UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T Y.1413

(03/2004)

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

Aspectos del protocolo Internet – Interfuncionamiento

Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y multiplexación por división en el tiempo – Interfuncionamiento en el plano de usuario

Recomendación UIT-T Y.1413

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

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

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

Recomendación UIT-T Y.1413

Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y multiplexación por división en el tiempo – Interfuncionamiento en el plano de usuario

Resumen

En esta Recomendación se tratan las funciones requeridas para el interfuncionamiento entre redes TDM a velocidades de hasta DS3 o E3 y redes MPLS. Se tratan los mecanismos y procedimientos del plano de usuario. Se describe detalladamente el modelo de interfuncionamiento y las funciones de interfuncionamiento requeridas.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Y.1413 fue aprobada el 15 de marzo de 2004 por la Comisión de Estudio 13 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

Interfuncionamiento, MPLS, plano de usuario, red, TDM.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2004

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

ÍNDICE

Página

1 Alcance 1
2 Referencias 1
3 Definiciones 3
4 Abreviaturas 4
5 Convenios 5
6 Interfuncionamiento TDM-MPLS 5
7 Requisitos generales 6
7.1 Requisitos generales del plano de usuario 6
7.2 Aspectos de plano de control 7
7.3 Aspectos de gestión de averías 8
7.4 Aspectos de gestión de tráfico 9
7.5 Control de admisión de la conexión por la IWF 9
8 Consideraciones sobre la agrupación de funciones para el interfuncionamiento de redes TDM-MPLS 9
8.1 Etiqueta de transporte 9
8.2 Etiqueta de interfuncionamiento 10
8.3 Indicadores de interfuncionamiento comunes 10
8.4 Información de temporización facultativa 12
9 Formatos de cabida útil 13
9.1 Transporte agnóstico con respecto a la estructura 13
9.2 Transporte atento a la estructura 14
10 Aspectos de temporización 17
10.1 Escenarios de distribución de la temporización 17
11 Aspectos de pérdida de paquetes 19
12 Soporte de señalización CAS y CCS 19
12.1 Soporte de la señalización CAS 20
12.2 Soporte de la señalización CCS 20
13 Consideraciones relativas a la seguridad 20
Apéndice I – Otros métodos para el interfuncionamiento TDM-MPLS 20
I.1 Utilización de la Rec. UIT-T Y.1411 20
I.2 Utilización de AAL tipo 2 21
Apéndice II – Tratamiento facultativo de señales CCS basadas en HDLC 21
Apéndice III – Ejemplos de diagramas funcionales 22
Apéndice IV – Medidas de calidad de funcionamiento de la red MPLS 23
IV.1 Errores en la red MPLS que influyen en el servicio TDM 24
IV.2 Relaciones con las medidas de degradación del servicio TDM 24
IV.3 Requisitos de disponibilidad 25

Página

IV.4 Requisitos de calidad vocal 25

Apéndice V – Frecuencias de reloj común de referencia sugeridas para los protocolos en tiempo real 26

Apéndice VI – Tamaños de cabida útil sugeridos para transporte agnóstico con respecto a la estructura 26

Apéndice VII – Cantidad sugerida de PDU de segmentación y reensamblado de capa AAL tipo 1 por paquete 27

Introducción

Es necesario definir el interfuncionamiento entre redes síncronas o plesiócronas convencionales (en adelante designadas por redes TDM) y redes MPLS. Este interfuncionamiento asegurará que la temporización, señalización, calidad vocal, e integridad de las alarmas habrán de ser mantenidas.

Recomendación UIT-T Y.1413

Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y multiplexación por división en el tiempo – Interfuncionamiento en el plano de usuario

1 Alcance

Esta Recomendación está centrada en las funciones requeridas para el interfuncionamiento entre redes TDM y redes MPLS, específicamente en los mecanismos de interfuncionamiento en el plano de usuario y los procedimientos para el transporte. En particular, especifica una lista de requisitos, escenarios de interfuncionamiento y formatos de encapsulación de interfuncionamiento, así como la semántica para el interfuncionamiento de redes TDM-MPLS. Puesto que las conexiones TDM son por naturaleza punto a punto, este interfuncionamiento define una conexión simple entre dos funciones de interfuncionamiento. En esta Recomendación sólo se tratan las velocidades TDM de hasta T3 y E3 inclusive.

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.705 (2000), *Características de los bloques funcionales de equipos de la jerarquía digital plesiócrona.*

[2] Recomendación UIT-T G.702 (1988), *Velocidades binarias de la jerarquía digital.*

[3] Recomendación UIT-T G.704 (1998), *Estructuras de trama síncronas utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44 736 kbit/s.*

[4] Recomendación UIT-T G.751 (1988), *Equipos múltiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34 368 kbit/s y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139 264 kbit/s y utilizan justificación positiva.*

[5] ANSI T1.107-2002, *Digital Hierarchy*, *Formats Specification*.

[6] ETSI TS 100 592 V8.0.0 (2000-06), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Base Station Controller – Base Transceiver Station (BSC – BTS) interface; General aspects*. (GSM 08.51 version 8.0.0 Release 1999.)

[7] Recomendación UIT-T Y.1411 (2003), *Interfuncionamiento de redes con conmutación de etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono – Interfuncionamiento en el plano de usuario en modo célula.*

[8] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.

[9] Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte.*

[10] Recomendación UIT-T V.36 (1988), *Módems para la transmisión síncrona de datos, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 180 kHz.*

[11] Recomendación UIT-T V.37 (1988), *Módems para la transmisión síncrona de datos a una velocidad binaria superior a 72 kbit/s, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 180 kHz.*

[12] Recomendación UIT-T I.231.1 (1988), *Categorías de servicios portadores en modo circuito: Servicio portador en modo circuito a 64 kbit/s sin restricciones, estructurado a 8 kHz.*

[13] Recomendación UIT-T Q.700 (1993), *Introducción al sistema de señalización N.° 7 del CCITT.*

[14] Recomendación UIT-T Q.931 (1998), *Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados para el control de la llamada básica.*

[15] Recomendación UIT-T G.823 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s.*

[16] Recomendación UIT-T G.824 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 1544 kbit/s.*

[17] Recomendación UIT-T Y.1711 (2004), *Mecanismo de operación y administración para redes con conmutación de etiquetas multiprotocolo.*

[18] IETF RFC 3270 (2002), *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services*.

[19] IETF RFC 3209 (2001), *RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels*.

[20] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.

[21] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.

[22] Recomendación UIT-T I.363.1 (1996), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 1.*

[23] ATM af-vtoa-0078.000 (1997), *Circuit Emulation Service (CES) 2.0*.

[24] Recomendación UIT-T G.802 (1988), *Interfuncionamiento de redes basadas en diferentes jerarquías digitales y leyes de codificación de las señales vocales.*

[25] Recomendación UIT-T I.363.2 (2000), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 2.*

[26] Recomendación UIT-T I.366.2 (2000), *Subcapa de convergencia específica de servicio de capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 2 para servicios de banda estrecha.*

[27] Recomendación UIT-T G.826 (2002), *Parámetros y objetivos de las características de error de extremo a extremo para conexiones y trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante.*

[28] Recomendación UIT-T Q.921 (1997), *Interfaz usuario-red de la RDSI – Especificación de la capa de enlace de datos.*

[29] Recomendación UIT-T G.703 (2001), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.*

[30] Recomendación UIT-T G.827 (2003), *Parámetros y objetivos de disponibilidad para trayectos digitales internacionales de extremo a extremo de velocidad binaria constante.*

[31] Recomendación UIT-T G.1020 (2003), *Definición de parámetros de calidad de funcionamiento para aplicaciones de voz y otras aplicaciones en la banda vocal que utilizan redes del protocolo Internet.*

[32] Recomendación UIT-T P.562 (2004), *Análisis e interpretación de las mediciones en los servicios vocales realizados con dispositivos de medidas no intrusivas.*

[33] Recomendación UIT-T P.862 (2001), *Evaluación de la calidad vocal por percepción: Un método objetivo para la evaluación de la calidad vocal de extremo a extremo de las redes telefónicas de banda estrecha y códecs vocales.*

[34] Recomendación UIT-T G.114 (2003), *Tiempo de transmisión en un sentido.*

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 TDM: Término que convencionalmente hace referencia a los trenes de bits isócronos utilizados en las redes telefónicas, y en particular a los pertenecientes a la jerarquía digital plesiócrona descrita en la Rec. UIT-T G.705 [1]. Las velocidades binarias utilizadas tradicionalmente en las diversas regiones del mundo se indican en la Rec. UIT-T G.702 [2].

3.2 TDM estructurada: TDM con cualquier nivel de estructura impuesto por una señal de alineación de trama (FA, *frame alignment signal*), como la definida en [3], [4], [5] o [6].

3.3 TDM no estructurada: Tren de bits TDM que no tiene impuesta ninguna estructura, por lo que todos los bits están disponibles para datos de usuario.

3.4 transporte agnóstico con respecto a la estructura: Transporte de TDM no estructurado, o de TDM estructurado cuando el mecanismo de transporte hace totalmente caso omiso de la estructura. El transporte agnóstico con respecto a la estructura mantiene la secuencia precisa de los bits de datos y de cualquier tara de estructura que pueda estar presente. La encapsulación no proporciona un mecanismo para la localización o utilización de una señal de alineación de trama.

3.5 transporte atento a la estructura: Transporte de TDM estructurado que tiene en cuenta al menos algún nivel de la estructura. En transporte atento a la estructura no es necesario transmitir todos los bits del tren de bits TDM a través de la red MPLS; específicamente, se puede suprimir la FAS en ingreso y regenerarla en egreso.

3.6 encapsulación enganchada a la estructura: Encapsulación utilizada para el transporte TDM atento a la estructura en la cual los límites de la estructura TDM son indicados por límites de cabida útil de paquete.

3.7 encapsulación indicada por la estructura: Encapsulación utilizada para el transporte TDM atento a la estructura en la cual los límites de la estructura TDM son indicados por punteros.

3.8 segmento TDM: Octetos extraídos de un tren TDM continuo. Cada octeto en el segmento se rellena con bits comenzando por el bit más significativo, y los octetos se colocan en el segmento en el mismo orden en que se recibieron.

3.9 interfuncionamiento: Véase la Rec. UIT-T Y.1411 [7].

3.10 función de interfuncionamiento (IWF, *interworking function*): Véase la Rec. UIT-T Y.1411 [7].

3.11 IWF de ingreso: IWF en la que un tren TDM continuo es segmentado y encapsulado en paquetes MPLS (sentido de TDM a MPLS).

3.12 IWF de egreso: IWF en la que los segmentos TDM son extraídos de paquetes MPLS y reensamblados en un tren TDM continuo (sentido MPLS a TDM).

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AAL Capa de adaptación ATM (*ATM adaptation layer*)

AIS Señal de indicación de alarma (*alarm indication signal*)

AP Punto de acceso (*access point*)

ATM Modo de transferencia asíncrono (*asynchronous transfer mode*)

CAS Señalización asociada al canal (*channel associated signalling*)

CES Servicio de emulación de circuitos (*circuit emulation service*)

CCS Señalización por canal común (*common channel signalling*)

CP Punto de conexión (*connection point*)

EXP Bits experimentales (*experimental bits*)

FAS Señal de alineación de trama (*frame alignment signal*)

HDLC Control de alto nivel de enlace de datos (*high level data link control*)

IWF Función de interfuncionamiento (*interworking function*)

LOF Pérdida de sincronización de trama (*loss of frame synchronization*)

LOS Pérdida de la señal (*loss of signal*)

LSP Trayecto conmutado por etiquetas (*label switched path*)

LSR Encaminador de conmutación de etiqueta (*label switching router*)

MPLS Conmutación por etiquetas multiprotocolo (*multi-protocol label switching*)

MTU Unidad de transporte máxima (*maximum transport unit*)

OAM Operación y mantenimiento (*operation and maintenance*)

PDB Comportamiento por dominio (*per domain behaviour*)

PDU Unidad de datos de protocolo (*protocol data unit*)

PHB Comportamiento por salto (*per hop behaviour*)

PM Supervisión de la calidad de funcionamiento (*performance monitoring*)

PSC Clase de planificación del comportamiento por salto (*PHB scheduling class*)

QoS Calidad de servicio (*quality of service*)

RDI Indicación de defecto distante (*remote defect indication*)

RFC Petición de comentarios (*request for comments*)

RTP Protocolo en tiempo real (*real time protocol*)

SAR Segmentación y reensamblado (*segmentation and reassembly*)

TCP Punto de conexión de terminación (*termination connection point*)

TDM Multiplexación por división en el tiempo (*time division multiplex*)

TTL Tiempo de vida (*time to live*)

5 Convenios

En esta Recomendación se utiliza la terminología tradicional para señales digitales en los diversos niveles de la jerarquía de las velocidades G.702. En particular, la señal digital de primer nivel de velocidad, 2048 kbit/s (P12 en la terminología de G.705), se designa por E1, y la señal del tercer nivel de velocidad, 34 368 kbit/s derivada de ésta (P31), E3. De manera similar, la señal de primer nivel de velocidad, 1544 kbit/s (P11), se designa por T1, su segundo nivel derivado 6312 kbit/s (P21), por T2, y su tercer nivel derivado 44 736 kbit/s (P32), por T3.

6 Interfuncionamiento TDM-MPLS

La tecnología de conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS, *multi-protocol label switching*) [8] permite que múltiples servicios (como IP, ATM, relevo de trama, y TDM) sean soportados por una sola infraestructura de funcionamiento en red.

En esta Recomendación se define el interfuncionamiento con servicios TDM hasta velocidades T3 o E3 inclusive. El interfuncionamiento de MPLS con servicios TDM a velocidades más elevadas, como SONET/SDH, están fuera del ámbito de esta Recomendación.

La figura 6-1 muestra una arquitectura de red general para interfuncionamiento de redes TDM-MPLS en la que las redes TDM se interconectan a través de una red MPLS. Para el sentido TDM a MPLS, el tren TDM continuo es segmentado y encapsulado en un paquete MPLS por la función de interfuncionamiento (IWF). Para el sentido MPLS a TDM, los segmentos TDM se extraen de los paquetes MPLS, y se reensambla el tren TDM continuo.

La figura 6-2 representa la arquitectura funcional de red para el interfuncionamiento TDM-MPLS utilizando las técnicas diagramáticas de la Rec. UIT-T G.805 [9]. En el apéndice III se presentan escenarios concretos.

La figura 6-3 muestra el modelo de referencia y las capas de protocolo para el interfuncionamiento en el plano de usuario TDM-MPLS.

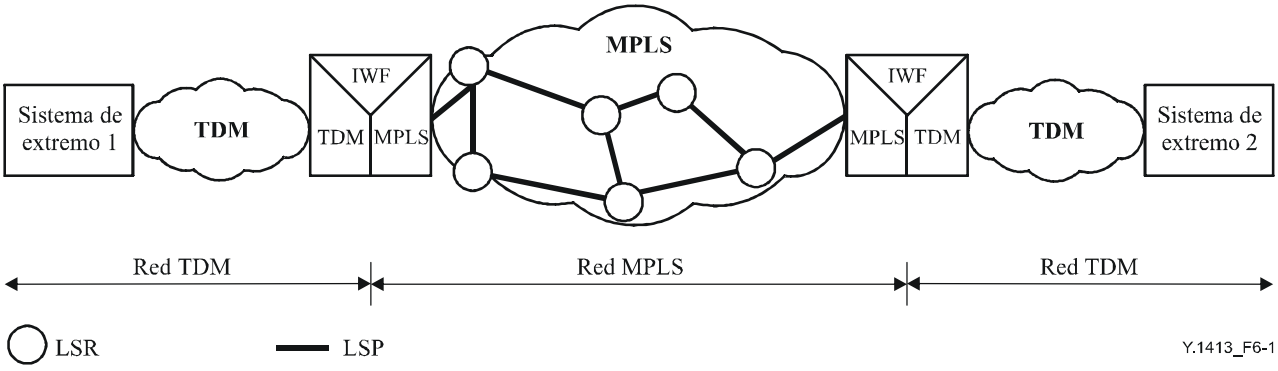


Figura 6-1/Y.1413 – Arquitectura de referencia para el interfuncionamiento de redes TDM-MPLS

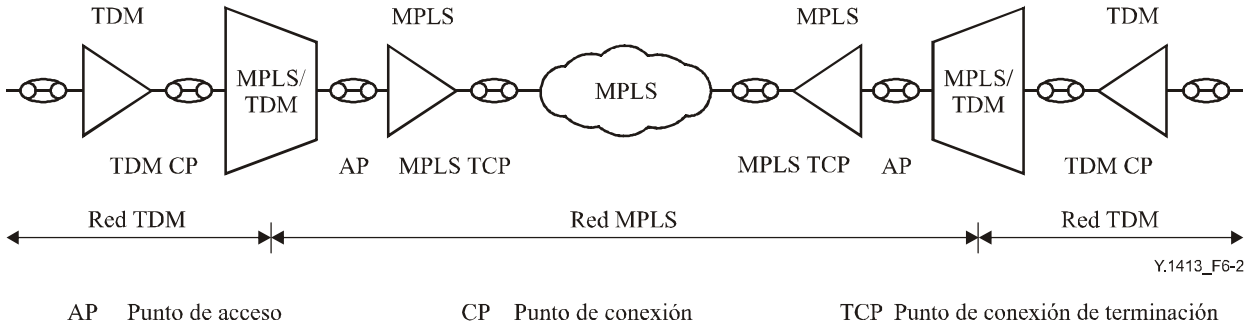


Figura 6-2/Y.1413 – Arquitectura funcional del interfuncionamiento de redes TDM-MPLS representada de acuerdo con los convenios diagramáticos de la Rec. UIT-T G.805

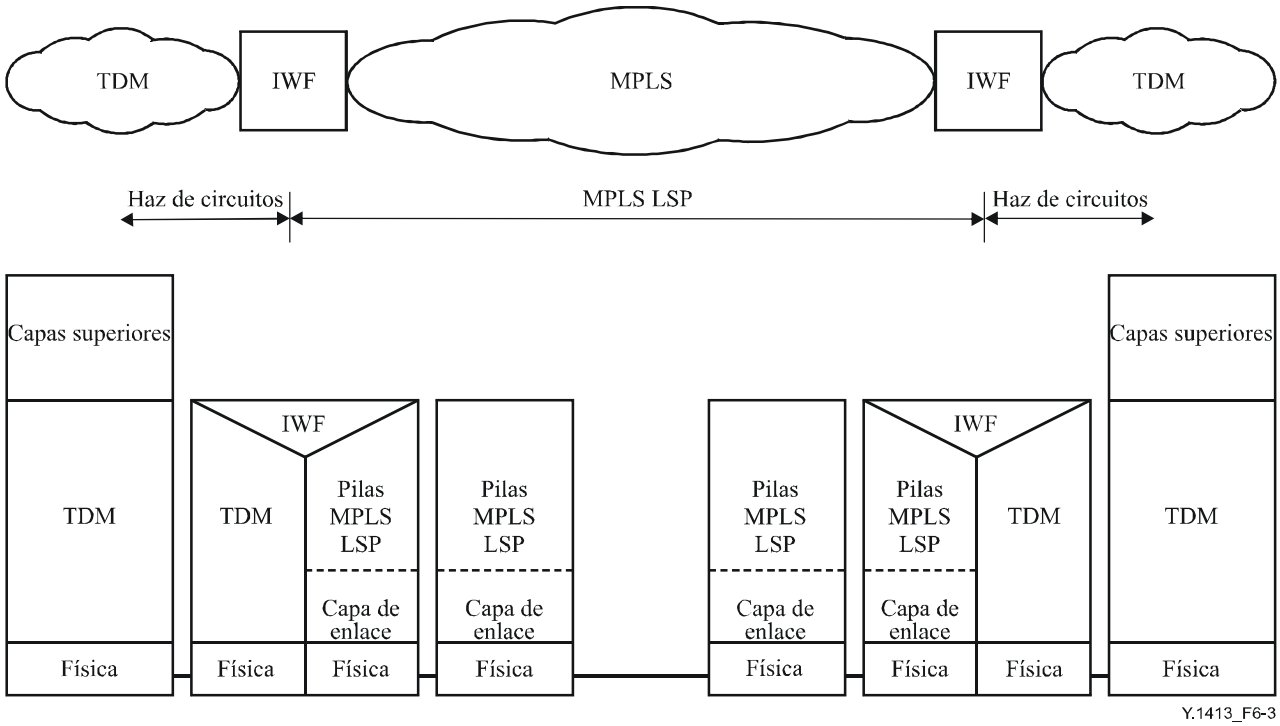


Figura 6-3/Y.1413 – Modelo de referencia de red y capas de protocolo para el interfuncionamiento en el plano de usuario TDM-MPLS

7 Requisitos generales

7.1 Requisitos generales del plano de usuario

Para una transferencia transparente de TDM en el plano de usuario se requieren las siguientes capacidades:

a) Aptitud para transportar múltiples trenes TDM en un LSP de interfuncionamiento.

b) Soporte de conexiones bidireccionales con ancho de banda simétrico y vinculación al TDM dúplex.

c) Aptitud para transportar los siguientes tipos de TDM no estructurado:

1) T1 a 1544 kbit/s;
2) E1 a 2048 kbit/s;
3) T2 a 6312 kbit/s;
4) datos serie síncronos definidos en las Recomendaciones UIT-T V.36 [10] y V.37 [11];
5) datos a N × 64k (es decir, 64 kbit/s, 128 kbit/s, 192 kbit/s) definidos en la Rec. UIT-T I.231.1 [12];
6) T3 a 44 736 kbit/s definido en ANSI T1.107 [5];
7) E3 a 34 368 kbit/s definido en la Rec. UIT-T G.751 [4].

d) Aptitud para transportar los siguientes tipos de TDM estructurado:

1) T1 definido en la Rec. UIT-T G.704 [3];
2) T1 fraccionaria que transporta N intervalos de tiempo, estando N comprendido entre 1 y 23 según la definición en ANSI T1.107;
3) E1 definido en la Rec. UIT-T G.704;
4) E1 fraccionaria que transporta N intervalos de tiempo, estando N comprendido entre 1 y 30 según la definición en la Rec. UIT-T G.704;
5) múltiples DS0 síncronos;
6) T2 definido en la Rec. UIT-T G.704.

e) Aptitud para transportar los tipos de TDM estructurado de los incisos d) 1), 2), 3), 4), 6) con señalización CAS definida en ANSI T1.107 y la Rec. UIT-T G.704.

f) Aptitud para transportar señalización CCS asociada a circuito troncal, por ejemplo la definida en las Recomendaciones UIT-T Q.700 [13] y Q.931 [14].

g) Aptitud de la IWF de egreso para derivar la temporización de una señal de reloj externa, o para servirse de una fuente de reloj común, o para recuperar la temporización TDM por medios adaptativos.

h) Conformidad de la recuperación de la temporización con las especificaciones de fluctuación de fase y fluctuación lenta de fase en [15] y [16].

i) Aptitud para interfuncionar con servicios CES existentes.

j) Aptitud para detectar de manera fiable la pérdida de paquetes y los paquetes en un orden incorrecto.

k) Aptitud para insertar datos de relleno a fin de compensar el efecto de los paquetes perdidos.

l) Aptitud para funcionar debidamente con conmutadores MPLS desplegados que distinguen entre paquetes IP y paquetes LSP para interfuncionamiento basándose en los primeros cuatro bits contenidos en el paquete.

m) Aptitud de las IWF para mantener la sincronización de trama TDM (y la sincronización de multitrama cuando proceda) para transporte atento a la estructura.

n) Aptitud para fijar la longitud de la cabida útil a fin de asegurarse de que el tamaño de los paquetes no excede la MTU del trayecto.

7.2 Aspectos de plano de control

Para una transferencia transparente de servicios relacionados con TDM, lo siguiente habrá de ser señalizado o aprovisionado:

a) Establecimiento y configuración de los LSP de transporte e interfuncionamiento.

b) Petición de dos conexiones punto a punto con igual ancho de banda, y la asociación de sus etiquetas de interfuncionamiento para crear una conexión bidireccional.

c) La cantidad de octetos de cabida útil por paquete MPLS para un determinado LSP de interfuncionamiento.

d) La velocidad y el tipo de tráfico TDM.

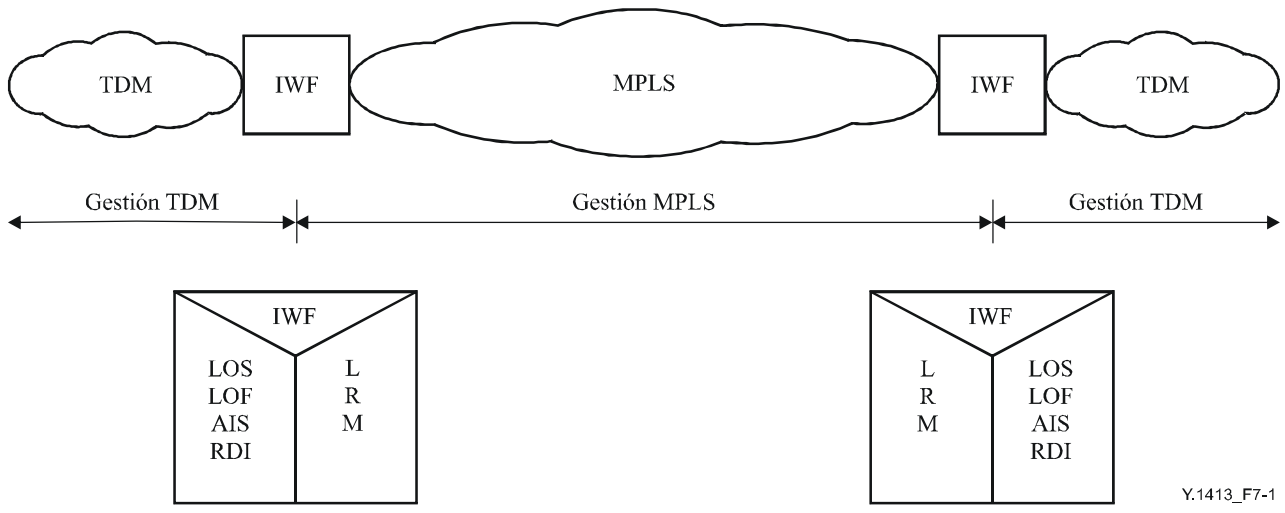
7.3 Aspectos de gestión de averías

La función de interfuncionamiento soportará la transferencia de información de defecto entre redes MPLS y TDM, como se muestra en la figura 7-1. En particular, los defectos TDM locales, tales como la pérdida de la señal o la pérdida de sincronización, serán señalizados de la IWF de ingreso a la de egreso, y los defectos MPLS, tales como un orden incorrecto o indicación de defecto MPLS explícita, serán señalizados de la IWF de egreso a la de ingreso.

La función de interfuncionamiento transferirá indicaciones de defecto TDM a través de la red MPLS estableciendo banderas apropiadas en los indicadores de interfuncionamiento comunes. La codificación no tiene que ser unívoca, esto es, puede utilizarse un solo indicador de datos no válidos para múltiples defectos o indicaciones (por ejemplo LOS, LOF o AIS). Además, cuando proceda, se enviará un aviso adecuado a la capa de gestión. Las interacciones cliente servidor entre los mecanismos OAM [17] TDM y MPLS quedan en estudio.

Cuando la IWF de egreso detecta defectos MPLS distantes, además de informar a la IWF de ingreso del defecto y mantener la integridad de la temporización de la interfaz TDM local, enviará el aviso adecuado a la capa de gestión.

Se proporcionará la aptitud para distinguir entre las averías que se producen en la red MPLS y las que se producen en la red TDM distante.



AIS Señal de indicación alarma
LOF Pérdida de la sincronización de trama (detectado solamente)
LOS Defecto pérdida de la señal (detectado solamente)
RDI Indicación de defecto distante

Figura 7-1/Y.1413 – Representación funcional de la gestión de averías TDM-MPLS

7.4 Aspectos de gestión de tráfico

El LSP de transporte podrá proporcionar la calidad de servicio (QoS) requerida para todas las conexiones TDM. El LSP de transporte cumplirá los requisitos de ancho de banda compuestos de todas las conexiones TDM transportadas.

Si la red MPLS está habilitada para servicios diferenciados (*Diffserv*) de acuerdo con RFC 3270 [18], se utilizará comportamiento por dominio (PDB) basado en la clase reenvío expeditado (EF-PHB), para proporcionar un servicio con baja latencia y mínima fluctuación de fase. Se sugiere que el LSP de transporte sea sobreaprovisionado hasta cierto punto.

Si la red MPLS está habilitada para Intserv de acuerdo con RFC 3209 [19], se utilizará el servicio garantizado (GS, *guaranteed service*), con reserva del ancho de banda adecuado, para asegurar un ancho de banda igual o mayor que el del tráfico TDM compuesto.

El retardo introducido por la red MPLS debe medirse antes del flujo de tráfico, para calcular la latencia.

7.5 Control de admisión de la conexión por la IWF

Cuando se pueden dar garantías de ancho de banda, la IWF debe proporcionar control de admisión de la conexión. La decisión de admisión se basará en la asignación del ancho de banda total del LSP de transporte, el ancho de banda ya asignado a los LSP de interfuncionamiento existentes, y el ancho de banda pedido. Cuando el ancho de banda disponible es suficiente para la conexión, se puede aceptar la petición. Cuando el ancho de banda es insuficiente, se deniega la petición de conexión TDM, o bien la IWF puede pedir que se aumente el ancho de banda del LSP de transporte para admitir la conexión TDM.

8 Consideraciones sobre la agrupación de funciones para el interfuncionamiento de redes TDM-MPLS

La figura 8-1 ilustra la agrupación de funciones para el interfuncionamiento de redes TDM-MPLS.

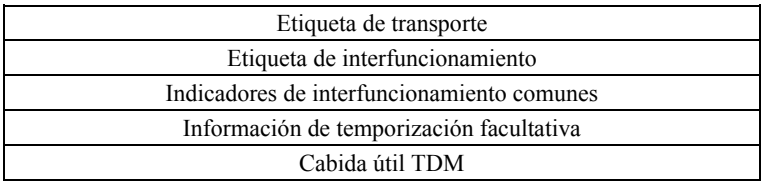


Figura 8-1/Y.1413 – Agrupación de funciones para el interfuncionamiento TDM-MPLS

8.1 Etiqueta de transporte

Como los LSP son unidireccionales en tanto que el TDM es bidireccional por naturaleza, se requerirá la asociación de dos LSP de transporte en sentido opuesto. Los LSP pueden tener diferentes valores de etiqueta.

La etiqueta de transporte de 4 octetos identifica un LSP utilizado para tráfico de transporte entre dos IWF. La etiqueta de transporte es un encabezamiento de tipo dispositivo de ajuste MPLS estándar [20] que se procesa en cada LSR. El bit S se pone a cero para esta etiqueta, con lo que se indica que no se ha alcanzado el fondo de la pila de etiquetas. La fijación de los valores de los campos EXP y TTL de la etiqueta de transporte está fuera del ámbito de esta Recomendación.

8.2 Etiqueta de interfuncionamiento

Como los LSP son unidireccionales en tanto que el TDM es bidireccional por naturaleza, se requiere la asociación de dos LSP de interfuncionamiento en sentido opuesto. Los LSP pueden tener diferentes valores de etiqueta.

La función de interfuncionamiento mantiene la información de contexto que asocia conexiones TDM con el LSP de interfuncionamiento.

La etiqueta de interfuncionamiento de 4 octetos identifica unívocamente un LSP de interfuncionamiento vehiculado en un LSP de transporte. Un LSP de transporte puede soportar más de un LSP de interfuncionamiento.

La etiqueta de interfuncionamiento es un encabezamiento de tipo dispositivo de ajuste MPLS estándar [20], con su bit S puesto a uno, para indicar que se ha alcanzado el fondo de la pila de etiquetas. Puesto que el interfuncionamiento TDM-MPLS es una aplicación estrictamente punto a punto, el valor TTL debe fijarse a 2. La fijación del valor del campo EXP de la etiqueta de interfuncionamiento queda en estudio.

8.3 Indicadores de interfuncionamiento comunes

Las funciones a que hacen referencia los indicadores de interfuncionamiento comunes están relacionadas con el LSP de interfuncionamiento y son independientes de todo servicio o encapsulación específicos. En general, los indicadores de interfuncionamiento comunes comprenden un campo de control, un campo de fragmentación (FRG, *fragmentation field*), un campo de longitud, y un campo de número secuencial, como se representa en la figura 8-2.

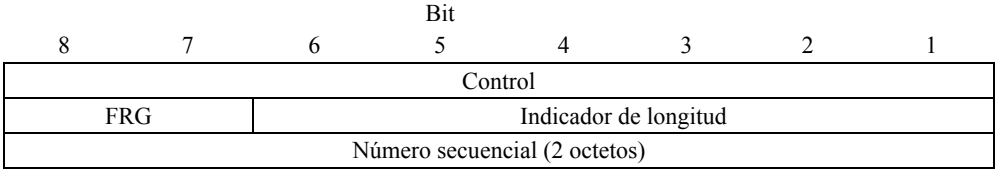


Figura 8-2/Y.1413 – Indicadores de interfuncionamiento comunes

8.3.1 Campo de control

El formato del campo de control se representa en la figura 8-3.

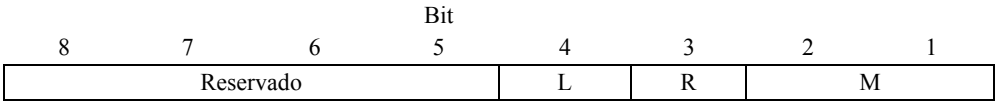


Figura 8-3/Y.1413 – Campo de control

El campo reservado se fijará a cero para facilitar el funcionamiento correcto con conmutadores MPLS desplegados, los cuales, basándose en estos cuatro bits, distinguen entre paquetes IP y paquetes LSP de interfuncionamiento.

Los campos L, R y M proporcionan un medio de transferencia transparente de indicaciones de defecto TDM entre las IWF. Deben utilizarse de acuerdo con los principios de las Recomendaciones pertinentes de la serie G, en relación con OAM.

L Fallo TDM local: El bit L puesto a uno indica que la IWF de ingreso ha detectado o ha sido informada de un defecto TDM que afecta a los datos TDM. Cuando el bit L está puesto a uno, el

contenido del paquete no puede ser significativo, y la cabida útil puede suprimirse para conservar el ancho de banda. Una vez puesto a uno el bit L, deberá ponerse a cero cuando se elimine la avería.

R Fallo del receptor distante: El bit R puesto a uno indica que la fuente del paquete no está recibiendo paquetes de la red MPLS. Por tanto, la fijación de este bit a uno indica fallo en el sentido opuesto de transmisión. Esta indicación puede utilizarse para señalizar congestión de la red MPLS u otras averías relacionadas con la red. El bit R se pondrá a uno después de que haya dejado de recibirse cierto número preconfigurado de paquetes consecutivos, y se pondrá a cero cuando se comience a recibir paquetes de nuevo.

M Modificador de defecto: La utilización del campo M es facultativa; cuando se utiliza este campo, suplementa el significado del bit L.

Cuando el bit L está puesto a cero (lo que indica datos TDM válidos), el campo M se utiliza como sigue:

M

0 0 Indica que el defecto local no se modifica.

0 1 Reservado.

1 0 Informa la recepción de RDI en la entrada TDM a la IWF de ingreso.

1 1 Reservado.

Cuando el bit L está puesto a uno (lo que indica datos TDM no válidos), el campo M se utiliza como sigue:

M

0 0 Indica un defecto TDM que debe provocar la generación de AIS en el extremo lejano.

0 1 Indica datos TDM en reposo, lo que no debe provocar la emisión de ninguna alarma. Si se ha suprimido la cabida útil, el código de reposo apropiado debe generarse en egreso.

1 0 Indica datos TDM corrompidos pero potencialmente recuperables. La utilización de esta indicación queda en estudio.

1 1 Reservado.

8.3.2 Campo de fragmentación

Este campo se utiliza para fragmentar estructuras multitrama con el fin de formar múltiples paquetes, como se describe en 9.2.1. Este campo se utiliza como sigue:

FRG

0 0 Indica que la totalidad de la estructura multitrama (no fragmentada) se transporta en un solo paquete.

0 1 Indica el paquete que transporta el primer fragmento.

1 0 Indica el paquete que transporta el último fragmento.

1 1 Indica un paquete que transporta un fragmento intermedio.

8.3.3 Campo de longitud

Cuando el trayecto LSP incluye un enlace Ethernet, se requiere un tamaño mínimo de paquete de 64 octetos. En este caso puede ser necesario insertar relleno en la cabida útil del paquete de interfuncionamiento, para alcanzar este tamaño mínimo del paquete. El tamaño del relleno puede determinarse a partir del campo de longitud, lo que permite extraer el relleno en egreso.

El campo de longitud indica el tamaño de la cabida útil del paquete, en octetos, y su valor es la suma:

a) del tamaño de los indicadores de interfuncionamiento comunes;

b) el tamaño de la información de temporización facultativa; y

c) el tamaño de la cabida útil;

a menos que esta suma sea igual o mayor que 64 octetos, en cuyo caso el campo de longitud se fijará a cero.

8.3.4 Campo de número secuencial

El campo de número secuencial está formado por dos octetos y se utiliza para detectar paquetes perdidos y paquetes en un orden incorrecto.

El espacio de números secuenciales es un espacio circular, sin signo, de 16 bits, cuyos valores se fijan y procesan como se define a continuación.

8.3.4.1 Fijación de los números secuenciales

Los siguientes procedimientos se aplican en la IWF de ingreso (sentido de TDM a MPLS):

- El número secuencial debe fijarse a un valor aleatorio para el primer paquete MPLS transmitido por el LSP de interfuncionamiento.
- Para cada paquete MPLS subsiguiente, el número secuencial se aumentará en una unidad, módulo 2^{16}.

8.3.4.2 Tratamiento de los números secuenciales

El tratamiento de los números secuenciales tiene por objeto detectar paquetes perdidos o colocados en un orden incorrecto. El tratamiento de los paquetes perdidos se examina en la cláusula 11. Los paquetes colocados en un orden incorrecto deben ponerse en el orden correcto, si es posible. El mecanismo utilizado para determinar que un paquete se ha perdido es específico de la implementación.

Los siguientes procedimientos se aplican en la IWF de egreso (sentido de MPLS a TDM):

- La IWF de egreso mantiene un número secuencial esperado.
- Siempre se considera que el primer paquete recibido de la red MPLS es el paquete esperado, y se hace que el número secuencial esperado sea igual a su número secuencial.
- Si el número secuencial es igual o mayor (en el sentido cíclico) que el número esperado, el número secuencial esperado se fija al número recibido incrementado en una unidad, módulo 2^{16}; en otro caso, el número secuencial conserva su valor.

8.4 Información de temporización facultativa

La información de temporización facultativa puede transportarse utilizando el encabezamiento RTP definido en [21].

Si se utiliza el encabezamiento RTP, aparecerá en cada paquete de interfuncionamiento inmediatamente después del campo de indicadores de interfuncionamiento comunes e inmediatamente antes de la cabida útil.

Los campos del encabezamiento RTP se utilizarán de la manera siguiente:

1) V (versión) se fija siempre a 2.

2) P (relleno), X (extensión de encabezamiento), CC (cuenta CSRC) y M (marcador) se ponen siempre a cero. Por consiguiente, los campos de extensión de encabezamiento RTP, el relleno y las fuentes se sincronización contribuyentes nunca se utilizan.

3) PT (tipo de cabida útil) se utiliza como sigue:
   a) Para cada sentido del LSP de interfuncionamiento se asignará un valor PT que se tomará de la gama de valores dinámicos.
   b) La IWF de ingreso fijará el campo PT del encabezamiento RTP al valor asignado.
4) El número secuencial en el encabezamiento RTP será igual al número secuencial en los indicadores de interfuncionamiento comunes.
5) Se utilizan indicaciones de tiempo para transportar información de señalización a través de la red, como se explica en la cláusula 9:
   a) Sus valores se generan de acuerdo con las reglas establecidas en [21].
   b) La frecuencia de reloj utilizada para generar indicaciones de tiempo debe ser un múltiplo entero de 8 kHz. En el apéndice V se dan directrices para la selección adecuada de esta frecuencia de reloj.
6) El campo SSRC (fuente de sincronización) en el encabezamiento RTP puede utilizarse para la detección de conexiones incorrectas.

9 Formatos de cabida útil

En la cláusula 9.1 se especifica el formato de cabida útil para transporte agnóstico con respecto a la estructura, mientras que en 9.2 se definen dos formatos de cabida útil para transporte atento a la estructura. En la subcláusula 9.2.1 se especifica la encapsulación enganchada a la estructura, y en 9.2.2 se especifica la encapsulación indicada por la estructura, basada en la capa AAL tipo 1, definida en [22] y [23].

9.1 Transporte agnóstico con respecto a la estructura

El transporte agnóstico con respecto a la estructura hace completamente caso omiso de toda estructura TDM, en particular de la estructura impuesta por entramado TDM normalizado [3].

El formato de cabida útil para transporte agnóstico con respecto a la estructura soporta todos los servicios TDM de 7.1 incisos c), d) y e).

Para el transporte agnóstico con respecto a la estructura se utilizan segmentos TDM de una longitud fija arbitraria, sin que esto implique una alineación de octetos, ni de tramas. El número de octetos en el segmento TDM:

- se definirá tras la inicialización;
- podrá intercambiarse mediante un protocolo de señalización;
- será el mismo para ambos sentidos de transmisión; y
- se mantendrá inalterado durante todo el tiempo de la conexión para datos TDM válidos.

En el apéndice VI se dan directrices para la selección adecuada del número de octetos por paquete.

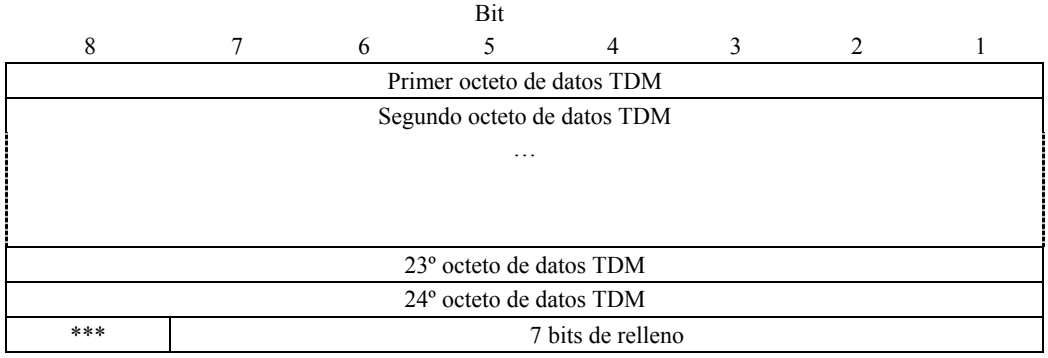
Cuando el bit L está puesto a 1, en los paquetes TDM-MPLS se pueden omitir las cabidas útiles TDM no válidas, a fin de conservar el ancho de banda.

NOTA – La capa AAL tipo 1 descrita en 9.2.2 puede también utilizarse para transporte agnóstico con respecto a la estructura. Son ejemplos en los que esto puede dar resultados beneficiosos los casos de interfuncionamiento con sistemas de emulación de circuitos basados en ATM, o aquellos en que se utiliza recuperación de reloj basada en indicación de tiempo residual síncrona (SRTS).

9.1.1 Formato de cabida útil T1 con alineación de octetos

Los circuitos T1 pueden entregarse a la IWF de ingreso rellenados hasta un número entero de octetos, como se describe en el anexo B/G.802 [24]. En este formato, la cabida útil está constituida

por un número entero de subtramas de 25 octetos, cada una de las cuales comprende 193 bits de datos TDM y 7 bits de relleno, como se muestra en la figura 9.1:



*** Último bit de datos TDM

Figura 9-1/Y.1413 – Formato de cabida útil T1 con alineación de octetos

9.2 Transporte atento a la estructura

El transporte atento a la estructura mantiene el funcionamiento correcto de la interfaz TDM distante suprimiendo la tara de estructura en ingreso y regenerándola en egreso, y mantiene la integridad de la estructura TDM mediante enganche a la estructura o indicación por la estructura.

Los formatos de cabida útil para transporte atento a la estructura soportan todos los servicios TDM de 7.1 incisos d) y e).

9.2.1 Encapsulación enganchada a la estructura

Todos los paquetes transportarán la misma cantidad de datos TDM en ambos sentidos del LSP de interfuncionamiento. Por tanto, el tiempo necesario para llenar un paquete con datos TDM es siempre el mismo.

Si la IWF de egreso sustituye datos insertando datos de relleno, por haber recibido un paquete con el bit L puesto a 1, se asegurará de que los bits FAS adecuados se envían a la red TDM.

Para servicios especificados en 7.1 inciso d), la cabida útil del paquete comprende un número entero de tramas, y está alineada sobre el primer octeto de la primera trama. Si la cabida útil del paquete comprende M tramas, la latencia de paquetización será M veces 125 μs.

Para servicios especificados en 7.1 inciso e), la cabida útil del paquete está constituida por una multitrama completa. Como otra posibilidad, la multitrama puede dividirse en un número entero de fragmentos del mismo tamaño, en los que el primer octeto de cada fragmento es el primer octeto de una trama. Cada fragmento se coloca en un paquete distinto y la fragmentación se indica por el campo FRG en los indicadores de interfuncionamiento comunes, como se describe en 8.3.2. La información de señalización CAS se añadirá al final como una subestructura de señalización especializada, de la manera siguiente:

- los cuatro bits CAS pertenecientes a cada intervalo de tiempo consecutivo se colocan en la subestructura de señalización como se muestra en la figura 9-3;
- los bits CAS A, B, C y D se colocan de modo que ocupen las cuatro posiciones del semiocteto, de la más significativa a la menos significativa;
- si el número de intervalos de tiempo es impar, se añadirá al final un semiocteto de relleno para mantener la alineación de octetos;
- si la estructura de multitrama está fragmentada entre varios paquetes, la subestructura de señalización se añade siempre al final del último fragmento de la estructura.

Los formatos de cabida útil resultantes se muestran en las figuras 9-2 y 9-3.

Trama	Bit 8 7 6 5 4 3 2 1
1	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2
	…
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N
2	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2
	…
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N
…	…
M	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2
	…
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N

NOTA 1 – El bit 8 es el más significativo.

NOTA 2 – El paquete contiene M tramas TDM y cada trama comprende N intervalos de tiempo.

Figura 9-2/Y.1413 – Formato de cabida útil para encapsulación enganchada a la estructura sin CAS (el paquete MPLS no transporta una subestructura de señalización)

Trama	Bit 8 7 6 5 4 3 2 1	
1	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1	
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2	
	…	
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N	
2	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1	
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2	
	…	
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N	
…	…	
M	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1	
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2	
	…	
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N	
Subestructura de señalización	Bits de señalización para el intervalo de tiempo 1	Bits de señalización para el intervalo de tiempo 2
	Bits de señalización para el intervalo de tiempo 3	…
	Bits de señalización para el intervalo de tiempo N	Relleno (véase la nota 2)

NOTA 1 – El bit 8 es el más significativo.

NOTA 2 – El paquete contiene M tramas TDM y cada trama comprende N intervalos de tiempo, más la subestructura de señalización.

NOTA 3 – Si N es impar, se añaden cuatro bits de relleno.

Figura 9-3/Y.1413 – Formatos de cabida útil para encapsulación enganchada a la estructura con CAS (el paquete MPLS transporta la subestructura de señalización)

9.2.2 Encapsulación indicada por la estructura

Para esta encapsulación, el tren de bits TDM se adapta utilizando la capa AAL tipo 1, descrita en [22] y [23], para formar unas PDU SAR de capa AAL tipo 1 de 48 octetos, descritas en 2.4.2/I.363.1 [22].

La cabida útil del paquete consiste en una o más PDU, representadas en la figuras 8-2 y 8-3. La cantidad de PDU que contendrá cada paquete:

- se definirá tras la inicialización;
- podrá intercambiarse mediante un protocolo de señalización;
- será el mismo para ambos sentidos de transmisión; y
- se mantendrá inalterado durante todo el tiempo de la conexión.

En el apéndice VII se dan directrices para determinar la cantidad de PDU que habrá de contener cada paquete.

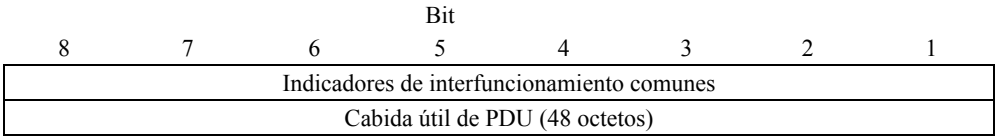


Figura 9-4/Y.1413 – Encapsulación indicada por la estructura con una sola PDU por paquete

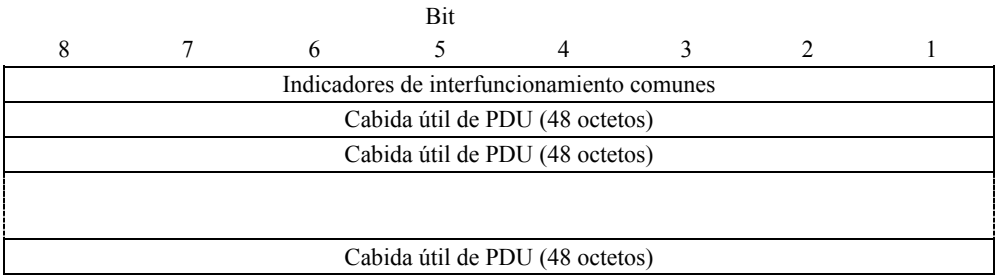


Figura 9-5/Y.1413 – Encapsulación indicada por la estructura con múltiples PDU por paquete

La capa AAL tipo 1 distingue entre transferencia de datos estructurados y no estructurados, lo que corresponde al transporte agnóstico con respecto a la estructura y al transporte atento a la estructura de la presente Recomendación.

Para el transporte agnóstico con respecto a la estructura, AAL tipo 1 no proporciona ninguna ventaja intrínseca en comparación con el método de 9.1; sin embargo, pueden existir escenarios en los que sea conveniente su utilización, por ejemplo, cuando sea necesario interfuncionar con sistemas de emulación de circuitos ATM de capa AAL tipo 1, o cuando se prefiera la recuperación de reloj basada en un mecanismo específico de la capa AAL tipo 1.

Cada PDU SAR de 48 octetos consiste en un encabezamiento de PDU SAR, y una cabida útil de PDU SAR. El encabezamiento de PDU SAR contiene un bit CSI que significa la aparición de un puntero a estructura para transferencia de datos estructurados, y puede utilizarse para recuperación de reloj (véase la cláusula 10 más adelante).

Para AAL tipo 1 no estructurada, los 48 octetos de cada subtrama contienen un encabezamiento de PDU SAR de un solo octeto, y 47 octetos (376 bits) de datos TDM.

Para el transporte atento a la estructura, [23] define dos modos: estructurado, y estructurado con CAS. La AAL tipo 1 estructurada transporta TDM con alineación de octetos y mantiene la

sincronización de trama TDM insertando un puntero al principio de la trama siguiente en el encabezamiento de PDU SAR. La AAL tipo 1 estructurada con CAS transporta TDM con alineación de octetos y mantiene la sincronización de trama y de multitrama TDM insertando un puntero al principio de la multitrama siguiente; contiene además una subestructura que incluye los bits de señalización CAS (véase 9.2.1).

10 Aspectos de temporización

Las redes TDM son síncronas y distribuyen jerárquicamente una temporización precisa para mantener la característica de error requerida. Las redes MPLS, como no han sido diseñadas para el transporte TDM, no tienen su propio mecanismo de distribución de la temporización, por lo que es preciso proporcionar otro método de distribución de la temporización.

Pueden identificarse cuatro escenarios principales de distribución de la temporización, que se diferencian en la disponibilidad y el emplazamiento de las fuentes de temporización. El mecanismo de distribución de la temporización puede seleccionarse independientemente para cada LSP de interfuncionamiento TDM-MPLS.

10.1 Escenarios de distribución de la temporización

En esta cláusula se describen los cuatro escenarios de distribución de la temporización.

10.1.1 Reloj de referencia disponible en los sistemas de extremo TDM

La figura 10-1 representa el escenario en el que los sistemas de extremo TDM comparten un reloj de referencia, distribuido por medios que están fuera del ámbito de esta Recomendación. Como otra posibilidad, puede haber relojes de referencia primarios en ambos lados, los cuales, dada su exactitud, pueden considerarse idénticos.

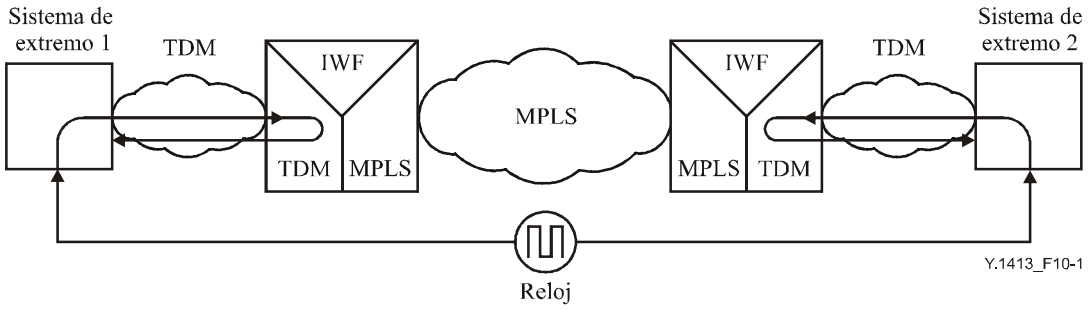


Figura 10-1/Y.1413 – Reloj de referencia disponible en los sistemas de extremo

En este escenario, cada sistema de extremo utiliza el reloj de referencia para generar la temporización empleada para transmitir datos TDM hacia la IWF. Las IWF subordinan sus circuitos de temporización a esta entrada TDM cuando transmiten datos TDM hacia los sistemas de extremo.

10.1.2 Reloj de referencia disponible en las IWF

La figura 10-2 representa el escenario en el que las dos IWF comparten un reloj de referencia, distribuido por medios que están fuera del ámbito de esta Recomendación. Cada IWF utiliza el reloj de referencia para generar la temporización empleada para transmitir datos TDM hacia el sistema de extremo. Los sistemas de extremo subordinan sus circuitos de temporización a esta entrada TDM cuando transmiten datos TDM hacia la IWF.

También es posible un escenario en el que una red TDM funciona de acuerdo con 10.1.1 y la otra con la presente cláusula.

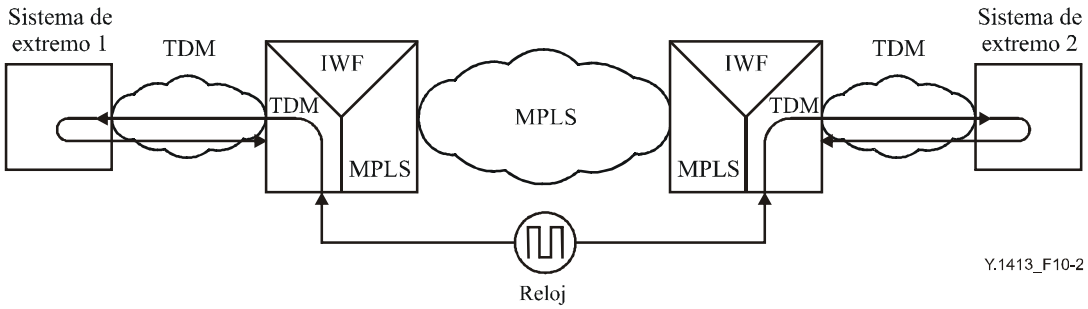


Figura 10-2/Y.1413 – Reloj de referencia disponible en las IWF

10.1.3 Reloj común disponible en las IWF

La figura 10-3 representa el escenario en el que uno de los sistemas de extremo TDM tiene que subordinar sus circuitos de temporización a los del otro, y las IWF comparten un reloj común independiente de la temporización TDM. En este caso, la relación entre las frecuencias del reloj TDM maestro y el reloj común puede codificarse de alguna manera, y transmitirse a través de la red de paquetes. La frecuencia del reloj maestro puede regenerarse en la IWF distante modificando la frecuencia del reloj común en base a la relación codificada recibida.

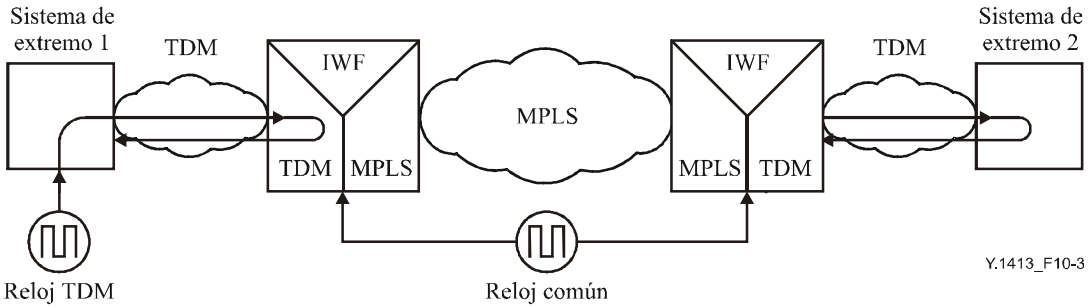


Figura 10-3/Y.1413 – Reloj común disponible en las IWF

Existen dos mecanismos muy conocidos para codificar la relación entre el reloj TDM que se va a recuperar y el reloj de referencia común. El mecanismo de indicaciones de tiempo residuales síncronas (SRTS, *synchronous residual time stamp*) descrito en la Rec. UIT-T I.363.1 codifica el residuo de la relación entre la frecuencia de referencia y la frecuencia TDM, en tanto que pueden utilizarse indicaciones de tiempo RTP para codificar la diferencia entre el reloj TDM maestro y el reloj de referencia común.

En una modalidad de este escenario, ambos sistemas de extremo TDM pueden tener relojes fuente exactos, pero independientes, y ambas IWF pueden derivar independientemente sus relojes basándose en la relación codificada recibida.

10.1.4 Recuperación de reloj adaptativa

La figura 10-4 representa el escenario en el que uno de los sistemas de extremo TDM tiene que subordinar sus circuitos de temporización a los del otro, y no está disponible ningún reloj de referencia común. En este caso hay que utilizar una función de recuperación de reloj adaptativa en la IWF de egreso. La función de recuperación de reloj adaptativa sólo utiliza características observables de los paquetes que llegan a través de la red MPLS, como el tiempo preciso de llegada

del paquete a la IWF y el nivel de llenado de la memoria intermedia para la fluctuación de fase en función del tiempo. Debido a la variación del retardo de los paquetes en la red MPLS, hay que emplear procesos de filtrado que contrarrestan la naturaleza estadística de las características observables. Los bucles enganchados a la frecuencia (FLL, *frequency locked loops*) y los bucles enganchados a la fase (PLL, *phase locked loops*) son muy apropiados para este cometido.

En una modalidad de este escenario, ambos sistemas de extremo TDM pueden tener relojes fuente exactos, pero independientes, y ambas IWF pueden utilizar una recuperación de reloj adaptativa.

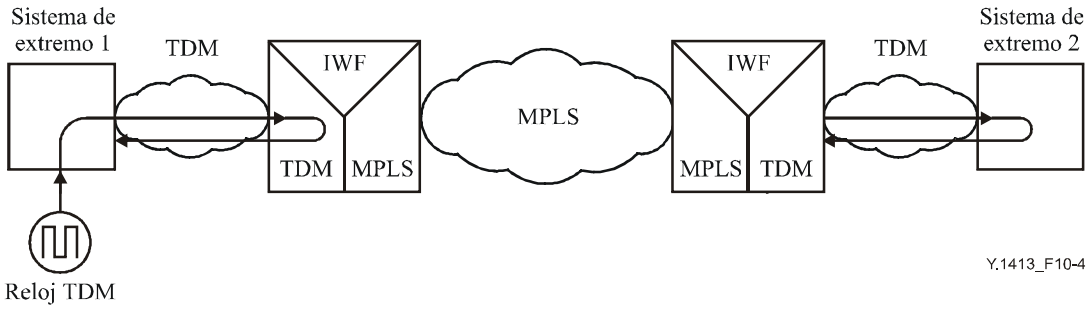


Figura 10-4/Y.1413 – Recuperación de reloj adaptativa

11 Aspectos de pérdida de paquetes

En la red MPLS no puede evitarse cierto grado de pérdida de paquetes, por lo que habrá que emplear algún mecanismo para asegurar la integridad del orden de los paquetes. Los paquetes mal formados y los que están en un orden incorrecto pueden también considerarse como perdidos. La retransmisión no es una opción viable en el interfuncionamiento TDM-MPLS, por lo que será necesario ejecutar acciones adecuadas para compensar la pérdida de paquetes.

Cuando se detecta la pérdida de paquetes, la IWF inserta la cantidad requerida de datos relleno en los datos dirigidos hacia el sistema de extremo, a fin de conservar la temporización TDM. Cuando se emplea la señalización CAS debe tenerse el cuidado de mantener el estado de la señalización.

El transporte agnóstico con respecto a la estructura no puede identificar la tara de estructura, y por eso la transporta transparentemente en los segmentos TDM. En presencia de pérdida de paquete es posible mejorar la integridad de la FAS alineando adecuadamente la duración del paquete con el periodo de la FAS. No obstante, la interfaz del sistema de extremo observará todavía una cantidad correspondiente de bloques con errores [25].

En el caso del transporte atento a la estructura, la IWF generará la tara de estructura. En consecuencia, la presencia de pérdida de paquetes en la red MPLS quedará totalmente oculta para la interfaz TDM del sistema de extremo.

Para TDM que transporta canales telefónicos, la inserción de datos de relleno puede tener por efecto una reducción de la calidad de audio percibida.

12 Soporte de señalización CAS y CCS

La señalización telefónica asociada al canal (CAS) o la señalización por canal común (CCS) puede emplearse a través de redes TDM, y hay que transportar esta señalización de manera fiable a través de la red MPLS para que los sistemas de extremo funcionen debidamente.

El tratamiento de las señalizaciones CAS y CCS será transparente, es decir, no es necesario que la IWF comprenda los detalles de los protocolos de señalización del sistema de extremo, para transportar correctamente esta señalización.

12.1 Soporte de la señalización CAS

La CAS se transporta en las tramas TDM como una secuencia de bits que son asociados unívocamente con determinados intervalos de tiempo.

EL transporte agnóstico con respecto a la estructura de 9.1 no puede identificar los bits CAS, por lo que los transporta transparentemente en los segmentos TDM. En consecuencia, en presencia de pérdida de paquetes, no es posible asegurar la integridad de los bits CAS, y el transporte agnóstico con respecto a la estructura confía en que los sistemas de extremo puedan hacer frente a condiciones de error presentes en un intervalo de cierta duración.

El método de encapsulación enganchada a la estructura de 9.2.1 asegura la integridad de la CAS añadiendo al final del paquete una subestructura CAS explícita, como se muestra en la figura 9-3. El método de encapsulación indicada por la estructura de 9.2.2 puede también añadir al final tal subestructura CAS, o confiar en que los bits CAS serán salvaguardados por la alineación de multitrama.

12.2 Soporte de la señalización CCS

La CCS puede transportarse en uno o más intervalos de tiempo de la señal TDM como un flujo de mensajes asíncrono, frecuentemente como tramas HDLC.

Esos canales pueden estar en reposo durante largos periodos de tiempo. En tales casos puede emplearse el modo HDLC definido en el apéndice II.

13 Consideraciones relativas a la seguridad

En esta Recomendación no se plantean cuestiones relacionadas con la seguridad.

Apéndice I

Otros métodos para el interfuncionamiento TDM-MPLS

Además de los métodos descritos en esta Recomendación pueden utilizarse otros protocolos normalizados para el transporte de tráfico TDM a través de las redes MPLS. En este apéndice se describe la utilización de estos protocolos.

I.1 Utilización de la Rec. UIT-T Y.1411

Como que el tráfico TDM puede cursarse a través de servicios de emulación de circuitos ATM utilizando AAL tipo 1, los protocolos descritos en la Rec. UIT-T Y.1411 [7] pueden utilizarse para transportar indirectamente datos TDM a través de los LSP de interfuncionamiento. En tal caso, los datos TDM se convierten primero en un flujo ATM de capa AAL tipo 1 de acuerdo con [22] y [23], y después este flujo ATM se encapsula como se describe en [7].

El modo N a 1 concatena células ATM, incluidos sus encabezamientos de célula, salvo el HEC. Por consiguiente, hay que asignar un VPI/VCI válido y localmente unívoco al haz TDM antes de que pueda utilizarse este modo.

Si bien la utilización de la Rec. UIT-T Y.1411 permite emplear dispositivos de red diseñados para el interfuncionamiento ATM-MPLS y facilita el interfuncionamiento de servicios con sistemas de emulación de circuitos ATM existentes, tiene una tara mayor (una célula adicional de 4 octetos por cada 48 octetos) y su uso impide la explotación de algunas prestaciones del modo intrínseco antes mencionado. Por ejemplo, como el procesamiento TDM está separado de los dispositivos de borde, el acceso a la información relacionada con la temporización puede perderse, lo que se traduce por una atenuación de la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase inferior a la que puede obtenerse mediante el modo adaptado. La interpolación de paquetes y el tratamiento de las alarmas TDM también pueden verse afectados.

I.2 Utilización de AAL tipo 2

En el caso de canales telefónicos multiplexados que vehiculan TDM, el transporte de servicios vocales por adaptación de la AAL 2 ([25] y [26]) de velocidad variable puede utilizarse para vehicular TDM a través de MPLS. En este caso, la estructura TDM se descompone en canales individuales en ingreso, y se regenera después en egreso.

La utilización de este método podrá ser más eficiente en cuanto al ancho de banda cuando se asignan intervalos de tiempo dinámicamente, o cuando se pueden detectar y suprimir periodos de silencio, o cuando se emplea compresión de la palabra y relevo por fax/módem. Las medidas de la característica de error TDM como las especificadas en la Rec. UIT-T G.826 [27] no son significativas en este caso.

Apéndice II

Tratamiento facultativo de señales CCS basadas en HDLC

El modo HDLC puede utilizarse conjuntamente con el transporte TDM atento a la estructura para transportar eficientemente CCS basada en HDLC asociada a circuito troncal, como por ejemplo el sistema de señalización N.° 7 [13] y la señalización PRI en la RDSI [14]. Este mecanismo no está previsto para cabidas útiles HDLC generales, y sólo soporta mensajes de longitud inferior al tamaño máximo de la PDU.

El modo HDLC sólo se utiliza cuando la mayor parte del ancho de banda del tren HDLC está ocupado por banderas de reposo. De no ser así, el canal CCS deberá tratarse como un intervalo de tiempo ordinario.

El interfuncionamiento HDLC-MPLS pasará transparentemente todos los datos HDLC y mensajes de control a través de un LSP de interfuncionamiento separado.

En ingreso, el transmisor supervisa las banderas hasta que detecta una trama. Se colecta el contenido de la trama y se prueba la FCS. Si la FCS es incorrecta, se descarta la trama; si es correcta, se envía después de la bandera inicial, o la final, y de que la FCS haya sido descartada y se haya efectuado la supresión de ceros (de acuerdo con 2.6/Q.921 [28]). En egreso, se efectúa la inserción de ceros, se recalcula la FCS, y se reconstituye la trama HDLC válida.

Apéndice III

Ejemplos de diagramas funcionales

El interfuncionamiento de redes TDM-MPLS define una relación cliente-servidor G.805 entre las redes de capa de cliente TDM y de servidor MPLS. La IWF es una función de adaptación que acepta la información característica TDM del cliente y la procesa para permitir su transferencia a través de un camino en la red MPLS del servidor. En consecuencia, la red MPLS forma una conexión de enlace que soporta el camino TDM, proporcionando una función que podría también desempeñarla una red SDH o ATM.

La figura III.1 representa el transporte agnóstico con respecto a la estructura de señales T1 (P11), E1 (P12), T3 (P32), o E3 (P31) a través de una red MPLS. El TDM tiene su origen en una capa física G.703 [29] designada por Eq (q = 11, 12, 31, 32), y es convertido en un tren de bits TDM por la función de adaptación Eq/Pqx. Después de la IWF de TDM-MPLS (IWF es la función de adaptación MPLS/Pqx), los paquetes MPLS pasan a la red MPLS en la función de terminación de camino MPLS.

La figura III.2 muestra el transporte atento a la estructura de señales T1 (P11) o E1 (P12) a través de una red MPLS. El TDM se origina como en el caso anterior, pero antes de la IWF es convertido en una señal N × DS0 compuesta, P0N, sin tara de nivel 1. En egreso hay que regenerar la tara de nivel 1.

La figura III.3 muestra un ejemplo de transporte agnóstico con respecto a la estructura, de señales T1, E1, T3, o E3 que se originaron en señales VC11, VC12 o VC3 en una red SDH. Una vez que estas señales han sido convertidas en trenes de bits Pqx, el tratamiento es el mismo indicado en la primea figura.

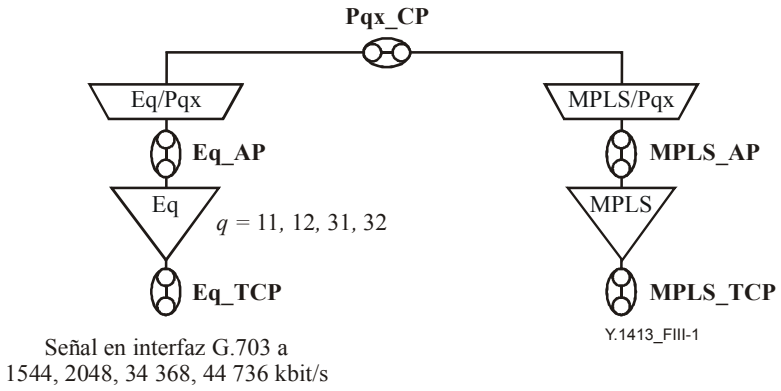
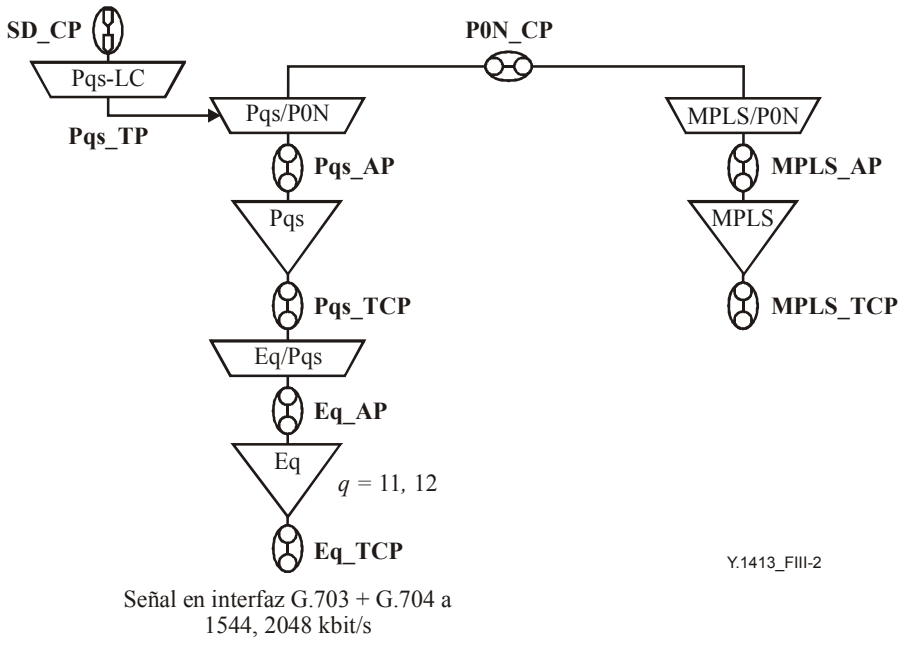


Figura III.1/Y.1413 – Modelo funcional del transporte agnóstico con respecto a la estructura de TDM a través de MPLS para señales PDH a 1544, 2048, 34 368 y 44 736 kbit/s



NOTA – P0N representa la señal a n × 64 kbit/s (con o sin CAS/CCS).

Figura III.2/Y.1413 – Modelo funcional del transporte atento a la estructura de TDM a través de MPLS para señales PDH a 1544 y 2048 kbit/s

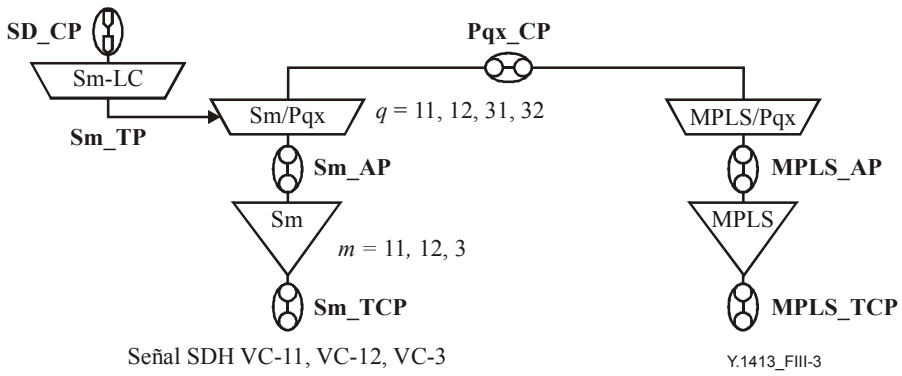


Figura III.3/Y.1413 – Modelo funcional del transporte agnóstico con respecto a la estructura de TDM a través de MPLS para señales PDH a 1544, 2048, 34 368 y 44 736 kbit/s vehiculadas a través de SDH VC-m

Apéndice IV

Medidas de calidad de funcionamiento de la red MPLS

En este apéndice se examinan las degradaciones del servicio TDM emulado causadas por errores que se producen en la red MPLS. Se tratan principalmente las relaciones entre los parámetros de calidad de funcionamiento de la red MPLS subyacente y las medidas degradación del servicio en el caso de servicios TDM, a saber, segundos con errores y segundos con muchos errores, definidos en

la Rec. UIT-T G.826 [27], y tasa de disponibilidad, definida en la Rec. UIT-T G.827 [30]. Además, se examinan medidas de calidad de funcionamiento específicas de canales vocales.

IV.1 Errores en la red MPLS que influyen en el servicio TDM

Tres parámetros principales de calidad de funcionamiento de las redes MPLS influyen en las medidas de la degradación del servicio TDM: la tasa de pérdida de paquetes, la tasa de errores en los paquetes y la variación del retardo de los paquetes. Estas tres medidas se definen en otras Recomendaciones UIT-T.

IV.1.1 Tasa de pérdida de paquetes

Cada paquete perdido causará una ráfaga de errores de bit en el tren TDM reconstruido.

IV.1.2 Variación del retardo de los paquetes

Para caracterizar la variación del retardo de los paquetes lo mejor es utilizar quintiles, de manera que la variación del retardo de un pequeño número de paquetes se sitúe fuera del nivel prescrito. Como la variación del retardo de los paquetes se utiliza para fijar el tamaño de la memoria intermedia para la fluctuación de fase, estos paquetes pueden llegar demasiado tarde, o demasiado pronto, para ser acomodados. Tales paquetes se descartarán y se tratarán como perdidos, lo que a su vez provocará una ráfaga de errores de bit en el tren TDM reconstruido. En algunas implementaciones, todos los paquetes en un orden incorrecto se descartan y se tratan como perdidos.

IV.1.3 Tasa de errores en los paquetes

Los errores de bit inducidos en la red MPLS normalmente serán detectados por un mecanismo de detección de errores de la capa 2, lo que tiene por consecuencia que el paquete se descarte. Esto provoca una ráfaga de errores de bit en el tren TDM. Otras veces, y esta situación es más rara, un paquete que contiene errores de bit puede escapar a la detección de errores y contribuir directamente a errores de bit TDM.

IV.1.4 Pérdida global de paquetes

Cada uno de los defectos antes mencionados (pérdida de paquetes, error en los paquetes, y variación excesiva del retardo de los paquetes) puede tener por resultado paquetes perdidos o descartados, lo que produce una ráfaga de errores de bit en el servicio TDM. La Rec. UIT-T G.1020 [31] define una medida compuesta para estos tipos de errores en una red IP, que se conoce por "pérdida global de paquetes".

Con el fin de mantener la integridad de la temporización, la IWF de egreso inserta la cantidad adecuada de datos de relleno en el tren TDM reconstruido. Los datos que habrán de insertarse dependen de la implementación.

IV.2 Relaciones con las medidas de degradación del servicio TDM

La Rec. UIT-T G.826 [27] define "segundos con errores" y "segundos con muchos errores", parámetros de calidad de funcionamiento relacionados con la integridad de los datos que se transfieren a través del circuito TDM. En la exposición que sigue, estas medidas de la calidad de funcionamiento TDM se relacionan con la tasa global de pérdida de paquetes en la red MPLS.

IV.2.1 Tasa de segundos con errores

Un segundo con errores es un intervalo de un segundo en el que se ha producido uno o más errores. La Rec. UIT-T G.826 especifica objetivos de extremo a extremo para el porcentaje de segundos que pueden ser segundos con errores para cada tipo de TDM.

Si la mayoría de los casos de paquetes MPLS perdidos o descartados son eventos aislados, cada uno de los paquetes perdidos o descartados puede dar por resultado un segundo con errores, y sólo una tasa de pérdida global de paquetes extremadamente pequeña es conmensurable con las restricciones G.826. Si, por otro lado, la mayoría de las pérdidas de paquetes se producen en ráfagas, muchos eventos de pérdida consecutivos contribuyen al mismo segundo con errores, y se permite una tasa de pérdida de paquetes mucho más alta. Puede realizarse una modelación cuantitativa de tal comportamiento utilizando modelos de red, como los descritos en el apéndice I/G.1020 [31].

IV.2.2 Requisito de segundos con muchos errores

Un segundo con muchos errores se define como un periodo de un segundo en el que el 30% o más de los bloques de datos TDM recibidos tienen errores. La Rec. UIT-T G.826 especifica objetivos de extremo a extremo para el porcentaje de segundos que pueden ser segundos con muchos errores.

Si la mayoría de los paquetes MPLS perdidos o descartados se producen en ráfagas, y estas ráfagas son suficientemente largas, los segundos con muchos errores pueden tener por resultado el tren TDM reconstruido. Por otro lado, eventos de pérdida aislados conducen a bajas tasas de segundos con muchos errores. También en este caso, la modelación de red puede aclarar la relación numérica entre la pérdida de paquetes y la conformidad especificada en G.826

IV.3 Requisitos de disponibilidad

Se pasa al "estado indisponible", definido en la Rec. UIT-T G.827, al principio de un periodo de 10 segundos con muchos errores consecutivos. Se retorna al "estado disponible" al principio de un periodo de 10 segundos consecutivos, ninguno de los cuales es un segundo con muchos errores.

La disponibilidad de una red MPLS puede definirse de manera similar, comenzando la indisponibilidad al principio de un periodo de 10 segundos consecutivos en cada uno de los cuales la tasa de pérdida de paquetes es superior a 15%. Puede observarse que las definiciones de disponibilidad MPLS y TDM están bien correlacionadas.

IV.4 Requisitos de calidad vocal

Se ha observado que, en función de la tasa de pérdida de paquetes de la red MPLS subyacente, el tráfico TDM transportado por redes MPLS puede no ser conforme con los objetivos de error de la Rec. UIT-T G.826.

No obstante, el tráfico vocal transportado en trenes TDM puede, todavía, satisfacer los objetivos de calidad vocal normalizados. De particular importancia son la reducción de la calidad vocal especificada en las Recomendaciones UIT-T P.562 [32] y P.862 [33], y los requisitos de retardo establecidos en la Rec. UIT-T G.114 [34].

La Rec. UIT-T G.114 especifica que tiempos de transmisión en un solo sentido de hasta 150 ms son universalmente aceptables, suponiendo que se proporciona una protección adecuada contra el eco (en algunos casos son aceptables retardos mayores). En la planificación de red y la configuración de las memorias intermedias para la fluctuación de fase hay que tener en cuenta esta restricción.

La pérdida de paquetes en tráfico vocal puede causar incidentes o lagunas, como resultado de los cuales las palabras son entrecortadas, deformadas, o incluso ininteligibles. En [32] se presentan medidas subjetivas de la calidad vocal y en [33] medidas objetivas. El interfuncionamiento TDM-MPLS asegurará que la calidad vocal perceptual sea similar a la de la RTGC incluso en presencia de una tasa global razonable de pérdida de paquetes.

Apéndice V

Frecuencias de reloj común de referencia sugeridas para los protocolos en tiempo real

Para seleccionar la frecuencia de un reloj común de referencia existen los siguientes cuatro criterios. La frecuencia de referencia:

1) debe poder derivarse fácilmente;
2) tiene que ser un múltiplo de 8 kHz;
3) debe ser alta, pero no tanto que, como consecuencia de ello, se produzcan frecuentes reciclados de las indicaciones de tiempo;
4) no debe estar demasiado próxima a un múltiplo entero de la frecuencia de reloj de servicio.

Sobre la base de estos criterios se sugieren las siguientes frecuencias.

Para sistemas con acceso a una red SONET/SDH común, una frecuencia de 19,44 MHz (2430 × 8 kHz).

Para sistemas con acceso a una red ATM común, 9,72 MHz (1215 × 8 kHz) o 19,44 MHz (2430 × 8 kHz).

Para sistemas que utilizan GPS, 8,184 MHz (1023 × 8 kHz).

Para sistemas conectados por un solo salto de Ethernet 100 Mbit/s donde es posible enganchar al reloj de la capa física, 25 MHz (3125 × 8 kHz).

Para sistemas conectados por un solo salto de Ethernet Gigabit donde es posible enganchar al reloj de la capa física, 10 MHz (1250 × 8 kHz).

Apéndice VI

Tamaños de cabida útil sugeridos para transporte agnóstico con respecto a la estructura

Las implementaciones de transporte agnóstico con respecto a la estructura deben poder soportar los siguientes tamaños de cabida útil:

- datos serie síncronos – 64 octetos
- E1 – 256 octetos
- T1 – 192 octetos
- E3 y T3 – 1 024 octetos.
- Tamaños de cabida útil que son múltiplos de 47 octetos pueden utilizarse conjuntamente con ATM-CES [22], [23] no estructurado.

Todo tamaño de cabida útil que no provoque una fragmentación de los paquetes podrá utilizarse después de que haya sido aceptado por las IWF de ingreso y de egreso.

Cuando se eligen tamaños que son múltiplos de divisores enteros de periodos de FAS, se puede aumentar la tolerancia a la pérdida de paquetes.

Apéndice VII

Cantidad sugerida de PDU de segmentación y reensamblado de capa AAL tipo 1 por paquete

La cantidad de PDU por paquete MPLS está preconfigurado y suele elegirse teniendo en cuenta las restricciones relativas a la latencia y el ancho de banda. Si se utiliza una sola PDU, la latencia se reduce a un mínimo, pero hay que utilizar la mayor tara.

Si se utilizan ocho o más PDU por paquete, el uso del mecanismo de número secuencial de la AAL tipo 1 quedará invalidado, lo que complica el interfuncionamiento con sistemas CES basados en ATM.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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

Impreso en Suiza
Ginebra, 2004