UIT-T

G.998.3

SECTOR DE NORMALIZACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES DE LA UIT (01/2005)

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

Secciones digitales y sistemas digitales de línea – Redes de acceso

Agrupación multipar mediante multiplexación inversa por división en el tiempo

Recomendación UIT-T G.998.3



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 ŞISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LINEAS 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
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
Generalidades	G.900-G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910-G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920-G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930-G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940-G.949
Sistemas de línea digital	G.950-G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960-G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970-G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980-G.989
Redes de acceso	G.990-G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000-G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000-G.7999
ASPECTOS RELATIVOS AL PROTOCOLO ETHERNET SOBRE LA RED DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999

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

Recomendación UIT-T G.998.3

Agrupación multipar mediante multiplexación inversa por división en el tiempo

Resumen

Esta Recomendación describe un método para la agrupación de múltiples líneas de abonado digitales (DSL) utilizando multiplexación inversa por división en el tiempo (TDIM). La Recomendación ofrece una especificación del protocolo TDIM suficientemente detallada para permitir la elaboración y las pruebas de implementaciones interoperables en el transmisor y en el receptor. Incluye un formato de tramas de sincronización multipar, canal de comunicación de agrupación (BCC), despacho por bytes, adición y eliminación de pares sin interrupciones, eliminación rápida de un par en caso de fallo del mismo, utilización de la toma de contacto IEEE 802.3ah para el descubrimiento de pares, negociación y establecimiento de parámetros y corrección de errores en recepción (FEC) e intercalador opcionales.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.998.3 fue aprobada el 13 de enero de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2005

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

ÍNDICE

1	Alcan	ce
2	Refere	encias
3	Defini	iciones
4	Abrev	iaturas, acrónimos y símbolos
5	Flujo	de datos
6	Sincro	onización multipar
	6.1	Introducción
	6.2	Formato de trama
	6.3	Máquina de estados de sincronización multipar
7	Despa	cho
	7.1	Principios
	7.2	Algoritmo
	7.3	Seudocódigo
8	Retard	lo diferencial
9	Sincro	onización de reloj
	9.1	Alcance
	9.2	Sincronización del servicio TDM y transferencia de reloj
	9.3	Sincronización de la capa de agregación
	9.4	Sincronización de par
10	Encap	sulado de servicios
	10.1	Modelo de referencia
	10.2	Multiplexación de servicios
	10.3	Servicios asíncronos
	10.4	Relleno de servicios TDM
11	FEC e	intercalador
	11.1	FEC
	11.2	Intercalador
12	Proces	SOS
	12.1	Gestión y control de pares
	12.2	Gestión y control del grupo de agregación
	12.3	Procedimientos
13	Canal	de comunicación de agrupación (BCC) TDIM
	13.1	Introducción
	13.2	Eventos
	13.3	Mensajes

			Página
14	Toma	de contacto	55
	14.1	Sinopsis	55
	14.2	Punto de código Npar(2) de agrupación	56
	14.3	Descubrimiento de pares	56
15	Superv	risión de la calidad de funcionamiento	56
Anex	ao A – Ao	daptación de velocidad de módem	56
	A.1	Introducción	56
	A.2	Principios de trabajo	58
	A.3	Coordinación entre la BTU-C y la BTU-R	58
	A.4	Formato de entramado	58
	A.5	Funcionamiento de la adaptación de velocidad de módem	59
Apén	dice I –	Ejemplos de sincronización de reloj	60
	I.1	Dominios de reloj	61
	I.2	Adaptación de velocidad entre dominios de reloj	61
	I.3	Modo de funcionamiento de temporización	62
	I.4	Ejemplos	63
Apén	dice II –	Objetos de gestión	66

Recomendación UIT-T G.998.3

Agrupación multipar mediante multiplexación inversa por división en el tiempo

1 Alcance

Esta Recomendación define la función de agrupación del método de agrupación mediante TDIM, cuyo objetivo es permitir la multiplexación inversa de diversos trenes de datos de servicios (Ethernet, ATM, TDM) a través de múltiples enlaces físicos DSL, y extraer de estos enlaces físicos el tren original en el extremo distante.

Esta Recomendación es una especificación del protocolo TDIM suficientemente detallada para permitir la elaboración y las pruebas de implementaciones interoperables para transmisores y receptores. Incluye:

- 1) Formato de trama de sincronización multipar.
- 2) Canal de comunicación de agrupación (BCC, bonding communication channel).
- 3) Algoritmo de despacho.
- 4) Adición y eliminación de pares sin interrupciones.
- 5) Eliminación rápida de un par en caso de fallo del mismo.
- 6) Utilización de la toma de contacto IEEE 802.3ah para el descubrimiento de pares, y la negociación y establecimiento de parámetros.

Esta Recomendación define una nueva TPS-TC para los transceptores DSL. Arquitecturalmente, esta TPS-TC debe situarse por encima de la PMS-TC (en la interfaz alfa/beta) de los transceptores DSL existentes o futuros. En la práctica, puede obtenerse exactamente el mismo resultado apilando la nueva TPS-TC que se define en esta Recomendación encima del canal despejado o en la TPS-TC STM, como se define en las Recomendaciones sobre las DSL existentes.

2 Referencias

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

- [1] Recomendación UIT-T G.704 (1998), Estructuras de trama síncrona utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8488 y 44 736 kbit/s.
- [2] Recomendación UIT-T G.7041/Y.1303 (2003), Procedimiento de entramado genérico.
- [3] Recomendación UIT-T G.991.2 (2003), *Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par*.
- [4] Recomendación UIT-T G.992.1 (1999), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica*.
- [5] Recomendación UIT-T G.992.3 (2005), *Transceptores de línea de abonado digital asimétrica 2*.

- [6] Recomendación UIT-T G.993.1 (2004), *Transceptores de línea de abonado digital de velocidad muy alta*.
- [7] Recomendación UIT-T G.994.1 (2003), *Procedimientos de toma de contacto para transceptores de línea de abonado digital*.
- [8] Recomendación UIT-T I.432.1 (1999), Interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados de banda ancha (RDSI-BA) Especificación de la capa física: Características generales.
- [9] IEEE 802.3ah (2004), Telecommunications and Information Exchange Between Systems LAN/MAN Specific Requirements Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Product Type.

3 Definiciones

En esta Recomendación no se requieren definiciones adicionales.

4 Abreviaturas, acrónimos y símbolos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, acrónimos y símbolos.

ADSL Línea de abonado digital asimétrica (asymmetric digital subscriber line)

ANSI Instituto nacional de normas de los Estados Unidos (*American National Standards Institute*)

ATIS Alliance for Telecommunications Industry Solutions

ATM Modo de transferencia asíncrono (asynchronous transfer mode)

BCC Canal de comunicación de agrupación (bonding communication channel)

bps Bits por segundo (bits per second)

BTU-C Unidad de terminación de agrupación, lado central (bonding terminating unit, CO side)

BTU-R Unidad de terminación de agrupación, lado terminal distante (o equipo en las instalaciones del cliente) (bonding terminating unit, RT (or CPE) side)

BW Anchura de banda (bandwidth)

Clk Reloj (*clock*)

CPE Equipo en las instalaciones del cliente (customer premises equipment)

CO Central (central office)

CRC Verificación por redundancia cíclica (cyclic redundancy check)

DS1 Señal digital 1 (1,544 Mbit/s) (digital signal 1, (1.544 Mbit/s))

DS3 Señal digital 3 (44,736 Mbit/s) (digital signal 3, (44.736 Mbit/s))

DSL Línea de abonado digital (digital subscriber line)

E1 Señal de interfaz eléctrica, nivel 1 (2,048 Mbit/s) (electrical interface signal, level 1, (2.048 Mbit/s))

(//

E3 Señal de interfaz eléctrica, nivel 3 (34,368 Mbit/s) (electrical interface signal, level 3,

(34.368 *Mbit/s*))

EFM Ethernet en la primera milla (*Ethernet in the first mile*)

enum Enumerado (enumerated)

2

EOC Canal de operaciones insertado (*embedded operations channel*)

FCS Secuencia de verificación de trama (frame check sequence)

FE Extremo lejano (far end)

FEC Corrección de errores en recepción (forward error correction)

GF Campo de Galois (Galois field)

GFP Procedimiento de entramado genérico (*generic framing procedure*)

HEC Verificación de errores del encabezamiento (header error check)

HS Toma de contacto (handshake)

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

IL Intercalador (interleaver)

IMA Multiplexación inversa para ATM (*inverse multiplexing for ATM*)

ITU-T Unión Internacional de Telecomunicaciones - Sector de Normalización de las

Telecomunicaciones

kbits kilobits por segundo (kilobits per second)

LSB Bit/byte menos significativo (least significant bit/byte)

mbit/s megabits por segundo (megabits per second)

MSB Bit/byte más significativo (most significant bit/byte)

MUX Multiplexor (*multiplexer*)

NE Extremo cercano (near end)

NS Número de servicios (number of services)

PLI Identificador de longitud de paquete (packet length identifier)

PM Monitor de calidad de funcionamiento (*performance monitor*)

PMI Independiente del medio físico (physical medium independent)

PSD Densidad espectral de potencia (power spectral density)

RS Reed Solomon

RT Terminal distante (remote terminal)

rx Recepción/receptor (receive/receiver)

SDH Jerarquía digital síncrona (synchronous digital hierarchy)

SF Supertrama (*super-frame*)

SHDSL Línea de abonado digital de alta velocidad por un solo par (single-pair high-speed

digital subscriber line)

STM Modo de transferencia síncrono (synchronous transfer mode)

TC Convergencia de transmisión (transmission convergence)

TDIM Multiplexación inversa por división en el tiempo (time-division inverse multiplexing)

TDM Multiplexación por división en el tiempo (time division multiplexing)

TPS-TC Convergencia de transmisión específica del protocolo de transporte (transport protocol

specific – transmission convergence)

Tx Transmisión/transmisor (transmit/transmitter)

uint 8 Entero sin signo de 8 bits (unsigned integer 8 bits)

uint 16 Entero sin signo de 16 bits (*unsigned integer 16 bits*)

UTC Incapaz de cumplir (unable to comply)

VDSL Línea de abonado digital de velocidad muy alta (very high speed digital subscriber

line)

5 Flujo de datos

La figura 1 representa el modelo de flujo de datos que se define en esta Recomendación. Los datos de distintos servicios se encapsulan en un único tren de datos, que puede, opcionalmente, pasar por corrección de errores en recepción e intercalado, y a continuación ser despachados (multiplexado inversamente) por módems multipar.

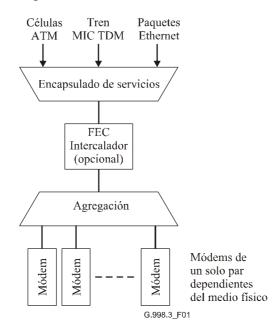


Figura 1/G.998.3 – Modelo de flujo de datos

El modelo de flujo de datos que utiliza adaptación de velocidad de módem se ilustra en el anexo A.

6 Sincronización multipar

6.1 Introducción

La sincronización del grupo de agregación multipar se realiza en la capa de agregación, independientemente de la capa física subyacente. La agrupación mediante multiplexación inversa por división en el tiempo (TDIM, *time division inverse multiplexing*) utiliza el formato de supertrama para sincronización multipar que se describe a continuación.

6.2 Formato de trama

La trama de sincronización multipar, denominada supertrama, se compone de entidades más pequeñas. En la figura 2 se muestra el formato de trama de la supertrama. Es de señalar que, siempre que proceda, los bits/bytes más significativos (MSB, *most significant bit/byte*) siempre se transmiten en primer lugar, y los bits/bytes menos significativos (LSB, *least significant bit/byte*) en último lugar.

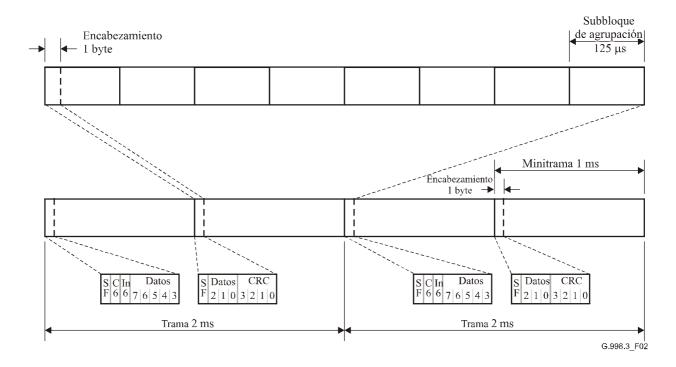


Figura 2/G.998.3 – Sincronización multipar – Formato de trama

6.2.1 Subbloque de agrupación y minitramas

El subbloque de agrupación tiene un periodo de tiempo fijo de 125 μs. Una duración de subbloque de 125 μs produce una granularidad de velocidad de 8 kbit/s.

Una minitrama contiene 8 subbloques de agrupación y su periodo es de 1 ms. El comienzo de una minitrama se sincroniza con el comienzo de un subbloque de agrupación. El primer byte de cada minitrama (en cada par DSL) se utiliza para el encabezamiento. El encabezamiento de minitrama se utiliza para indicar el comienzo de una supertrama y para transferir eventos y mensajes al extremo distante.

El número de bits de cada subbloque es función de la ubicación del subbloque, del número de pares agrupados y de la velocidad de datos total de todos los pares agrupados.

El número de bits de cabida útil de agrupación transportados por cada uno de los 7 últimos subbloques de agrupación de cada minitrama es igual a *N(Velocidad) = Velocidad/8 kbit/s*, donde:

- *N(Velocidad)* es el número de bits de cada subbloque, dependiendo de la velocidad de datos acumulada del enlace.
- Velocidad es la velocidad de datos acumulada de todos los pares medida en bits por segundo [bps].

El número de bits de cabida útil de agrupación transportados por el primer subbloque de agrupación de cada minitrama es N(Velocidad) – 8M, donde M es el número de pares individuales en el sistema agrupado.

NOTA – Si se utiliza adaptación de velocidad (véase el anexo A):

El número de bits disponibles de cabida útil de agrupación en el primer subbloque de agrupación de cada minitrama es N(Velocidad) - 16M.

El número de bits disponibles de cabida útil de agrupación en el octavo subbloque de agrupación de cada minitrama es $N(Velocidad) + 8\Delta$, donde $\Delta = \sum_{i=1...M} \Delta_i$, y cada Δ_i es dependiente de la variación de velocidad en el par i y puede adoptar los valores -1, 0, 1, 2. Además, cada Δ puede adoptar valores distintos en cada minitrama (véanse más detalles en el anexo A).

6.2.2 Trama

Una trama se compone con dos minitramas, por lo que su periodo es de 2 ms. Cada trama tiene 16 bits de encabezamiento, un byte en cada minitrama. El formato del encabezamiento de trama se describe en la figura 3.

Cada encabezamiento de trama tiene 6 bits esperados, que se conocen de antemano (bits de supertrama (SF, *super-frame*), bits de verificación por redundancia cíclica (CRC, *cyclic redundancy check*)). Los errores en estos bits se utilizan para detectar un fallo de par.

10 (diez) tramas consecutivas con errores CRC o bits SF erróneos en un par específico bastarán para declarar este par averiado.

La figura 3 define el contenido de los campos del encabezamiento de trama:

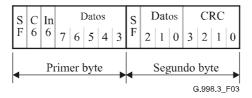


Figura 3/G.998.3 – Formato de encabezamiento de trama

- SF (Indicación de supertrama) Indica el comienzo de una supertrama. Este bit está situado al comienzo de cada minitrama. Se pondrá a '1' en la primera minitrama de la supertrama, y en otro caso se pondrá a '0'.
- C6 (Código de verificación por redundancia cíclica) El campo CRC-6 de la supertrama se compone de 6 bits C6[5:0] que forman parte de cada trama. El campo CRC-6 se calcula a partir de todos los datos multipar que se transmitieron durante la supertrama anterior (excluida la tara de encabezamiento de trama y la tara de adaptación de velocidad de módem, si se aplica), y se utiliza para detectar errores en los datos de una determinada supertrama. La codificación de los seis bits está definida por el polinomio generador $G(x) = x^6 + x + 1$, (véase la Rec. UIT-T G.991.2, "Transceptores de línea de abonado digital de alta velocidad de un solo par"). Matemáticamente, el valor CRC correspondiente a una determinada supertrama se define por el siguiente procedimiento:
 - Se complementan los 6 primeros bits de la supertrama.
 - Los N bits de la supertrama se consideran entonces los coeficientes de un polinomio M(x) de grado N-1. (El primer bit de la supertrama corresponde al término $x^{(N-1)}$ y el último bit de la supertrama al término x^0 .)
 - M(x) se multiplica por x^6 y se divide por G(x), produciendo un resto R(x) de grado 5.
 - Los coeficientes de R(x) se consideran una secuencia de 6 bits.
 - Se complementa la secuencia de bits y el resultado es la CRC.
 - Los 6 bits del valor CRC se colocan en los bits "C6" de la tara de la supertrama siguiente, de manera que el término x^5 (C6[5]) está ubicado en la primera trama de la supertrama y el término x^0 (C6[0]) en la última trama de la supertrama. Los bits de la CRC se transmiten por tanto en el orden x^5 , x^4 , ... x^1 , x^0 .
- In6 Seis bits, uno por trama, que componen un campo SF de 6 bits de indicación In6[5:0].
 - El bit de indicación In6[5], que se transmite en la primera trama de la SF, se denomina M/E y se utiliza para la indicación de Mensaje/Evento. Indica el significado de los bits Data[7:0]. M/E = '0' indica que los bits Data[7:0] forman parte de un evento; M/E = '1' indica que los bits Data[7:0] forman parte de un mensaje.

- El bit de indicación In6[4] tiene un significado distinto que depende de si es transmitido por la unidad de terminación de agrupación, lado central (CO) (BTU-C) o por la unidad de terminación de agrupación, lado terminal distante (RT) (BTU-R):
 - BTU-R: In6[4] = '1' indica que la capa de agregación de la BTU-R es capaz de funcionar en el modo agregación regular, sin recurrir al mecanismo de adaptación de velocidad de módem.
 - BTU-C: In6[4] = '1' ordena a la BTU-R que funcione en el modo agregación regular sin recurrir al mecanismo de adaptación de velocidad de módem.
- El bit de indicación In6[3] tiene significado distinto que depende de si es transmitido por la BTU-C o la BTU-R:
 - BTU-R: In6[3] = '1' indica que la capa de agregación de la BTU-R es capaz de funcionar utilizando el mecanismo de adaptación de velocidad de módem.
 - BTU-C: In6[3] = '1' ordena a la BTU-R que utilice el mecanismo de adaptación de velocidad de módem.
- Los bits de indicación In6[2:0] se reservan para uso futuro, y actualmente se ponen a '1'.
- Data [7:0] Byte de datos que forma parte de un evento o un mensaje (véase 12.3), de acuerdo con el bit M/E.
- CRC [3:0] (Código de verificación por redundancia cíclica) Cuatro bits asignados a un código CRC. Se generará un CRC-4 (véase 2.3.3.5/G.704) para cada encabezamiento de trama (excluido el campo CRC-4) que se transmitirá en el campo CRC. La codificación de los 4 bits es definida por el polinomio generador G(x) = x⁴ + x + 1. Matemáticamente, el valor CRC-4 correspondiente a un determinado encabezamiento de trama se define por el siguiente procedimiento:
 - Los 4 primeros bits del encabezamiento de trama se complementan.
 - Los 12 bits del encabezamiento de trama se consideran entonces los coeficientes de un polinomio M(x) de grado 11. El primer bit del encabezamiento de trama corresponde al término x¹¹ y el último bit del encabezamiento de trama al término x⁰.
 - M(x) se multiplica por x^4 y se divide por G(x), produciendo un resto R(x) de grado 3.
 - Los coeficientes de R(x) se consideran una secuencia de 4 bits.
 - Se complementa la secuencia de bits y el resultado es el campo CRC.
 - Los 4 bits del valor CRC se colocan en el campo CRC del encabezamiento de trama, de manera que el término x³ está situado en el bit más a la izquierda del campo CRC, y el término x⁰ en el bit más a la derecha del campo CRC. Los bits del campo CRC se transmiten por tanto en el orden x³, x², x¹, x⁰.

6.2.3 Supertrama (SF)

La supertrama se compone con 6 tramas y tiene un periodo de 12 ms.

La supertrama se utiliza para sincronizar todos los pares agrupados y para entramar eventos y mensajes del canal de comunicación de agrupación (BCC).

La supertrama tiene un campo CRC-6 que se compone de los seis bits C6 que forman parte de cada trama. El campo CRC-6 se calcula a partir de todos los datos multipar transmitidos durante la supertrama anterior, y se utiliza para detectar errores en los datos de una determinada supertrama. Esta información se utiliza para monitorizar la calidad de funcionamiento de los pares agrupados.

6.3 Máquina de estados de sincronización multipar

La figura 4 describe la máquina de estados de sincronización multipar con los estados y las transiciones entre estados. A continuación se definen los estados y las condiciones de transición.

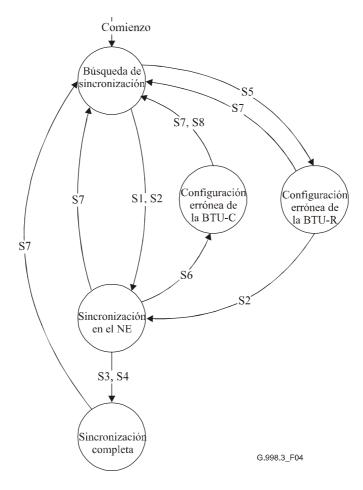


Figura 4/G.998.3 – Máquina de estados de sincronización multipar

6.3.1 Estados

Cuadro 1/G.998.3 – Definición de estados de la máquina de estados de sincronización multipar

Estado	Definición	Acciones del receptor	Acciones del transmisor	Transiciones
Búsqueda de sincronización	El par se sincroniza buscando el entramado del grupo de agregación, decodificando los eventos evSync y compensando la diferencia de retardo con respecto a los otros pares del grupo de agregación.	Búsqueda de encabezamientos de trama, decodificación de eventos evSync.	Envío de eventos evSync con: • Valor[0] – Indica que no hay sincronización (0x00). • Valor[1] – Número del par en la BTU-C y 0xFF en la BTU-R. • Valor[2] – Número del grupo de agregación en la BTU-C y 0xFF en la BTU-C y 0xFF en la BTU-C.	 [S1], [S2] al estado "Sincronización en el NE". [S5] al estado "configuración errónea de la BTU-R".
Sincronización en el NE	El extremo cercano está sincronizado con el grupo de agregación.	La BTU-C espera a que la BTU-R llegue al estado "sincronización en el NE" (indicado por el valor[0] = 0x01 en el evento evSync recibido). La BTU-R espera a que la BTU-C llegue al estado "sincronización completa" (indicado por la recepción de eventos distintos de evSync).	Envío de eventos evSync con: • Valor[0] – Indica la sincronización en el NE (0x01). • Valor[1] – Número del par. • Valor[2] – Número del grupo de agregación. La BTU-R toma el número del par y el número del grupo de agregación de los eventos recibidos desde la BTU-C.	 [S3], [S4] al estado "sincronización completa". [S6] al estado "configuración errónea de la BTU-C". [S7] al estado "búsqueda de sincronización".
Configuración errónea de la BTU-C	Este estado sólo atañe a la BTU-C. La BTU-R no consigue obtener el número del grupo de agregación ni el número del par.	Ninguna.	Envío de eventos evSync con: • Valor[0] — Sincronización en el NE (0x01). • Valor[1] — Número del par. • Valor[2] — Número del grupo de agregación.	• [S7], [S8] al estado "búsqueda de sincronización".

Cuadro 1/G.998.3 – Definición de estados de la máquina de estados de sincronización multipar

Estado	Definición	Acciones del receptor	Acciones del transmisor	Transiciones
Configuración errónea de la BTU-R	Este estado sólo atañe a la BTU-R. Hay configuración errónea cuando: La BTU-R ya está conectada a otro grupo de agregación o el número de par asignado a este par ya está siendo utilizado por la BTU-R.	Espera los eventos evSync con un número de un grupo de agregación o número de par distinto.	Envío de eventos evSync con: • Valor[0] — Configuración errónea (0x80 ó 0x81). • Valor[1] — Número del par. • Valor[2] — Número del grupo de agregación. La BTU-R envía su propio número del grupo de agregación.	 [S2] al estado "sincronización en el NE". [S7] al estado "búsqueda de sincronización".
Sincronización completa	El par está sincronizado con el grupo de agregación en ambos extremos. Puede añadirse al grupo de agregación utilizando el procedimiento "cambio de sincronización".	Recibe los mismos mensajes o eventos que los demás pares del grupo de agregación.	Envía los mismos mensajes o eventos que los demás pares del grupo de agregación.	• [S7] al estado "búsqueda de sincronización".

6.3.2 Condiciones de transición

- [S1] En la BTU-C: Tres supertramas consecutivas decodificadas con el mismo evento evSync sin errores.
- [S2] En la BTU-R: Tres supertramas consecutivas decodificadas con el mismo evento evSync sin errores, con número de grupo de agregación legal (igual al número del grupo de agregación recibido por los demás pares sincronizados, de haberlos), y número de par legal (no utilizado por otro par sincronizado).
- [S3] En la BTU-C: Recepción del evento evSync con la indicación "sincronización en el NE" (Valor[0] = 0x01) desde la BTU-R.
- [S4] En la BTU-R: Recepción de una supertrama válida que no es un evento evSync.
- [S5] En la BTU-R: Tres supertramas consecutivas decodificadas con el mismo evento evSync sin errores, pero con número de grupo de agregación ilegal (distinto del número de grupo de agregación ya decodificado por la BTU-R en pares sincronizados anteriores) o con número de par ilegal (es decir, ya utilizado por un par sincronizado anteriormente).
- [S6] En la BTU-C: Recepción del evento evSync con una indicación "configuración errónea" (Valor[0] = 0x80 ó 0x81) desde la BTU-R.
- [S7] 10 (diez) tramas consecutivas con errores (CRC-4 incorrecta o bits SF erróneos).

[S8] En la BTU-C: Decisión de gestión de resincronizar este par con un número de grupo de agregación distinto y/o un número de par distinto.

7 Despacho

7.1 Principios

El despachador establece la correspondencia entre los bits del tren de datos procedente de la capa de encapsulado (o de la corrección de errores en recepción (FEC)/intercalador), que está virtualmente dividido en "subbloques de agrupación" (véase la figura 2), y cada uno de los pares del grupo de agregación.

7.2 Algoritmo

El algoritmo de despacho es recurrente en cada subbloque de agrupación (125 μ s). El algoritmo de despacho se aplica a todos los bits contenidos en un subbloque de agrupación, siguiendo el orden del primero al último. Este algoritmo se aplica a todos los pares por orden siguiendo su número lógico en el grupo de agregación y asigna los bits del subbloque de agrupación a los pares. A cada par se le asignan n_i ($n_i = Velocidad_i/8 \ kbit/s$) bits, donde los primeros bits de cada minitrama se utilizan como bits de encabezamiento y no como bits de datos.

NOTA – En los sistemas de agrupación que aplican el anexo A, puede haber una ligera variación de n_i en el 8° subbloque de agrupación de cada minitrama.

Véase en el anexo A una descripción detallada y a continuación el seudocódigo de despacho.

7.3 Seudocódigo

El siguiente seudocódigo define el algoritmo de despacho:

```
Sub_Block_Counter = 1

Repeat every 125 \( \mu \) \{

Bonding_Sub_Block_Bit = 1

For Pair_Number = 1:Number_of_Pairs \{

If (Bonding_Sub_Block_Bit==8 \) and Rate_Matching_Flag==2)\{

Read \( \Delta_{Pair_Number} \) \}

else\{
\( \Delta_{Pair_Number} = 0; \) \}

Bit_Counter = 1

For Bit_Counter = 1: \( n_{Pair_Number} + 8 * \Delta_{Pair_Number}) \) \{

If (Sub_Block_Counter==1 \) and \( Bit_Counter < = 8 * Rate_Matching_Flag) \) \{

Send_Header (Bit_Counter, Pair_Number) \}
```

donde:

Sub Block Counter Es la posición de este subbloque en la minitrama.

Bonding_Sub_Block_Bit Es el índice del siguiente bit del subbloque de agrupación que se

enviará.

Pair Number Es el índice del par actual (su número lógico en el grupo de

agregación).

Number of Pairs Es la cantidad de pares que están entregando datos actualmente en

este grupo de agregación.

Bit Counter Es el contador de bits ya enviados en el par actual.

 n_i Es el número (base) de bits asignados al par i.

 Δ_i Es la variación (en bytes) de n_i (distinto de cero sólo para las

implementaciones del anexo A).

Rate Matching Flag 1 si no se utiliza adaptación de velocidad; 2 si se utiliza adaptación

de velocidad.

Send Header (k, j) Es una función que envía el bit k del encabezamiento de minitrama

al par j.

Send Data (k, j) Es una función que envía el bit k del subbloque de agrupación al

par j.

8 Retardo diferencial

La estructura de entramado de la capa de agregación es capaz de tolerar un retardo diferencial de 6 ms entre el par más rápido y el par más lento, aunque un sistema de agrupación mediante TDIM solamente debe tolerar un retardo diferencial de 2 ms.

9 Sincronización de reloj

9.1 Alcance

Esta cláusula define los requisitos de sincronización de reloj entre la BTU-C y la BTU-R, en las capas y dominios de tiempo pertinentes: servicio (TDM), agregación y módems.

La figura 5 muestra los dominios de tiempo del sistema de agrupación y los relojes que sincronizan los dominios de tiempo.

Los sentidos BTU-C a BTU-R y BTU-R a BTU-C son independientes, por lo que hay cuatro relojes independientes:

- Cada reloj de servicio de multiplexación por división en el tiempo (TDM, *time-division multiplexing*) se transmite de la BTU-C a la BTU-R (1) a través del reloj de dominio de tiempo de agregación utilizando relleno. El reloj de servicio TDM se reconstruye en la BTU-R a partir del reloj de dominio de tiempo de agregación eliminando el relleno.
- El reloj de dominio de tiempo de agregación BTU-C (2) se transmite a los módems en modo plesiócrono. El reloj de dominio de tiempo de agregación BTU-R se reconstruye a partir de los módems.
- El reloj de dominio de tiempo de agregación BTU-R (3) se transmite a los módems en modo plesiócrono. El reloj de dominio de tiempo de agregación BTU-C se reconstruye a partir de los módems.
- Cada reloj de servicio TDM se transmite de la BTU-R a la BTU-C (4) a través del reloj de dominio de tiempo de agregación utilizando relleno. El reloj de servicio TDM se reconstruye en la BTU-C a partir del reloj de dominio de tiempo de agregación eliminando el relleno.

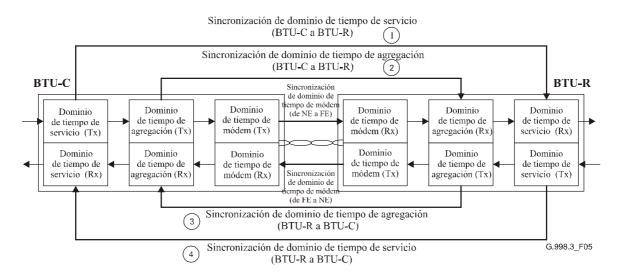


Figura 5/G.998.3 – Dominios de tiempo pares y sincronización de reloi

La figura 6 muestra un modelo de referencia para la sincronización de reloj. Puede verse que los datos/reloj entre la capa de agregación y los módems están sincronizados al dominio de tiempo de agregación. No obstante, cada módem puede utilizar un reloj de línea distinto (es decir, dominio de tiempo de módem) y transportar los datos y el reloj de la capa de agregación utilizando relleno (como en la Rec. UIT-T G.991.2 y la línea de abonado digital asimétrica (ADSL, asymmetric digital subscriber line)).

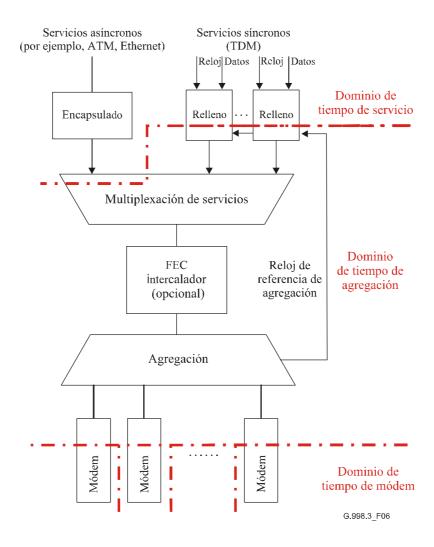


Figura 6/G.998.3 – Modelo de referencia de sincronización de reloj

La sincronización de reloj que se utiliza en el mecanismo de adaptación de velocidad de módem se describe en el anexo A.

9.2 Sincronización del servicio TDM y transferencia de reloj

Los datos y el reloj de cada servicio TDM (por ejemplo, señal digital 1, (1,544 Mbit/s) (DS1), señal de interfaz eléctrica, nivel 1, (2,048 Mbit/s) (E1)) se transfieren del extremo cercano (NE, *near end*) al extremo distante (FE, *far end*). Los servicios plesiócronos se transfieren del NE al FE añadiendo relleno en el NE y eliminando el relleno en el FE. El relleno se realiza con respecto al reloj de referencia de agregación, que sincroniza las capas de agregación de la BTU-C y la BTU-R. Pueden verse más detalles en 10.4.

9.3 Sincronización de la capa de agregación

La capa de agregación en el receptor BTU-R está enganchada y sincronizada con la capa de agregación en el transmisor de la BTU-C. La capa de agregación en el receptor BTU-C está enganchada y sincronizada con la capa de agregación en el transmisor BTU-R.

La capa de agregación emite el reloj de referencia de agregación, que es el reloj de referencia del dominio de tiempo de agregación.

Es necesario que:

• La capa de agregación esté sincronizada al extremo distante (FE) siempre y cuando al menos 1 (un) par permanezca en el grupo de agregación.

• En caso de pérdida de sincronización o de enganche, la recuperación se hará de manera que un servicio no se suspenda durante más de 50 ms.

El objetivo es que:

• La capa de agregación no pierda la sincronización con el FE incluso en caso de fallo del par, siempre y cuando al menos 1 (un) par permanezca en el grupo de agregación.

9.4 Sincronización de par

Todos los pares que participen en un grupo de agregación tendrán el mismo reloj de datos procedente de la capa de agregación.

La temporización de pares cuando se utiliza adaptación de velocidad de módem se describe en el anexo A.

Esta Recomendación no define cómo los pares logran la sincronización.

Es necesario que:

• En caso de que un par pierda la sincronización, los demás pares del grupo de agregación no la pierdan.

10 Encapsulado de servicios

10.1 Modelo de referencia

La capa de encapsulado realiza las siguientes funciones:

- Añadir información de relleno a cada servicio TDM para permitir una transferencia de reloj exacta para cada servicio TDM.
- Encapsulación de la cabida útil basada en tramas (por ejemplo, trama Ethernet en el caso de un servicio Ethernet) de manera que el receptor pueda determinar el comienzo y el final de la cabida útil (sólo en los servicios donde es aplicable, por ejemplo, Ethernet).
- Asignar los trenes de datos de servicios en los N bits de los subbloques de agrupación de 125 μs (véase 6.2.1).

La figura 7 ilustra el flujo de los distintos servicios (Ethernet, ATM, TDM y procedimiento de entramado genérico (GFP, *generic framing procedure*)) a través de la capa de encapsulado hacia la capa de agregación.

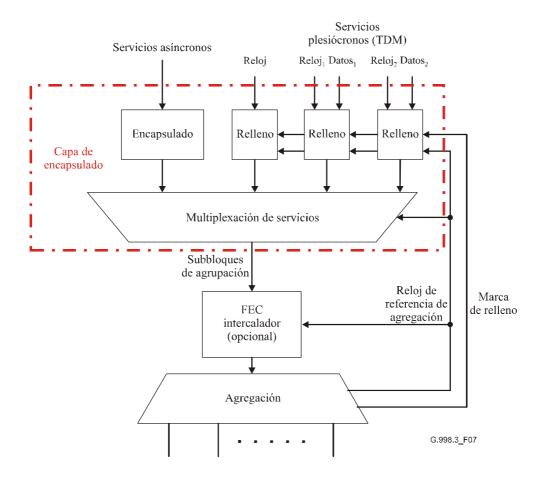


Figura 7/G.998.3 – Modelo de referencia de encapsulado de servicios

10.2 Multiplexación de servicios

Los trenes de datos de servicios son asignados a los N bits de los subbloques de agrupación de 125 µs (véase 6.2.1).

La asignación de bits a cada subbloque de agrupación es distinta, dado que uno de cada ocho subbloques de agrupación contiene un encabezamiento de minitrama y que un servicio TDM puede requerir una cantidad de bytes en 1 ms que no sea divisible por 8, lo que producirá distribución no uniforme de los bits en los subbloques de agrupación. La asignación de bits en los subbloques de agrupación se repite cada 1 ms (cada 8 subbloques de agrupación). En el siguiente texto, j designa el índice de subbloques de agrupación en el ciclo de minitrama de 1 ms, j = 1:8.

Dado que los servicios TDM requieren una anchura de banda (BW, bandwidth) constante, se asignan a un número fijo de bits en la minitrama. El servicio TDM_i se asigna a los bytes $N_{i,j}$ del subbloque de agrupación j. En cada subbloque de agrupación j, los servicios asíncronos se asignan a los bits $N_{async,j}$ restantes. Para j=1, que es el subbloque de agrupación que contiene los encabezamientos de minitrama, $N_{async,1} = N - \sum_{i} N_{i,1} - 8 \times l \times M$, donde M es el número de pares en el

grupo de agregación.

l = 2 si se utiliza el mecanismo de adaptación de velocidad de módem, en otro caso l = 1.

Para
$$j = 2$$
 a 8, $N_{async,j} = N - \sum_{i} N_{i,j}$.

El cuadro 2 define los valores de $N_{i,j}$ para los diversos tipos de servicios TDM, incluida la información de relleno (véase 10.4.2). $N_{i,j}$ es la cantidad de bytes de datos de servicios (y el relleno correspondiente) en el j-ésimo subbloque de agrupación de una minitrama.

Es de señalar que la señal digital fraccionaria 3, (44,736 Mbit/s) (DS3) y la señal de interfaz eléctrica fraccionaria, nivel 3, (34,368 Mbit/s) (E3) se transportan como múltiples DS1 o E1 en el canal despejado, respectivamente.

La notación de tipo de servicio se utiliza en los mensajes "correspondencia de servicios" y "configuración de servicios" para especificar la asignación de $N_{i,j}$ de cada servicio i.

Cuadro 2/G.998.3 – Constantes de correspondencia de servicios

Notación de tipo de servicio	Tipo de servicio	<i>N</i> _{i,1} /8 [byte]	<i>N</i> _{i,2} /8 [byte]	<i>N</i> _{i,3} /8 [byte]	N _{i,4} /8 [byte]	N _{i,5} /8 [byte]	N _{i,6} /8 [byte]	<i>N_{i,7}</i> /8 [byte]	<i>N_{i,8}/</i> 8 [byte]
1	DS1 en el canal despejado	24	24	24	24	24	24	25	25
2	E1 en el canal despejado	32	32	32	32	32	32	32	33
3	DS1 fraccionaria (incluidos P x DS0 canales)	Р	Р	Р	P	P	Р	Р	P+1
4	E1 fraccionaria (incluidos P canales)	P	P	P	P	P	P	P	P+1
5	DS3	699	699	699	699	699	699	699	700
6	E3	537	537	537	537	537	537	537	538
7	Transferencia de reloj	1	1	1	1	1	1	1	1

10.2.1 Correspondencia de servicios

La figura 8 muestra la correspondencia de servicios en el tiempo y en el espacio de pares, incluida la repetición de minitramas cada 1 ms. Puede verse que cada 1 ms, cuando j = 1, N_{async} se reduce en $8 \times l \times M$ bits, donde M es el número de pares en el grupo de agregación; y que l = 2 si se utiliza adaptación de velocidad de módem, y l = 1 en otro caso. Es de señalar que el despacho en los pares se muestra aquí sólo para mayor claridad y se realizará de acuerdo con la cláusula 7 (Despacho).

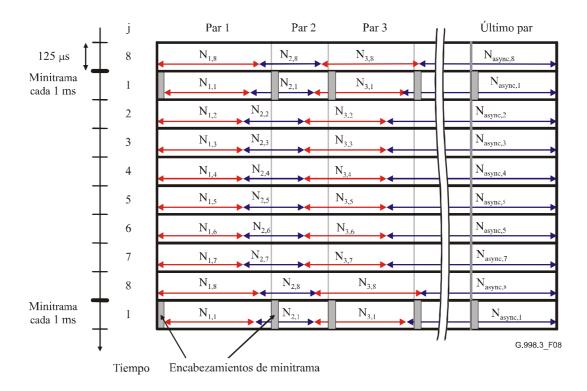


Figura 8/G.998.3 – Correspondencia de servicios en tiempo y espacio (de pares)

10.2.2 Transferencia de reloj

Los relojes (sin datos) pueden transferirse del NE al FE.

Se realiza asignando 1 byte de cada subbloque de agrupación para cada reloj transferido. El primer bit (MSB) de cada uno de estos bytes se utiliza para construir un byte de relleno (véase la figura 12) por minitrama.

La funcionalidad del mecanismo de relleno se describe en 10.4.2, a excepción de que la funcionalidad del receptor es la siguiente:

- Si la suma de SC[5:0] es igual a 0 ó 1, se añaden dos pasos de reloj.
- Si la suma de SC[5:0] es igual a 5 ó 6, se sustraen dos pasos de reloj.
- Si la suma de SC[5:0] es igual a 2 ó 3 ó 4, no se hace nada.

10.2.3 Priorización de servicios

Los servicios TDM tienen mayor prioridad que los servicios asíncronos. El orden de prioridad de mayor a menor es TDM_1 , TDM_2 , ..., TDM_{last} , asignación de servicio asíncrono₁, asignación de servicio asíncrono₂, asignación de servicio asíncrono_{last}.

Es de señalar que puede haber más de una asignación de BW para los servicios asíncronos, en cuyo caso se modificará convenientemente lo expuesto en 10.2.

Cuando disminuye la BW del grupo de agregación (por ejemplo, por fallo de un par), N disminuye consiguientemente. Como resultado también disminuye N_{async} . Según la magnitud de la degradación BW, podrían empezar a suspenderse los servicios TDM.

La figura 9 muestra este comportamiento con los cambios de BW en el tiempo 1 a 3:

1) BW disminuye. Como resultado, la BW asignada a los servicios asíncronos disminuye, mientras que BW asignada a los servicios TDM permanece intacta.

- 2) BW disminuye hasta el punto de que no hay BW suficiente para TDM₃, por lo cual se suspende. La BW disponible excedente de TDM₁ y TDM₂ es asignada a servicios asíncronos.
- 3) BW aumenta. Como resultado, se recupera TDM₃ y la BW restante se asigna a servicios asíncronos.

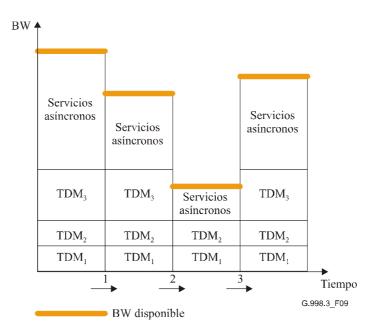


Figura 9/G.998.3 – Priorización de servicios en una BW disponible

10.3 Servicios asíncronos

Los servicios asíncronos necesitan encapsularse de manera que el receptor pueda determinar el principio y el final de la cabida útil del servicio (por ejemplo, una trama Ethernet en el caso de un servicio Ethernet).

Cuando unos pocos (más de uno) servicios asíncronos se transmiten en el mismo sistema de agrupación, se asignará a cada uno de ellos un número de bits N_{async_i} distinto, que se encapsularán separadamente.

El protocolo GFP añade información de encabezamiento a los datos de servicio entrantes para identificar el tipo del servicio encapsulado, el principio (y el final) de una unidad de datos y, opcionalmente, añade alguna protección.

10.3.1 Formato GFP

Este encabezamiento está formado por un identificador de longitud de paquete (PLI, *packet length identifier*) de 2 bytes de largo y 2 bytes de verificación de errores del encabezamiento (HEC, *header error check*). Las tramas encapsuladas se envían una detrás de otra como un tren de bytes continuo. El receptor en el FE se engancha al encabezamiento, utilizando HEC para la delimitación de tramas. Además del encabezamiento medular, se añade a la cabida útil original un encabezamiento de cabida útil de 4 bytes, que contiene tipo de cabida útil y HEC. Pueden añadirse igualmente encabezamientos de extensión adicionales en beneficio de las aplicaciones (hasta 60 bytes). GFP también especifica una secuencia de verificación de tramas (FCS, *frame check sequence*) de cabida útil CRC-32 opcional.

La figura 10 ilustra el formato de trama GFP:

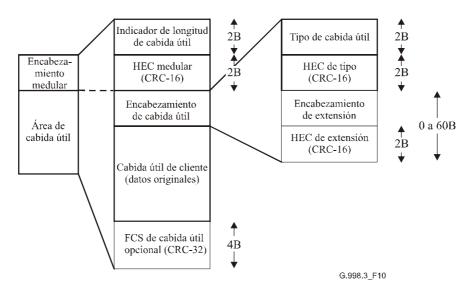


Figura 10/G.998.3 – Formato de trama GFP

La zona de cabida útil se aleatoriza para mejorar la robustez del procedimiento de delimitación de tramas GFP y para proporcionar un número suficiente de transmisiones 0-1 y 1-0 durante los periodos de reposo de transmisión.

Para compensar las diferencias de BW y conseguir un tren de bytes continuo a una velocidad constante, incluso cuando disminuye la BW de servicios, se insertan tramas reposo en un tren de bytes cuando no hay datos de servicio disponibles. Las tramas reposo GFP tienen 4 bytes de longitud con PLI = 0.

10.3.2 Ethernet

10.3.2.1 Supresión y restablecimiento de intervalos intertramas y preámbulos

En la transmisión de servicios Ethernet, los intervalos intertrama y los preámbulos se descartan antes del encapsulado y se regeneran tras el desencapsulado en el extremo receptor.

10.3.2.2 Encapsulado de tramas MAC Ethernet

Cada trama Ethernet se encapsula en una única trama GFP. Las tramas MAC Ethernet (octetos desde dirección de destino a secuencia de verificación de trama, inclusive) se colocan en el campo de cabida útil de cliente GFP. Se mantiene la alineación de octetos y la identificación de bits en los octetos.

Cuando Ethernet es el único servicio asíncrono que se provisiona ("sólo Ethernet"), se utilizará una versión simplificada de GFP para reducir la tara, con una tara fija baja de 4 bytes por trama. En este caso se aplican las siguientes modificaciones al GFP original:

- Se elimina el encabezamiento de cabida útil.
- La FCS de cabida útil CRC-32 opcional se sustituye por una CRC-16 (CRC-16 se define como $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, véase 6.1.1.2.1/G.7041/Y.1303), si no se utiliza FEC entre la capa de encapsulado y la capa de agregación. Si se utiliza FEC entre la capa de encapsulado y la capa de agregación, la FCS de cabida útil CRC-32 opcional puede omitirse para reducir la tara.

El siguiente formato de trama encapsulada se utiliza para encapsular tramas Ethernet cuando Ethernet es el único servicio asíncrono que se provisiona:

- Encabezamiento (4 bytes) para la delimitación de tramas, incluidos:
 - Indicador de longitud de cabida útil (PLI:16 bits) 0-65535, que indica longitud de la trama encapsulada sin el encabezamiento, es decir, longitud de cabida útil más 2 bytes opcionales para la secuencia de verificación de tramas, si se utiliza
 - CRC de encabezamiento (HEC:16 bits) CRC-16 UIT (6.1.1.2.1/G.7041/Y.1303).
- Cabida útil Trama Ethernet = 64 1552 bytes.
- Secuencia de verificación de trama opcional (FCS:16 bits) CRC-16 UIT (6.1.1.2.1/G.7041/Y.1303), si no se utiliza FEC.

La figura 11 muestra el formato de trama GFP simplificado:

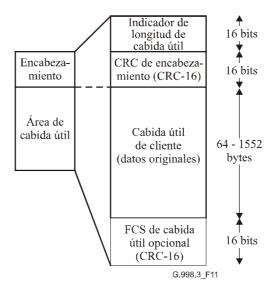


Figura 11/G.998.3 – Formato de trama GFP simplificado para "sólo Ethernet"

10.3.2.3 Control de flujo

Se implementará un control de flujo entre la capa Ethernet y la capa de encapsulado en la BTU-C/R para evitar el desbordamiento de tramas cuando la velocidad de tramas/bytes de ingreso supera la anchura de banda disponible para dicho servicio Ethernet en el enlace agregado.

10.3.2.4 Desacoplamiento de velocidad de datos

El desacoplamiento de velocidad de datos se implementará por inserción de tramas GFP reposo en el sentido transmisión (descendente) y la eliminación de tramas GFP reposo en el sentido recepción (ascendente) en la BTU-C y en la BTU-R, como se especifica en la Rec. UIT-T G.7041/Y.1303.

NOTA – La trama GFP reposo es una trama de control GFP de 4 octetos especiales compuesta por un solo encabezamiento medular GFP con los campos PLI y HEC medular puestos a 0, y sin área de cabida útil.

10.3.2.5 Aleatorización del encabezamiento medular

El encabezamiento medular es aleatorizado por una operación OR-exclusivo (adición módulo 2) con el número hexadecimal B6AB31E0, como se define en la Rec. UIT-T G.7041/Y.1303. La aleatorización del encabezamiento medular mejora la robustez del procedimiento de delimitación de tramas GFP y proporciona un número suficiente de transiciones 0-1 y 1-0 durante los periodos de transmisión en reposo.

10.3.2.6 Delimitación de tramas

La función de delimitación GFP permite la identificación de las fronteras de tramas en la cabida útil. Se basa en una ley de codificación que utiliza el campo de control de errores del encabezamiento (HEC) en el encabezamiento GFP.

El algoritmo de delimitación GFP será el descrito en la Rec. UIT-T G.7041/Y.1303.

10.3.2.7 Correspondencia de tramas encapsuladas GFP con subbloques de agrupación

Las tramas encapsuladas GFP del servicio Ethernet j se hacen corresponder con bits $N_{async,j}$ del subbloque de agrupación byte por byte. No se requiere alineación con el subbloque de agrupación. Cada byte del tren de datos GFP se hace corresponder con el primer MSB de los siguientes 8 bits disponibles de $N_{async,j}$, y posiblemente esté dividido entre dos subbloques de agrupación.

10.3.2.8 Especificación del método de encapsulado

La notación del tipo de servicio Ethernet es 8. Se utiliza en los mensajes "correspondencia de servicios" y "configuración de servicios" para especificar el método de encapsulado de cada servicio asíncrono.

10.3.3 ATM

10.3.3.1 Funciones de encapsulado ATM

La capa TC ATM del sistema de agrupación es coherente con la Rec. UIT-T I.432.1. Proporcionará las siguientes funciones, que se definen en dicha Recomendación:

- Desacoplamiento de velocidad entre la capa ATM y la capa de encapsulado síncrono (o plesiócrono).
- Inserción/extracción de células reposo (una célula reposo insertada en el lado transmisión ha de extraerse en el extremo distante).
- Inserción/extracción del byte de verificación de errores del encabezamiento (HEC) ATM (un byte HEC insertado en el lado transmisión ha de extraerse en el extremo distante).
- Aleatorización/desaleatorización de cabida útil de célula para los sistemas SDH.
- Delimitación de células en el canal de recepción.
- Temporización y ordenación de bits (el MSB se envía en primer lugar con temporización de bits síncrona con la base de temporización descendente de la BTU-C).

10.3.3.2 Encapsulado de células ATM

Cuando ATM es el único servicio asíncrono que se provisiona ("sólo ATM"), se establece su correspondencia con los subbloques de agrupación como se hace sin encapsulado, ya que las células ATM incluyen toda la información necesaria para la delimitación de células.

10.3.3.3 Control de flujo

Se implementará un control de flujo entre la capa ATM y la capa de encapsulado en la BTU-C/R para evitar el desbordamiento de células cuando la velocidad de células/bytes de ingreso supera la anchura de banda disponible para dicho servicio ATM en el enlace agregado.

10.3.3.4 OAM

El flujo de operaciones, administración y mantenimiento (OAM, *operations, administration and maintenance*) a través de la interfaz γ intercambia información entre la entidad OAM y sus funciones de gestión de encapsulado ATM. El flujo OAM es bidireccional.

Las primitivas de flujo OAM quedan en estudio.

10.3.3.5 Desacoplamiento de velocidad de células

El desacoplamiento de velocidad de células se implementará por inserción de células reposo en el sentido transmisión y la eliminación de células reposo en el sentido recepción, como se especifica en la Rec. UIT-T I.432.1. Un encabezamiento de célula normalizado, también especificado en la Rec. UIT-T I.432.1, identifica las células reposo.

10.3.3.6 Generación/verificación de HEC

El byte HEC se generará como se describe en las Recomendaciones UIT-T de la serie I.432.x, incluida la adición módulo 2 (XOR) recomendada del esquema 01010101₂ a los bits HEC. El conjunto de coeficientes de polinomio generador utilizado y el procedimiento de generación de secuencias HEC cumplirán las Recomendaciones UIT-T de la serie I.432.x.

La secuencia HEC será capaz de detectar múltiples errores de bits, como se define en las Recomendaciones UIT-T de la serie I.432.x. No se realizará corrección de errores de un solo bit del encabezamiento de célula.

10.3.3.7 Aleatorización y desaleatorización de la cabida útil de células

No se aleatorizará la cabida útil de células ATM.

NOTA – La aleatorización de la cabida útil de células ATM en transmisión evita los esquemas de bits invariables continuos en el tren de células ATM, lo que mejora la eficacia del algoritmo de delimitación de células. La aleatorización de células ATM se define en las Recomendaciones UIT-T de la serie I.432.x para la transmisión STM.

10.3.3.8 Delimitación de células

La función delimitación de células permite la identificación de las fronteras de células en la cabida útil. Se basa en una ley de codificación que utiliza el campo control de errores del encabezamiento (HEC) en el encabezamiento de célula.

El algoritmo de delimitación de células será el descrito en las Recomendaciones UIT-T de la serie I.432.x.

10.3.3.9 Correspondencia de células ATM con subbloques de conexión

Las células ATM del servicio j se hacen corresponder con los bits $N_{async,j}$ del subbloque de agrupación byte por byte. No se requiere alineación con el subbloque de agrupación. Cada byte del tren de datos ATM se hace corresponder con el primer MSB de los siguientes 8 bits disponibles de $N_{async,j}$, y posiblemente esté dividido en dos subbloques de conexión.

10.3.3.10 Especificación del método de encapsulado

La notación del servicio ATM es 9. Se utiliza en los mensajes "correspondencia de servicios" y "configuración de servicios" para especificar el método de encapsulado de cada servicio asíncrono.

10.3.4 GFP

Cuando las tramas GFP son las únicas cabidas útiles de servicio asíncrono que se transmiten (independientemente de los datos que encapsulan), se establece su correspondencia con subbloques de agrupación como se hace sin encapsulado adicional, ya que incluyen toda la información necesaria para la delimitación de cabida útil y también soportan tramas reposo para el relleno de BW.

La notación del tipo de servicio GFP es 10. Se utiliza en los mensajes "correspondencia de servicios" y "configuración de servicios" para especificar el método de encapsulado de cada servicio asíncrono.

10.4 Relleno de servicios TDM

Los datos y el reloj de cada servicio TDM (por ejemplo, DS1, E1) se transfieren del NE al FE. Los servicios plesiócronos se transfieren del NE al FE añadiendo relleno en el NE y eliminándolo en el FE. El relleno se realiza con respecto al reloj de referencia de agregación, que sincroniza las capas de agregación de la BTU-C y la BTU-R.

10.4.1 Cantidad de relleno

El mecanismo de relleno que se describe a continuación es adecuado para servicios TDM tales como DS1, E1, DS1 fraccionaria, E1 fraccionaria, DS3 y E3.

El cuadro 3 presenta la cantidad necesaria de relleno para los diversos tipos de servicios TDM, calculada según la velocidad del servicio, la exactitud de su reloj normalizado y una exactitud de reloj local supuesta igual a la del reloj de referencia de agregación, que es de 20 ppm.

Cuadro 3/G.998.3 – Cantida	id necesaria de re	elleno según el tipo	de servicio TDM
----------------------------	--------------------	----------------------	-----------------

Tipo de servicio	Velocidad nominal [kbit/s]	Número de bytes en 125 μs	Exactitud normalizada [ppm]	Exactitud de reloj local	Diferencia de reloj máxima	Número de bits de relleno requeridos en 1 ms
DS1 en el canal despejado	1544	24,125	32	20	52	0,08
E1 en el canal despejado	2048	32	50	20	70	0,14
DS1 fraccionaria (incluidos Nx DS0)	1544	N+1/8	32	20	52	(N + 1/8) × 64 K × 52 ppm × 1 ms
E1 fraccionaria (incluidos canales N)	2048	N+1	50	20	70	$(N+1) \times 64 \text{ K} \times 70 \text{ ppm} \times 1 \text{ ms}$
DS3	44 736	699	20	20	40	1,79
E3	34 368	537	20	20	40	1,37

Dos (2) bits de relleno en 1 ms son suficientes para los tipos de servicio del cuadro 3.

10.4.2 Mecanismo de relleno

Además de sus datos, cada servicio TDM tiene 1 byte adicional por 1 ms para el mecanismo de relleno. La capa de encapsulado se sincroniza con la minitrama de 1 ms de acuerdo con la marca de relleno (véase la figura 7).

El formato de este byte de relleno es:

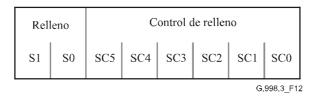


Figura 12/G.998.3 – Formato del byte de relleno

Para conseguir robustez (la del mecanismo de relleno es de un solo error de bit) el byte de relleno se reparte uniformemente en toda la minitrama. Para el servicio TDM i, S1 es el primer bit de $N_{i,1}$, S0

es el primer bit de $N_{i,2}$, SC5 es el primer bit de $N_{i,3}$, SC4 es el primer bit de $N_{i,4}$, SC3 es el primer bit de $N_{i,5}$, SC2 es el primer bit de $N_{i,6}$, SC1 es el primer bit de $N_{i,7}$, y SC0 es el primer bit de $N_{i,8}$.

El transmisor fija el contenido de S[1:0] y SC[5:0] de la siguiente manera:

- Si el transmisor tiene dos bits de datos adicionales que transmitir:
 - SC[5:0] = '0000000'
 - S[1:0] en la siguiente minitrama tendrá los dos bits de datos adicionales.
 - Los dos últimos bits de datos del último byte del servicio TDM i en la siguiente minitrama serán dos bits de datos.
- Si al transmisor le faltan dos bits de datos por transmitir:
 - SC[5:0] = '1111111'
 - S[1:0] en la siguiente minitrama se pondrá a '01' (valor nulo, ignorado por el receptor).
 - Los dos últimos bits de datos del último byte del servicio TDM *i* en la siguiente minitrama serán '01' (valor nulo, ignorado por el receptor).
- En todos los demás casos:
 - SC[5:0] = '101010'
 - S[1:0] en la siguiente minitrama se pondrá a '01' (valor nulo, ignorado por el receptor).
 - Los últimos dos bits del último byte del servicio TDM *i* en la siguiente minitrama serán dos bits de datos.

El receptor seguirá las siguientes reglas:

- Si la suma de SC[5:0] es igual a 0 ó 1:
 - S[1:0] en la siguiente minitrama son bits de datos válidos.
 - Los dos últimos bits de datos del último byte del servicio TDM *i* en la siguiente minitrama son bits de datos válidos.
- Si la suma de SC[5:0] es igual a 5 ó 6:
 - S[1:0] en la siguiente minitrama son bits de relleno y se abandonarán.
 - Los dos últimos bits de datos del último byte del servicio TDM *i* en la siguiente minitrama son bits de relleno y se abandonarán.
- Si la suma de SC[5:0] es igual a 2 ó 3 ó 4:
 - S[1:0] en la siguiente minitrama son bits de relleno y se abandonarán.
 - Los dos últimos bits de datos del último byte del servicio TDM *i* en la siguiente minitrama son bits de datos válidos.

11 FEC e intercalador

La FEC y el intercalador son opcionales en el sistema de agrupación.

11.1 FEC

11.1.1 Tipo de FEC

La FEC en el sistema de agrupación es similar a la FEC definida para la ADSL y la línea de abonado digital de velocidad muy alta (VDSL, *very high speed digital subscriber line*), es decir, se deriva de un código Reed Solomon (RS) con el polinomio generador:

$$G(D) = \prod_{i=0}^{19} \left(D + \alpha^{i} \right)$$

donde α es el elemento primitivo que satisface el polinomio binario primitivo x^8 , x^4 , x^3 , x^2 , 1 en el campo Galois GF(256).

Es de señalar que se ha elegido G(D) como único polinomio para simplificar los cambios de los parámetros FEC.

11.1.2 Codificación

Los bytes de verificación de redundancia $R = R_{RS}$, c_0 , c_1 , ..., c_{R-2} , c_{R-1} , anexionarán a los bytes de información $K = K_{RS}$, m_0 , m_1 , ..., m_{K-2} , m_{K-1} , para formar una palabra de código de tamaño $N_{RS} = K_{RS} + R_{RS}$ bytes. Los bytes de verificación se calculan a partir del byte de mensaje utilizando la ecuación:

$$C(D) = M(D) D^{20}$$
 módulo $G(D)$

donde el polinomio M(D) de mensaje se define como:

$$M(D) = m_0 D^{K-1} + m_1 D^{K-2} + ... + m_{K-2} D + m_{K-1}$$

y el polinomio de verificación se define como:

$$C(D) = c_0 D^{19} + c_1 D^{18} + \dots + c_{R-2} D^{21-R} + c_{R-1} D^{20-R} + c_R D^{19-R} + \dots + c_{19}$$

Es de señalar que sólo los primeros coeficientes $R = R_{RS}$ del polinomio de verificación se utilizan en la palabra de código. El decodificador añadirá los coeficientes $20 - R_{RS}$ restantes y utilizará decodificación de borrado.

Un byte de datos $(d_7, d_6, ..., d_1, d_0)$ se identifica con el elemento de campo Galois $d_7\alpha^7 + d_6\alpha^6 ... + d_1\alpha + d_0$.

11.1.3 Parámetros FEC

Los parámetros FEC que han de especificarse son:

- N_{RS} = tamaño de palabra de código
- K_{RS} = tamaño de información de la palabra de código
- $R_{RS} = N_{RS} K_{RS}$, tamaño de redundancia de la palabra de código
- S = número de palabras de código en un subbloque de agrupación de 125 µs

Además, se utilizará la siguiente notación:

- M = números de pares activos en el grupo de agregación
- l = 2 si se utiliza adaptación de velocidad de módem, y l = 1 en otro caso
- B_i = número de bits transportados por cada par i en un subbloque de conexión de 125 µs (velocidad de datos del par i dividida por 8K).

Es de señalar que el parámetro S es ligeramente diferente que el parámetro S de ADSL. El parámetro S aquí definido está asociado con 1/S para el parámetro S definido en las Recomendaciones UIT-T de la serie G.992.x relativa a la ADSL. La definición de S utilizada en esta Recomendación es más adecuada para los sistemas de gran BW, puesto que naturalmente proporciona valores enteros de S. S es el número de palabras de código en un subbloque de agrupación de S0 para la palabras de código exceden el número de bytes de un subbloque de agrupación.

Se soportarán los siguientes valores:

- $N_{RS} = 5 \dots 255$
- $R_{RS} = 2, 4, 8, 16, 20$

Como se explica a continuación, la velocidad de información del sistema de agrupación es $64 K_{RS}S - 8 \times 1 \times M$ kbit/s, por lo que el parámetro S se calculará a partir de los valores de K_{RS} , y la BW total requerida por todos los servicios (TotalBW) será el entero más pequeño que cumpla:

$$64 K_{RS} S - 8 \times 1 \times M \ge TotalBW$$

donde *TotalBW* se mide en kbit/s.

Los valores de N_{RS} y S cumplirán la siguiente desigualdad:

$$N_{RS} \times S \le floor\left(\left(\sum_{i=1}^{M} B_i\right)/8\right)$$

Además, para soportar los servicios TDM, el tamaño de información cumplirá las siguientes desigualdades ($N_{i,j}$ es igual que en 10.2, j designa el orden del subbloque de agrupación en una minitrama, véanse la figura 8 y el cuadro 2):

Para
$$j=1$$
: $K_{RS}S-1\times M \leq \sum_{i}N_{i,1}/8$
Para $j=2...8$: $K_{RS}S \leq \max_{j}\sum_{i}N_{i,j}/8$

Es de señalar que el $N_{i,j}$ utilizado aquí no está relacionado con el N_{RS} de FEC, sino con el $N_{i,j}$ de 10.2

Los parámetros N_{RS} y R_{RS} son calculados por la BTU-C tras haber fijado las velocidades de los pares y después de cada cambio de los parámetros del cuadro de despacho, y comunicados a la BTU-R mediante un mensaje "petición de capacidad FEC".

11.1.4 Flujo de datos

La figura 13 muestra el flujo de datos a través de las FEC, y las fronteras de las FEC:

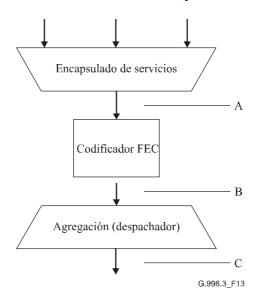


Figura 13/G.998.3 – Flujo de datos FEC

La unidad de encapsulado se fija de manera que entregue una velocidad de salida (en el punto de referencia A) de $(64 K_{RS}S - 8 \times 1 \times M)$ kbit/s.

El codificador RS codifica la primera palabra de código en una minitrama de 1 ms con un tamaño reducido $N_{RS}-M$ reduciendo el tamaño de información a $K_{RS}-M$, pero manteniendo el tamaño de redundancia de R_{RS} . Esto puede efectuarse directamente haciendo preceder los primeros bytes de información $K_{RS} - M$ por M bytes cero. Así se deja espacio para que el despachador inserte los bytes de encabezamiento de minitrama M.

El codificador RS codifica las restantes palabras de código 8 S-1 en una minitrama de 1 ms con un tamaño de palabra de código de N_{RS} y un tamaño de información de K_{RS} , lo que genera una velocidad de salida (en el punto de referencia B) de $(64 N_{RS}S - 8 \times 1 \times M)$ kbit/s.

El despachador despacha $\sum_{i=1}^{M} B_i$ bits por cada subbloque de agrupación de 125 µs generando una velocidad de $8\sum_{i=1}^{M} B_i$ kbit/s en el punto de referencia C. El receptor ignorará los últimos

$$\sum_{i=1}^{M} B_i - 8 \times S \times N_{RS}$$
 bits de cada subbloque de agrupación de 125 µs, antes de la decodificación RS.

Los bytes de encabezamiento de minitrama se insertan en la capa de agregación después de las FEC.

11.1.5 Cambios de parámetros FEC

Los cambios en los parámetros RS se realizarán durante el procedimiento de cambio de sincronización o durante el procedimiento de cambio rápido.

11.1.5.1 Procedimiento de cambio de sincronización

El procedimiento de cambio de sincronización es iniciado por la BTU-C para cambiar la configuración del sistema de agrupación (pares que participan en el grupo de agregación, correspondencia de servicios, FEC e intercalador) de manera controlada sin interrupciones. Como parte del procedimiento de cambio de sincronización, la BTU-C calculará los nuevos parámetros FEC y los enviará a la BTU-R mediante un mensaje "petición de capacidad FEC". Cuando la BTU-C o la BTU-R cambian a los nuevos parámetros de manera sincronizada utilizando eventos evConfigSw, los parámetros FEC se cambian también sin causar errores.

Como las palabras de código FEC están alineadas con las minitramas de 1 ms, pero no con los subbloques de agrupación de 125 µs, los cambios de los parámetros se realizarán al principio de una minitrama de 1 ms para garantizar una transición sin interrupciones.

11.1.5.2 Procedimiento de cambio rápido

El procedimiento de cambio rápido es iniciado por la BTU-C para eliminar del grupo de agregación los pares averiados lo más rápido posible. Cambiar los pares en el grupo de agregación utilizando el procedimiento de cambio rápido es rápido (varios milisegundos) pero no garantiza un cambio sin interrupciones. Una vez que la BTU-C inicia el procedimiento de cambio rápido, y tanto la BTU-C como la BTU-R han recibido la petición de cambio rápido, la BTU-C y la BTU-R cambian los parámetros independientemente. Se realizan los siguientes cambios:

- Los parámetros K_{RS} y N_{RS} se reducen en $\lceil B_i / 8S \rceil$ por cada par *i* averiado, donde $\lceil X \rceil$ indica 1) el entero más pequeño no inferior a X.
- El parámetro M también se reduce para indicar el número de pares restantes en el grupo de 2) agregación.
- El tamaño de la primera palabra de código de cada minitrama de 1 ms se reduce en M, 3) donde M indica el número de pares restantes en el grupo de agregación.

4) La BW de los servicios TDM se comprueba en función de las desigualdades $K_{RS}S-1\times M \leq \sum_i N_{i,1}/8$ y $K_{RS}S \leq \max_j \sum_i N_{i,j}/8$, y se eliminan servicios TDM con arreglo a un orden de prioridad previamente definido, si no hay suficiente BW para todos ellos.

Como resultado:

- La velocidad de salida de la capa de encapsulado (punto de referencia A) y la velocidad de salida del codificador RS (en el punto de referencia B) se reducen ambas de acuerdo con los nuevos parámetros, N_{RS} , K_{RS} , M.
- El número de bits que son ignorados por el receptor al final de cada S palabras de código también se cambia de acuerdo con los nuevos parámetros N_{RS} , K_{RS} y M, y se calcula para que sea la diferencia entre la velocidad agregada y la velocidad del codificador RS.

11.2 Intercalador

Un sistema de agrupación que soporte un intercalador soportará dos tipos de intercaladores: un intercalador de bloques y un intercalador de convolución.

Los intercaladores de bloques introducen un retardo más largo que los intercaladores de convolución con la misma profundidad, pero los intercaladores de bloques pueden soportar cambios de parámetros sin interrupciones aplicando un procedimiento de cambio de sincronización.

El intercalador viene definido por dos parámetros: tipo de intercalador (de bloques, de convolución) y profundidad. Estos parámetros son calculados por la BTU-C y enviados a la BTU-R mediante un mensaje "petición de capacidad FEC". Cuando la BTU-C o la BTU-R cambian a los nuevos parámetros de manera sincronizada utilizando los eventos evConfigSw, los parámetros del intercalador se cambian también sin causar errores.

La profundidad del intercalador será $S \times 3^a \times 2^b$, donde a=0, 1 y b=0...5. La profundidad máxima del intercalador corresponde a 12 ms.

11.2.1 Intercalador de bloques

En un intercalador de bloques, las palabras de código están agrupadas (lógicamente) en conjuntos de D palabras de código, y escritas en una matriz de memoria $D \times N$ (D filas y N columnas), donde la palabra de código i está almacenada en la fila i y N es el número de bytes de la palabra de código. A continuación, las palabras de código se leen de la memoria y se transmiten por orden de columnas, es decir, se transmiten los primeros bytes de las D palabras de código seguidos de los segundos bytes de las D palabras de código, etc. Esto se ilustra en la figura 14 (para N = 7, D = 4):

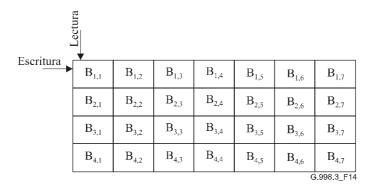


Figura 14/G.998.3 – Intercalador de bloques

La secuencia de transmisión será: B_{1,1}; B_{2,1}; B_{3,1}, B_{4,1}; B_{1,2}; B_{2,2}; B_{3,7}; B_{4,7}.

En el desintercalador del receptor, se invierte el papel de la lectura y escritura, es decir, los bytes recibidos se escriben por orden de columnas y se leen por orden de filas en el decodificador RS FEC.

Para alinear los bloques del intercalador con supertramas de 12 ms, la profundidad D será un divisor de 96 para S = 1. Para S > 1, la profundidad D del intercalador será un divisor de 96 multiplicado por S.

Además, el bloque de intercalador estará alineado con las supertramas de 12 ms, es decir, la primera palabra de código de una supertrama de 12 ms será la primera palabra de código de un bloque de intercalador.

Los *M* primeros bytes de la primera palabra de código de cada minitrama de 1 ms, que es una palabra de código más corta que las demás palabras de código de la minitrama, se rellenarán con *M* bytes ficticios antes del intercalado. Los bytes ficticios se eliminarán antes de la transmisión.

11.2.2 Intercalador de convolución

Las profundidades de intercalado soportadas son las mismas que en el caso del intercalador de bloques.

El intercalado de convolución se define por la regla siguiente:

Cada uno de los bytes $N = N_{RS}$, B_0 , B_1 , ..., B_{N-1} , de una palabra de código RS se retarda en una magnitud que varía linealmente con el índice del byte. Más exactamente, el byte B_i (de índice i) se retarda $(D-1) \times i$ bytes, siendo D la profundidad del intercalador.

El cuadro 4 muestra un ejemplo para N = 5, D = 2, donde Bj_i designa el i-ésimo byte de la j-ésima palabra de código.

Cuadro 4/G.998.3 – Ejemplo de intercalador para N = 5, D = 2

Intercalador de entrada	Bj_0	Bj ₁	Bj ₂	Bj ₃	Bj ₄	Bj+1 ₀	Bj+1 ₁	Bj+1 ₂	Bj+1 ₃	Bj+1 ₄
Intercalador de salida	Bj_0	Bj-1 ₃	Bj_1	Bj-1 ₄	Bj ₂	Bj+1 ₀	Bj ₃	Bj+1 ₁	Bj ₄	Bj+1 ₂

Con la regla definida y con las profundidades de intercalado elegidas, los bytes de salida del intercalador siempre ocuparán intervalos de tiempo distintos cuando *N* sea impar y coprimo de *S*.

Cuando *N* es par y no es coprimo de *S*, se añadirán bytes ficticios al principio de la palabra de código en la entrada del intercalador. El número de bytes ficticios será mínimo para satisfacer la condición anterior. La palabra de código resultante se intercala convolucionalmente y los bytes ficticios se eliminarán a la salida del intercalador.

Para la primera palabra de código de cada minitrama de 1 ms, que tiene una longitud distinta de las demás palabras de código, se añadirán bytes ficticios adicionales al principio de la palabra de código para igualar su longitud con la de las demás palabras de código. La palabra de código resultante se intercala convolucionalmente y los bytes ficticios se eliminarán a la salida del intercalador.

12 Procesos

12.1 Gestión y control de pares

12.1.1 Operaciones de pares

Las operaciones de pares se realizan de acuerdo con la máquina de estados de par, e incluyen:

• Establecimiento de parámetros de par, utilizando G.handshake.

- Activación de pares.
- Sincronización del par con un grupo de agregación.
- Adición o eliminación del par en un grupo de agregación.
- Tratamiento de fallos de par en la sincronización con el grupo de agregación, en la activación o en la toma de contacto.

12.1.2 Máquina de estados de par

La figura 15 describe la máquina de estados de par, con los estados y transiciones entre estados. Los estados y condiciones de transición se definen en 12.1.3 y 12.1.4.

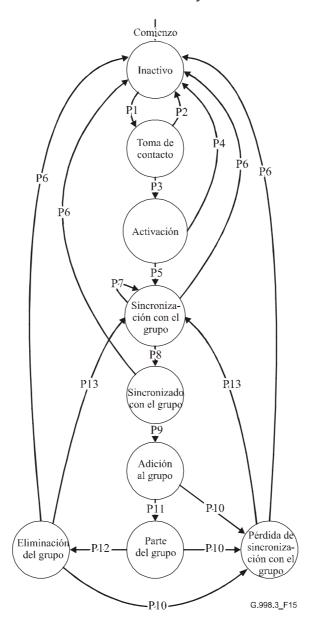


Figura 15/G.998.3 – Máquina de estados de par

12.1.3 Estados

Cuadro 5/G.998.3 – Definiciones de los estados de la máquina de estados de pares

Estado	Definición	Transiciones
Inactivo	El par no transmite ni recibe.	• [P1] a estado "toma de contacto".
Toma de contacto	El par está utilizando la toma de contacto (Rec. UIT-T G.994.1) para descubrir, negociar y fijar sus parámetros operacionales (por ejemplo, velocidad, modulación, máscara de densidad espectral de potencia (PSD, <i>power spectral density</i>), esquema de agrupación (TDIM, Ethernet en la primera milla (EFM), etc.)).	 [P2] a estado "inactivo". [P3] a estado "activación".
Activación	El par se está activando con sus parámetros operacionales.	 [P4] a estado "inactivo". [P5] a estado "sincronización con el grupo".
Sincronización con el grupo	El par está funcionando, la capa de agregación aplica el procedimiento "sincronización con el grupo" (12.3.3).	 [P6] a estado "inactivo". [P7] a estado "sincronización con el grupo". [P8] a estado "sincronizado con el grupo".
Sincronizado con el grupo	El par está sincronizado con el grupo de agregación a la espera de una decisión de gestión para ser añadido al grupo de agregación.	 [P6] a estado "inactivo". [P9] a estado "adición al grupo".
Adición al grupo	La capa de agregación está intentando añadir el par al grupo de agregación aplicando el procedimiento de "cambio de sincronización" (12.3.2).	 [P10] a estado "pérdida de sincronización con el grupo". [P11] a estado "parte del grupo".
Parte del grupo	La capa de agregación entrega datos de servicio a través del par con arreglo al cuadro de despacho.	 [P10] a estado "pérdida de sincronización con el grupo". [P12] a estado "eliminación del grupo".
Pérdida de sincronización con el grupo	La capa de agregación está aplicando el procedimiento de "cambio rápido", tras el cual el par es eliminado del grupo de agregación (12.3.1).	 [P6] a estado "inactivo". [P13] a estado "sincronización con el grupo".
Eliminación del grupo	La capa de agregación está aplicando el procedimiento de "cambio de sincronización", tras el cual el par es eliminado del grupo de agregación (12.3.2).	 [P6] a estado "inactivo". [P10] a estado "pérdida de sincronización con el grupo". [P13] a estado "sincronización con el grupo".

NOTA – Un par se considera "sincronizado con el grupo" cuando está en uno de los estados: "sincronizado con el grupo", "adición al grupo", "parte del grupo".

12.1.4 Condiciones de transición

- [P1] Decisión de gestión para iniciar una sesión de toma de contacto.
- [P2] Fallo de la toma de contacto o decisión de gestión de detener la toma de contacto y volver al estado "inactivo".
- [P3] Realización con éxito de la toma de contacto.

- [P4] Fallo de la activación del par.
- [P5] Realización con éxito de la activación.
- [P6] Fallo del par.
- [P7] Decisión de gestión de sincronizar el par con el grupo de agregación.
- [P8] Realización con éxito de la sincronización con el grupo de agregación.
- [P9] Decisión de gestión de añadir el par al grupo de agregación.
- [P10] Pérdida de sincronización con el grupo de agregación. Se considera que un par ha perdido la sincronización con el grupo de agregación después de: (a) 10 (diez) errores de encabezamiento de trama consecutivos (el encabezamiento de trama es erróneo si el CRC-4 no concuerda con el contenido del encabezamiento y/o no se recibe como se espera uno de los bits de indicación SF) o (b) 3 fallos consecutivos en el procedimiento de cambio rápido (véase 12.3.1).
- [P11] Realización con éxito de la adición del par al grupo de agregación.
- [P12] Decisión de gestión de eliminar el par del grupo de agregación.
- [P13] Decisión de gestión de recuperar el par como parte del grupo de agregación.

12.2 Gestión y control del grupo de agregación

12.2.1 Operaciones del grupo de agregación

Las operaciones del grupo de agregación se realizan de acuerdo con la máquina de estados del grupo de agregación, e incluyen:

- Establecimiento del grupo de agregación en modo diagnóstico, en el que los datos de control se transmiten y los datos de servicio no se transmiten.
- Inicialización de un grupo de agregación mediante asignación de pares al mismo.
- Adición o eliminación de pares en un grupo de agregación.
- Tratamiento de fallos de par.

12.2.2 Máquina de estados del grupo de agregación

La figura 16 describe la máquina de estados del grupo de agregación, los estados del grupo de agregación y las transiciones entre ellos. Los estados y transiciones se definen en los puntos siguientes.

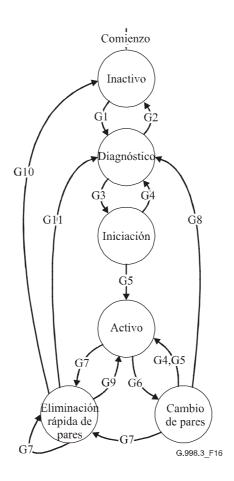


Figura 16/G.998.3 – Máquina de estados del grupo de agregación

12.2.3 Estados

Cuadro 6/G.998.3 – Definición de los estados de la máquina de estados del grupo de agregación

Estado	Definición	Transiciones
Inactivo	No hay pares asignados al grupo de agregación, o hay pares asignados y ninguno de ellos se encuentra en estado "sincronizado con el grupo" (es decir, "sincronizado con el grupo", "adición al grupo", "parte del grupo").	• [G1] a estado "diagnóstico".
Diagnóstico	Uno o más de los pares relacionados con el grupo de agregación está en estado "sincronizado con el grupo" y ninguno de los pares está en estado "parte del grupo".	 [G2] a estado "inactivo". [G3] a estado "inicialización".
Inicialización	Inicialización del grupo de agregación utilizando el procedimiento de "cambio de sincronización" con todos los pares que están en estado "sincronizado con el grupo".	 [G4] a estado "diagnóstico". [G5] a estado "activo".
Activo	El grupo de agregación está funcionando en régimen permanente y transfiriendo datos de servicio.	 [G6] a estado "cambio de pares". [G7] a estado "eliminación rápida de pares".

Cuadro 6/G.998.3 – Definición de los estados de la máquina de estados del grupo de agregación

Estado	Definición	Transiciones
Cambio de	Adición o eliminación sin interrupciones en el	• [G4], [G5] a estado "activo".
pares	grupo de agregación utilizando el procedimiento de "cambio de sincronización".	• [G7] a estado "eliminación rápida de pares".
		• [G8] a estado "diagnóstico".
Eliminación	Eliminación rápida de pares cuando hay pérdida	• [G9] a estado "activo".
rápida de pares	de sincronización de un par con el grupo de agregación, utilizando el procedimiento de "cambio rápido".	• [G7] a estado "eliminación rápida de pares".
		• [G10] a estado "inactivo".
		• [G11]a estado "diagnóstico".

12.2.4 Condiciones de transición

- [G1] Uno o más pares relacionados con el grupo de agregación han cambiado su estado al estado "sincronizado con el grupo".
- [G2] Ninguno de los pares relacionados con el grupo de agregación está en uno de los estados en que está "sincronizado con el grupo" (es decir, "sincronizado con el grupo", "adición al grupo", "parte del grupo").
- [G3] Decisión de gestión de activar el grupo de agregación.
- [G4] Fallo del procedimiento de "cambio de sincronización".
- [G5] Procedimiento de "cambio de sincronización" completado con éxito, y hay al menos un par participante en el grupo de agregación.
- [G6] Decisión de gestión de añadir/eliminar pares en el grupo de agregación.
- [G7] Uno o más pares perdieron su sincronización con el grupo de agregación.
- [G8] Procedimiento de "cambio de sincronización" completado con éxito, y no quedan pares en el grupo de agregación.
- [G9] Procedimiento de "cambio rápido" completado con éxito, y hay al menos un par en el grupo de agregación.
- [G10] Fallo del procedimiento "de cambio rápido" (tras tres fallos consecutivos del procedimiento de cambio rápido, véase 12.3.1.1.1).
- [G11] Procedimiento de "cambio rápido" completado con éxito, y no quedan pares en el grupo de agregación.

12.3 Procedimientos

Todos los procedimientos son iniciados por la BTU-C, excepto el procedimiento de pérdida de sincronización de par, que también puede ser iniciado por la BTU-R.

12.3.1 Cambio rápido

El procedimiento de cambio rápido es iniciado por la BTU-C para eliminar pares averiados del grupo de agregación lo más rápidamente posible. Cambiar los pares en el grupo de agregación aplicando el procedimiento de cambio rápido es rápido (varios milisegundos) pero no garantiza un cambio sin interrupciones.

A continuación se describe el funcionamiento en cada extremo y las transacciones de eventos entre la BTU-C y la BTU-R durante un procedimiento de "cambio rápido":

- La BTU-C envía un evento evFastChange a la BTU-R con un valor que indique los pares participantes **después** de eliminar los pares averiados. La BTU-C empieza a despachar los datos de servicio con arreglo a los nuevos pares participantes al principio del siguiente subbloque. La BTU-C continúa enviando el evento evFastChange hasta que recibe el mismo evento (con el mismo valor de mapa de bits de pares) de la BTU-R. La BTU-C puede iniciar un nuevo procedimiento de cambio rápido en cualquier momento, si cambia el mapa de pares.
- Tras recibir el evento evFastChange, la BTU-R decodifica los pares participantes a partir del campo valor y envía un evento evFastChange a la BTU-C con un valor que indique los pares participantes. La BTU-R continúa enviando el evento evFastChange hasta que recibe un evento diferente (por ejemplo, evNull) de la BTU-C. La BTU-R empieza el despacho de datos de servicio con arreglo a los nuevos pares participantes. El tiempo entre la recepción del evento evFastChange y el cambio en el cuadro de despacho no superará T_{fcp} (T_{fcp} =1 ms).
- Tras recibir el evento evFastChange de la BTU-R, la BTU-C compara el valor de pares participantes e inicia un nuevo procedimiento de cambio rápido en caso de discrepancia (véase la figura 17).

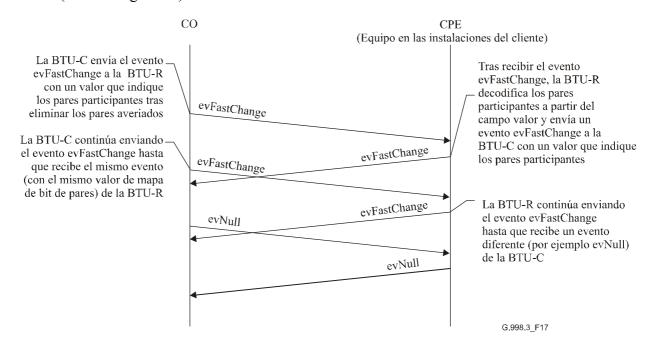


Figura 17/G.998.3 – Transacción de cambio rápido

12.3.1.1 Tratamiento de averías

12.3.1.1.1 BTU-C

Pueden detectarse los siguientes fallos en la BTU-C durante el procedimiento de cambio rápido:

- La BTU-C no está recibiendo ningún evento evFastChange de la BTU-R durante T_{frs} tras iniciar el envío de eventos evFastChange ($T_{frs} = 50 \text{ ms}$).
- La BTU-C está recibiendo un mapa de bits de pares que no es idéntico al mapa de bits de pares que envió.
- La BTU-C está recibiendo un evento evFastChange sin haber enviado ningún evento evFastChange.

Al detectar cualquiera de los fallos anteriores, la BTU-C enviará al menos dos eventos evNull para indicar a la BTU-R que se ha completado la transacción evFastEvent anterior, y reiniciará entonces

la ejecución de un procedimiento de cambio rápido. En el nuevo procedimiento de cambio rápido puede actualizarse la lista de pares participantes.

Tras tres fallos consecutivos, la BTU-C cambiará el estado de todos los pares correspondientes al grupo de agregación al estado "pérdida de sincronización con el grupo" (esta acción causará el envío de todos unos en estos pares) y cambiará el estado del grupo de agregación a "inactivo".

12.3.1.1.2 BTU-R

Al recibir un evento evFastChange con pares no disponibles en el valor de mapa de bits, la BTU-R responderá a la BTU-C con un evento evFastChange con un mapa de bits de pares vacío (un mapa de bits que no incluye ningún par). La BTU-C detectará entonces discrepancia en el mapa de bits de pares del evento evFastChange recibido e iniciará un nuevo procedimiento de cambio rápido.

12.3.2 Cambio de sincronización

El procedimiento de cambio de sincronización es iniciado por la BTU-C para cambiar los pares que participan en el grupo de agregación de manera controlada sin interrupciones. Ejemplos de ello es cuando el operador necesita eliminar un par para mantenimiento, cuando se necesitan más pares para aumentar la anchura de banda, etc. Cambiar los pares participantes aplicando el procedimiento de cambio de sincronización es más lento que aplicar el procedimiento de cambio rápido, pero garantiza que los datos de servicio no se ven afectados.

A continuación se describe el funcionamiento en cada extremo y las transacciones de eventos entre la BTU-C y la BTU-R durante un procedimiento de "cambio de sincronización":

- La BTU-C envía un evento evSyncChange a la BTU-R con un valor que indica los pares participantes **después** del cambio. La BTU-C continúa enviando el evento evSyncChange hasta que recibe el mismo evento (con el mismo valor de mapa de bits de pares) de la BTU-R. La BTU-C puede iniciar un procedimiento de cambio rápido en cualquier momento si fallan pares durante el procedimiento de cambio de sincronización.
- Tras recibir el evento evSyncChange, la BTU-R decodifica los pares participantes a partir del campo valor y envía un evento evSyncChange a la BTU-C con un valor que indica los nuevos pares participantes **esperados**. La BTU-R continúa enviando el evento evSyncChange hasta que recibe un evento evConfigSw de la BTU-C. El tiempo entre la recepción del primer evento evSyncChange de la BTU-C y el envío del evento evSyncChange por la BTU-R no superará T_{scp} (T_{scp} = 18 ms).
- Tras recibir un evento evSyncChange de la BTU-R, la BTU-C compara el valor de pares participantes y comienza a enviar eventos evConfigSw. El valor incluido en los eventos evConfigSw será un BTUC_tx_counter (empezando por un valor de al menos 0x03, y contando hacia atrás en cada supertrama) que indica el número de supertramas que quedan hasta que el transmisor BTU-C pasa a la nueva configuración, incluidos el cuadro de despacho, la configuración de servicio y la configuración de FEC Intercalador (IL).
- Cuando recibe el primer evento evConfigSw, la BTU-R:
 - Empezará a enviar eventos evConfigSw de vuelta a la BTU-C. El valor en el evento será un BTU-R_tx_counter (empezando por un valor de al menos 0x03, y contando hacia atrás en cada supertrama) que indica el número de supertramas que quedan hasta que el transmisor de la BTU-R pasa a la nueva configuración.
 - Empezará una cuenta atrás utilizando el contador BTUR_receiver (rx) a partir del valor de BTUC tx counter inicial obtenido del evento evConfigSw recibido.
- Cambio sincronizado del transmisor BTU-C y el receptor BTU-R:
 - El transmisor de la BTU-C empezará a funcionar de acuerdo con la nueva configuración al principio de la supertrama transmitida después de la supertrama con un valor del BTUC tx counter de 0x01.

- El receptor BTU-R empezará a funcionar de acuerdo con la nueva configuración al principio de la supertrama recibida en la cual el BTUR rx counter alcanza 0.
- Cuando recibe el primer evento evConfigSw, la BTU-C empezará una cuenta atrás utilizando el BTUC_rx_counter a partir del valor de BTUR_tx_counter inicial obtenido del evento evConfigSw recibido.
- Cambio sincronizado del transmisor BTU-R y el receptor BTU-C:
 - El transmisor de la BTU-R empezará a funcionar de acuerdo con la nueva configuración al principio de la primera supertrama transmitida después de la supertrama con un valor BTUR tx counter de 0x01.
 - El receptor BTU-C empezará a funcionar de acuerdo con la nueva configuración al principio de la supertrama recibida en la cual el BTUC rx counter alcanza 0.

El procedimiento "cambio de sincronización" logra un cambio sincronizado a la nueva configuración del transmisor BTU-C y el receptor BTU-R. No hay acoplamiento entre un cambio en la configuración del receptor y el transmisor en el mismo lado (BTU-C o BTU-R), por lo que puede haber un momento en el que el receptor y el transmisor estén funcionando con configuraciones distintas (véase la figura 18).

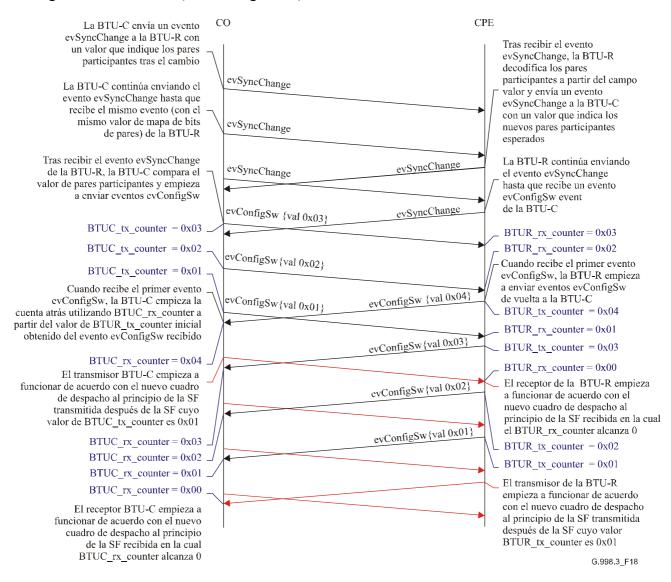


Figura 18/G.998.3 – Transacciones de cambio de sincronización

12.3.2.1 Tratamiento de averías

12.3.2.1.1 BTU-C

- 1) Pueden detectarse los siguientes fallos en la BTU-C durante la inicialización de un procedimiento de cambio de sincronización:
 - La BTU-C no está recibiendo ningún evento evSyncChange de la BTU-R durante T_{srs} tras iniciar el envío de eventos evSyncChange ($T_{srs} = 50 \text{ ms}$).
 - La BTU-C está recibiendo un mapa de bits de pares que no es idéntico al mapa de bits de pares que envió.
 - La BTU-C está recibiendo un evento evSyncChange sin haber enviado ningún evento evSyncChange.

Estos fallos pueden ocurrir en una etapa preliminar del procedimiento de cambio de sincronización, antes de introducir ningún cambio en el cuadro de despacho. Al detectar cualquiera de los fallos anteriores, la BTU-C enviará al menos dos eventos evNull para indicar a la BTU-R que se ha completado la transacción evSyncEvent anterior, y hará volver la máquina de estados del grupo de agregación al estado "activo". La decisión de reintentar el procedimiento de cambio de sincronización o de ejercer cualquier otra acción depende de la implementación y no se especifica en esta Recomendación.

- 2) Pueden detectarse los siguientes fallos en la BTU-C después de enviar el primer evento evConfigSw a la BTU-R:
 - La BTU-C no está recibiendo ningún evento evConfigSw de la BTU-R durante T_{srs} tras iniciar el envío de eventos evConfigSw (T_{srs} = 50 ms).
 - La BTU-C está recibiendo un evento evSyncChange o un evento evConfigSw de la BTU-R que no es respuesta al mismo evento iniciado por la BTU-C.

En estos fallos, es posible que la BTU-R haya empezado a cambiar su cuadro de despacho. Por consiguiente, al detectarse cualquiera de los fallos anteriores, la BTU-C enviará al menos dos eventos evNull para indicar a la BTU-R que se ha completado la transacción de evSyncEvent anterior, e iniciará entonces la ejecución de un procedimiento de cambio rápido. En el nuevo procedimiento de cambio rápido puede actualizarse la lista de pares participantes.

3) Al recibir un evento evConfigSw con un valor de BTUR_tx_counter no correlacionado con su BTUC_rx_counter interno, la BTU-C fijará el valor de BTUC_rx_counter de acuerdo con el valor de BTUR_tx_counter recibido.

12.3.2.1.2 BTU-R

- Al recibir un evento evSyncChange con pares desconocidos/inhabilitados en el valor de mapa de bits, la BTU-R responderá a la BTU-C con un evento evSyncChange con un mapa de bits de pares vacío (un mapa de bits que no incluye ningún par). La BTU-C detectará entonces discrepancia en el mapa de bits de pares del evento evSyncChange recibido e iniciará un nuevo procedimiento de cambio de sincronización.
- 2) Al recibir un evento evConfigSw con un valor de BTUC_tx_counter no correlacionado con su BTUR_rx_counter interno, la BTU-R fijará el valor de BTUR_rx_counter de acuerdo con el valor de BTUC_tx_counter recibido.
- 3) Si se ha comenzado un procedimiento de cambio de sincronización (es decir, la BTU-R ha recibido al menos un evento evSyncChange), la BTU-R detendrá cualquier acción de cambio de sincronización al recibir cualquier evento distinto de evSyncChange o evConfigSw. La BTU-R responderá normalmente a dicho evento.

12.3.3 Sincronización con el grupo

El procedimiento de sincronización con el grupo es iniciado por la BTU-C para sincronizar pares con un grupo de agregación. Este procedimiento puede iniciarse si el par ya ha sido asignado lógicamente a un grupo por la capa de gestión.

A continuación se describe el funcionamiento en cada extremo y las transacciones de eventos entre la BTU-C y la BTU-R durante un procedimiento de "sincronización con el grupo":

12.3.3.1 En el transmisor

- Todos los pares que están en estado "sincronizando con el grupo" transmitirán un evento evSync, de valor conforme con 13.2.3, y un valor CRC-6 fijado a 000000b.
- El par en la BTU-C dejará de enviar eventos evSync tras recibir un evento evSync de la BTU-R con un Valor[0], que indica la sincronización en el NE.
- El par en la BTU-R dejará de enviar eventos evSync tras recibir de la BTU-C una supertrama con un evento o un mensaje distinto de evento evSync.

12.3.3.2 En el receptor

- El encabezamiento de supertrama se detectará encontrando los bytes de encabezamiento. El primer byte del encabezamiento de supertrama será igual a 10011111b y el siguiente byte será 01111011b. La distancia entre estos dos bytes será igual a $8 \times n_i$ bits (n_i está relacionado con la velocidad del par: n_i = velocidad/8 kbit/s). Los siguientes bytes de encabezamiento de supertrama estarán a la misma distancia de $8 \times n_i$ bits y complementarán todos el encabezamiento de supertrama, como se especifica en 6.2.
- El receptor está esperando recibir eventos evSync con un valor que indique la asignación de pares a un grupo de agregación, el número de pares y el estado de sincronización (véase 13.2.3). La indicación de estado de sincronización indica sincronización local o sincronización plena.
- El procedimiento se detendrá si hay valores de error (es decir, el MSB se pone a '1' en Valor[0]) que indican problemas de sincronización del par, y se espera una decisión de gestión.

12.3.3.3 Tratamiento de averías

Cualquier error de CRC en el encabezamiento de trama (CRC-4) o en el evento evSync (CRC-8), durante el procedimiento de sincronización con el grupo reiniciará el procedimiento de sincronización con el grupo y fijará la indicación de estatus de sincronización (Valor[0]), en el valor "no hay sincronización".

12.3.4 Asignación de pares al grupo de agregación

El procedimiento de asignación de pares al grupo de agregación es iniciado por la capa de gestión para asignar un par a un grupo de agregación.

Para iniciar el procedimiento de asignación de pares al grupo de agregación, el par estará en el estado "activación".

El procedimiento de asignación de pares al grupo de agregación incluye la fijación del número de grupo de agregación y el número de par lógico, que son utilizados por el procedimiento de sincronización con el grupo para sincronizar el par con el grupo de agregación. Terminado el procedimiento de sincronización con el grupo, el par se encuentra en estado "sincronizado con el grupo" y la capa de gestión puede añadirlo al grupo de agregación aplicando el procedimiento de cambio de sincronización. Al final del procedimiento de cambio de sincronización, el par se encuentra en estado "parte del grupo".

12.3.5 Pérdida de sincronización de pares

El procedimiento de pérdida de sincronización de pares se inicia al recibir 10 (diez) tramas consecutivas con errores (CRC-4 incorrecta o bit SF erróneo). Estos criterios son idénticos en la BTU-C y la BTU-R, y ambas pueden iniciar el procedimiento.

Al recibir 10 (diez) tramas consecutivas con errores (CRC-4 incorrecta o bit SF erróneo), el estado del par cambiará al estado "pérdida de sincronización con el grupo".

Todos los pares que estén en un estado "pérdida de sincronización con el grupo" (en la BTU-C y en la BTU-R) transmitirán "todo unos". El esquema "todo unos" sustituirá toda la cabida útil del par, incluido el encabezamiento de trama, por "todo unos". Este esquema de transmisión fuerza al FE a iniciar también el procedimiento de pérdida de sincronización del par, si no se ha iniciado ya.

Al declarar un par (o pares) en estado "pérdida de sincronización con el grupo", la BTU-C iniciará un procedimiento de cambio rápido para eliminar estos pares de grupo de agregación. Cuando se ha completado con éxito el procedimiento de cambio rápido, la capa de gestión debe decidir si ha de cambiar el estado de estos pares a "inactivo" o a "sincronizando con el grupo".

NOTA – El procedimiento de pérdida de sincronización de pares debe utilizarse para recuperar rápidamente de un corte de pares y no para tratar la eliminación de pares debido a una BER elevada. Los pares con BER elevada deberán eliminarse del grupo de agregación utilizando el procedimiento de cambio de sincronización.

13 Canal de comunicación de agrupación (BCC) TDIM

13.1 Introducción

El canal de comunicación de agrupación (BCC) es conceptualmente similar al canal de operaciones insertado (EOC, *embedded operations channel*). El BCC se transporta en la tara de entramado y tiene una B/W constante de 1 byte por 2 ms. El BCC se utiliza en la agrupación TDIM para controlar distintos aspectos de la agrupación mediante canales de comunicación de control entre entidades pares.

Hay dos canales de comunicación entre entidades pares: eventos de alta prioridad y mensajes de baja prioridad. Ambos canales están utilizando los bits de datos Data[7:0] del encabezamiento de trama y se distinguen por el bit indicador M/E. Para más detalles véase 6.2.2.

13.2 Eventos

13.2.1 Introducción

Los eventos son datagramas cortos de tamaño fijo y alta prioridad previstos para una comunicación rápida entre entidades pares para tratar la pérdida de módem, cambio del cuadro de despacho, cambio de parámetros FEC e IL, y cambios en la configuración de servicio.

Los eventos siempre se transmiten en todos los pares que pertenecen a un grupo de agregación al principio de una SF.

Un evento puede interrumpir la transmisión de un mensaje mediante la desaseveración del bit indicador del encabezamiento de trama. El bit indicador M/E se pondrá a '0' al principio de la SF.

13.2.2 Formato

Un evento tiene una longitud fija de 6 bytes y el formato que se indica en la figura 19. Los eventos comienzan al inicio de una supertrama.

Código de operación 1 byte	Valor [3:0] 4 bytes	CRC 1 byte
		G 008 3 F10

0.550.5_1 1

Figura 19/G.998.3 – Formato de evento

- Código de operación (Op. Code) Identifica el evento, 1 byte.
- Valor Contiene la información que transporta el evento, 4 bytes.
- CRC Se utiliza para validar la corrección del evento, 1 byte.

13.2.3 Tipos y valores

El cuadro 7 especifica los tipos de evento y los valores de los diversos campos de evento:

Cuadro 7/G.998.3 – Códigos y valores de evento

Código de operación	Nombre de evento	Valor[3:0]	Descripción
0x00	evNull	0x00000000	Evento nulo. Se transmitirá siempre que no haya otro evento o mensaje que transmitir.
0x01	evFastChange	Mapa de bits de los pares que formarán parte del grupo de la agregación multipar después del cambio. Este mapa de bits corresponde al mapa de pares tras la etapa de descubrimiento de pares, de acuerdo con la numeración de pares utilizada en el byte Valor[1] del valor de evento evSync. El MSB se transmite en primer lugar (en Valor[3]) y el LSB se transmite en último lugar (en Valor[0]).	Cambio rápido en los pares que forman parte del grupo de agregación.
0x02	evSyncChange	Mapa de bits de los pares que formarán parte de un grupo de la agregación multipar después del cambio. Este mapa de bits corresponde al mapa de pares tras la etapa de descubrimiento de pares, de acuerdo con la numeración de pares utilizada en el segundo byte del valor de evento evSync. El MSB se transmite en primer lugar (en Valor[3]) y el LSB se transmite en último lugar (en Valor[0]).	Cambio sincronizado (gestionado) de los pares que forman parte del grupo de agregación.

Cuadro 7/G.998.3 – Códigos y valores de evento

Código de operación	Nombre de evento	Valor[3:0]	Descripción
0x03	evConfigSw	Número de supertramas que se enviarán antes de cambiar a la nueva configuración.	Indicación de cambio de configuración. Especifica el número de supertramas que se enviarán a una entidad par antes de cambiar a la nueva configuración. La configuración incluye: — cuadro de despacho, — configuración de servicios, y
0EE	0.000.000.0	Volon[2] Volon Ouf A	 figuración de FEC/intercalador.
0xFF	evSync	Valor[3] – Valor 0x5A. Valor [2] – Número del grupo de agregación. La BTU-C utilizará un valor 0xFF cuando el par no está asignado a un grupo de agregación; y la BTU-R lo usará para indicar que aún no se ha asignado un número de grupo. Valor[1] – Número del par en el grupo de agregación. La BTU-C utilizará un valor 0xFF cuando el par no está asignado a un grupo de agregación; y la BTU-R lo usará para indicar que aún no se le ha asignado un número de par. Valor[0] – Indicación de estado de sincronización, con los siguientes valores: 0x00 – No hay sincronización. 0x01 – Extremo cercano sincronizado. 0x02 – Extremo cercano y extremo distante sincronizados. 0x80 – La BTU-R ya tiene un número distinto de grupo de agregación. Este valor lo transmitirá únicamente la BTU-R en caso de que el número del grupo de agregación recibido por este par sea distinto del número ya recibido por otros pares. 0x81 – La BTU-R ya tiene este número de par. Este valor lo transmitirá únicamente la BTU-R en caso de que el número del grupo de agregación recibido por este par sea el mismo ya recibido por este par sea el mismo ya recibido por otros pares y el número de par recibido por este par sea el mismo ya recibido por otros pares y el número de par recibido por este par sea el mismo ya recibido por otros pares y el número de par recibido por este par sea el mismo ya recibido por otros pares y el número de par recibido por este par sea el mismo ya recibido por otros pares y el número de par recibido por este par sea el mismo ya recibido por otros pares y el número de par recibido por este par sea el mismo ya recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el número de par recibido por otros pares y el núme	Intento de sincronización. Este evento se enviará durante la sincronización del par con el grupo de agregación. El valor indica si el par ya está sincronizado, el número del grupo de agregación y el número de par. Los datos de cabida útil de este par serán 0xE2 repetitivo.

13.2.3.1 CRC

Se generará una CRC de 8 bits para cada dato de evento (excluido el campo CRC) y se transmitirá en el campo CRC como se especifica en 13.2.2.

La codificación del campo CRC de ocho bits está definida por el polinomio generador $G(x) = x^8 + x^7 + x^2 + 1$ (igual a $(x^7 + x + 1)(x + 1)$). Este código puede detectar errores de bits simples, dobles y triples (y fallará únicamente con errores de 4 o más bits). Matemáticamente, el valor CRC correspondiente a un mensaje de evento se define por el siguiente procedimiento:

- Se complementan los 8 primeros bits del mensaje de evento.
- Los 40 bits del mensaje de evento se consideran entonces los coeficientes de un polinomio M(x) de grado 39. El primer bit del mensaje de evento corresponde al término x^{39} y el último bit del mensaje de evento al término x^0 .
- M(x) se multiplica por x^8 y se divide por G(x), produciendo un resto R(x) de grado 7.
- Los coeficientes de R(x) se consideran una secuencia de 8 bits.
- Se complementa la secuencia de bits y el resultado es la CRC.
- Los 8 bits del valor CRC se colocan en el campo CRC del evento de manera que el término x^7 está ubicado en el bit más a la izquierda del campo CRC, y el término x^0 en el bit más a la derecha del campo CRC. Los bits de la CRC se transmiten por tanto en el orden x^7 , x^6 , ... x^1 , x^0 .

13.3 Mensajes

13.3.1 Introducción

Los mensajes son datagramas de tamaño variable y baja prioridad previstos para una comunicación lenta entre entidades pares para manejar datos no críticos en el tiempo, tales como datos de inventario, configuración, supervisión de calidad de funcionamiento, mantenimiento, etc. Los mensajes siempre se transmiten por todos los pares que pertenecen a un grupo de agregación. Al igual que los eventos, los mensajes son SF alineadas y su tamaño total es siempre múltiplo de 6 bytes.

La longitud total del mensaje es variable, entre 6 y 126 (= 6×21) bytes, por lo que puede ocupar varias supertramas. El bit de indicador M/E se pondrá a '1' al principio de cada SF durante toda la transmisión del mensaje.

Si el mensaje es interrumpido por un evento, será retransmitido.

13.3.2 Formato

Un mensaje tiene el formato mostrado en la figura 20.

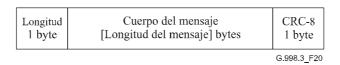


Figura 20/G.998.3 – Formato de mensaje

- Longitud Especifica la longitud del cuerpo del mensaje en bytes, 4..124.
- Cuerpo del mensaje Contiene la información del mensaje cuya longitud en bytes está especificada por el campo longitud. El cuerpo del mensaje contiene el ID de mensaje (primer byte) que determina el formato de los datos siguientes.
- CRC-8 Se utiliza para validar la corrección del mensaje, 1 byte.

13.3.3 Tipos y contenido

Los mensajes BCC se resumen en el cuadro 8:

Cuadro 8/G.998.3 – Mensajes BCC

ID de mensaje	Longitud (cuerpo del mensaje)	Tipo de mensaje	Unidad iniciadora (BTU-C, BTU-R)	Descripción
0	4	Incapaz de cumplir (UTC)	-C, -R	La unidad que responde no puede cumplir la petición.
1	4	Petición de inventario	-C, -R	Petición de versión del protocolo TDIM e ID de fabricante.
2	10	Respuesta de inventario	-C, -R	Respuesta de versión del protocolo TDIM e ID de fabricante.
3	4	Petición de estadísticas del monitor de calidad de funcionamiento (PM)	-C, -R	Utilizado para pedir/inicializar todas las estadísticas del PM de la capa TDIM.
4	10	Respuesta de estadísticas del PM	-C, -R	Estadísticas de la capa TDIM (violaciones de CRC-4/6/8, etc.).
5	Variable (4-124)	Petición de correspondencia de servicios	-C, -R (sólo obtener)	Obtener/fijar correspondencia de tipos de interfaz de servicios.
6	Variable (4-124)	Respuesta de correspondencia de servicios	-C, -R	Correspondencia de tipos de interfaz de servicios.
7	Variable (4-124)	Petición de configuración de servicios TDM	-C, -R (sólo obtener)	Obtener/fijar configuración de servicios TDM.
8	Variable (4-124)	Respuesta de configuración de servicios TDM	-C, -R	Configuración de servicios TDM.
9	Variable (4-124)	Petición de configuración de servicios asíncronos	-C, -R (sólo obtener)	Obtener/fijar configuración de servicios asíncronos.
10	Variable (4-124)	Respuesta de configuración de servicios asíncronos	-C, -R	Configuración de servicios asíncronos.
11	4	Petición de capacidad FEC	-C, -R (sólo obtener)	Obtener/habilitar/inhabilitar FEC-IL.
12	4	Respuesta de capacidad FEC	-C, -R	Respuesta de capacidad FEC, que incluye los parámetros FEC-IL.
13	4	Petición de correspondencia de pares	-C, -R	Petición de correspondencia de pares lógicos a físicos.
14	Variable (4-67)	Respuesta de correspondencia de pares	-C, -R	Respuesta de correspondencia de pares lógicos a físicos.
15-127		Reservado		Reservado.
128-255		Específico del fabricante		Reservado para mensajes específicos del fabricante.

13.3.4 Contenidos de mensaje

Todos los mensajes tendrán los contenidos especificados en las cláusulas siguientes.

Si cualquier mensaje tiene una longitud de mensaje superior a la esperada y se recibe en una trama con una CRC válida, se utilizará la porción conocida del mensaje y se descartarán los octetos restantes. Esto permite la adición de nuevos campos a los mensajes existentes y mantener la compatibilidad hacia atrás. Los nuevos campos de datos sólo se colocarán en los bits reservados después del último octeto de datos anteriormente definido.

Los bits y octetos reservados se llenarán con el valor 0x0 para tener compatibilidad hacia adelante.

Los mensajes de respuesta pueden indicar incapaz de cumplir (UTC, *unable to comply*). Es de señalar que no se trata de una indicación de no cumplimiento. UTC indica que la unidad de respuesta no pudo ejecutar la petición.

13.3.4.1 Incapaz de cumplir

El mensaje UTC genérico se devolverá a la unidad de origen en caso en que la unidad de destino no pueda cumplir la petición. En este caso, la definición de UTC depende del fabricante. Es de señalar que este mensaje no está previsto para sustituir al bit UTC en los mensajes de respuesta que contienen un bit UTC.

Cuadro 9/G.998.3 – Incapaz de cumplir

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 0	ID de mensaje	
2	MsgID de mensaje petición	ID de mensaje	
3-4	Reservado		

13.3.4.2 Petición de inventario

El mensaje petición de inventario se utiliza para solicitar información de inventario específica de la capa de agregación en el extremo distante. La respuesta a esta petición será el ID de mensaje 2.

Cuadro 10/G.998.3 – Petición de inventario

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 1	ID de mensaje	
2-4	Reservado		

13.3.4.3 Respuesta de inventario

El mensaje respuesta de inventario se envía en respuesta al mensaje petición de inventario (ID de mensaje 1). Comunica información de inventario específica de la capa de agregación de la BTU de origen.

Cuadro 11/G.998.3 - Respuesta de inventario

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 2	ID de mensaje	Versión principal del protocolo de agregación TDIM. Valor actual = 1.
2.4-7	Versión principal	1-15	Versión menor del protocolo de agregación TDIM. Valor actual = 0.
2.0-3	Versión menor	0-15	ID de fabricante de la capa de agregación TDIM (en orden idéntico al ID de fabricante de la Rec. UIT-T G.994.1).
3-10	ID de fabricante	Cadena de octetos	

13.3.4.4 Petición estadística del monitor de calidad de funcionamiento (PM)

El mensaje petición de estadísticas PM se utiliza para solicitar a la capa de agregación estadísticas del PM en el extremo distante. La respuesta a este mensaje será el ID de mensaje 4.

Cuadro 12/G.998.3 – Petición de estadísticas del PM

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 3	ID de mensaje	
2	Petición	Entero sin signo de 8 bits (uint 8)	 0 – Petición de informe de PM/estadísticas 1 – Inicializar todos los contadores de estadísticas del PM del extremo distante.
3-4	Reservado		

13.3.4.5 Respuesta de estadísticas del PM

El mensaje respuesta de estadísticas del PM se envía en respuesta al mensaje petición de estadísticas del PM (ID de mensaje 3), o de manera autónoma, a discreción de la BTU-R. Comunica estadísticas específicas de la capa de agregación de la BTU de origen.

Cuadro 13/G.998.3 – Respuesta de estadísticas del PM

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 4	ID de mensaje	
2,3	Cuenta de anomalías CRC-4	Entero sin signo de 16 bits (uint 16)	Errores de trama. Suma de todos los errores CRC-4 de todos los pares del grupo de agregación; los errores simultáneos en m líneas se contarán m veces.
4,5	Cuenta de anomalías CRC-6	uint 16	Errores del SF. Suma de todos los pares del grupo de agregación.
6,7	Cuenta de anomalías CRC-8	uint 16	Número de eventos/mensajes corrompidos. Suma de todos los pares del grupo de agregación.
8-10	Reservado		

13.3.4.6 Petición de correspondencia de servicios

El mensaje petición de correspondencia de servicios permite a la BTU indagar y controlar cómo se establece la correspondencia de las interfaces de servicios de la unidad de extremo distante (por la multiplexación de servicios (multiplexor)) con los subbloques de agrupación del enlace agregado. La respuesta a esta petición será el ID de mensaje 6.

Cuadro 14/G.998.3 – Petición de correspondencia de servicios

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 5	ID de mensaje	Petición al extremo distante de que envíe su correspondencia de servicios.
2.7	Petición	bit (0-1)	0 – Petición de informe
			1 – Fijar (sólo BTU-C)
2.0-6	Reservado		
3	Número de servicios (NS)	uint 8	NS = 060
4	Notación de tipo de servicio para el servicio 1 (<i>j</i> = 1 en 10.2)	uint 8	Aplicable para fijar solamente. Define qué tipo de servicio ha de corresponder con el servicio 1 (mayor prioridad).
	Notación de tipo de servicio para el servicio 2 (<i>j</i> = 2 en 10.2)	uint 8	Aplicable para fijar solamente. Define qué tipo de servicio ha de corresponder con el servicio 2 (segunda mayor prioridad).
NS+3	Notación de tipo de servicio para el servicio NS (<i>j</i> = <i>NS</i> en 10.2)	uint 8	Aplicable para fijar solamente. Define qué tipo ha de corresponder con el servicio NS (menor prioridad).

Es de señalar que la correspondencia de servicios define la prioridad de servicios. El mensaje petición de correspondencia de servicios con el valor de petición 1 (fijar) siempre irá seguido por el evento evConfigSw, que provee el cambio sincronizado de la configuración en la BTU-C y la BTU-R.

Los valores de las notaciones de tipo de servicio son las siguientes:

- 1) DS1 en el canal despejado.
- 2) E1 en el canal despejado.
- 3) DS1 fraccionaria.
- 4) E1 fraccionaria.
- 5) DS3.
- 6) E3.
- 7) Transferencia de reloj.
- 8) Ethernet.
- 9) ATM.
- 10) GFP.

13.3.4.7 Respuesta de correspondencia de servicios

El mensaje respuesta de correspondencia de servicios se envía en respuesta al mensaje petición de correspondencia de servicios (ID de mensaje 5). Indica qué interfaces de servicios de la BTU de origen se hacen corresponder con los servicios del enlace agregado.

Cuadro 15/G.998.3 – Respuesta de correspondencia de servicios

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 6	ID de mensaje	
2	Número de servicios (NS)	uint 8	NS = 060
3	Notación de tipo de servicio del servicio 1 (<i>j</i> = 1 en 10.2)	uint 8	Define qué tipo de servicio se corresponde con el servicio 1 (mayor prioridad).
4	Notación de tipo de servicio del servicio 2 (<i>j</i> = 2 en 10.2)	uint 8	Define qué tipo de servicio se corresponde con el servicio 2 (segunda mayor prioridad).
NS+2	Notación de tipo de servicio del servicio NS $(j = NS \text{ en } 10.2)$	uint 8	Define qué tipo de servicio se corresponde con el servicio NS (menor prioridad).

Los valores actuales de todos los parámetros se devolverán en respuesta a la petición de correspondencia de servicios con el valor de petición 1 (fijar), después de que se hayan fijado a los valores pedidos por el evento evConfigSw.

13.3.4.8 Petición de configuración de servicios TDM

El mensaje petición de configuración de servicios TDM permite a la BTU indagar y controlar la configuración de los servicios TDM, si se requiere información adicional a la del mensaje "petición de correspondencia de servicios". La respuesta a esta petición será el ID de mensaje 8.

Cuadro 16/G.998.3 – Petición de configuración de servicios TDM

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 7	ID de mensaje	Petición al extremo distante de que envíe su configuración de servicios TDM.
2.7	Petición	bit (0-1)	0 – Petición de informe
			1 – Fijar (sólo BTU-C)
2.0-6	Reservado		
3	Número de servicios (NS)	uint 8	NS = 060
4	P_1	uint 8	Número de subcanales (P, véase 10.2) si el servicio 1 lleva la notación de tipo de servicio 3 (DS1 fraccionaria) o 4 (E1 fraccionaria), en otro caso 0.
5	P ₂	uint 8	Número de subcanales (P, véase 10.2) si el servicio 2 lleva la notación de tipo de servicio 3 (DS1 fraccionaria) o 4 (E1 fraccionaria), en otro caso 0.

Cuadro 16/G.998.3 – Petición de configuración de servicios TDM

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
NS+3	P _{NS}	uint 8	Número de subcanales (P, véase 10.2) si el servicio NS lleva la notación de tipo de servicio 3 (DS1 fraccionaria) o 4 (E1 fraccionaria), en otro caso 0.

El mensaje petición de configuración de servicios TDM con el valor de petición 1 (fijar) siempre irá seguido por el evento evConfigSw, que provee el cambio sincronizado de la configuración en la BTU-C y la BTU-R.

13.3.4.9 Respuesta de configuración de servicios TDM

El mensaje respuesta de configuración de servicios TDM se envía en respuesta al mensaje petición de configuración de servicios TDM (ID de mensaje 7). Comunica la configuración de los servicios TDM con información adicional a la del mensaje "petición de correspondencia de servicios".

Cuadro 17/G.998.3 – Respuesta de configuración de servicios TDM

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 8	ID de mensaje	Mensaje de configuración de servicios.
2.7	Respuesta	bit (0-1)	0 – OK
			1 – UTC
2.0-6	Reservado		
3	Número de servicios (NS)	uint 8	NS = 060
4	P_1	uint 8	Número de subcanales (P, véase 10.2) si el servicio 1 lleva la notación de tipo servicio 3 (DS1 fraccionaria) o 4 (E1 fraccionaria), en otro caso 0.
5	P ₂	uint 8	Número de subcanales (P, véase 10.2) si el servicio 2 lleva la notación de tipo servicio 3 (DS1 fraccionaria) o 4 (E1 fraccionaria), en otro caso 0.
NS+3	P _{NS}	uint 8	Número de subcanales (P, véase 10.2) si el servicio NS lleva la notación de tipo de servicio 3 (DS1 fraccionaria) o 4 (E1 fraccionaria), en otro caso 0.

Los valores actuales de todos los parámetros se devolverán en respuesta al mensaje petición de configuración de servicios TDM con el valor de petición 1 (fijar), después de que hayan sido fijados a los valores pedidos por el evento evConfigSw.

50

13.3.4.10 Petición de configuración de servicios asíncronos

El mensaje petición de configuración de servicios asíncronos permite a la BTU indicar y controlar la configuración de los servicios asíncronos, si se requiere información adicional a la del mensaje "petición de correspondencia de servicios". La respuesta a esta petición será el ID de mensaje 10.

Cuadro 18/G.998.3 – Petición de configuración de servicio asíncronos

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 9	ID de mensaje	Petición al extremo distante de que envíe su configuración de servicios asíncronos.
2.7	Petición	bit (0-1)	0 – Informe de petición
			1 – Fijar (sólo BTU-C)
2.6	FCS opcional para el	bit (0-1)	0 – Ninguna
	encapsulado GFP		1 – Se utiliza FCS
2.0-5	Reservado		
3	Número de servicios (NS)	uint 8	NS = 060
4	N ₁	uint 8	Número máximo de bytes del servicio 1 en el subbloque de agrupación de 125 µs si el servicio 1 lleva la notación de tipo de servicio 8 (Ethernet) o 9 (ATM) o 10 (GFP), en otro caso 0.
5	N ₂	uint 8	Número máximo de bytes del servicio 2 en el subbloque de agrupación de 125 µs si el servicio 2 lleva la notación de tipo de servicio 8 (Ethernet) o 9 (ATM) o 10 (GFP), en otro caso 0.
NS+3	N _{NS}	uint 8	Número máximo de bytes del servicio NS en el subbloque de agrupación de 125 µs si el servicio 1 lleva la notación de tipo de servicio 8 (Ethernet) o 9 (ATM) o 10 (GFP), en otro caso 0.

El mensaje petición de configuración de servicios asíncronos con un valor de petición 1 (fijar) siempre irá seguido por el evento evConfigSw, que provee el cambio sincronizado de la configuración en la BTU-C y la BTU-R.

13.3.4.11 Respuesta de configuración de servicios asíncronos

El mensaje respuesta de configuración de servicios asíncronos se envía en respuesta a un mensaje petición de configuración de servicios asíncronos (ID de mensaje 9). Comunica la configuración de los servicios asíncronos con información adicional a la del mensaje "petición de correspondencia de servicios".

Cuadro 19/G.998.3 – Respuesta de configuración de servicios asíncronos

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 10	ID de mensaje	Mensaje de configuración de servicios.
2.7	Respuesta	bit (0-1)	0 – OK 1 – UTC
2.6	FCS opcional para el encapsulado GFP	bit (0-1)	0 – No se utiliza FCS 1 – Se utiliza FCS
2.0-5	Reservado		
3	Número de servicios (NS)	uint 8	NS = 060
4	N ₁	uint 8	Número máximo de bytes del servicio 1 en el subbloque de agrupación de 125 μs si el servicio 1 lleva la notación de tipo de servicio 8 (Ethernet) o 9 (ATM) o 10 (GFP), en otro caso 0.
5	N ₂	uint 8	Número máximo de bytes del servicio 2 en el subbloque de agrupación de 125 µs si el servicio 2 lleva la notación de tipo de servicio 8 (Ethernet) o 9 (ATM) o 10 (GFP), en otro caso 0.
NS+3	N _{NS}	uint 8	Número máximo de bytes del servicio NS en el subbloque de agrupación de 125 µs si el servicio NS lleva la notación de tipo de servicio 8 (Ethernet) o 9 (ATM) o 10 (GFP), en otro caso 0.

Los valores actuales de todos los parámetros se devolverán en respuesta al mensaje petición de configuración de servicios asíncronos con el valor de petición 1 (fijar), después de que hayan sido fijados a los valores pedidos por un evento evConfigSw.

13.3.4.12 Petición de capacidad FEC

La capacidad FEC/intercalador se comunica y negocia durante el establecimiento de servicio mediante mensajes BCC. La petición de capacidad de FEC se utiliza para indagar y controlar la capacidad FEC del extremo distante. La respuesta a esta petición será el ID de mensaje 12.

El mensaje petición de capacidad FEC con valores de petición inhabilitar o habilitar siempre irá seguido por el evento evConfigSw, que provee el cambio sincronizado de la configuración en la BTU-C y la BTU-R. El mensaje respuesta de capacidad FEC será enviado por la BTU-R sólo tras la recepción de evConfigSw.

Cuadro 20/G.998.3 – Petición de capacidad FEC

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 11	ID de mensaje	
2.6-7	Petición	Enumerado (enum) (0-2)	 0 – Petición de informe de capacidad FEC 1 – Inhabilitar FEC (sólo BTU-C) 2 – Habilitar FEC (sólo BTU-C)
2.3-5	Reservado		
2.0-2	Tamaño de la palabra de redundancia (2, 4, 8, 16, 20)	enum (1-4)	Tamaño de la palabra de redundancia FEC (2 ^k para k = 14, 20 para k = 5). Si el valor de petición es 0 ó 1 (petición/inhabilitar) se ignora el valor.
3	Tamaño de la palabra de código (en octetos)	enum (20-255)	Tamaño de la palabra de código FEC. Si el valor de petición es 0 ó 1 (petición/inhabilitar) se ignora el valor.
4.6-7	Reservado		
4.3-5	Parámetro B de intercalador	enum (0-5)	Parámetro B de intercalador. Profundidad de intercalador = 3 ^A × 2 ^B . Si el valor de petición es 0 ó 1 (petición/inhabilitar) se ignora el valor.
4.2	Parámetro A de intercalador	enum (0-1)	Parámetro A de intercalador. Si el valor de petición es 0 ó 1 (petición/inhabilitar) se ignora el valor.
4.0-1	Tipo de intercalador	enum (0-2)	 0 – No hay intercalador 1 – Intercalador de bloques 2 – Intercalador de convolución

13.3.4.13 Respuesta de capacidad FEC

El mensaje respuesta de capacidad FEC se envía en respuesta a un mensaje petición de capacidad FEC (ID de mensaje 11). Informa de los parámetros FEC y de intercalador para la BTU de origen.

Cuadro 21/G.998.3 – Respuesta de capacidad FEC

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 12	ID de mensaje	
2.7	Respuesta	enum (0-1)	0 – OK
			1 – UTC (incapaz de cumplir)
2.3-6	Reservado		
2.0-2	Tamaño de palabra de redundancia (2, 4, 8, 16, 20)	enum (1-4)	Tamaño de palabra de redundancia actual/máximo soportado (2 ^k para k = 14, 20 para k = 5). Si no se soporta FEC el valor será 0. Cuando FEC esté inhabilitada se devuelve máximo valor posible en la petición. Cuando FEC está habilitada se devuelve valor actual en la petición.

Cuadro 21/G.998.3 – Respuesta de capacidad FEC

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
3	Tamaño de palabra de código (en octetos)	enum (20-255)	Tamaño de palabra de código FEC actual/máximo soportado. Si no se soporta FEC el valor será 0. Cuando FEC está inhabilitada, se devuelve máximo valor posible en la petición. Cuando FEC está habilitada se devuelve valor actual en la petición.
4.6-7	Reservado		
4.3-5	Parámetro B de intercalador	enum (0-5)	Parámetro B de intercalador actual/máximo soportado.
			Profundidad de intercalador = $3^{A} \times 2^{B}$.
			Si no se soporta intercalador, el valor será 0. Cuando el intercalador está inhabilitado, se devuelve máximo valor posible en la petición. Cuando el intercalador está habilitado, se devuelve valor actual en la petición.
4.2	Parámetro A intercalador	enum (0-1)	Parámetro A de intercalador actual/máximo soportado. Si no se soporta intercalador, el valor será 0. Cuando el intercalador está inhabilitado, se devuelve máximo valor posible en la petición. Cuando el intercalador está habilitado, se devuelve valor actual en la petición.
4.0-1	Tipo de intercalador	enum (0-3)	00 – No se soporta ninguno 01 – Se soporta intercalador de bloques
			10 – Se soporta intercalador de convolución
			11 – Se soportan ambos tipos

Si la BTU-R no soporta FEC, responderá con un valor UTC en el campo respuesta de la petición de FEC recibida de la BTU-C para habilitar FEC. Cuando FEC está inhabilitada, se devolverá máximos valores posibles de todos los parámetros en respuesta al mensaje petición de FEC. Se devolverá valores actuales de todos los parámetros en respuesta a la petición de FEC para habilitar FEC, después de que hayan sido fijados a los valores pedidos por el evento evConfigSw.

13.3.4.14 Petición de correspondencia de pares

El mensaje petición de correspondencia de pares se utiliza para determinar la correspondencia entre el número de par físico (o bucle) etiquetado en el equipo y el número ordinal de par de hilo lógico (o bucle). Aunque esta correspondencia es específica del fabricante, esta información resulta de utilidad para localizar averías en los circuitos. La respuesta a esta petición será el ID de mensaje 14.

Cuadro 22/G.998.3 – Petición de correspondencia de pares

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 13	ID de mensaje	
2-4	Reservado		

13.3.4.15 Respuesta de correspondencia de pares

El mensaje respuesta de correspondencia de pares se envía en respuesta al mensaje petición de correspondencia (ID de mensaje 13). Se utiliza para determinar la correspondencia entre el número de par físico (o bucle) y el número ordinal de par de hilo lógico (o bucle). El número de par físico es el número etiquetado en la parte exterior del equipo. El número de par físico se compone de dos octetos, conteniendo el primero el byte más significativo y el segundo el byte menos significativo. Por ejemplo, si el número de 16 bits en los octetos 3/4 tiene el valor 4, el par de hilo lógico 1 del grupo actual se transporta en el par físico del equipo etiquetado con el número 4.

Cuadro 23/G.998.3 – Respuesta de correspondencia de pares

Octeto #	Contenido	Tipo de datos	Descripción
1	MsgID = 14	ID de mensaje	
2	Número de pares = M	uint 8 (132)	Número de pares de hilo en el grupo de agregación.
3,4	Par físico número 1	uint 16	Número físico del par correspondiente al primer par lógico del grupo de agregación.
5,6	Par físico número 2	uint 16	Número físico del par correspondiente al segundo par lógico en el grupo de agregación.
$2 \times M + 1,$ $2 \times M + 2$	Par físico número M	uint 16	Número físico del par correspondiente al M-ésimo par lógico del grupo de agregación.

13.3.4.16 Reservado

Los ID de mensaje 15-127 están reservados.

13.3.4.17 Mensajes específicos del fabricante

Los ID de mensaje 128-255 están reservados para mensajes específicos del fabricante.

14 Toma de contacto

14.1 Sinopsis

Todos los pares (módems) de un sistema de agrupación utilizarán la toma de contacto G.Handshake definida en la Rec. UIT-T G.994.1 para el arranque y elegirán el modo de transferencia asíncrono (STM, *synchronous transfer mode*) para cada uno de los pares. La negociación y selección de parámetros de módem G.Handshake se harán según la tecnología de módem.

La norma 802.3ah del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) define el procedimiento de descubrimiento de pares. El mismo descubrimiento puede utilizarse en la agrupación por TDIM utilizando los puntos de código de descubrimiento independientes del medio físico (PMI) definidos en la Rec. UIT-T G.994.1.

14.2 Punto de código Npar(2) de agrupación

En la Rec. UIT-T G.994.1 se define la codificación de Npar(2) de agrupación en el campo identificación (cuadro 9.37). El sistema TDIM pondrá el bit "agrupación TDIM" a uno en los mensajes CLR/CL de toma de contacto en todos los módems.

14.3 Descubrimiento de pares

IEEE 802.3ah define el proceso y las transacciones de toma de contacto para el descubrimiento de pares (véanse 61.2.2.8.3, 61.3.12.1 y 61.A2). Un sistema TDIM utilizará el mismo proceso y las mismas transacciones de descubrimiento de pares para identificar los módems del extremo distante, que pertenecen al mismo grupo de agregación, incorporando la norma IEEE 802.3ah por referencia.

La utilización de transacciones de toma de contacto para el descubrimiento de pares ofrece un medio de detectar incoherencias sin necesidad de alertar a todo el sistema. No obstante, una vez iniciado el sistema, los mensajes de correspondencia de pares (véanse 13.3.4.14 y 13.3.4.15) se utilizarán y tendrán precedencia sobre el descubrimiento de pares mediante toma de contacto.

15 Supervisión de la calidad de funcionamiento

Se utilizan los siguientes contadores PM para supervisar la calidad de funcionamiento del grupo de agregación:

Cuadro 24/G.998.3 – Contadores de supervisión de calidad de funcionamiento

Registro PM	Tipo de datos	Descripción
Cómputo de anomalías CRC-4	uint 16	Errores de trama. Suma de errores CRC-4 en los pares del grupo de agregación. Los errores simultáneos en m líneas se contarán m veces.
Cómputo de anomalías CRC-6	uint 16	Errores de supertrama. Suma de los pares del grupo de agregación.
Cómputo de anomalías CRC-8	uint 16	Número de eventos/mensajes corrompidos. Suma de los pares del grupo de agregación.

Todos los contadores PM se "liberan después de la lectura" y se "detienen" cuando llegan al valor máximo (65535).

Anexo A

Adaptación de velocidad de módem

A.1 Introducción

Este anexo contiene información detallada sobre la implementación del bloque de adaptación de velocidad de módem, que permite la agrupación sobre pares (módems) que no están sincronizados con el dominio de tiempo de agregación.

El objetivo de este anexo es proporcionar una solución para la agrupación multibucle con pares con una velocidad que se desvía del valor nominal $n \times 8$ kbit/s. Esta desviación puede derivarse de alguna de las dos causas siguientes:

- 1) El par DSL es asíncrono con el dominio de tiempo de agregación.
- 2) La frecuencia nominal del par DSL es distinta de la velocidad nominal n × 8 kbit/s, ya que la tecnología DSL no garantiza múltiplos enteros de 8 kbit/s (por ejemplo, ADSL2).

Con adaptación de velocidad de módem, las figuras 1 y 6 del cuerpo principal de la Recomendación serán las representadas como figuras A.1 y A.2 respectivamente.

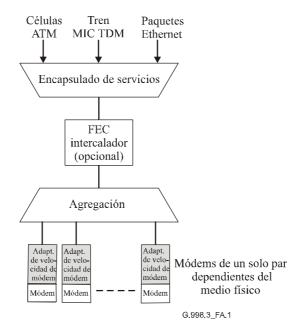


Figura A.1/G.998.3 – Figura 1 modificada – Modelo de flujo de datos

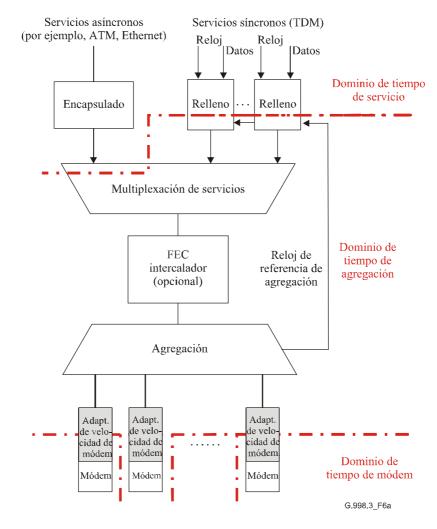


Figura A.2/G.998.3 – Figura 6 modificada – Modelo de referencia de sincronización de reloj

La velocidad de ADSL2 no puede predeterminarse para proporcionar una velocidad fija múltiplo de 8 kbit/s. La velocidad puede exceder el límite deseado hasta en 8 kbit/s. Para permitir este funcionamiento, la adaptación de velocidad de módem facilitará un mecanismo para añadir hasta 8 kbit/s.

Se proporciona adaptación adicional de ±8 kbit/s para contrarrestar la desviación de frecuencia (debido a que el enlace DSL se deriva de un reloj asíncrono con el dominio de tiempo de agregación). ±8 kbit/s puede compensar una desviación de frecuencia de más de 70 ppm en el caso de un par (VDSL) a 55,2 Mbit/s. Así, la adaptación de velocidad de módem se define para compensar una desviación total de –8 kbit/s a +16 kbit/s.

A.2 Principios de trabajo

- El mecanismo de adaptación de velocidad de módem se habilita/inhabilita para todo un grupo de agregación, y no para pares determinados.
- La tara de adaptación de velocidad de módem ocupa 8 kbit/s en cada par.
- La granularidad de tamaño de cabida útil de módem se expresa en bytes.
- El tamaño de cabida útil de módem puede variar para cada subbloque de conexión (1 ms).
- El cambio de tamaño de cabida útil de módem puede efectuarse para cada par.
- La BTU-R transporta sus capacidades en los bits de encabezamiento de trama In6[4:3], y la BTU-C determina el modo de funcionamiento en esos bits.
- La adaptación de velocidad de módem puede compensar una desviación total de -8 kbit/s a +16 kbit/s.

A.3 Coordinación entre la BTU-C y la BTU-R

La utilización de adaptación de velocidad de módem es determinada por la BTU-C. La BTU-R transporta sus capacidades en los bits de encabezamiento de trama In6[4:3], y la BTU-C responde con el modo de funcionamiento requerido. Ambos extremos funcionarán en el mismo modo.

El cuadro A.1 resume las posibles opciones para cada BTU:

Cuadro A.1/G.998.3 – Coordinación de adaptación de velocidad de módem entre la BTU-C y la BTU-R

In6[4]	In6[3]	Entidad transmisora			
		BTU-R	BTU-C		
0	1	Sólo se soporta adaptación de velocidad de módem. En este caso ambos extremos la soportarán para realizar la agrupación.	Fija el modo de funcionamiento de ambos extremos a adaptación de velocidad de módem habilitada.		
1	0	No se soporta la adaptación de velocidad de módem. En este caso ambos extremos funcionarán sin ella.	Fija el modo de funcionamiento de ambos extremos a adaptación de velocidad de módem inhabilitada.		
1	1	La adaptación de velocidad de módem puede estar habilitada o inhabilitada.	N/A		

A.4 Formato de entramado

La adaptación de velocidad de módem ocupa una tara adicional de 8 kbit/s por par DSL. Esta tara no se consume si la adaptación de velocidad de módem está inhabilitada.

Si la adaptación de velocidad de módem está habilitada, se añade un byte de tara (byte RM) cada minitrama (1 ms), detrás del campo encabezamiento de trama.

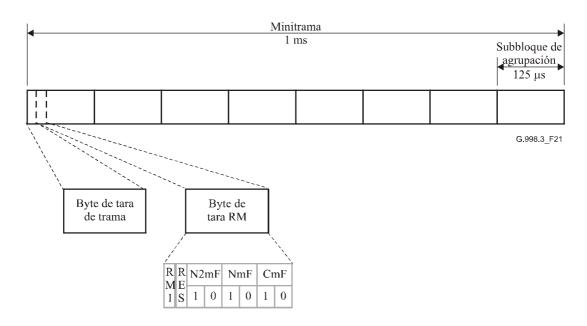


Figura A.3/G.998.3 – Sincronización multipar – Formato de trama con adaptación de velocidad de módem

En el cuadro A.2 se definen los campos del byte de tara RM.

Cuadro A.2/G.998.3 – Campos del byte de tara RM

Campo	Bits	Descripción
RMI	7	Indicación de tara de adaptación de velocidad de módem – puesto a '0'.
RES	6	Reservado para uso futuro – puesto a '1'.
N2mF	5:4	La operación debe realizarse dos minitramas después de la minitrama actual.
NmF	3:2	La operación debe realizarse en la minitrama siguiente.
CmF	1:0	La operación debe realizarse en la minitrama actual.

El cuadro A.3 define los valores utilizados en los campos N2mF, NmF y CmF.

Cuadro A.3/G.998.3 – Valores de los campos N2mF, NmF y CmF

Valor	Descripción
00	Se omitirá un byte al final de la minitrama pertinente.
01	No se cambia el número nominal de bytes de la minitrama pertinente.
10	Se añadirá un byte al final de la minitrama pertinente.
11	Se añadirán dos bytes al final de la minitrama pertinente.

La BTU-C y la BTU-R coordinan el modo de funcionamiento adaptación de velocidad de módem como se describe en A.3. Si la adaptación de velocidad de módem está habilitada, el byte siguiente al byte de tara de encabezamiento de trama será un byte de tara RM, con su MSB puesto a '0' (aunque los datos de cabida útil se ponen a 0xE2 durante la fase de sincronización).

A.5 Funcionamiento de la adaptación de velocidad de módem

En cada minitrama el mecanismo de adaptación de velocidad de módem omite un byte, o añade un byte, o añade 2 bytes, o transfiere sin cambio el número nominal de bytes. El byte se añade al/omite del último subbloque de agrupación de la minitrama.

Para cada minitrama los valores utilizados en los campos N2mF, NmF y CmF, que determinan el funcionamiento requerido se transportan tres veces: el valor del campo N2mF indica la operación a realizar en dos minitramas a partir de la minitrama actual, el valor del campo NmF indica la operación a realizarse en la minitrama siguiente, y el valor del campo CmF indica la operación a realizar en la minitrama actual. El receptor aplica "un voto por mayoría" para decidir la operación requerida. Por consiguiente, puede corregirse un error que afecte a uno sólo de los campos.

Apéndice I

Ejemplos de sincronización de reloj

El siguiente texto y las figuras son informativos. La figura I.1 elabora con más detalles el mecanismo de sincronización de reloj.

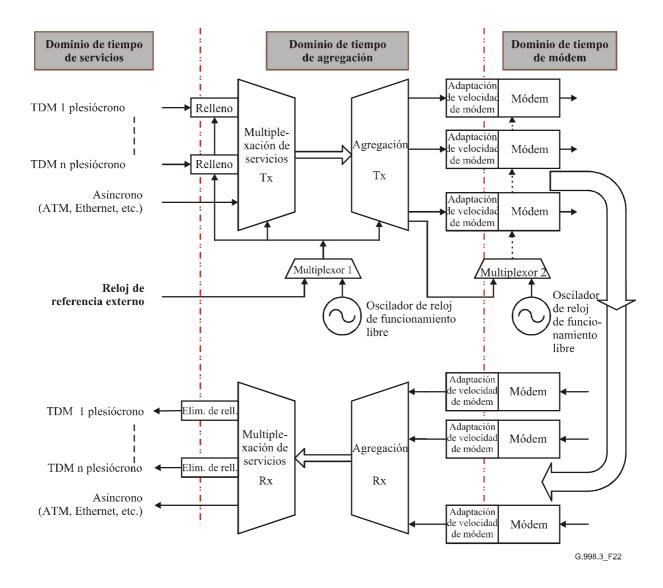


Figura I.1/G.998.3 – Dominios de tiempo pares y sincronización de reloj

I.1 Dominios de reloj

Hay tres dominios de reloj en un sistema de agrupación TDIM:

- **Dominio de reloj de servicios**: con el reloj original de cada servicio plesiócrono TDM. Cada reloj debe cumplir los requisitos de reloj de servicios TDM (por ejemplo, 32 PPM para T1, 20 PPM para T3).
- **Dominio de tiempo de agregación**: puede ser derivado del reloj de referencia externo o de un reloj de funcionamiento libre interno (por el multiplexor 1).
- Dominio de tiempo de módem: los módems DSL pueden trabajar con dos modos de reloj: síncrono y plesiócrono. El reloj puede ser derivado de un reloj de funcionamiento libre interno o del dominio de tiempo de agregación (por el multiplexor 2). En el modo síncrono todos los módems utilizan el reloj de velocidad de datos de módem como referencia de su velocidad de símbolos de línea. En el modo plesiócrono cada módem puede utilizar un reloj de funcionamiento libre como referencia de su velocidad de símbolos de línea. En el modo plesiócrono se requiere adaptación de velocidad de módem. La adaptación de velocidad de módem puede realizarse internamente en el módem para las tecnologías DSL que la soportan (por ejemplo, SHDSL) o como parte del sistema de agrupación, exteriormente al módem, para las tecnologías DSL que sólo trabajan en modo síncrono (por ejemplo, ADSL2).

I.2 Adaptación de velocidad entre dominios de reloj

I.2.1 Entre el dominio de tiempo de servicios y el dominio de tiempo de agregación

La adaptación de velocidad entre el dominio de tiempo de servicios y el dominio de tiempo de agregación se implementa siempre.

No se requiere la adaptación de velocidad para los servicios síncronos como Ethernet o ATM.

La adaptación de velocidad se requiere para los servicios plesiócronos TDM. Se consigue mediante el mecanismo de relleno que se explica en [10.4, Relleno de servicios TDM]. El mecanismo de relleno adapta la velocidad de datos de cada servicio TDM a la velocidad de datos del dominio de tiempo de agregación. El sistema par en el FE elimina el relleno de los datos y restablece el reloj de servicios TDM original.

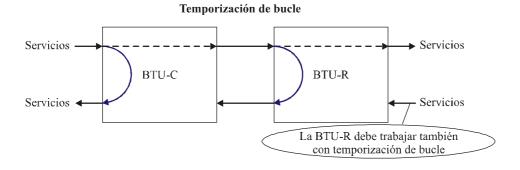
I.2.2 Entre el dominio de tiempo de agregación y el dominio de tiempo de módem

La adaptación de velocidad entre el dominio de tiempo de agregación y el dominio de módem es **opcional**.

En caso de que los módems DSL soporten el modo plesiócrono (como G.991.2), la adaptación de velocidad es realizada por los módems con su capacidad de relleno. En caso de que los módems DSL soporten sólo el modo síncrono (como ADSL2), la adaptación de velocidad entre el dominio de tiempo de agregación y el dominio de tiempo de módem se realiza en el bloque de adaptación de velocidad de módem (véase la figura I.2).

I.3 Modo de funcionamiento de temporización

Un sistema de agrupación puede elegir trabajar con temporización de bucle o con temporización de paso, como se ve en la figura I.2.



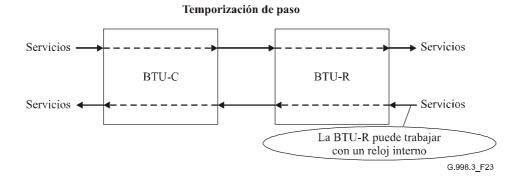


Figura I.2/G.998.3 – Temporización de bucle y temporización de paso

I.4 Ejemplos

I.4.1 Servicios plesiócronos, con reloj de referencia externo, temporización de bucle y módems DSL plesiócronos

En la figura I.3, la adaptación de velocidad de módem forma parte de los módems DSL plesiócronos.

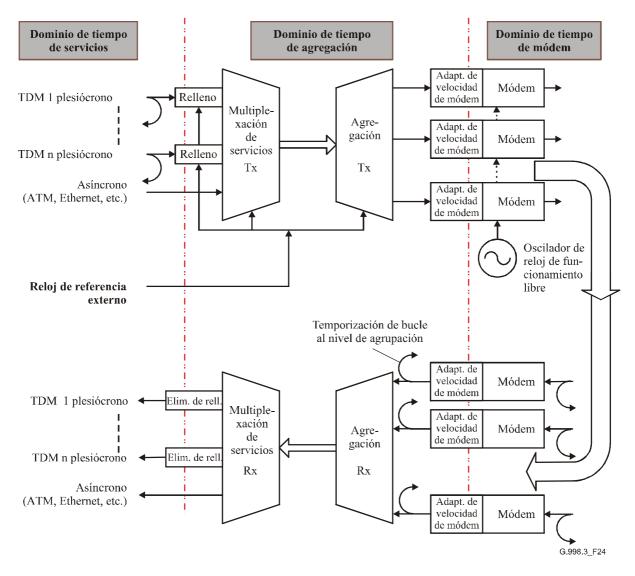


Figura I.3/G.998.3 – Ejemplo de servicios plesiócronos con reloj de referencia externo

I.4.2 Servicios plesiócronos sin reloj de referencia externo, temporización en bucle y módems DSL síncronos

En la figura I.4, la adaptación de velocidad de módem forma parte del sistema de agrupación, externo a los módems DSL síncronos.

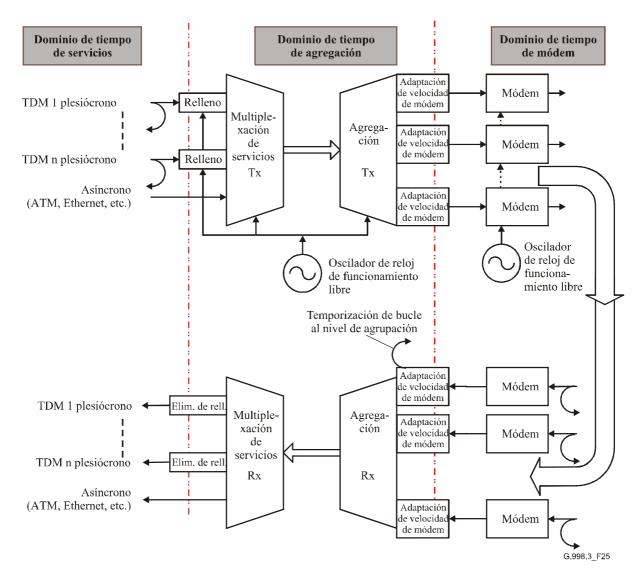


Figura I.4/G.998.3 – Ejemplo de servicios plesiócronos sin reloj de referencia externo, con temporización de bucle y módems DSL síncronos

I.4.3 Servicios plesiócronos, con reloj de referencia externo, temporización de paso y módems DSL plesiócronos

En la figura I.5, la adaptación de velocidad de módem forma parte de los módems DSL plesiócronos.

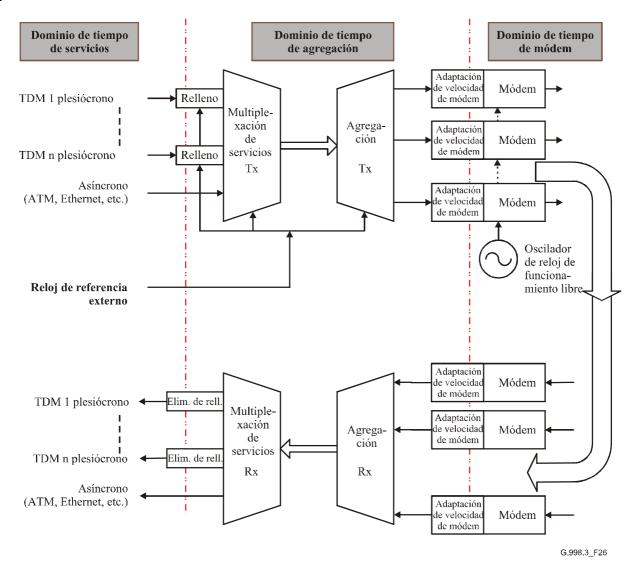


Figura I.5/G.998.3 – Ejemplo de servicios plesiócronos con reloj de referencia externo, temporización de paso y módems DSL plesiócronos

I.4.4 Servicios plesiócronos, sin reloj de referencia externo, con temporización de paso y módems DSL síncronos

En la figura I.6 no se requiere adaptación de velocidad de módem, ya que los módems DSL son síncronos con la atribución de velocidad de la capa de agregación y con el dominio de tiempo de agregación. Este ejemplo es aplicable a los módems SHDSL, pero no a los módems ADSL2.

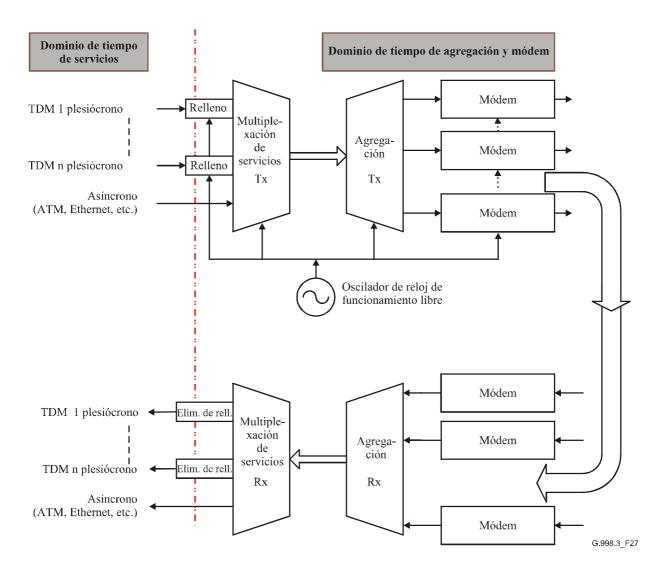


Figura I.6/G.998.3 – Ejemplo de servicios plesiócronos sin reloj de referencia externo, con temporización de paso y módems DSL síncronos

Apéndice II

Objetos de gestión

Este apéndice proporciona la especificación de la gestión de capa para la funcionalidad TDIM M²DSL de los dispositivos que implementan esta Recomendación. Incluye provisionamiento del grupo de agregación, provisionamiento de servicios, provisionamiento FEC/intercalación, calidad de funcionamiento de grupo y estatus de pares.

- a) Modelo de gestión y contención
 - i) Objetos gestionados

Los siguientes objetos proporcionan funcionalidad de gestión del protocolo TDIM:

- **oGroup** Esta clase de objeto gestionado proporciona los controles de gestión necesarios para permitir la gestión de un ejemplar de un grupo agrupado.
- **oService** Esta clase de objeto gestionado proporciona los controles de gestión necesarios para permitir la gestión de un ejemplar de un servicio en un grupo agrupado.

oPair Esta clase de objeto gestionado proporciona los controles de gestión necesarios para permitir la gestión de un ejemplar de un par.

ii) Capacidades

En esta Recomendación se utiliza el concepto de *lotes* definido en ISO/CEI 10165-4: 1992 como medio de agrupar el comportamiento, atributos, acciones y notificaciones en una definición de clase de objeto gestionado. Los lotes pueden ser obligatorios o condicionales, es decir, estar presentes si una determinada condición es verdadera. En esta Recomendación se definen *capacidades*, cada una de las cuales corresponde a un conjunto de lotes, que forman parte de una serie de definiciones de clase de objeto gestionado y que comparten las mismas condiciones de presencia. La implementación de los lotes básicos y obligatorios apropiados es el requisito mínimo para reclamar la conformidad con la gestión TDIM G.998.3. La implementación de una capacidad opcional completa es necesaria para reclamar la conformidad con dicha capacidad. En el cuadro II.1 se especifican las capacidades y lotes para la gestión TDIM G.Bond.

Cuadro II.1/G.998.3 – Capacidades de gestión TDIM

			Capacidad de agrupación TDIM (obligatoria)	Capacidad FEC (opcional)
Clase de objeto gestionad	do oGroup			<u> </u>
aGroupID	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aGroupEnd	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aGroupStatus	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aGroupCapacity	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aGroupRate	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aCRC4Errors	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aCRC6Errors	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aCRC8Errors	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aFECSupported	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aFECAdminState	ATRIBUTO	OBTENER-FIJAR		X
aFECWordSize	ATRIBUTO	OBTENER-FIJAR		X
aFECRedundancySize	ATRIBUTO	OBTENER-FIJAR		X
aFECInterleaverType	ATRIBUTO	OBTENER-FIJAR		X
aFECInterleaverDepth	ATRIBUTO	OBTENER-FIJAR		X
Clase de objeto gestionad	do oService			
aServiceID	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aServiceType	ATRIBUTO	OBTENER-FIJAR	X	
aServiceSize	ATRIBUTO	OBTENER-FIJAR	X	
Clase de objeto gestionad	do oPair			
aPairID	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aPairStatus	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aPairPhysicalID	ATRIBUTO	OBTENER	X	
aPairRemotePhysicalID	ATRIBUTO	OBTENER	X	

b) Clase de objeto gestionado oGroup

i) aGroupID

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura para identificar univocamente un grupo de agrupación.

ii) aGroupEnd

ATRIBUTO

SINTAXIS:

ENUM {subscriber, office}

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura para identificar unívocamente un subtipo de BTU. El valor abonado indica que la BTU funciona como BTU-R, el valor oficina indica que la BTU funciona como BTU-C.

iii) aGroupStatus

ATRIBUTO

SINTAXIS:

ENUM {Down, Init, Up}

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que indica el actual estatus de funcionamiento de un grupo de agrupación.

iv) aGroupCapacity

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER {1-32}

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que especifica el número máximo de PARES (módems) que pueden agruparse en el grupo identificado por aGroupID.

v) aGroupRate

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que indica la velocidad de datos neta actual de un grupo de conexión. Se devuelve un valor cero si aGroupStatus es "Down" o "Init".

vi) aFECSupported

ATRIBUTO

SINTAXIS:

BOOLEAN

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que indica si se soporta la funcionalidad de corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*) opcional. Una BTU que realiza FEC devolverá un valor "verdadero". En otro caso, se devolverá un valor "falso".

vii) aCRC4Errors

ATRIBUTO

SINTAXIS:

Contador generalizado no reinicializable.

DESCRIPCIÓN:

Número total de errores CRC-4 (error de encabezamiento de trama) en todos los pares del grupo de agregación. Los errores simultáneos en M líneas se contarán M veces.

viii) aCRC6Errors

ATRIBUTO

SINTAXIS:

Contador generalizado no reinicializable.

DESCRIPCIÓN:

Número total de errores CRC-6 (errores de supertrama) en todos los pares del grupo de agregación. Los errores simultáneos en M pares se contarán una vez.

ix) aCRC8Errors

ATRIBUTO

SINTAXIS:

Contador generalizado no reinicializable.

DESCRIPCIÓN:

Número total de errores CRC-8 (error de evento/mensaje) en todos los pares del grupo de agregación. Los errores simultáneos en M líneas se contarán M veces.

x) aFECAdminState

ATRIBUTO

SINTAXIS:

ENUM { Enabled, Disabled }

DESCRIPCIÓN:

Valor de lectura-escritura que indica el estado de la función FEC opcional en cada grupo de agregación.

Una operación OBTENER devuelve el estado actual de la función FEC.

Una operación FIJAR, permitida sólo en la BTU-C, cambia el estado de la función FEC al valor indicado, sólo si aFECSupported es verdadero y el enlace está inactivo. Si aFECSupported es falso o el enlace no está inactivo, la operación no tiene efecto.

xi) aFECWordSize

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER {20-255}

DESCRIPCIÓN:

Valor de lectura-escritura que especifica el tamaño de palabra de código FEC en octetos.

Una operación OBTENER devuelve el valor actual del tamaño de palabra de código FEC, si aFECAdminState está habilitado. En otro caso, se devuelve el máximo valor del tamaño de palabra de código FEC soportado.

Una operación FIJAR, permitida sólo en la BTU-C, cambia el tamaño de palabra de código FEC y lo pone al valor indicado, sólo si aFECSupported es verdadero y el enlace está inactivo. Si aFECSupported es falso o el enlace está inactivo, la operación no tiene efecto.

xii) aFECRedundancySize

```
ATRIBUTO
```

SINTAXIS:

INTEGER {2, 4, 8, 16, 20}

DESCRIPCIÓN:

Valor de lectura/escritura que especifica el tamaño de palabra de redundancia FEC en octetos.

Una operación OBTENER devuelve el valor actual del tamaño de palabra de redundancia FEC si aFECAdminState está habilitado. En otro caso, se devuelve el máximo valor del tamaño de palabra de redundancia FEC soportado.

Una operación FIJAR, permitida sólo en la BTU-C, cambia el tamaño de palabra de redundancia FEC y lo pone al valor indicado, sólo si aFECSupported es verdadero y el enlace está inactivo. Si aFECSupported es falso o el enlace no está inactivo, el enlace no tiene efecto.

xiii) aFECInterleaverType

```
ATRIBUTO
```

SINTAXIS:

```
ENUM {
    None,
    Block,
    Convolution
```

DESCRIPCIÓN:

}

Valor de lectura-escritura que especifica el tipo de intercalador.

Una operación OBTENER devuelve el valor actual del tipo de intercalador, si aFECAdminState está habilitado. En otro caso, se devuelve una máscara de bits formada por los tipos soportados máximos (por ejemplo, "None", "Block", "Convolution" o "Block"&"Convolution").

Una operación FIJAR, permitida sólo en la BTU-C, cambia el tipo de intercalador y lo pone al valor indicado, sólo si aFECSupported es verdadero y el enlace está inactivo. Si aFECSupported es falso o el enlace no está inactivo, la operación no tiene efecto.

xiv) aFECInterleaverDepth

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER {1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 96}

DESCRIPCIÓN:

Valor de lectura-escritura que especifica la profundidad de intercalador.

Una operación OBTENER devuelve el valor actual de la profundidad del intercalador, si aFECAdminState está habilitado. En otro caso, se devuelve el máximo valor de profundidad soportado.

Una operación FIJAR, permitida sólo en la BTU-C, modifica la profundidad de intercalador y la pone al valor indicado, sólo si aFECSupported es verdadero y el enlace está inactivo. Si aFECSupported es falso o el enlace no está inactivo, la operación no tiene efecto.

c) Clase de objeto gestionado oServices

i) aServiceID

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER {1-60}

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que identifica unívocamente un servicio. Puede haber hasta 60 servicios definidos en una facilidad agrupada TDIM. Los servicios con ID más bajos tienen mayor prioridad en caso de degradación de anchura de banda.

ii) aServiceType

ATRIBUTO

SINTAXIS:

ENUM {DS1, E1, NxDS0, NxE0, DS3, E3, Clock, Ethernet, ATM, GFPnoFCS, GFP} DESCRIPCIÓN:

Valor de lectura-escritura que especifica el tipo de servicio de la BTU.

Una operación OBTENER devuelve el valor actualmente asignado a un servicio determinado, identificado por aServiceID.

Una operación FIJAR, permitida sólo en la BTU-C, cambia el tipo de servicio y lo pone al valor indicado si el enlace está inactivo. Si el enlace está activo, la operación no tiene efecto.

iii) aServiceSize

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER

DESCRIPCIÓN:

Valor de lectura-escritura que especifica el número de bytes de cada subbloque de agrupación para un servicio determinado identificado por aServiceID (número de canales para DS1/E1 fraccionaria (NxDS0/NxE0) o el número máximo de bytes para los servicios asíncronos (Ethernet, ATM, GFPnoFCS y GFP)).

Una operación OBTENER devuelve el valor actual.

Una operación FIJAR, permitida sólo en la BTU-C, cambia el tamaño de servicio y lo pone al valor indicado si el enlace está inactivo. Si el enlace no está inactivo o el tipo de servicio es un servicio TDM de velocidad fija (aServiceType es DS1, E1, DS3, E3 o Clock), la operación no tiene efecto.

d) Clase de objeto gestionado oPair

i) aPairID

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER {1-32}

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura para identificar unívocamente un par de hilo (módem) en el grupo de agrupación, es decir, número lógico del par en el grupo de agregación. Este valor nunca es mayor que aGroupCapacity.

ii) aPairStatus

ATRIBUTO

SINTAXIS:

ENUM {Down, Handshake, Activation, Synching, Synched, Adding, InGroup, SyncLost, Removing}

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que indica el estatus actual del par. Todos los estados se definen en 12.1 (Gestión y control de pares).

iii) aPairPhysicalID

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que indica el número físico del par (etiquetado en el exterior del equipo).

iv) aPairRemotePhysicalID

ATRIBUTO

SINTAXIS:

INTEGER

DESCRIPCIÓN:

Valor de sólo lectura que indica el número físico del par distante (etiquetado en el exterior del equipo) conectado al par local especificado por un aPairID.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación