60 bytes
74	DATA	E1	; 62d
75	DATA	90	; 63d
76	DATA	D0	; 64d
77	FCS[31:24]	56	; First byte of optional GFP payload FCS
78	FCS[23:16]	CF	; Covers only payload information field, excludes
79	FCS[15:8]	2B	; the extension header (i.e. 64 bytes)
80	FCS[7:0]	B0	; Last byte of optional GFP FCS.

El encabezamiento principal se somete a la operación "OR" exclusivo con el código Barker DC, manteniéndose el resto de la trama GFP sin modificación.

Octeto	Campo	Valor(hex)	Comentario
1	PLI[15:8]	B6	; 00 xor B6
2	PLI[7:0]	E7	; 4C xor AB
3	cHEC[15:8]	B8	; 89 xor 31
4	cHEC[7:0]	A8	; 48 xor E0
5	...		

El ejemplo siguiente muestra el cálculo de la cHEC para $PLI[15:0] = 0x004C$. El polinomio es $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$. El PLI se introduce en el calculador de CRC-16 con $PLI[15:8]$ primero, y luego $PLI[7:0]$, empezando cada octeto por el bit más significativo.

$$\begin{array}{r} x^{15} \quad \dots \quad x^0 \\ \hline 0000000000000000 \leftarrow \text{CRC-16 estado inicial} \end{array}$$

Bit de entrada	1	0001000000100001	\leftarrow CRC-16 después del bit de entrada
	0	0010000001000010	
	0	0100000010000100	
	1	1001000100101001	
	1	0010001001010010	
	0	0100010010100100	
	0	1000100101001000	

La transmisión de CRC-16 empezando por x^{15} produce los octetos GFP $cHEC[15:0] = 0x8948$.

La trama GFP se introduce en el aleatorizador $x^{43} + 1$ en el orden de bits de la red (el bit más significativo primero). Empezando por el primer octeto del campo TYPE (TIPO) (el encabezamiento fundamental no se aleatoriza):

Bit #1 TYPE[15]
 Bit #2 TYPE[14]
 Bit #3 TYPE[13]
 ...

Apéndice IV

Número de superbloques utilizados en el GFP transparente

IV.1 Introducción

En GFP-T existe un número entero (N) de superbloques de 536 bits en una trama de datos cliente. El valor de N debe elegirse de forma que la eficiencia de los bits de datos cliente en relación con los bits de tara de la trama GFP permita una anchura de banda suficiente para transportar la señal de datos cliente. El valor de N puede elegirse de forma que permita una anchura de banda "de reserva" adicional suficiente en el canal para el transporte de las tramas de gestión de cliente (CMF, *client management frames*). Los valores mínimos de N se presentan aquí como una función de los diversos bits de tara y del número de tramas de gestión de cliente que se pueden transmitir entre tramas de datos cliente GFP-T sucesivas.

IV.2 Cálculo de una anchura de banda "de reserva"

La anchura de banda de reserva en un canal GFP-T se define de la forma siguiente:

$$\begin{aligned} SBW &= (\text{velocidad binaria mínima para transportar bits clientes en el canal}) - (\text{velocidad binaria de datos cliente}) \\ &= (\text{velocidad binaria de canal mínima})(\text{relación entre bits de datos cliente y número total de bits}) - (\text{velocidad binaria de datos cliente}) \end{aligned}$$

donde:

la velocidad binaria de datos cliente es la velocidad binaria después de decodificar el código de línea en bloque (por ejemplo, 8B/10B), y el número total de bits en el canal son los bits de datos cliente más todos los bits de tara GFP-T

SBW, como una función de N , es:

$$\begin{aligned} SBW(N) &= (\text{VelocMínimadeCanal}) \left(\frac{\text{bits datos cliente/trama GFP-T}}{\text{bits totales/trama GFP-T}} \right) - (\text{Máx. Velocidad datos cliente}) \\ SBW(N) &= \frac{(512)(N)(ChBW_{\min})}{GFPOH + (536)(N)} - CSBW_{\max} \end{aligned}$$

donde:

$ChBW_{\min}$: anchura de banda del canal de transporte con el extremo más lento de la tolerancia del reloj de transporte

$CSBW_{\max}$: velocidad de datos de señal cliente con el extremo más rápido de la tolerancia del reloj de transporte, y

$GFPOH$: número de bits de tara GFP.

El valor mínimo de N es el valor más pequeño de N de forma que $SBW(N) > 0$:

$$N_{\min} = \left\lceil \frac{(CSBW_{\max})(GFPOH)}{(512)(ChBW_{\min}) - (536)(CSBW_{\max})} \right\rceil$$

donde la notación $\lceil x \rceil$ representa el entero más pequeño que es $\geq x$.

Los tamaños mínimos de trayecto VC con sus valores de N_{\min} asociados se muestran en el cuadro IV.1.

IV.3 Cálculo de la anchura de banda disponible para las CMF

La anchura de banda disponible para ser utilizada para tramas de gestión de cliente (CMF) es la anchura de banda de reserva sujeta a las limitaciones en cuanto al número de CMF que pueden transmitirse entre dos tramas de datos cliente. Si no existieran restricciones en el número de CMF que pueden transmitirse, el valor máximo permitido de N daría la máxima anchura de banda disponible para las CMF, donde

$$\begin{aligned} N_{\max} &= (65536 - GFPOH) / 67 \\ &= 978 \text{ sin encabezamiento de extensión o FCS de cabida útil, y} \\ &= 977 \text{ con encabezamiento de extensión y/o FCS de cabida útil} \end{aligned}$$

A fin de minimizar la latencia y los requisitos de la memoria de almacenamiento intermedia asociados con el ingreso al proceso de adaptación de fuente GFP-T, es conveniente no enviar más de una CMF entre tramas de datos cliente. Cuanto más largas sean las tramas de datos cliente,

menos oportunidades por segundo existirán para transmitir las CMF (es decir, habrá menos intervalos entre tramas de datos cliente para el envío de las CMF). Como resultado de ello, conforme N aumenta, el número de oportunidades de transmisión CMF disminuye y, por tanto, disminuye la anchura de banda disponible para las CMF. Con esta restricción, el valor óptimo de N es el que rellena toda la anchura de banda exactamente con una CMF por trama de datos cliente. Un valor menor de N reduce la anchura de banda de reserva de tal forma que no resulte adecuado permitir que exista una CMF entre cada trama de datos cliente. Un valor mayor de N daría lugar a un número menor de CMF por segundo. En general, si se permite la transmisión de m CMF entre tramas de datos cliente, la anchura de banda para CMF disponible es:

$$CMFBW(N, m) = (CMF/\text{segundo})(\text{bits}/CMF)$$

$$CMFBW(N, m) = \frac{(ChBW_{min})(CMFL)(m)}{(m)(CMFL) + GFPOH + (536)(N)}$$

donde:

$CMFL$: longitud de la trama CMF

m : número de CMF que pueden transmitirse entre tramas de datos cliente, con la limitación de que:

$$\frac{(512)(N)(ChBW_{min})}{GFPOH + (536)(N) + (m)(CMFL)} \geq CSBW_{m\acute{a}x}$$

La anchura de banda real de la cabida útil de las tramas de gestión de cliente es la relación entre la zona de cabida útil de la CMF y la longitud total de la trama CMF:

$$CMPLBW = (CMFBW(N, M)) \left(\frac{CMFPAL}{CMFL} \right)$$

donde:

$CMPLBW$: anchura de banda de cabida útil utilizable para CMF

$CMFPAL$: número de bits en la zona de cabida útil CMF utilizados para cabida útil de CMF (es decir, la zona de cabida útil menos la pFCS, si ésta se utiliza)

Para un valor dado de m , el valor de N que produce la máxima anchura de banda CMF utilizable es el entero más próximo a:

$$N_{opt} = \frac{(CSBW_{m\acute{a}x})[GFPOH + (m)(CMFL)]}{(512)(ChBW_{min}) - (536)(CSBW_{m\acute{a}x})}$$

Cuadro IV.1/G.7041/Y.1303 – Capacidad de trayecto SDH y número de superbloques en cada trama GFP transparente

Velocidad de datos cliente no codificada	Ejemplo de señal cliente	Tamaño de trayecto VC	Número mínimo de bloques 65B/trama GFP
160 Mbit/s	ESCON	VC-3-4v	1
216 Mbit/s	DVB ASI	VC-4-2v	1
425 Mbit/s	Canal para fibra	VC-4-3v	13
850 Mbit/s	Canal para fibra /FICON	VC-4-6v	13
1000 Mbit/s	Gbit Ethernet	VC-4-7v	95
1700 Mbit/s	Canal para fibra	VC-4-12v	13
3400 Mbit/s	Canal para fibra	VC-4-24v	13
NOTA – El número mínimo de superbloques que aquí se indica presupone un encabezamiento de extensión nulo y que no hay FSC de cabida útil opcional.			

Apéndice V

Requisitos de anchura de banda para transporte Ethernet

En este apéndice se muestran los requisitos de anchura de banda de transporte para datos cliente sobre Ethernet sobre GFP sobre SONET, en función de la velocidad MAC Ethernet, la longitud del campo de cabida útil cliente, de si la red tiene o no tiene insertada un rótulo VLAN, y de si se utiliza o no se utiliza el pFCS GFP. Esta información se muestra en los cuadros V.1 a V.4.

NOTA – La velocidad binaria MAC de los cuadros V.1 a V.4 es la velocidad binaria real de las tramas MAC Ethernet después de la eliminación de los intervalos de 12 octetos entre paquetes más el preámbulo de 7 octetos + 1 octeto de inicio del delimitador de trama. En otras palabras, la velocidad binaria MAC = (velocidad en la interfaz Ethernet) (número de bits de la trama MAC)/(número de bits de la trama MAC + intervalo de 12 octetos entre paquetes + preámbulo de 7 octetos + inicio de 1 octeto del delimitador de trama).

Cuadro V.1/G.7041/Y.1303 – Velocidad binaria máxima MAC con (sin) rótulo por cada señal servidora MAC de "10 Mbit/s"

		Velocidad binaria de la cabida útil (velocidad binaria nominal para Ethernet)									
		10 000	9 600	11 200		8 704		10 880			
		Velocidad binaria MAC (kbit/s), caudal (%) relativo a la máxima velocidad binaria MAC									
GFP-FCS	Rótulo VLAN	TAM. MAC (octetos)	10Base-T	VC-11-6v	Caudal	VC-11-7v	Caudal	VC-12-4v	Caudal	VC-12-5v	Caudal
0	0	64	7 619	8 533	112,0	9 956	131	7 737	101,5	9 671	127
0	0	128	8 649	9 035	104,5	10 541	122	8 192	94,7	10 240	118
0	0	256	9 275	9 309	100,4	10 861	117	8 440	91,0	10 550	114
0	0	512	9 624	9 452	98,2	11 028	115	8 570	89,0	10 713	111
0	0	1 024	9 808	9 526	97,1	11 113	113	8 637	88,1	10 796	110
0	0	1 518	9 870	9 550	96,8	11 141	113	8 658	87,7	10 823	110
0	0	9 618	9 979	9 592	96,1	11 191	112	8 697	87,1	10 871	109
0	1	64	7 727	8 589	111,2	10 021	130	7 788	100,8	9 735	126
0	1	128	8 684	9 051	104,2	10 560	122	8 207	94,5	10 258	118
0	1	256	9 286	9 313	100,3	10 866	117	8 444	90,9	10 555	114
0	1	512	9 627	9 453	98,2	11 029	115	8 571	89,0	10 714	111
0	1	1 024	9 809	9 526	97,1	11 114	113	8 637	88,0	10 796	110
0	1	1 518	9 870	9 550	96,8	11 141	113	8 658	87,7	10 823	110
0	1	9 618	9 979	9 592	96,1	11 191	112	8 697	87,1	10 871	109
1	0	64	7 619	8 084	106,1	9 432	124	7 330	96,2	9 162	120
1	0	128	8 649	8 777	101,5	10 240	118	7 958	92,0	9 947	115
1	0	256	9 275	9 170	98,9	10 699	115	8 314	89,6	10 393	112
1	0	512	9 624	9 380	97,5	10 944	114	8 505	88,4	10 631	110
1	0	1 024	9 808	9 489	96,7	11 070	113	8 603	87,7	10 754	110
1	0	1 518	9 870	9 525	96,5	11 112	113	8 636	87,5	10 795	109
1	0	9 618	9 979	9 588	96,1	11 186	112	8 693	87,1	10 866	109
1	1	64	7 727	8 160	105,6	9 520	123	7 398	95,7	9 248	120
1	1	128	8 684	8 800	101,3	10 267	118	7 979	91,9	9 973	115
1	1	256	9 286	9 176	98,8	10 706	115	8 320	89,6	10 400	112
1	1	512	9 627	9 382	97,5	10 945	114	8 506	88,4	10 633	110
1	1	1 024	9 809	9 489	96,7	11 071	113	8 604	87,7	10 754	110
1	1	1 518	9 870	9 525	96,5	11 112	113	8 636	87,5	10 795	109
1	1	9 618	9 979	9 588	96,1	11 186	112	8 693	87,1	10 866	109

NOTA 1 – GFP-FCS; No = 0, Sí = 1. Rótulo VLAN; el valor da el número de rótulos VLAN (Sin rótulos VLAN = 0).

NOTA 2 – Tara de encapsulado; 20 octetos para la interfaz Ethernet física (7 octetos de preámbulo, 1 octeto SFD y un IPG mínimo de 12). Tara de encapsulado de 8 octetos para GFP sin GFP-FCS y tara de encapsulado de 12 octetos para GFP con GFP-FCS.

Cuadro V.2/G.7041/Y.1303 – Velocidad binaria máxima MAC con (sin) rótulo por cada señal servidora MAC de "100 Mbit/s"

Velocidad binaria de la cabida útil (velocidad binaria nominal para Ethernet)							
100 000 96 768 149 760							
Velocidad binaria MAC(kbit/s), caudal (%) relativo a la máxima velocidad binaria MAC							
GFP-FCS	Rótulo VLAN	Tam. MAC (octetos)	100Base-T	VC-3-2v	Caudal	VC-4	Caudal
0	0	64	76 190	86 016	100,0	133 120	100,0
0	0	128	86 486	91 076	100,0	140 951	100,0
0	0	256	92 754	93 836	100,0	145 222	100,0
0	0	512	96 241	95 279	99,0	147 456	100,0
0	0	1 024	98 084	96 018	97,9	148 599	100,0
0	0	1 518	98 700	96 261	97,5	148 975	100,0
0	0	9 618	99 792	96 688	96,9	149 636	100,0
0	1	64	77 273	86 582	100,0	133 996	100,0
0	1	128	86 842	91 238	100,0	141 202	100,0
0	1	256	92 857	93 879	100,0	145 290	100,0
0	1	512	96 269	95 291	99,0	147 474	100,0
0	1	1 024	98 092	96 021	97,9	148 604	100,0
0	1	1 518	98 703	96 262	97,5	148 977	100,0
0	1	9 618	99 793	96 688	96,9	149 636	100,0
1	0	64	76 190	81 489	100,0	126 114	100,0
1	0	128	86 486	88 474	100,0	136 923	100,0
1	0	256	92 754	92 435	99,7	143 054	100,0
1	0	512	96 241	94 552	98,2	146 330	100,0
1	0	1 024	98 084	95 647	97,5	148 025	100,0
1	0	1 518	98 700	96 009	97,3	148 585	100,0
1	0	9 618	99 792	96 647	96,8	149 573	100,0
1	1	64	77 273	82 253	100,0	127 296	100,0
1	1	128	86 842	88 704	100,0	137 280	100,0
1	1	256	92 857	92 499	99,6	143 153	100,0
1	1	512	96 269	94 569	98,2	146 356	100,0
1	1	1 024	98 092	95 651	97,5	148 032	100,0
1	1	1 518	98 703	96 011	97,3	148 588	100,0
1	1	9 618	99 793	96 647	96,8	149 573	100,0

NOTA 1 – GFP-FCS; No = 0, Sí = 1. Rótulo VLAN; el valor da el número de rótulos VLAN (Sin rótulos VLAN = 0).

NOTA 2 – Tara de encapsulado; 20 octetos para la interfaz Ethernet física (7 octetos de preámbulo, 1 octeto SFD y un IPG mínimo de 12). Tara de encapsulado de 8 octetos para GFP sin GFP-FCS y tara de encapsulado de 12 octetos para GFP con GFP-FCS.

Cuadro V.3/G.7041/Y.1303 – Velocidad binaria máxima MAC con (sin) rótulo por cada señal servidora MAC de "1 Gbit/s"

Velocidad binaria de la cabida útil (velocidad binaria nominal para Ethernet)

1 000 000 898 560 1 048 320

Velocidad binaria MAC (kbit/s), caudal (%) relativo a la máxima velocidad binaria MAC

GFP-FCS	RótuloV LAN	Tam. MAC (octetos)	1000Base-X	VC-4-6v	Caudal	VC-4-7v	Caudal
0	0	64	761 905	798 720	100,0	931 840	100,0
0	0	128	864 865	845 704	97,8	986 654	100,0
0	0	256	927 536	871 331	93,9	1 016 553	100,0
0	0	512	962 406	884 736	91,9	1 032 192	100,0
0	0	1 024	980 843	891 594	90,9	1 040 193	100,0
0	0	1 518	986 996	893 849	90,6	1 042 824	100,0
0	0	9 618	997 925	897 813	90,0	1 047 449	100,0
0	1	64	772 727	803 975	100,0	937 971	100,0
0	1	128	868 421	847 214	97,6	988 416	100,0
0	1	256	928 571	871 737	93,9	1 017 027	100,0
0	1	512	962 687	884 842	91,9	1 032 315	100,0
0	1	1 024	980 916	891 621	90,9	1 040 225	100,0
0	1	1 518	987 030	893 862	90,6	1 042 839	100,0
0	1	9 618	997 926	897 814	90,0	1 047 449	100,0
1	0	64	761 905	756 682	99,3	882 796	100,0
1	0	128	864 865	821 541	95,0	958 464	100,0
1	0	256	927 536	858 326	92,5	1 001 380	100,0
1	0	512	962 406	877 982	91,2	1 024 313	100,0
1	0	1 024	980 843	888 152	90,5	1 036 177	100,0
1	0	1 518	986 996	891 512	90,3	1 040 098	100,0
1	0	9 618	997 925	897 440	89,9	1 047 014	100,0
1	1	64	772 727	763 776	98,8	891 072	100,0
1	1	128	868 421	823 680	94,8	960 960	100,0
1	1	256	928 571	858 918	92,5	1 002 071	100,0
1	1	512	962 687	878 138	91,2	1 024 495	100,0
1	1	1 024	980 916	888 192	90,5	1 036 224	100,0
1	1	1 518	987 030	891 531	90,3	1 040 119	100,0
1	1	9 618	997 926	897 441	89,9	1 047 014	100,0

NOTA 1 – GFP-FCS; No = 0, Sí = 1. Rótulo VLAN; el valor da el número de rótulos VLAN (Sin rótulos VLAN = 0).

NOTA 2 – Tara de encapsulado; 20 octetos para la interfaz Ethernet física (7 octetos de preámbulo, 1 octeto SFD y un IPG mínimo de 12). Tara de encapsulado de 8 octetos para GFP sin GFP-FCS y tara de encapsulado de 12 octetos para GFP con GFP-FCS.

Cuadro V.4/G.7041/Y.1303 – Velocidad binaria máxima MAC con (sin) rótulo por cada señal servidora MAC de "10 Gbit/s"

Velocidad binaria de la cabida útil (velocidad binaria nominal para Ethernet)

10 000 000 9 884 160 9 953 280 9 995 277

Velocidad binaria MAC (kbit/s), caudal (%) relativo a la máxima velocidad binaria MAC

GFP-FCS	Rótulo VLAN	Tam. MAC (octetos)	10GBase-R	VC-4-66v	Caudal	ODU1-4v	Caudal	ODU2	Caudal
0	0	64	8 311 688	8 785 920	100,0	8 847 360	100,0	8 884 691	100,0
0	0	128	9 078 014	9 302 739	100,0	9 367 793	100,0	9 407 319	100,0
0	0	256	9 516 729	9 584 640	100,0	9 651 665	100,0	9 692 390	100,0
0	0	512	9 752 381	9 732 096	99,8	9 800 153	100,0	9 841 503	100,0
0	0	1 024	9 874 638	9 807 539	99,3	9 876 123	100,0	9 917 794	100,0
0	0	1 518	9 915 088	9 832 343	99,2	9 901 100	99,9	9 942 877	100,0
0	0	9 618	9 986 502	9 875 945	98,9	9 945 008	99,6	9 986 970	100,0
0	1	64	8 395 062	8 843 722	100,0	8 905 566	100,0	8 943 143	100,0
0	1	128	9 103 448	9 319 351	100,0	9 384 521	100,0	9 424 118	100,0
0	1	256	9 523 810	9 589 110	100,0	9 656 167	100,0	9 696 910	100,0
0	1	512	9 754 253	9 733 257	99,8	9 801 322	100,0	9 842 677	100,0
0	1	1 024	9 875 120	9 807 834	99,3	9 876 421	100,0	9 918 093	100,0
0	1	1 518	9 915 309	9 832 478	99,2	9 901 237	99,9	9 943 014	100,0
0	1	9 618	9 986 508	9 875 949	98,9	9 945 011	99,6	9 986 974	100,0
1	0	64	8 311 688	8 323 503	100,0	8 381 709	100,0	8 417 075	100,0
1	0	128	9 078 014	9 036 946	99,5	9 100 142	100,0	9 138 539	100,0
1	0	256	9 516 729	9 441 586	99,2	9 507 611	99,9	9 547 727	100,0
1	0	512	9 752 381	9 657 805	99,0	9 725 342	99,7	9 766 377	100,0
1	0	1 024	9 874 638	9 769 672	98,9	9 837 991	99,6	9 879 502	100,0
1	0	1 518	9 915 088	9 806 637	98,9	9 875 215	99,6	9 916 883	100,0
1	0	9 618	9 986 502	9 871 843	98,9	9 940 877	99,5	9 982 822	100,0
1	1	64	8 395 062	8 401 536	100,0	8 460 288	100,0	8 495 985	100,0
1	1	128	9 103 448	9 060 480	99,5	9 123 840	100,0	9 162 337	100,0
1	1	256	9 523 810	9 448 094	99,2	9 514 165	99,9	9 554 309	100,0
1	1	512	9 754 253	9 659 520	99,0	9 727 069	99,7	9 768 112	100,0
1	1	1 024	9 875 120	9 770 112	98,9	9 838 434	99,6	9 879 947	100,0
1	1	1 518	9 915 309	9 806 839	98,9	9 875 419	99,6	9 917 087	100,0
1	1	9 618	9 986 508	9 871 848	98,9	9 940 882	99,5	9 982 827	100,0

NOTA 1 – GFP-FCS; No = 0, Sí = 1. Rótulo VLAN; el valor da el número de rótulos VLAN (Sin rótulos VLAN = 0).

NOTA 2 – Tara de encapsulado; 13 octetos para la interfaz Ethernet física (7 octetos de preámbulo, 1 octeto SFD y un IPG mínimo de 5). Tara de encapsulado de 8 octetos para GFP sin GFP-FCS y tara de encapsulado de 12 octetos para GFP con GFP-FCS.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y
INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de próxima generación	Y.2250–Y.2299
Numeración, denominación y direccionamiento	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación