



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

G.7041/Y.1303

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(12/2001)

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	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 multiplex primarios	G.7300–G.7399
Características principales de los equipos multiplex de segundo orden	G.7400–G.7499
Características principales de los equipos multiplex 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 multiplex 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, *generic framing procedure*) para delinear cabidas útiles de longitud variable alineadas en octetos, a partir de señales de cliente de alto nivel, 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 señales de cliente en GFP.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303, preparada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 14 de diciembre de 2001.

Palabras clave

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

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.

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 no 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 2002

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.....	2
5 Convenios.....	4
6 Aspectos comunes del GFP.....	4
6.1 Estructura de señal básica para las tramas de cliente GFP.....	5
6.1.1 Encabezamiento fundamental GFP.....	6
6.1.2 Área de cabida útil GFP.....	8
6.1.3 Tramas de cliente GFP.....	14
6.2 Tramas de control GFP.....	16
6.2.1 Trama Reposo GFP.....	16
6.2.2 Otras tramas de control.....	17
6.3 Funciones a nivel de trama GFP.....	17
6.3.1 Algoritmo de delineación de trama GFP.....	17
6.3.2 Multiplexación de tramas.....	19
6.3.3 Indicación de fallo de la señal de cliente.....	19
6.3.4 Tratamiento de defectos en GFP.....	19
7 Aspectos específicos de la cabida útil para GFP con correspondencia de trama.....	20
7.1 Cabida útil de MAC de Ethernet.....	20
7.1.1 Encapsulación de MAC de Ethernet.....	21
7.1.2 Supresión y restablecimiento del espaciado entre paquetes (IPG) Ethernet.....	21
7.2 Cabida útil IP/PPP.....	21
7.2.1 Encapsulación de la trama de PPP.....	22
7.2.2 Interfuncionamiento de la delineación de trama GFP/HDLC.....	22
7.2.3 Opciones de configuración de cabida útil PPP.....	22
7.3 Tratamiento de errores en GFP con correspondencia de trama.....	23
8 Aspectos específicos de cabida útil para la correspondencia transparente de clientes 8B/10B a GFP.....	23
8.1 Adaptación de señales de cliente 8B/10B a través de códigos de bloque 64B/65B.....	24
8.1.1 Código 10B_ERR.....	26
8.1.2 Inserción del código 65B_PAD y tramas de gestión de cliente GFP.....	27
8.2 Adaptación de bloques de código 64B/65B en GFP.....	27
8.2.1 Control de error con GFP transparente.....	28

	Página
8.3	Disparidad de funcionamiento en los códigos 64B/65B 29
8.3.1	Tratamiento de la disparidad de funcionamiento en ingreso..... 29
8.3.2	Tratamiento de la disparidad de funcionamiento en egreso 30
8.3.3	Aspectos de la disparidad de funcionamiento específicos del cliente..... 30
8.4	Adaptación de velocidad en los códigos 64B/65B..... 31
8.4.1	Procedimientos de adaptación de velocidad en egreso 31
8.4.2	Aspectos de la adaptación de la velocidad específicos del cliente..... 33
8.5	Aspectos de fallo de la señal específicos del cliente 35
8.5.1	Cabida útil de Fibre Channel..... 35
8.5.2	Cabida útil ESCON 36
8.5.3	Cabida útil FICON 36
8.5.4	Cabida útil Gigabit Ethernet en dúplex 36
Apéndice I – Ejemplos de modelos funcionales para aplicaciones GFP..... 37	
Apéndice II – Ejemplos de tipos de cabida útil GFP..... 39	
Apéndice III – Ejemplo de trama GFP que ilustra el orden de transmisión y el cálculo de CRC 41	
Apéndice IV – Número de superbloques utilizados en el GFP transparente..... 44	

Introducción

El procedimiento de entramado genérico (GFP) proporciona un mecanismo genérico para adaptar el tráfico de señales de cliente de alto nivel en una red de transporte. Las señales de cliente pueden estar orientadas a unidades de datos de protocolo (PDU) (por ejemplo IP/PPP o Ethernet MAC), o ser un tren de velocidad binaria constante orientado a código de bloque (por ejemplo Fibre Channel o ESCON/SBICON).

Para la especificación del GFP se consideran 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 de cliente definidos para GFP.

- Un modo de adaptación orientado a PDU, conocido como GFP con correspondencia de trama (GFP-F), especificado en la cláusula 7.
- Un modo de adaptación orientado a 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 de 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)		
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/> GFP – Aspectos comunes (independientes de la cabida útil)		
Trayecto SDH VC- <i>n</i>	Otros trayectos sincronizados en octetos	Trayecto OTN ODUk

T1545290-02

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

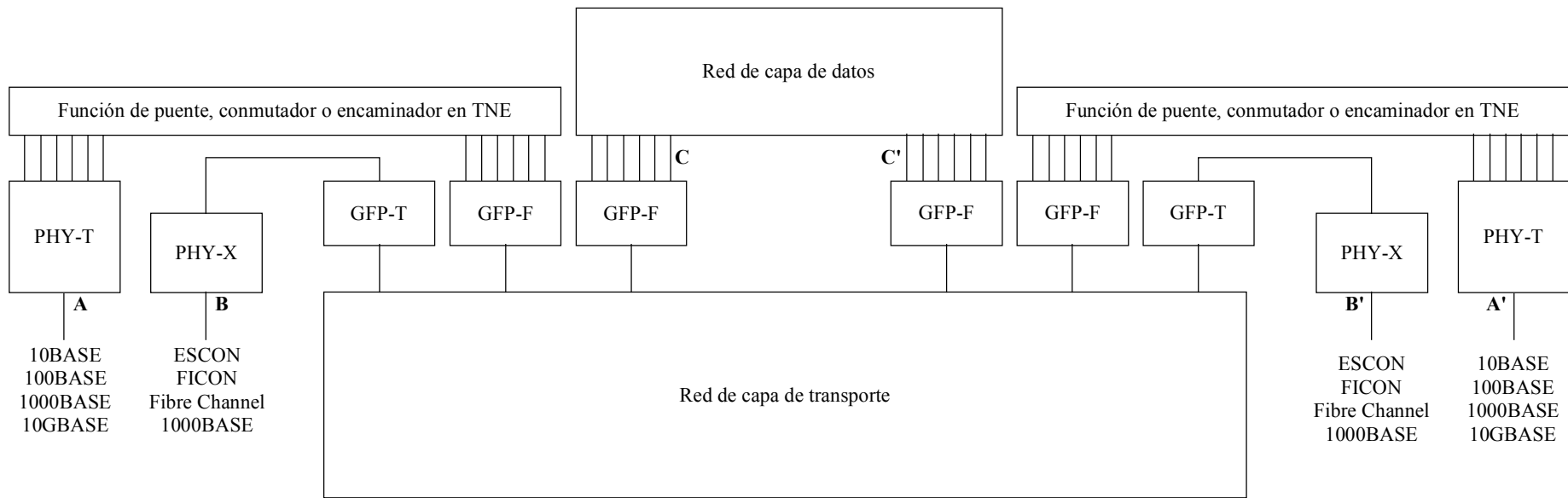
En la figura 2 se representa el entorno en que funciona el GFP.

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 capa superior) de la señal de cliente. Se requiere la visibilidad de la PDU de cliente. Esta visibilidad se obtiene cuando las PDU de cliente se reciben 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 de puente, conmutador o encaminador en un elemento de red de transporte (TNE, *transport network element*). En este último caso, las PDU de 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 de cliente entrantes. Por tanto, se requiere el tratamiento del espacio de palabra código entrante para la señal de cliente (B/B' en la figura 2).

Generalmente es posible hacer 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 que se pueda 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.



T1545300-02

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 de 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 de cliente en GFP.

El procedimiento de entramado descrito en esta Recomendación se puede aplicar tanto a la encapsulación de tramas de cliente completas (GFP con correspondencia de trama), en la cual una sola trama de 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 de 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.

- Recomendación UIT-T G.707/Y.1322 (2000), *Interfaz de nodo de red para la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.709/Y.1331 (2001), *Interfaces para la red de transporte óptica*.
- Recomendación UIT-T G.783, (2000), *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 redes de transporte ópticas*.
- Recomendación UIT-T I.432 (1993), *Interfaz usuario-red de la RDSI-BA – Especificación de la capa física*.
- ISO/CEI 3309:1993, *Information Technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control (HDLC) procedures – Frame structure*.
- IEEE 802.3 (1998), Part 3: *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*.
- ANSI X3.230 (1994), *Information Technology – Fibre Channel – Physical and Signaling Interface (FC-PH)*.

- ANSI X3.296 (1997), *Information Technology – Single-Byte Command Code Sets CONnection (SBCON) Architecture*.
- IETF RFC 1661 (1994), *The Point-to-Point Protocol (PPP)*.
- IETF RFC 1662 (1994), *PPP in HDLC-like Framing*.

3 Términos y definiciones

En la presente Recomendación se definen los siguientes términos.

3.1 procedimiento de entramado genérico con correspondencia de trama: Tipo de correspondencia GFP en el cual la trama de señal de 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 de cliente: Trama GFP que contiene datos de cabida útil procedentes de una señal de 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 máxima unidad de transmisión (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 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 transmitirá para 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: Por superbloque se designa una estructura GFP transparente que combina múltiples códigos 64B/65B junto con una CRC-16, con el fin de proporcionar alineación de octeto de cabida útil y 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 el cual caracteres de cliente codificados en bloques son decodificados, después de lo cual se les hace corresponder a una trama GFP de longitud fija y pueden transmitirse inmediatamente sin esperar hasta que se haya recibido toda la trama de datos de cliente.

4 Abreviaturas

En la presente Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas.

ANSI	Instituto nacional de normas de los Estados Unidos (<i>American National Standards Institute</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
cHEC	HEC fundamental; HEC principal (<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 de cliente (<i>client signal fail</i>)
DE	Eligibilidad para descarte (<i>discard eligibility</i>)
DP	Puerto de destino (<i>destination port</i>)
DST	Destino (<i>destination</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	Fibre Channel
FCS	Secuencia de comprobación de trama (<i>frame check sequence</i>)
FICON	Conexión de 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 del enlace de datos (<i>high-level data link control</i>)
HEC	Verificación de errores de encabezamiento (<i>header error check</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IFG	Espaciamiento entre tramas (<i>inter-frame gap</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
IPG	Espaciamiento entre paquetes (<i>inter-packet gap</i>)
ISO	Organización Internacional de Normalización (<i>International for Standardization Organization</i>)
ITU-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
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 los medios (<i>media access control</i>)
MAPOS	Protocolo de acceso múltiple a través de SONET/SDH (<i>multiple access protocol over SONET/SDH</i>)
MSB	Bit más significativo (<i>most significant bit</i>)
MTU	Máxima unidad de transmisión (<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 de transporte óptica (<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 identifier</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
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 envelop</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>)
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

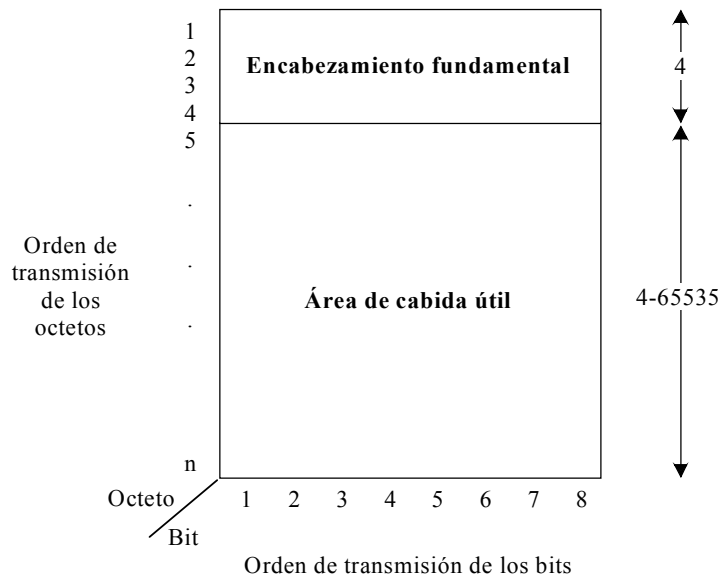
En esta cláusula se describen los aspectos comunes (independientes del protocolo) del GFP para cabidas útiles alineadas en octetos. La correspondencia de las cabidas útiles entramadas en un VC-*n* SDH se especifica en la Rec. UIT-T G.707/Y.1322. La correspondencia de las cabidas útiles entramadas en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

El GFP utiliza una variante del mecanismo de delineación de trama basado en HEC definido para el modo de transferencia asíncrono (ATM) (véase la Rec. UIT-T I.432.1). Se definen dos tipos de tramas GFP: tramas de cliente GFP y tramas de control GFP. Los formatos de las tramas de 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 (cabida útil) flexible que facilita la adaptación del GFP para su

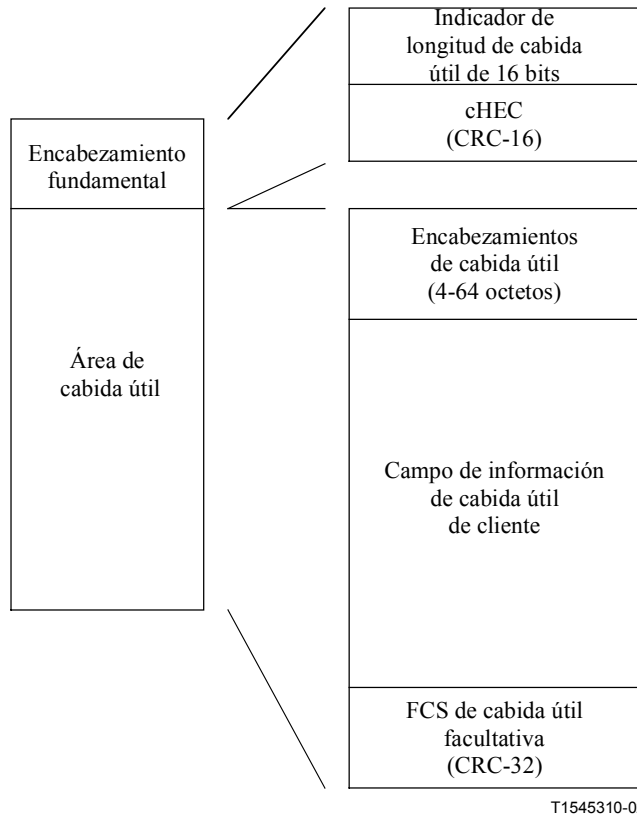
utilización con diversos mecanismos de transporte. Los tipos de encabezamiento de extensión de cabida útil actualmente definidos se especifican en 6.1.2.3.

6.1 Estructura de señal básica para las tramas de cliente GFP

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



a) Tamaño de trama y orden de transmisión



b) Campos que constituyen una trama de cliente GFP

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

6.1.1 Encabezamiento fundamental GFP

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

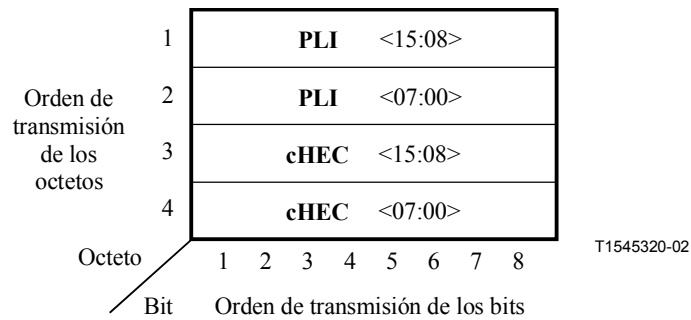


Figura 6-2/G.7041/Y.1303 – Formato de encabezamiento fundamental GFP

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 de 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 fundamental (cHEC)

El campo control de errores de encabezamiento fundamental de dos octetos contiene un código de control de errores CRC-16 que protege la integridad del contenido del encabezamiento fundamental, 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 fundamental 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) y x^0 corresponde al bit menos significativo (LSB).

El campo cHEC es generado por el proceso de adaptación de fuente, en el que se siguen estos pasos (véase 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 como en el proceso de adaptación de la fuente. Cuando no hay errores en bit, el residuo será 0000 0000 0000 0000.

Esta corrección de un solo bit se efectúa en el encabezamiento fundamental. El proceso de adaptación del sumidero GFP descartará las tramas GFP que tengan 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 fundamental

El encabezamiento fundamental 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 similar a la de Barker de transición máxima, lóbulo lateral mínimo, con una longitud de 32. La aleatorización del GFP mejora la robustez del procedimiento de delineación de trama GFP y proporciona un número suficiente de transiciones 0-1 y 1-0 durante los periodos de transmisión de reposo.

6.1.2 Área de cabida útil GFP

El área de cabida útil GFP, que está formada por todos los octetos de la trama GFP que se encuentran después del encabezamiento fundamental 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 está formada por 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) facultativo.

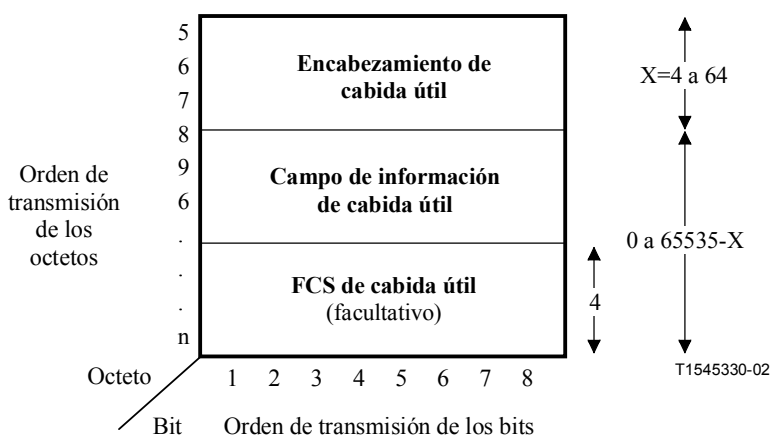


Figura 6-3/G.7041/Y.1303 – Formato del área de cabida útil GFP

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.

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 de 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.

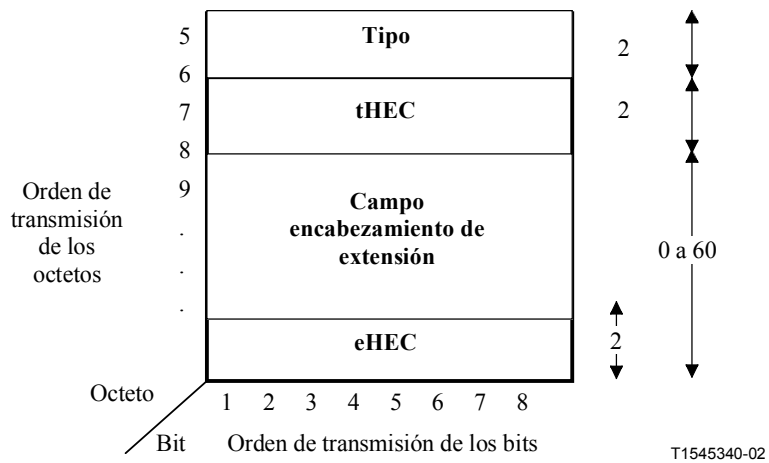


Figura 6-4/G.7041/Y.1303 – Formato del encabezamiento de cabida útil GFP

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), un identificador de FCS de cabida útil (PFI), un identificador de encabezamiento de extensión (EXI) y un identificador de cabida útil de usuario (UPI).

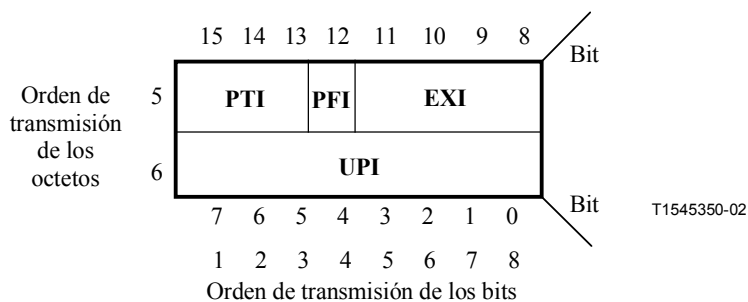


Figura 6-5/G.7041/Y.1303 – Formato del campo Tipo GFP

La interpretación del campo UPI para valores del PTI diferentes de 000 ó 100 queda en estudio. 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 de cliente GFP. Actualmente están definidas dos clases de tramas de 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

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

6.1.2.1.1.2 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.

6.1.2.1.1.3 Identificador de encabezamiento de extensión (EXI)

Es un subcampo de 4 bits del campo Tipo, que identifica el tipo de encabezamiento 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

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

6.1.2.1.1.4 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 de cliente GFP indicada por el subcampo PTI. Los valores del UPI para tramas de datos de 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 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 puede efectuar la corrección de errores de un solo bit en todos los campos protegidos por un campo tHEC. Esta corrección de errores de un solo bit se efectuará para el encabezamiento de Tipo. El proceso de adaptación de sumidero GFP descartará

todas las tramas GFP en que se detecten errores en varios bits, o en que se produzca un error en el campo de encabezamiento al que no se aplica la corrección de error en un solo bit. 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 Encabezamiento 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 error de encabezamiento de extensión, etc. El tipo de encabezamiento de extensión está indicado por el contenido de los bits EXI en el campo Tipo del encabezamiento de cabida útil.

Actualmente están definidas tres variantes de encabezamiento de extensión para el soporte de datos específicos del cliente en configuraciones lógicas en anillo o configuraciones lógicas punto a punto (lineales).

En esta cláusula 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 de cliente.

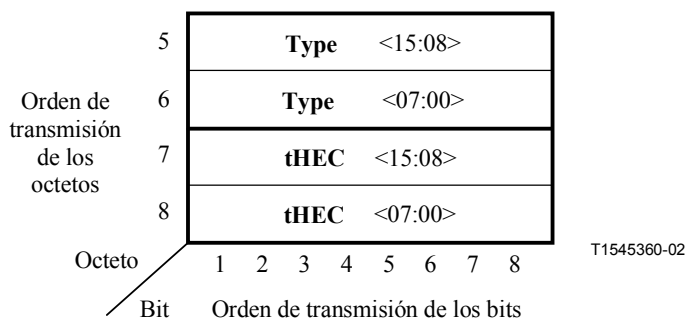


Figura 6-6/G.7041/Y.1303 – Encabezamiento de cabida útil para una trama GFP con un encabezamiento de extensión nulo

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.

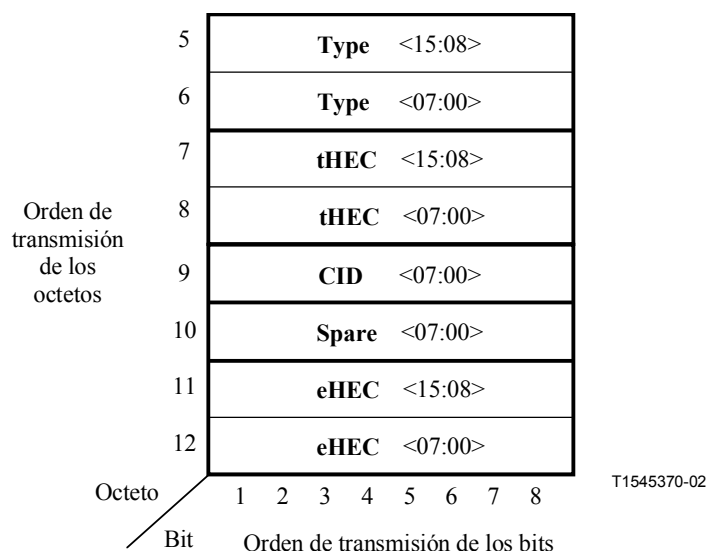


Figura 6-7/G.7041/Y.1303 – Encabezamiento de cabida útil para una trama lineal (punto a punto) que incluye el encabezamiento de extensión

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, pero 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 de 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 de 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 comprobación de trama de cabida útil (pFCS)

La secuencia de comprobación de trama (FCS) de cabida útil GFP que se representa en la figura 6-8, es una secuencia de comprobación de trama de cuatro octetos de longitud facultativa. 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.

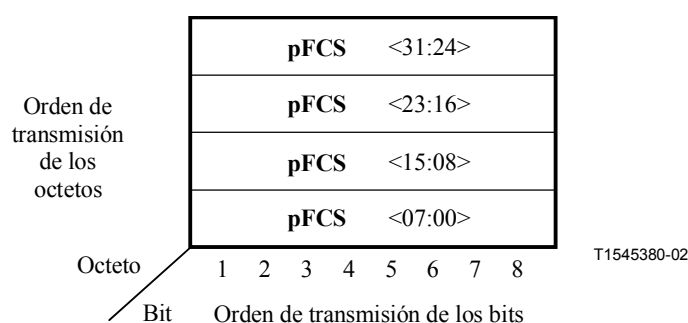


Figura 6-8/G.7041/Y.1303 – Formato de la secuencia de comprobación de trama de cabida útil GFP

6.1.2.2.1.1 Generación de la secuencia de control de trama (FCS) de cabida útil

Para generar la FCS de cabida útil se utiliza 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 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)-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.

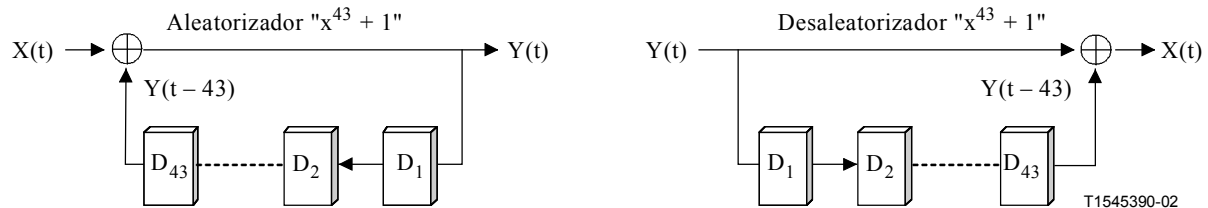


Figura 6-9/G.7041/Y.1303 – Procesos aleatorizador y desaleatorizador $X^{43} + 1$ para GFP

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 en 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:

- En los estados HUNT y PRESYNC, el desaleatorizador está inhabilitado.
- 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 de cliente GFP

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

6.1.3.1 Trama de datos de cliente

Los datos de cliente son transportados a través de GFP mediante tramas de datos de cliente. Las tramas de datos de cliente son tramas de cliente GFP formadas por un encabezamiento fundamental y un área de cabida útil. El campo Tipo de las tramas de datos de 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 de 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 multiplexión de trama y de topología para la conexión GFP. El identificador de cabida útil de usuario se fijará según el tipo de señal de cliente transportada. En el cuadro 6-3 se indican los valores de UPI definidos para las tramas de datos de cliente.

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

PTI = 000	
Identificador de cabida útil de usuario (binario) 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	Fibra transparente
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 a 1110 1111	Reservados para normalización futura
1111 0000 a 1111 1110	Reservados para uso privado

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. A continuación se describe la composición de esta trama:

Las tramas de gestión de cliente son tramas de cliente GFP formadas por un encabezamiento fundamental y un área de cabida útil. El campo Tipo de las tramas de datos de 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.

Cuando se utiliza como una trama de gestión cliente GFP, el indicador de FCS de cabida útil (PFI) se fijará como proceda, según 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 según 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 utilizaciones 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 y 1111 1111	Reservados
0000 0001	Fallo de señal de cliente (pérdida de señal de cliente)
0000 0010	Fallo de señal de 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 fundamental 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 6-10; entre paréntesis se indican los valores que se obtienen después de la aleatorización similar a la de Barker.

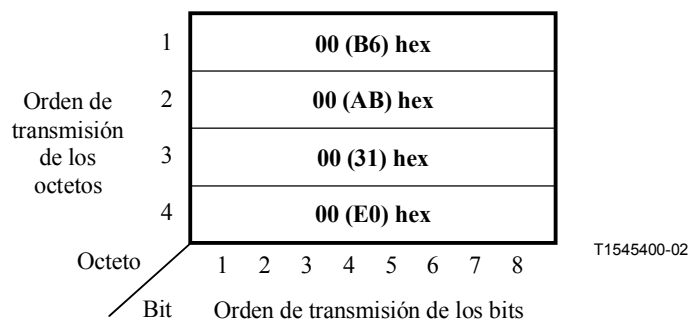


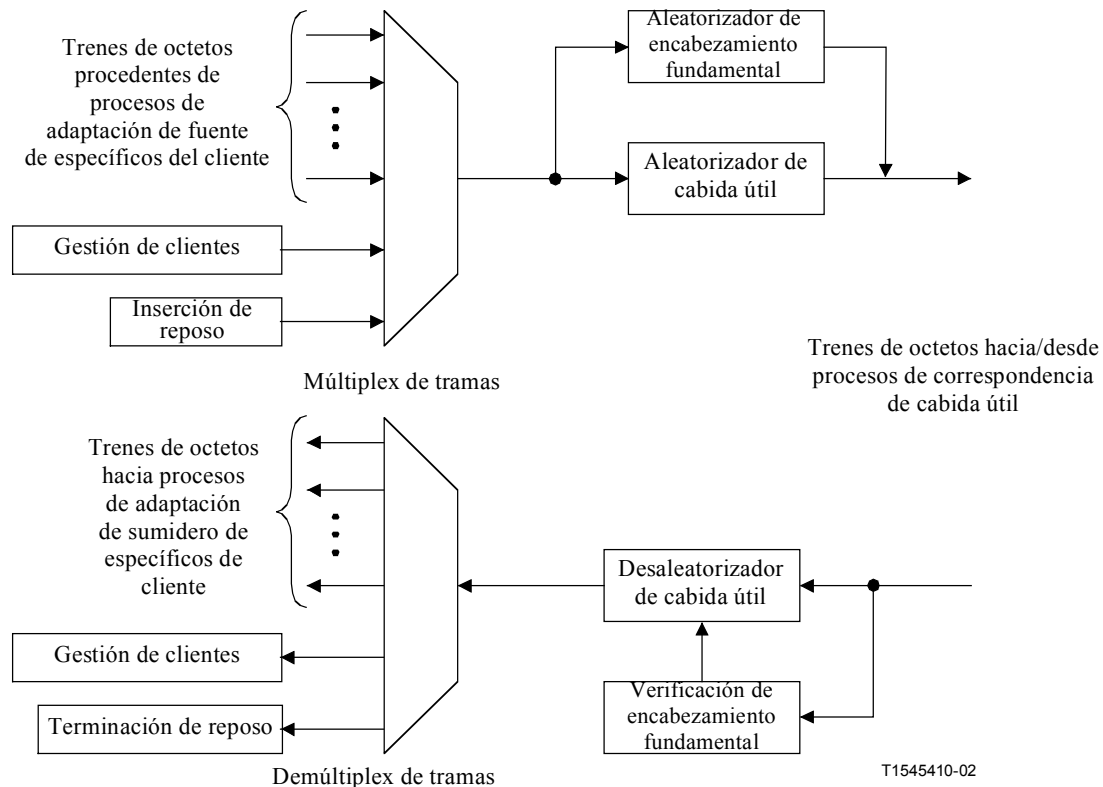
Figura 6-10/G.7041/Y.1303 – Trama Reposo GFP (trama aleatorizada por un proceso similar al de Barker)

6.2.2 Otras tramas de control

Las tramas de control con $PLI = 1, 2$ ó 3 se 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 6-11.



**Figura 6-11/G.7041/Y.1303 – Procedimientos comunes GFP
(que son independientes del protocolo)**

6.3.1 Algoritmo de delineación de trama GFP

GFP utiliza una versión modificada del algoritmo de verificación HEC especificado en la cláusula 4.5.1.1/I.432, para proporcionar delineación de trama GFP. El algoritmo de delineación de trama utilizado en GFP difiere del algoritmo de la Rec. UIT-T I.432 en dos aspectos esenciales:

- El algoritmo utiliza el campo indicador de longitud de PDU del encabezamiento fundamental 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 delineación 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 6-12 ilustra el diagrama de estados del método de delineación de trama GFP.

El diagrama de estados funciona como sigue:

- En el estado HUNT, el proceso GFP efectúa la delineación de trama buscando, octeto por octeto, un encabezamiento fundamental formateado correctamente en la última secuencia recibida de cuatro octetos. Durante este estado, la corrección de errores simples del

encabezamiento fundamental 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 delineación de trama verificando, trama por trama, la concordancia correcta de cHEC en el supuesto encabezamiento fundamental de la siguiente trama GFP candidata. El campo PLI en el encabezamiento fundamental de la trama GFP precedente se utiliza para encontrar el comienzo de la siguiente trama GFP candidata. La corrección de errores simples del encabezamiento fundamental 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 delineación de trama verificando la concordancia de una cHEC correcta en la siguiente trama GFP candidata. El campo PLI en el encabezamiento fundamental 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 fundamental está habilitada. La delineación de tramas se pierde cuando se detectan múltiples errores de bit en el encabezamiento fundamental mediante la cHEC. En este caso, se declara un evento de pérdida de delineación 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*) de cliente.
- 4) Las tramas GFP en reposo participan en el proceso de delineación y después son descartadas.

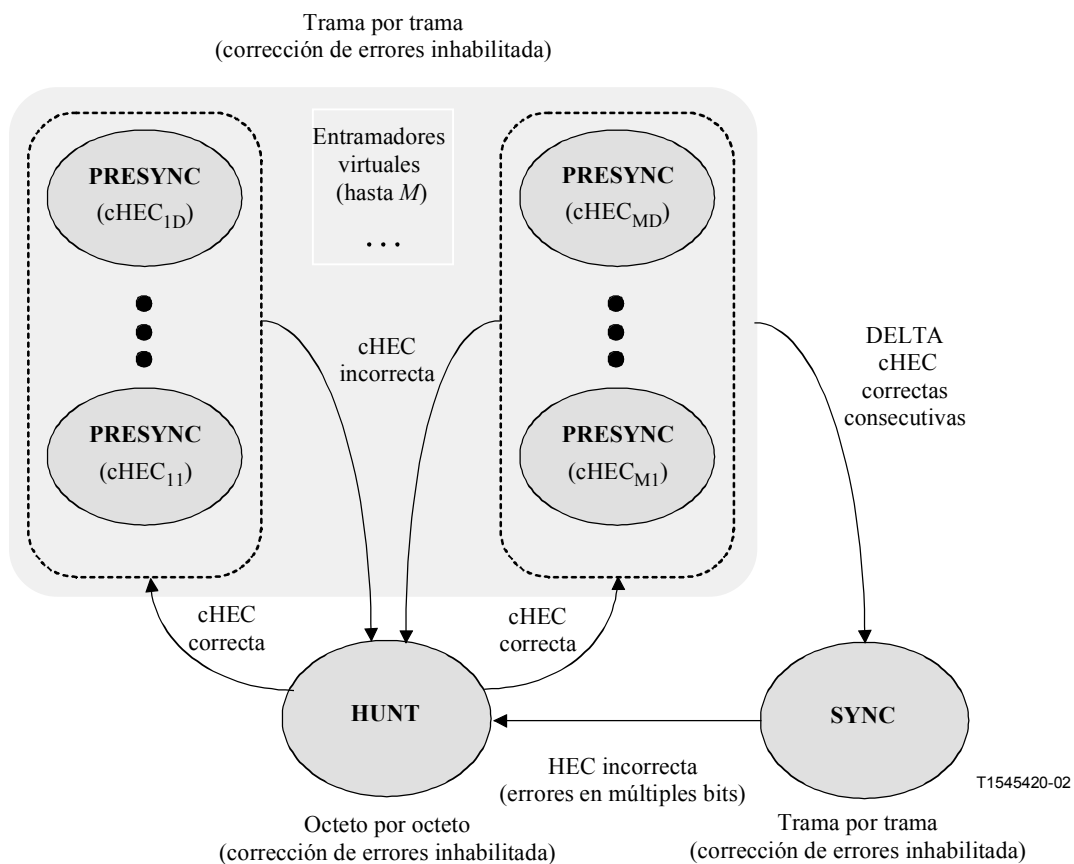


Figura 6-12/G.7041/Y.1303 – Diagrama de estados de delineación de tramas GFP

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 6-12.

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 calendarización 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 de 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 de cliente (CSF) hacia el proceso de adaptación de sumidero específico de cliente GFP en el extremo distante al detectarse un defecto por fallo en la señal de cliente entrante.

Las reglas de detección de los eventos de fallo de la señal de 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 clientes (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 de cliente (UPI = 0000 0001).
- Pérdida de la sincronización de los caracteres de 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 de 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:

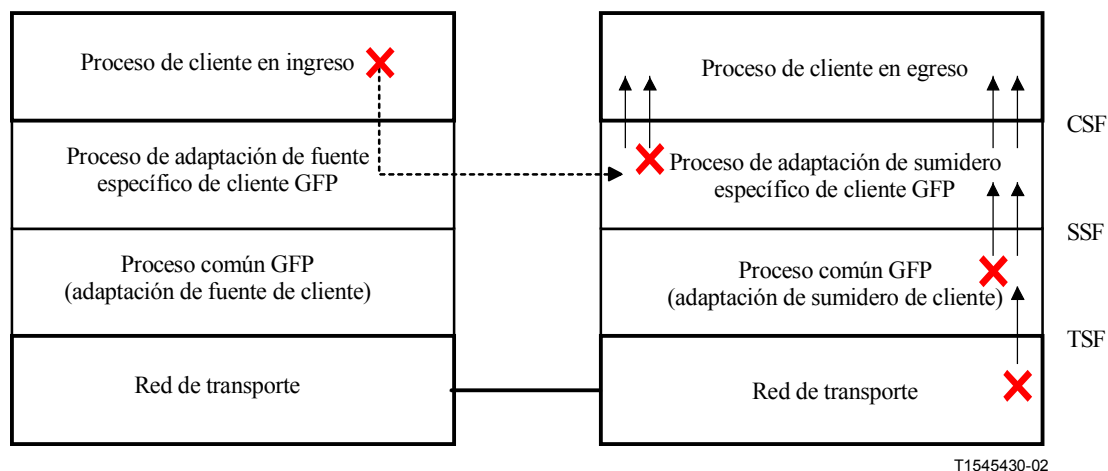
- 1) cuando haya transcurrido un lapso de $N \times 1000 \text{ ms}$ sin que se hayan recibido N indicaciones CSF (se sugiere un valor de 3 para N); o
- 2) cuando se reciba una trama de datos de cliente GFP válida.

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 7.3 para GFP con correspondencia en trama y en la cláusula 8.5 para GFP con correspondencia transparente.

6.3.4 Tratamiento de defectos en GFP

La figura 6-13 ilustra la relación causal entre diversos defectos detectados o indicados por el proceso GFP. Los eventos de fallo de señal de camino (TSF) se refieren a eventos de fallo detectados en la red de transporte SDH u OTN, definidos en 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 de cliente a la entrada (comunicados al extremo distante mediante una trama de gestión de clientes CSF) o a la salida (defectos de correspondencia específicos del cliente tales como errores de cabida útil; véanse las cláusulas 7 y 8).



T1545430-02

Figura 6-13/G.7041/Y.1303 – Propagación de la señal con defecto en GFP

Al detectar un evento TSF o un evento GFP de pérdida de delineación 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 de 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 de 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 de la encapsulación genérica que son propios de la adaptación de señales de cliente, cuando la correspondencia de la cabida útil de cliente al 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 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.

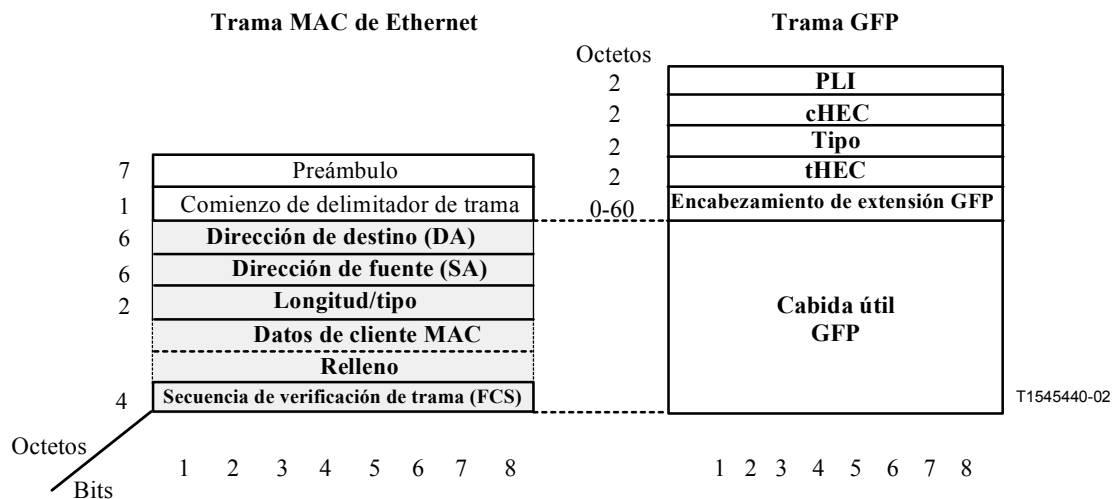


Figura 7-1 G.7041/Y.1303 – Relaciones entre tramas de Ethernet y GFP

7.1.1 Encapsulación de MAC de 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 también 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 corresponden a los bits 8 y 1, respectivamente, en esta especificación de GFP.

7.1.2 Supresión y restablecimiento del espaciamiento entre paquetes (IPG) Ethernet

Se aplican las siguientes reglas a la supresión y restauración de los IPG de 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 de Ethernet es tratada por el proceso de adaptación de fuente GFP y restablecidos después de que la trama GFP es tratada por el proceso de adaptación de sumidero GFP.
- 2) Los IPG se suprimen cuando la trama MAC de Ethernet se extrae del tren de bits de cliente. La trama MAC de Ethernet extraída (decodificada) se reenvía entonces al proceso de adaptación de fuente GFP para encapsulación ulterior en una trama GFP.
- 3) Los IPG son restablecidos después de que la trama MAC de Ethernet ha sido extraída de la trama GFP por el elemento de terminación GFP. La trama MAC de Ethernet extraída (no codificada) se reenvía entonces a la capa de 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 de 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 la 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.

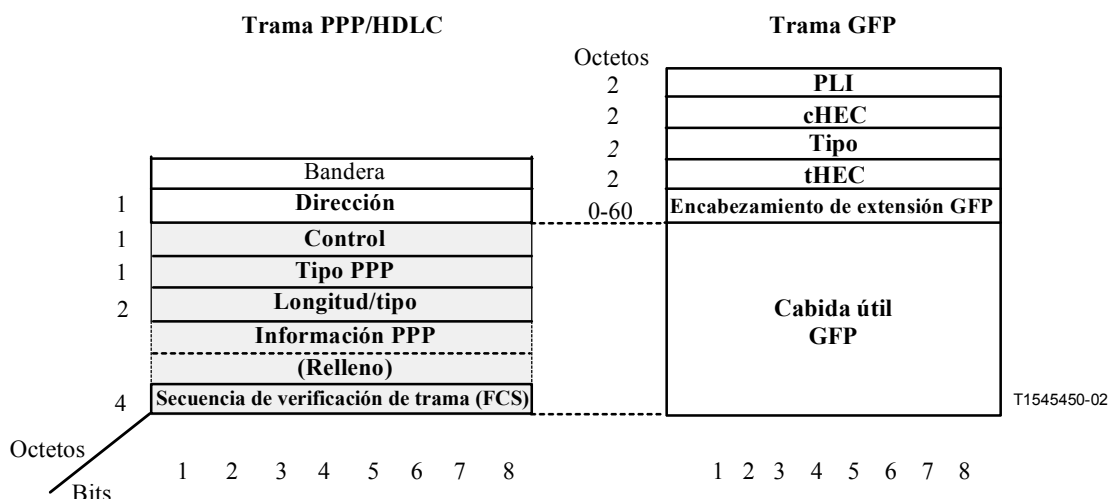


Figura 7-2/G.7041/Y.1303 – Relaciones entre la trama de PPP/HDLC y la trama de GFP

7.2.1 Encapsulación de la trama de 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.

7.2.2 Interfuncionamiento de la delineación de trama GFP/HDLC

GFP no se basa en caracteres bandera, ni en octetos de escape de control asociados, para los propósitos de delineación de trama. Se aplican las siguientes reglas al procesamiento de las tramas de HDLC con sincronización de octetos por 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 de cliente. La trama PPP/HDLC extraída (decodificada) se reenvía a continuación al proceso de adaptación de fuente GFP para encapsulación 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 de 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.

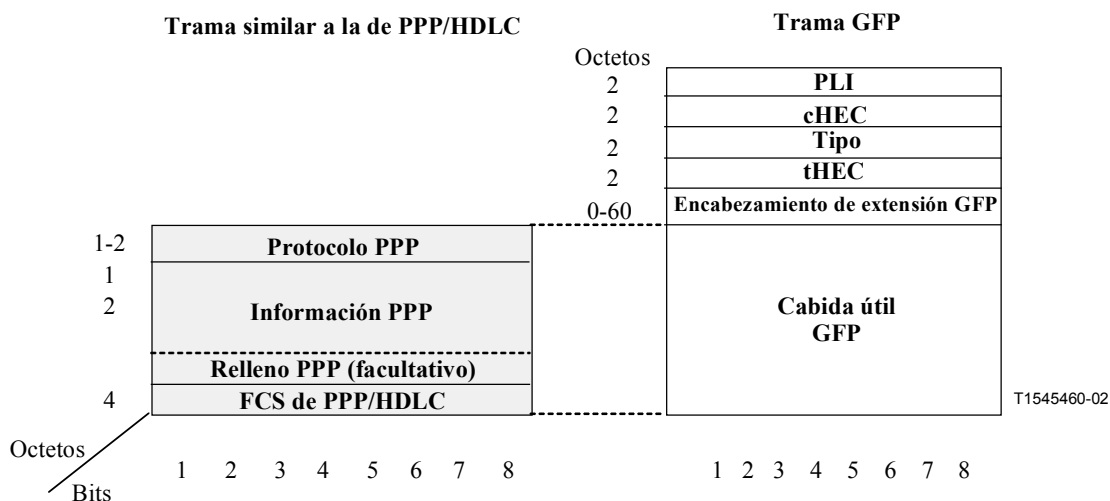


Figura 7-3/G.7041/Y.1303 – Relaciones entre la trama PPP/HDLC/HDLC y la trama GFP (con opción de configuración ACFC de PPP)

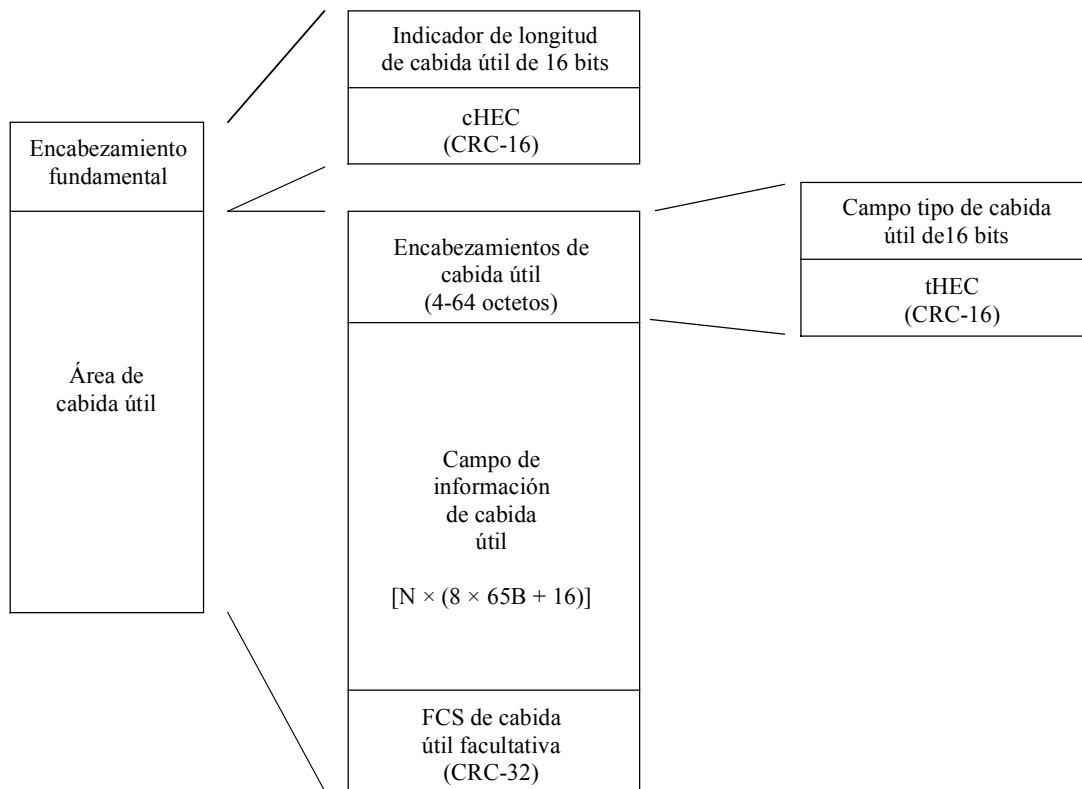
7.3 Tratamiento de errores en GFP con correspondencia de trama

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.

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 de cliente codificadas en bloque 8B/10B para escenarios que requieren muy baja latencia de transmisión. Son ejemplos de tales señales de cliente Fibre Channel, ESCON, FICON, y Gigabit Ethernet. En lugar de almacenar (temporalmente) una trama entera de los datos de cliente en su propia trama GFP, los caracteres individuales de la señal de cliente se sacan de los códigos de bloque de cliente mediante anulación de correspondencia y a continuación se hacen corresponder a tramas GFP periódicas de longitud fija. La correspondencia se produce independientemente de que el carácter de cliente sea un carácter de datos o de control, lo cual preserva los códigos de control 8B/10B de cliente. No se excluye la multiplexación de tramas con GFP transparente.

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.



T1545470-02

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

8.1 Adaptación de señales de 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 de 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 en 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	N/A	RD– No reconocido	RD+ No reconocido	1100
65B_PAD	N/A	N/A	N/A	1101
Reserva	N/A	N/A	N/A	1110
Reserva	N/A	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, Fibre Channel, 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 de 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 a 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, los cuales se hacen corresponder a caracteres de control 64B/65B de 8 bits, se colocan al principio del bloque de 64 bits de 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 los ocho caracteres de cliente contenidos en el bloque. Los últimos 4 bits, el indicador de código de control, dan la representación en 4 bits del 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 de cliente 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 LCC de 0 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 (*mapper*), los caracteres de datos 64B/65B se hacen corresponder de nuevo a octetos de datos (de 8 bits) y a continuación se codifican en retorno 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 a 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 Código 10B_ERR

Ciertos defectos de la señal de cliente pueden producir palabras código 8B/10B en 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 de cliente, una palabra código 8B/10B ilegal o una palabra código legal con un error de disparidad en el funcionamiento; véase 8.3). Se proporciona un carácter de control 64B/65B especial, el código 10B_ERR, para transportar tales defectos de la señal de cliente "palabra código 8B/10B no reconocida".

Cuando se reconstruye la señal de cliente en egreso desde la red de transporte, el código 10B_ERR recibido es típicamente recodificado por el dispositivo de anulación de correspondencia en

001111 0001 (RD-) o 110000 1110 (RD+) (palabras código 8B/10B ilegales fijas con disparidad neutra), en dependencia de la disparidad en funcionamiento (véase 8.3 para otras consideraciones sobre disparidad en funcionamiento específicas del cliente). Aunque el valor real de la palabra 8B/10B no reconocida no se retiene, se conserva la incidencia y la ubicación del defecto de señal de cliente.

8.1.2 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 es al menos la de la velocidad de datos (antes de la codificación) de base de la señal de cliente, la memoria intermedia de recepción de entrada (ingreso) en el dispositivo de correspondencia regularmente se aproximará al "underflow" (desbordamiento por debajo del límite inferior). Para fines de adaptación de velocidad, si hay una trama GFP transparente en curso de transmisión y si no hay caracteres de 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 a 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 se hacen consideraciones sobre el tratamiento del código 65B_PAD desde el punto de vista del cliente.

Las tramas de datos de 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 de cliente actual), se puede enviar la trama de gestión de cliente después de la trama de datos de cliente actual. 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 de 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 una baja latencia también se puede mantener aumentando el tamaño del canal para permitir el intercambio de tramas de gestión de cliente adicionales.

8.2 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
CRC1	CRC2	CRC3	CRC4	CRC5	CRC6	CRC7	CRC8
CRC9	CRC10	CRC11	CRC12	CRC13	CRC14	CRC15	CRC16

donde: Octeto j, k es el k^{ésimo} octeto del j^{ésimo} código 64B/65B en el superbloque.
Lj es el j^{ésimo} bit inicial (bandera) del código 64B/65B en el superbloque.
CRCi es el i^{ésimo} bit de control de error, donde CRC1 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 disminuir 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 de 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 de 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 de 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 de cliente 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.

8.2.1 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 CRC-16 sobre los 536 bits en 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 de cliente 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 8.4). 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 efectuada 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 espaciamiento de 43 bits.

El proceso de adaptación de sumidero ejecuta los pasos 1)-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.

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

Las palabras código 8B/10B están previstas para facilitar la transmisión exenta de errores manteniendo un equilibrio de corriente continua, proporcionando transiciones significativas para la recuperación del reloj, y limitando la longitud de pasada de "1" ó "0" consecutivos. El equilibrio de corriente continua se mide palabra código por 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 para el siguiente carácter de datos o de control con objeto de invertir la disparidad en el 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 en el funcionamiento si ha transmitido un número igual de "1" y "0".

Los errores en los bit de transmisión pueden hacer que una palabra de código 8B/10B recibida tenga una disparidad errónea para el actual estado de disparidad de funcionamiento que comienza. 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.

8.3.1 Tratamiento de la disparidad de funcionamiento en ingreso

En ingreso, se puede suponer positiva o negativa la disparidad de funcionamiento inicial, tras la energización, 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 para el carácter 10B recibido en la columna RD+ o RD– apropiada de la tabla de consulta de palabras clave válidas 8B/10B, lo que depende de la actual disparidad de funcionamiento que comienza. Si no se encuentra una concordancia, se ha detectado 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.

8.3.2 Tratamiento de la disparidad de funcionamiento en egreso

En egreso, se supondrá negativa la disparidad de funcionamiento inicial tras la energización, reinicialización, o transición de una pérdida de señal o pérdida de la fase de sincronización de la palabra código.

Las implementaciones de transporte transparente generarán una disparidad de funcionamiento correcta utilizando reglas aplicables específicas del protocolo. En 8.3.3 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 de cliente 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 8.3.3.

8.3.3 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 de cliente 8B/10B soportados que se identifican.

8.3.3.1 Cabida útil de Fibre Channel

En ANSI X3.230, Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH), rev 4.3, sección 11, se encuentran las reglas de disparidad de funcionamiento para Fibre Channel. Además de las reglas de disparidad de funcionamiento "genéricas" especificadas en la sección 11.2, las reglas específicas para Fibre Channel 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 con comienzo negativo. Esta restricción permite que se supriman y se añadan las palabras en reposo de Fibre Channel desde un tren de bits codificado en base a una palabra cada vez sin alterar la disparidad de funcionamiento inicial.

Para evitar que las tramas válidas subsiguientes de Fibre Channel sean declaradas inválidas, el carácter K28.5 asociado con todos los conjuntos ordenados excepto EOF se debe generar suponiendo el comienzo con una disparidad de funcionamiento 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 Fibre Channel, 10B_ERR se recodificará en una de las siguientes palabras código con disparidad neutra 10B no reconocidas, lo que dependerá del comienzo de la disparidad de funcionamiento: 001111 0001 (RD–) o 110000 1110 (RD+).

8.3.3.2 Cabida útil ESCON

Las reglas de disparidad de funcionamiento para ESCON se encuentran en ANSI X3.296, 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 de las siguientes palabras código de disparidad neutra 10B no reconocidas, lo que dependerá del comienzo de la disparidad de funcionamiento: 001111 0001 (RD-) o 110000 1110 (RD+).

8.3.3.3 Cabida útil FICON

Para fines de correspondencia a GFP transparente, las reglas de disparidad de funcionamiento para FICON son idénticas a las especificadas para Fibre Channel en la ANSI X3.230, rev. 4.3.

8.3.3.4 Cabida útil Gigabit Ethernet

Las reglas de disparidad de funcionamiento para Gigabit Ethernet se encuentran en IEEE 802.3-1998, sección 36.2.4. Se proporcionan dos codificaciones de Reposo indicadas como /I1/ e /I2/. La primera /I/ a continuación de un paquete o de un conjunto ordenado de configuración restablece la disparidad de funcionamiento actual a un valor negativo. Todas las /I/ subsiguientes son /I2/ para asegurar una terminación negativa de disparidad de funcionamiento. Esta restricción permite que se inserten/supriman /I2/ simples para adaptación de velocidad sin alterar el comienzo de la disparidad de funcionamiento asociada con el grupo de código subsiguiente a la /I2/ insertada o suprimida.

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

De conformidad con la sección 36.2.4.16 de IEEE 802.3, 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. Como opción, también es permisible recodificar una 10B_ERR recibida para formar una de las siguientes palabras clave de disparidad neutra 10B no reconocidas, lo que dependerá del comienzo de la disparidad de funcionamiento: 001111 0001 (RD-) o 110000 1110 (RD+).

8.4 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 8.1.2. 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 de cliente. 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 Procedimientos de adaptación de velocidad en egreso

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

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

8.4.1.1 Adaptación de velocidad a un reloj de referencia local

Las señales de cliente 8B/10B soportadas actualmente especifican frecuencias operativas con requisitos de desplazamiento de reloj de ± 100 ppm a ± 200 ppm, los cuales están considerablemente relajados en comparación con SDH u OTN. Cada una de estas señales de 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 de cliente impone reglas mínimas de Espaciamiento entre paquetes (IPG), las cuales especifican el número mínimo de palabras código de reposo que deben insertarse entre paquetes de datos. Cada una de estas señales de 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 delineación correcta de las tramas de cliente.

Este esquema puede ser igualmente bien utilizado cuando se reconstruyen datos de 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 de 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 de 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, Fibre Channel, y ESCON no comparten frecuencias comunes).

8.4.1.2 Adaptación de velocidad a partir de la señal de cliente transportada

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

En egreso, se espera 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 el 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 condiciones de caso más desfavorable, es posible que todos los mecanismos de "espaciamento" de datos de cliente estén alineados en un bloque contiguo de "datos de no cliente". La naturaleza relativamente aperiódica de algunos de los espaciamientos 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 de 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.

8.4.2 Aspectos de la adaptación de la velocidad específicos del cliente

En egreso, las señales de 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 de cliente. Las siguientes cláusulas identifican los requisitos aplicables esenciales, aunque se pueden aplicar otros requisitos específicos del protocolo.

8.4.2.1 Cabida útil de Fibre Channel

La plena velocidad de datos de salida de Fibre Channel (después de la codificación 8B/10B) será de 1062,5 Mbit/s \pm 100 ppm, como se especifica en ANSI X3.230, Fibre Channel Physical and Signaling 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 Fibre Channel, 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 Fibre Channel; las secuencias primitivas se definen en el cuadro 26 de ANSI X3.230. 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 dependencia 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.

8.4.2.2 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, 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. Si la adaptación de velocidad se efectúa mediante la inserción/supresión de Reposo ESCON, se pueden añadir o suprimir uno o dos caracteres de reposo entre tramas, de conformidad con las reglas de ANSI X3.296, sección 7.2.

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 dependencia 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.

8.4.2.3 Cabida útil FICON

Los requisitos de temporización para FICON son los mismos que los especificados para Fibre Channel en ANSI X3.230, rev. 4.3.

8.4.2.4 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 ± 100 ppm, como se especifica en IEEE 802.3. Los requisitos de temporización de la señal de salida se especifican con mayor detalle en IEEE 802.3, secciones 38.5 y 38.6 (1000BASE-LX optical fiber 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, sección 4.4.2.3. Los caracteres Reposo de GbE están formados por dos octetos, como se define en IEEE 802.3, sección 36.2.4.12. Si la adaptación de velocidad se efectúa mediante inserción/supresión de Reposo GbE en modo dúplex, solamente se deberá suprimir un /I2/ simple en cualquier IPG, y esto sólo cuando dicha supresión no dé por resultado en la ausencia de /I/ y que queden no menos de 8 octetos incluidos /T/, /R/, e /I/ entre las tramas, para una delineación de trama correcta de conformidad con IEEE 802.3, figuras 36-7a y 36-7b.

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 dependencia 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.

8.5 Aspectos de fallo de la señal específicos del cliente

Cuando la correspondencia GFP transparente detecta un fallo de la señal de cliente en ingreso, puede enviar una indicación de "fallo de la señal de cliente" como se describe en 6.3.3. Las condiciones de fallo de la señal de 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 de cliente fallida (por ejemplo la pérdida de reloj desde una interfaz entre circuitos integrados) se puede codificar como fallo de señal de cliente.

Puesto que las señales de cliente 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 de cliente 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 de 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 de cliente transportadas transparentemente tienen todavía 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 de cliente en respuesta a una indicación de fallo de señal de cliente recibida del extremo distante, o cualquier adaptación o defectos de transporte que hagan imposible extraer una señal de cliente.

8.5.1 Cabida útil de Fibre Channel

8.5.1.1 Pérdida de luz (LOL) de Fibre Channel

La pérdida de señal de Fibre Channel es una opción que depende de la implementación. Cuando está soportada, los requisitos aplicables a la Pérdida de luz y Detección de la señal se encuentran en las secciones 5.6, 6.2.3.2 y H.10 de ANSI X3.230, Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH), rev. 4.3.

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

8.5.1.2 Pérdida de sincronización 8B/10B de Fibre Channel

Las condiciones de Fibre Channel para declarar "in/out" ("dentro/fuera") de sincronización de la palabra código 8B/10B se especifican en la sección 12.1 de ANSI X3.230.

8.5.1.3 Salida de Fibre Channel debida al fallo de la señal en el ingreso o en el transporte

Puesto que el objetivo de la correspondencia GFP transparente es transportar las señales de cliente tan transparentemente como sea posible, no es adecuado comenzar procedimientos de inicialización del enlace o de recuperación del enlace en egreso debido al fallo de la señal de cliente o a fallos en el transporte. Se recomienda que el transmisor de Fibre Channel 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 Fibre Channel 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.

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 Fibre Channel en el sentido de transmisión hacia el destino.

8.5.2 Cabida útil ESCON

8.5.2.1 Pérdida de señal (LOS) ESCON

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

8.5.2.2 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, sección 7.1.

8.5.2.3 Salida ESCON debida al fallo de la señal en el ingreso o en el transporte

Dado que el objetivo de la correspondencia GFP transparente es transportar las señales de 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 de 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.

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 de transmisión hacia el destino.

8.5.3 Cabida útil FICON

Los requisitos del tratamiento de SCF para FICON que son idénticos a los requisitos para Fibre Channel, especificados en ANSI X3.230, rev. 4.3.

8.5.4 Cabida útil Gigabit Ethernet en dúplex

8.5.4.1 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 para las interfaces de fibra y de cobre, respectivamente.

8.5.4.2 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, sección 36.2.5.2.6 y figura 36-9.

8.5.4.3 Salida de Gigabit Ethernet debida al fallo de la señal en el ingreso o en el transporte

Puesto que el objetivo de la correspondencia GFP transparente es transportar las señales de 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 de 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, 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 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 el sentido de transmisión hacia el destino.

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 (*storage area network*)) 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 aVC-*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).

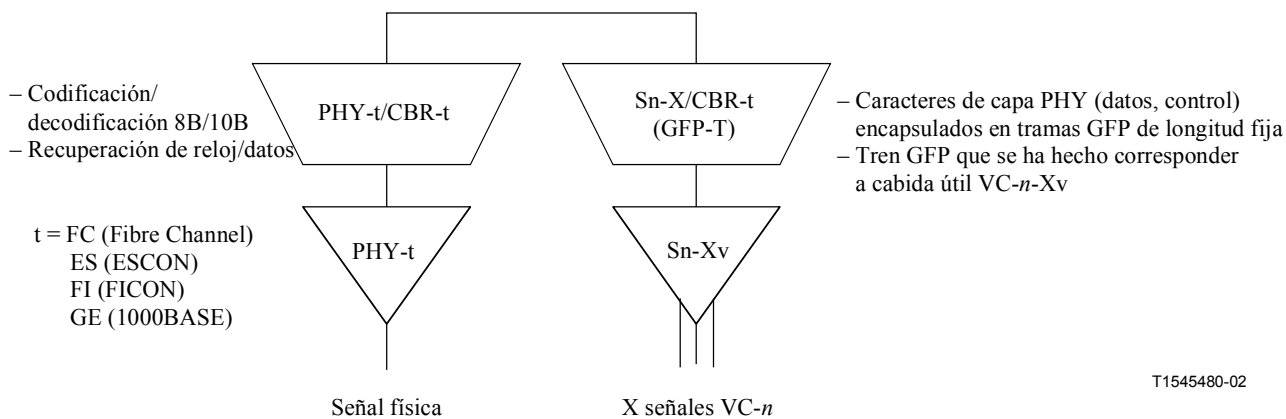


Figura I.1/G.7041/Y.1303 – Puerto de interfaz afluente FC/ES/FI/GE que utiliza correspondencia GFP-T en un elemento de red SDH

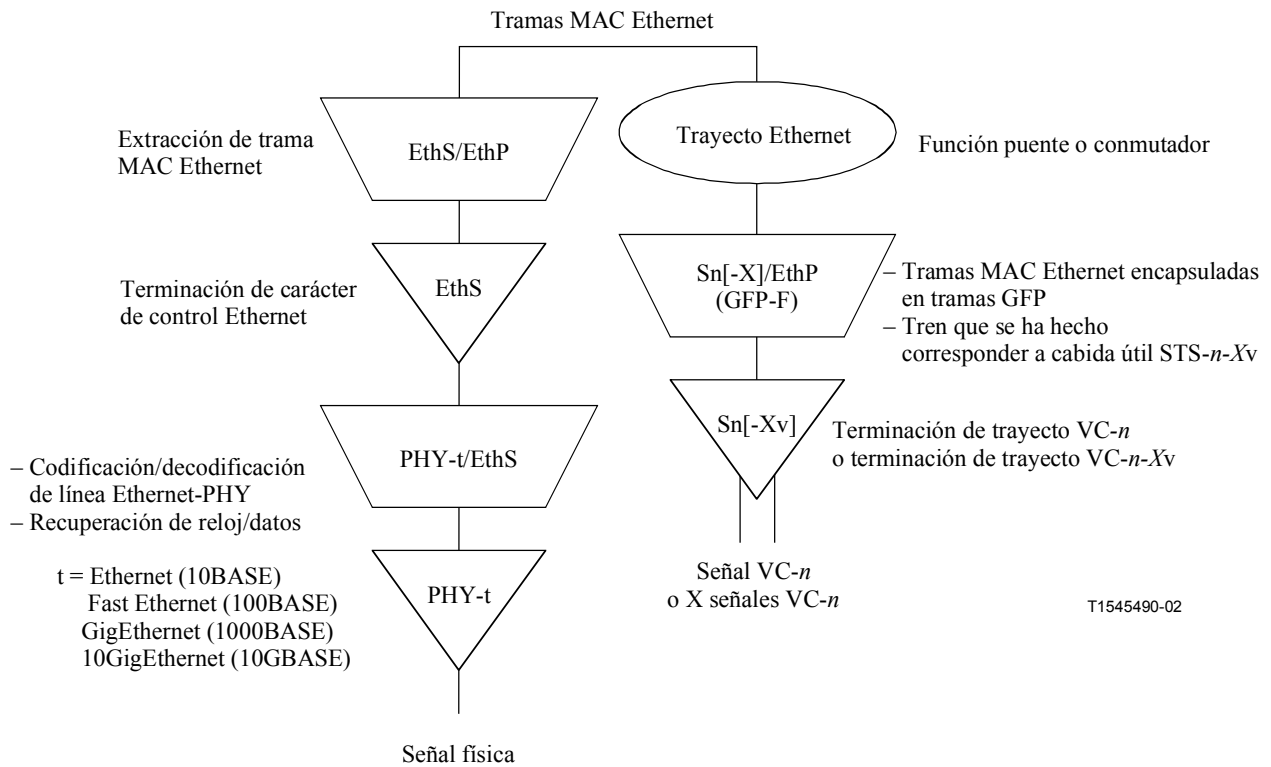


Figura I.2/G.7041/Y.1303 – Puerto de interfaz afluente Ethernet que utiliza correspondencia GFP-F en un elemento de red SDH

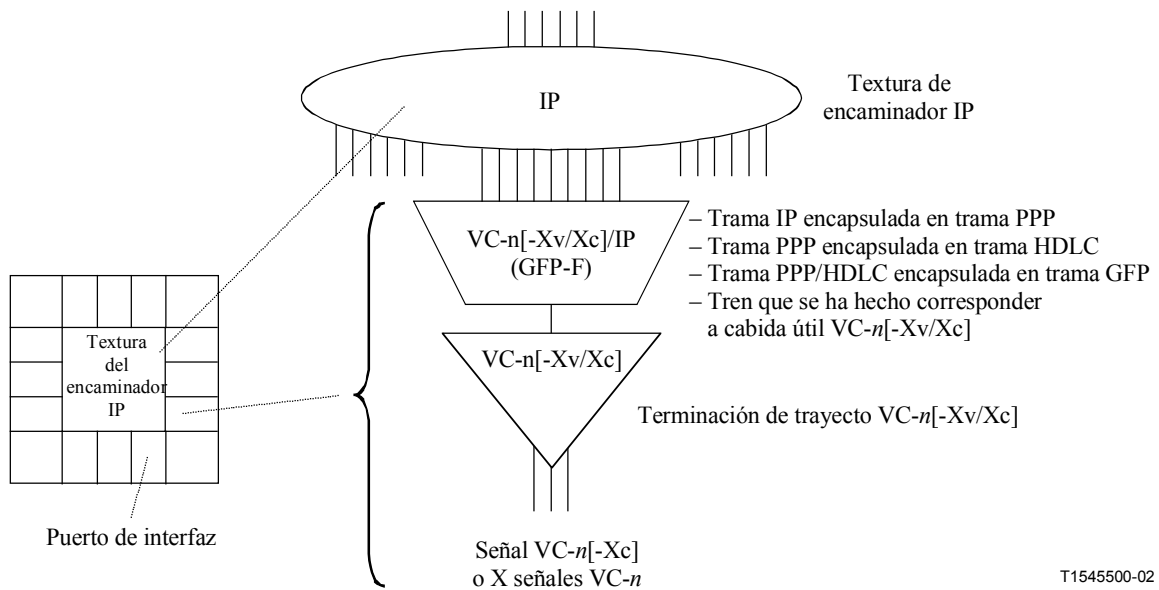


Figura I.3/G.7041/Y.1303 – Puerto VC-*n*/VC-*n-Xv*/VC-*n-Xc* en encaminador IP, o función de encaminador IP insertado en equipo híbrido SDH/IP

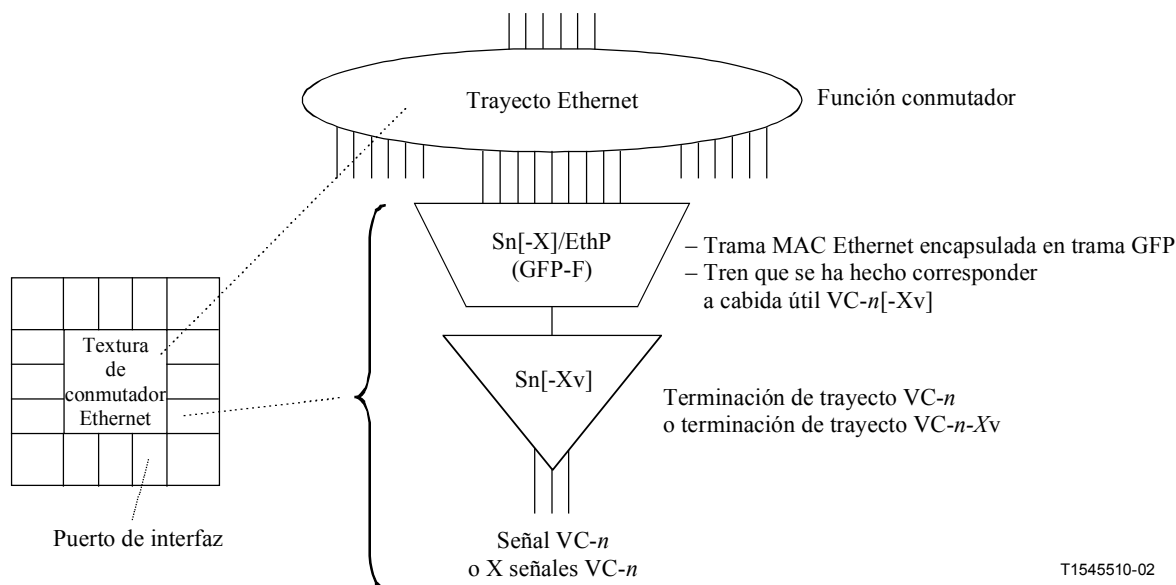


Figura I.4/G.7041/Y.1303 – Puerto VC-n-Xv en conmutador Ethernet, o función de conmutador Ethernet insertado en equipo híbrido SDH/Ethernet

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 (BIN)	Identificador de FCS de cabida útil (BIN)	Identificador de encabezamiento de extensión (BIN)	Identificador de cabida útil de usuario (BIN)	TIPO (HEX)	Área de cabida útil en trama GFP	Longitud de encabezamiento de extensión (número de octetos)
Bits de TIPO <15:13>	Bits de TIPO <12>	Bits de TIPO <11:8>	Bits de TIPO <7:0>			
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

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

Identificador de tipo de cabida útil (BIN) Bits de TIPO <15:13>	Identificador de FCS de cabida útil (BIN) Bits de TIPO <12>	Identificador de encabezamiento de extensión (BIN) Bits de TIPO <11:8>	Identificador de cabida útil de usuario (BIN) Bits de TIPO <7:0>	TIPO (HEX)	Área de cabida útil en trama GFP	Longitud de encabezamiento de extensión (número de octetos)
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	1003	Fiber Channel transparente con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
000	0	0000	0000 0100	1004	FICON transparente con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
000	0	0000	0000 0101	1005	ESCON transparente con encabezamiento de extensión nulo y sin FCS de cabida útil	0
000	0	0000	0000 0110	1006	Ethernet Gb 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 → desencapsulación de GFP_sink → datos de cliente

En el siguiente ejemplo examinado se presenta la encapsulación de una trama Ethernet de 64 octetos con encabezamiento lineal y FCS, antes del equilibrado de corriente continua y aleatorización autosincronizada. Los octetos de datos Ethernet se han hecho corresponder a un octeto GFP según el orden de los bits en transmisión (bit 0 en IEEE 802.3 cláusula 3 corresponde al bit 8 del octeto GFP, y el bit 7 de IEEE 802.3, cláusula 3 corresponde al bit 1 del octeto GFP).

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 fundamental se somete a la operación "0" exclusivo con código Barker DC y el resto de la trama GFP se mantiene 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 siguiente ejemplo 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.

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

Velocidad de datos de cliente no codificada	Ejemplo de señal de cliente	Tamaño de trayecto VC	Número mínimo de bloques 65B/trama GFP
160 Mbit/s	ESCON	VC-3-4v	1
425 Mbit/s	Fibre Channel	VC-4-3v	13
850 Mbit/s	Fibre Channel / FICON	VC-4-6v	13
1000 Mbit/s	Gbit Ethernet	VC-4-7v	95
1700 Mbit/s	Fibre Channel	VC-4-12v	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 facultativa.			

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y
INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN Y ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET

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

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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
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 y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación