



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

X.84

(03/2004)

SERIE X: REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN
ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

Redes públicas de datos – Transmisión, señalización y
conmutación

**Soporte de servicios de retransmisión de
tramas sobre redes centrales de conmutación
por etiquetas multiprotocolo**

Recomendación UIT-T X.84

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE X
REDES DE DATOS Y COMUNICACIÓN ENTRE SISTEMAS ABIERTOS

REDES PÚBLICAS DE DATOS	
Servicios y facilidades	X.1–X.19
Interfaces	X.20–X.49
Transmisión, señalización y conmutación	X.50–X.89
Aspectos de redes	X.90–X.149
Mantenimiento	X.150–X.179
Disposiciones administrativas	X.180–X.199
INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Modelo y notación	X.200–X.209
Definiciones de los servicios	X.210–X.219
Especificaciones de los protocolos en modo conexión	X.220–X.229
Especificaciones de los protocolos en modo sin conexión	X.230–X.239
Formularios para declaraciones de conformidad de implementación de protocolo	X.240–X.259
Identificación de protocolos	X.260–X.269
Protocolos de seguridad	X.270–X.279
Objetos gestionados de capa	X.280–X.289
Pruebas de conformidad	X.290–X.299
INTERFUNCIONAMIENTO ENTRE REDES	
Generalidades	X.300–X.349
Sistemas de transmisión de datos por satélite	X.350–X.369
Redes basadas en el protocolo Internet	X.370–X.399
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE MENSAJES	X.400–X.499
DIRECTORIO	X.500–X.599
GESTIÓN DE REDES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS Y ASPECTOS DE SISTEMAS	
Gestión de redes	X.600–X.629
Eficacia	X.630–X.639
Calidad de servicio	X.640–X.649
Denominación, direccionamiento y registro	X.650–X.679
Notación de sintaxis abstracta uno	X.680–X.699
GESTIÓN DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Marco y arquitectura de la gestión de sistemas	X.700–X.709
Servicio y protocolo de comunicación de gestión	X.710–X.719
Estructura de la información de gestión	X.720–X.729
Funciones de gestión y funciones de arquitectura de gestión distribuida abierta	X.730–X.799
SEGURIDAD	X.800–X.849
APLICACIONES DE INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS	
Compromiso, concurrencia y recuperación	X.850–X.859
Procesamiento de transacciones	X.860–X.879
Operaciones a distancia	X.880–X.899
PROCESAMIENTO DISTRIBUIDO ABIERTO	X.900–X.999

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

Recomendación UIT-T X.84

Soporte de servicios de retransmisión de tramas sobre redes centrales de conmutación por etiquetas multiprotocolo

Resumen

MPLS tiene potencial para unir servicios y redes centrales, por ejemplo servicios de retransmisión de tramas, en una sola infraestructura central común. En esta Recomendación se definen la retransmisión de tramas sobre redes centrales con arquitectura MPLS, la transferencia de información de datos de usuario y de control de la retransmisión de tramas por la red central MPLS, y la pila de protocolos del plano de usuario utilizada en los bordes de la red central MPLS. Se definen además dos modos de correspondencia para la retransmisión de tramas por MPLS: El "modo biunívoco" y el "modo de correspondencia de varios a uno". Los planos de señalización y de gestión quedan fuera del alcance de esta Recomendación.

Orígenes

La Recomendación UIT-T X.84 fue aprobada el 19 de marzo de 2004 por la Comisión de Estudio 17 (2001-2004) 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 no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 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

	Page
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas y acrónimos	2
5 Convenios	3
6 Arquitectura	3
6.1 Generalidades	3
6.2 Túnel MPLS y VC LSP.....	4
6.3 Relación entre el VC de retransmisión de tramas y el LSP VC MPLS.....	5
6.4 Modos de correspondencia de retransmisión de tramas sobre MPLS.....	6
7 Requisitos de la retransmisión de tramas sobre MPLS	7
8 Pila del protocolo y formato de la trama	7
8.1 Pila del protocolo de transferencia de datos.....	7
8.2 Formato del paquete FR-MPLS en el modo de correspondencia biunívoco..	8
9 Procesamiento de los paquetes FR-MPLS en el modo de correspondencia biunívoco	11
9.1 Generación de los paquetes FR-MPLS.....	11
9.2 Recepción de los paquetes FR-MPLS	12
9.3 Tratamiento de las condiciones de error.....	14
9.4 Procedimientos opcionales de fragmentación y reensamblaje	14
10 Provisión de la FR PVC.....	16
11 Aspectos de gestión del tráfico	16
12 Modo de correspondencia de retransmisión de tramas de varios a uno	17
12.1 Generalidades	17
12.2 Formato de los paquetes en el modo de correspondencia de varios a uno	18
12.3 Procesamiento en el modo de varios a uno	19
Apéndice I – Ejemplo de fragmentación en el modo de correspondencia biunívoco.....	20
BIBLIOGRAFÍA	22

Recomendación UIT-T X.84

Soporte de servicios de retransmisión de tramas sobre redes centrales de conmutación por etiquetas multiprotocolo

1 Alcance

MPLS tiene potencial para unir en una sola infraestructura central común redes centrales y servicios, por ejemplo servicios de retransmisión de tramas. En esta Recomendación se definen la retransmisión de tramas sobre redes centrales con arquitectura MPLS, la transferencia de información de datos de usuario y de control de la retransmisión de tramas por la red central MPLS, y la pila de protocolos del plano de usuario utilizada en los bordes de la red central MPLS.

Se definen además dos modos de correspondencia para la prestación del servicio de retransmisión de tramas sobre MPLS. El modo biunívoco caracterizado por una relación uno a uno entre una VC de retransmisión de tramas y un par de LSP MPLS, y el conocido como modo de varios a uno. En este último todas las FR VC entre un par de dispositivos de retransmisión de tramas (CE), controladas por un solo canal de señalización de retransmisión de tramas, pueden transportarse transparentemente en un par de MPLS LSP.

NOTA – No se incluye en la presente Recomendación la señalización lógica de la PVC ni la conexión virtual conmutada entre PE. El protocolo de control para la supervisión del estado de la PVC queda pendiente de estudio. Los planos de señalización y de gestión quedan fuera del alcance de la presente Recomendación.

2 Referencias

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

- Recomendación UIT-T X.36 (2003), *Interfaz entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos para redes públicas de datos que prestan servicios de transmisión de datos con retransmisión de tramas por circuitos especializados.*
- Recomendación UIT-T X.76 (2003), *Interfaz red-red entre redes públicas que proporcionan el servicio de transmisión de datos con retransmisión de tramas en circuitos virtuales permanentes y/o circuitos virtuales conmutados.*
- Recomendación UIT-T X.146 (2000), *Objetivos de calidad de funcionamiento y clases de calidad de servicio aplicables a la retransmisión de tramas.*
- IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
- IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding.*
- IETF RFC 3270 (2002), *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services.*

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 borde del cliente (CE, *customer edge*): Es el dispositivo del cliente conectado a un dispositivo del borde del proveedor. Se le denomina también DTE de retransmisión de tramas.

3.2 borde del proveedor de egreso: Dispositivo del borde del proveedor, receptor de los paquetes FR-MPLS.

3.3 paquete FR-MPLS: Paquetes intercambiados entre el borde del proveedor de ingreso y el borde del proveedor de egreso.

3.4 borde del proveedor de ingreso: Borde del proveedor que transmite los paquetes FR-MPLS.

3.5 borde del proveedor (PE, *provider edge*): Es un dispositivo de borde de red que presta un servicio de retransmisión de tramas por una red MPLS.

3.6 trayecto conmutado por etiquetas (LSP, *label switched path*): Es aquel por el que se transmiten paquetes en una clase de equivalencia de entrega determinada a través de uno o varios nodos MPLS en un determinado nivel jerárquico.

3.7 nodo MPLS: Es un dispositivo que conoce los protocolos de control MPLS, que funciona en uno o varios protocolos de encaminamiento de la capa 3 y que es capaz de entregar paquetes con arreglo a las etiquetas LSP de MPLS.

3.8 utilización de penúltimo salto: En la arquitectura MPLS, la utilización de penúltimo salto es el mecanismo por el que el penúltimo nodo (es decir, el inmediato anterior al nodo de egreso) extrae la etiqueta superior de la pila de etiquetas antes de entregar el paquete al nodo de egreso. La utilización de la etiqueta por parte del penúltimo nodo da al nodo de egreso la posibilidad de optimizar el procesamiento de los paquetes.

4 Abreviaturas y acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

B _c	Tamaño de ráfaga concertado (<i>committed burst size</i>)
B _e	Exceso de tamaño de ráfaga (<i>excess burst size</i>)
BECN	Notificación de congestión explícita hacia atrás (<i>backward explicit congestion notification</i>)
C/R	Indicador de instrucción/respuesta (<i>command/response indicator</i>)
CE	Borde del cliente (<i>customer edge</i>)
CIR	Velocidad de información concertada (<i>committed information rate</i>)
DCE	Equipo de comunicación de datos (<i>data communication equipment</i>)
DE	Elegibilidad de descarte (<i>discard eligibility</i>)
DLCI	Identificador de conexión de enlace de datos (<i>data link connection identifier</i>)
DTE	Equipo terminal de datos (<i>data terminal equipment</i>)
FCS	Secuencia de verificación de trama (<i>frame check sequence</i>)
FECN	Notificación de congestión explícita hacia adelante (<i>forward explicit congestion notification</i>)
FR	Retransmisión de tramas (<i>frame relay</i>)
FRS	Servicio de retransmisión de tramas (<i>frame relay service</i>)

HDLC	Control de enlace de datos de alto nivel (<i>high-level data link control</i>)
IETF	Grupo de tareas especiales de ingeniería en Internet (<i>Internet engineering task force</i>)
LSP	Trayecto conmutado por etiquetas (<i>label switched path</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multi-protocol label switching</i>)
MTU	Unidad de transmisión máxima (<i>maximum transmission unit</i>)
NNI	Interfaz red-red (<i>network-to-network interface</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PE	Borde de proveedor (<i>provider edge</i>)
PHB	Comportamiento por salto (<i>per hop behaviour</i>)
PHP	Utilización de penúltimo salto (<i>penultimate hop popping</i>)
PVC	Conexión virtual permanente (<i>permanent virtual connection</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RFC	Petición de comentarios (<i>request for comments</i>)
SVC	Conexión virtual conmutada (<i>switched virtual connection</i>)
UNI	Interfaz usuario-red (<i>user-to-network interface</i>)
VC	Circuito/conexión virtual (<i>virtual circuit / virtual connection</i>)

5 Convenios

Formatos de PDU: En esta Recomendación los encabezamientos de las PDU se estructuran en grupos de cuatro octetos o palabras numeradas de 0 a 31 comenzando por la izquierda.

Orden de los bits en los campos de un solo octeto y en los de varios octetos: En los campos de un solo octeto, el bit del extremo izquierdo del octeto es el de mayor orden o más significativo. Análogamente, en los campos de varios octetos, el bit situado más a la izquierda del campo es el más significativo.

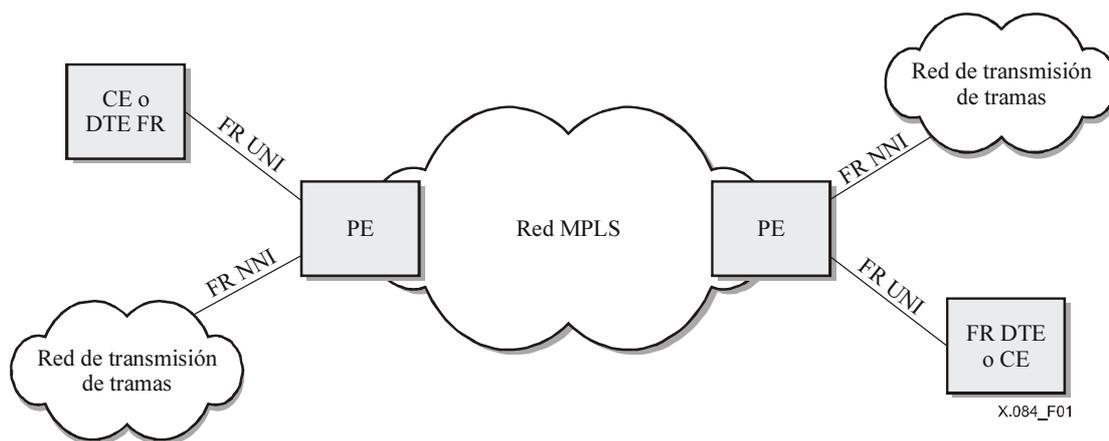
6 Arquitectura

6.1 Generalidades

En la figura 1 se representa el modelo de referencia de los servicios de retransmisión de tramas sobre redes centrales MPLS.

Este modelo está integrado por los siguientes elementos:

- Una red central MPLS.
- Dispositivos del borde del proveedor (PE) que proporcionan las características de interfuncionamiento entre la retransmisión de tramas y la MPLS. Los PE pueden soportar NNI y/o UNI de retransmisión de tramas.
- Dispositivos de retransmisión de tramas (DTE/CE) y redes FR (DCE) conectados a PE con NNI y/o UNI de retransmisión de tramas.



NOTA – El PE incorpora las funciones de interfuncionamiento FR-MPLS.

Figura 1/X.84 – Modelo de referencia de retransmisión de tramas sobre una red central MPLS

La arquitectura de retransmisión de tramas sobre redes centrales MPLS permite la interconexión de redes de retransmisión de tramas (DCE) y/o dispositivos de retransmisión de tramas (DTE) sobre una red MPLS. En esta arquitectura, las redes de retransmisión de tramas y los DTE se comportan como dispositivos CE conectados a los PE de la red MPLS como se muestra en la figura 1. El servicio de retransmisión de tramas se presta en primer lugar entre cada DTE o DCE de retransmisión de tramas y el dispositivo PE correspondiente. A continuación se establece un trayecto conmutado de etiquetas de conexión virtual (VC LSP) entre ambos PE para completar la conexión virtual (VC) de retransmisión de tramas.

La utilización de la red MPLS por dos dispositivos y/o redes de retransmisión de tramas no es visible para el usuario final. La pila de protocolo del usuario final permanece inalterada. El PE proporciona todas las funciones de correspondencia y encapsulamiento necesarias para garantizar que el servicio prestado a las redes y/o dispositivos de retransmisión de tramas no se vea afectado por la presencia de una red de transporte MPLS.

6.2 Túnel MPLS y VC LSP

Los trayectos conmutados por etiquetas (LSP) en MPLS denominados "LSP de túnel" conectan pares de PE. Pueden anidarse varios "LSP de conexión virtual" (VC LSP) dentro de un LSP de túnel (véase la figura 2). Cada VC LSP transporta el tráfico de una conexión virtual conmutada (SVC) o de una conexión virtual permanente (PVC) de retransmisión de tramas en un sentido. Dado el carácter unidireccional de los LSP, para cada SVC o PVC de retransmisión de tramas hará falta normalmente un par de VC LSP para cursar el tráfico en sentidos opuestos.

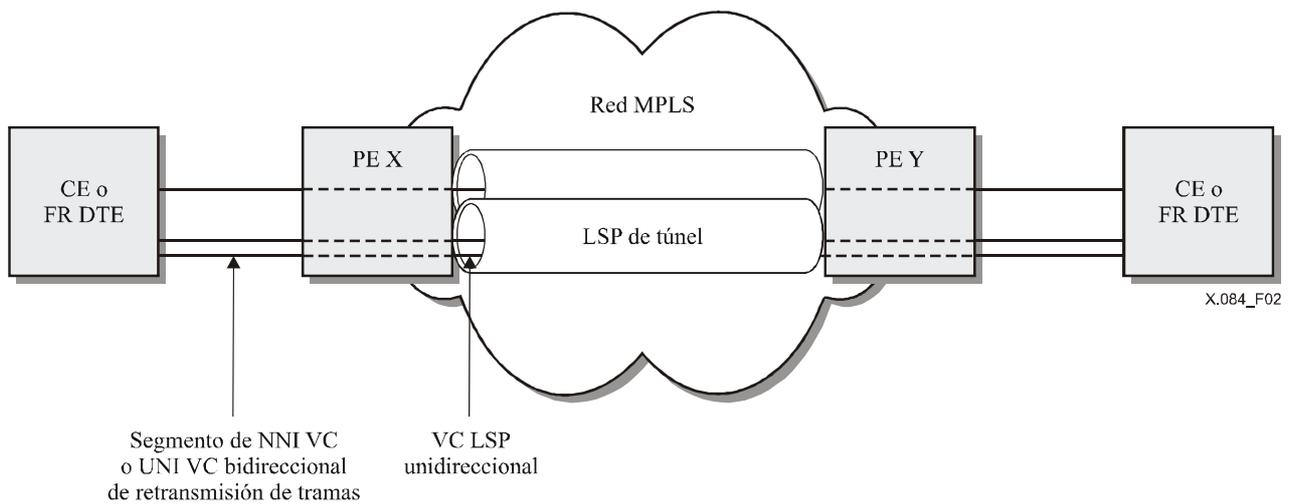


Figura 2/X.84 – LSP de VC y túnel

Uno de los LSP de túnel transporta los paquetes FR-MPLS, por ejemplo del PE X al PE Y, mientras que el otro LSP de túnel transporta los paquetes FR-MPLS en sentido opuesto. La etiqueta correspondiente no informa al PE Y de la conexión virtual de retransmisión de tramas. Si se utiliza la utilización de penúltimo salto (PHP, *penultimate hop popping*) con arreglo a RFC 3031, PE Y nunca verá la etiqueta del túnel. Si el propio PE X es el penúltimo salto, no se utilizará la etiqueta del túnel. En este ejemplo, PE X es el dispositivo PE de ingreso mientras que PE Y es el dispositivo PE de egreso.

Cuando PE X tenga que enviar una trama de retransmisión de tramas a PE Y, introducirá primero la etiqueta del VC en su pila de etiquetas, y a continuación introducirá la etiqueta del túnel. La etiqueta del VC no se consultará hasta que el paquete FR-MPLS llegue a PE Y. PE Y entrega el paquete con arreglo a la etiqueta del VC. La "etiqueta del VC" identifica la conexión virtual de retransmisión de tramas.

En general, la etiqueta del VC debe encontrarse siempre en el fondo de la pila de etiquetas, mientras que la etiqueta del túnel, de haberla, debe encontrarse justamente encima de la etiqueta del VC. Durante el transporte del paquete por la red MPLS, se pueden introducir etiquetas adicionales (para extraerlas posteriormente) cuando sea necesario. Si PE X y PE Y son nodos MPLS adyacentes, tal vez no sea necesario utilizar una etiqueta de túnel.

6.3 Relación entre el VC de retransmisión de tramas y el LSP VC MPLS

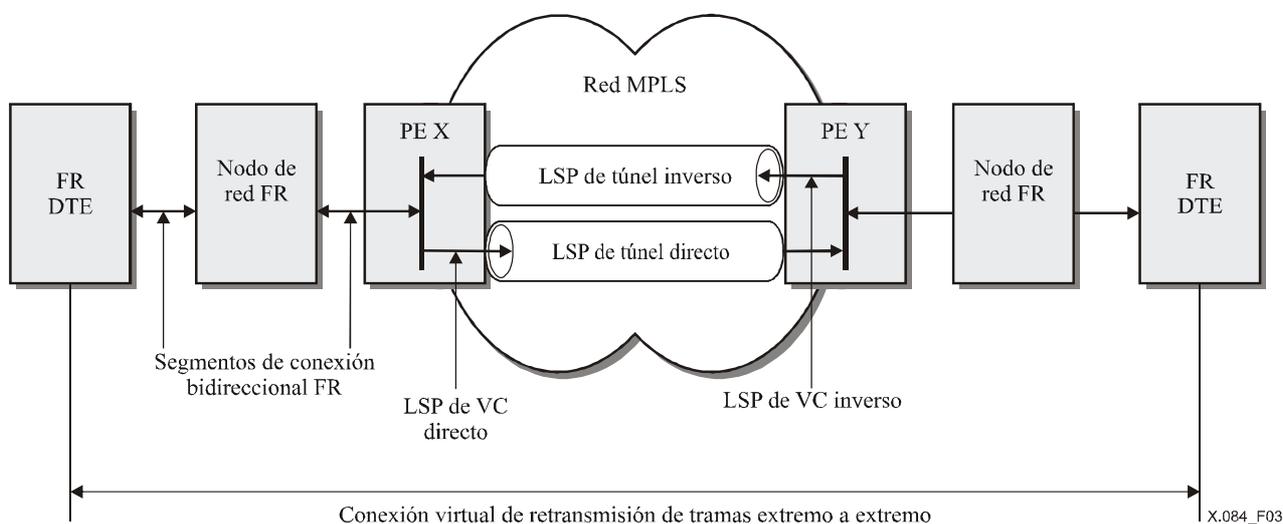
Las VC de retransmisión de tramas se consideran objetos bidireccionales principalmente debido al modo en que son creadas e identificadas. Hay un único identificador de conexión del enlace de datos (DLCI, *data link connection identifier*) para los dos sentidos de una VC de retransmisión de tramas. La señalización de retransmisión de tramas establece los dos sentidos al mismo tiempo. En general, no obstante, cada sentido de una VC de retransmisión de tramas puede tener características diferentes de tráfico y de calidad de servicio (QoS, *quality of service*). La gestión de recursos de una implementación de retransmisión de tramas trata cada sentido por separado e independientemente. Por otra parte los MPLS LSP son unidireccionales y se establecen por separado. El VC LSP de cada sentido debe ajustarse a las características del correspondiente sentido de la VC de retransmisión de tramas. El interfuncionamiento de la retransmisión de tramas y de la MPLS requiere que cada segmento de la VC de retransmisión de tramas interactúe con un par de MPLS LSP.

En general, la VC de retransmisión de tramas consta de varios segmentos: uno en cada UNI, uno o más segmentos dentro de una red de retransmisión de tramas o entre redes de retransmisión de tramas y, además, en el caso del interfuncionamiento FR-MPLS hay un par de VC LSP entre los PE.

Durante la creación de una VC de retransmisión de tramas, deberá establecerse un par de VC LSP entre dos PE. La figura 3 ilustra la relación entre un LSP de túnel, un VC LSP y las VC de retransmisión de tramas. Para una VC de retransmisión de tramas extremo a extremo, existen dos VC LSP; el LSP de X a Y transporta el tráfico del PE X al PE Y mientras que el LSP de Y a X transporta el tráfico en sentido opuesto. Puede haber varios VC LSP anidados dentro de un LSP de túnel.

El VC LSP X a Y es el VC LSP de transmisión para el PE X y el LSP de recepción para el PE Y. Análogamente, el LSP de Y a X es el LSP de transmisión para Y y el LSP de recepción para X.

En el dominio de retransmisión de tramas, un DLCI identifica una VC de retransmisión de tramas mientras que en el dominio MPLS, etiquetas VC LSP con valores posiblemente diferentes identifican el par de VC LSP, y a cada uno de los LSP le corresponde un valor de etiqueta.



NOTA – Los PE incorporan características de interfuncionamiento MPLS de retransmisión de tramas.

Figura 3/X.84 – MPLS LSP y VC extremo a extremo de retransmisión de tramas

En el sentido PE X a PE Y un LSP de túnel transporta paquetes FR-MPLS de PE X a PE Y, no estando relacionada la etiqueta correspondiente con ninguna VC de retransmisión de tramas.

6.4 Modos de correspondencia de retransmisión de tramas sobre MPLS

Para la retransmisión de tramas sobre redes MPLS se definen dos modos de correspondencia:

- 1) El primero de ellos es el denominado modo de correspondencia "biunívoco". En el modo de correspondencia biunívoco, para cada VC de retransmisión de tramas se establece un par de MPLS LSP (uno para cada sentido del tráfico) entre un par de PE como se ha expuesto en la anterior cláusula.
- 2) El segundo modo de correspondencia es el denominado "modo de varios a uno". En este modo de correspondencia, se asignan varias VC de retransmisión de tramas a un par de MPLS LSP entre un par de dispositivos de retransmisión de tramas (CE) controlados por el mismo VC de señalización de retransmisión de tramas. En este modo, todos los VC de retransmisión de tramas (incluido el canal de señalización asignado al DLCI = 0) se transportan transparentemente entre los PE.

De acuerdo con lo expuesto en las cláusulas 8, 9 y 12, la encapsulación de la información de retransmisión de tramas es distinta en los dos modos de correspondencia.

7 Requisitos de la retransmisión de tramas sobre MPLS

En esta cláusula se enumeran los requisitos de retransmisión de tramas que ha de satisfacer la configuración de red de retransmisión de tramas sobre MPLS.

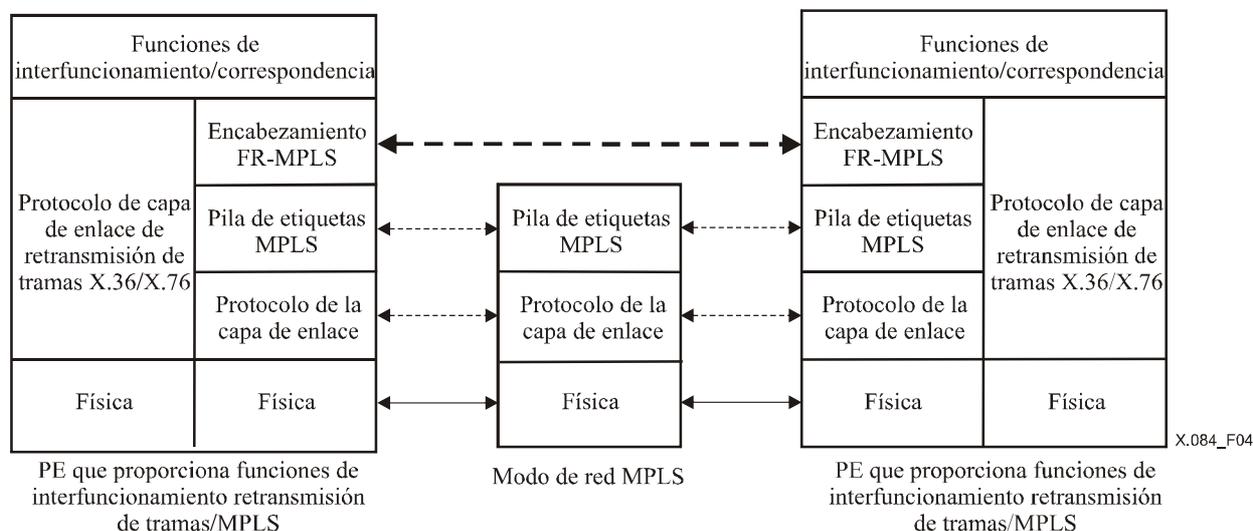
- 1) Transporte de tramas: Debe tener la capacidad de transportar tanto tramas de datos de usuario como tramas de gestión de red (por ejemplo OAM) por el mismo VC LSP.
- 2) Longitud de la trama: Debe transportar tramas de retransmisión de tramas de longitud variable que no estén limitadas por el tamaño de la máxima unidad de transmisión (MTU, *maximum transmission unit*) de la red MPLS.
- 3) Correspondencia de VC: Debe soportar una correspondencia 1:2 entre un segmento de VC de retransmisión de tramas y un par de VC LSP porque las VC de retransmisión de tramas son entidades bidireccionales mientras que los MPLS LSP son entidades unidireccionales.
- 4) Orden de las tramas: Debe entregar las tramas de retransmisión de tramas en el mismo orden de su transmisión. El orden correcto se obtendrá utilizando o bien números correlativos o bien otros medios.
- 5) Bits de control: Debe soportar el transporte de bits de elegibilidad de descarte (DE, *discard eligibility*), notificación de congestión explícita hacia adelante (FECN, *forward explicit congestion notification*) notificación de congestión explícita hacia atrás (BECN, *backward explicit congestion notification*) e indicador de instrucción/respuesta (C/R, *command/response indicator*).
- 6) Señalización del estado de la PVC: Debe soportar la correspondencia y transporte de indicaciones de actividad e inactividad de la PVC. Debe soportarse la verificación de continuidad. Obsérvese que la señalización del estado de la PVC queda pendiente de estudio.
- 7) Gestión de tráfico: Debe ser capaz de traducir los parámetros de gestión de tráfico de retransmisión de tramas indicados a continuación a parámetros del VC LSP:
 - a) velocidad de información concertada (CIR) o caudal,
 - b) tamaño de ráfaga concertado (B_c),
 - c) exceso de tamaño de ráfaga (B_e),
 - d) tamaño de trama máximo.Debe soportar las características del servicio de retransmisión de tramas definidas por los parámetros de tráfico de retransmisión de tramas con la creación de LSP de túnel convenientemente diseñados.
- 8) Prioridad de las tramas y QoS: Debe soportar la capacidad de trasladar distintas prioridades o clases QoS de retransmisión de tramas a VC LSP y túneles convenientemente diseñados.

8 Pila del protocolo y formato de la trama

8.1 Pila del protocolo de transferencia de datos

El lado MPLS de un PE consta de varias capas de protocolo como puede verse en la figura 4. Por encima de la capa física se encuentra el protocolo de la capa de enlace. Por encima de la capa de enlace se encuentra la capa de procesamiento y la encapsulación del encabezamiento MPLS que ejecuta funciones MPLS, por ejemplo, el procesamiento de pilas de etiquetas definido en RFC 3032, la gestión del tráfico y la de colas. La capa de procesamiento MPLS interacciona con la red MPLS. El encabezamiento FR-MPLS se intercambia entre los dos PE.

El lado de retransmisión de tramas de un PE consta de una capa física y del protocolo de capa de enlace de retransmisión de tramas. Tanto las NNI como las UNI de retransmisión de tramas están soportadas con arreglo a lo especificado en las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76. El interfuncionamiento o funciones de correspondencia ejecuta las acciones necesarias para transferir tramas del lado de retransmisión de tramas al lado MPLS y viceversa.

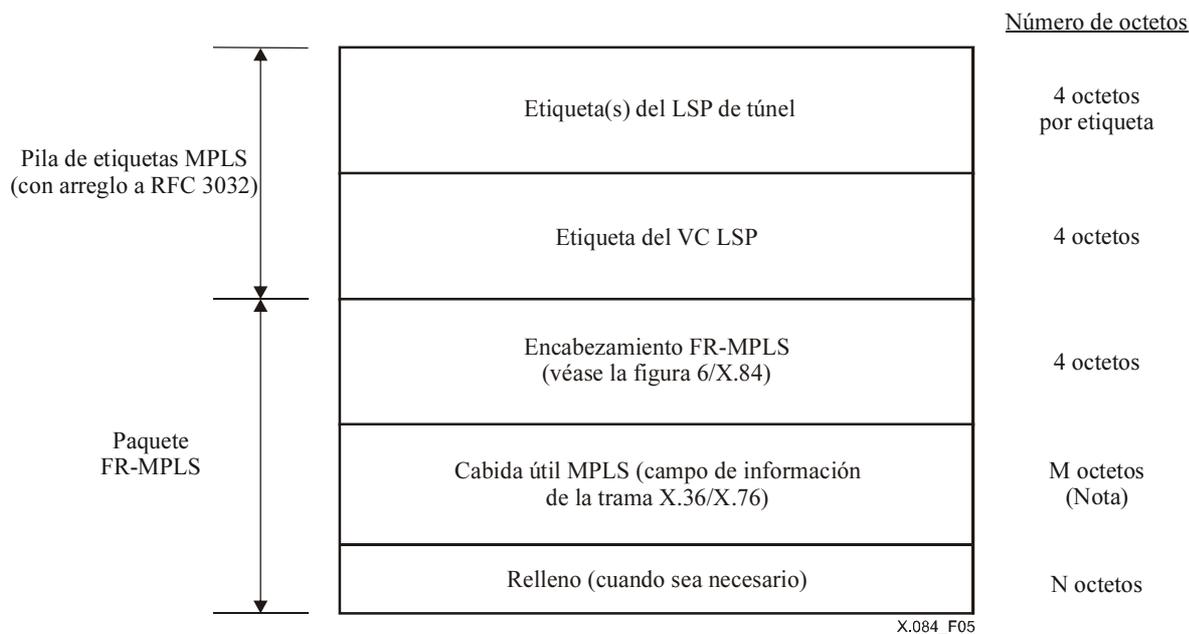


NOTA – Las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76 sustituyen a la Rec. UIT-T Q.922 y contienen el mismo protocolo de capa de enlace de retransmisión de tramas definido en el servicio central de enlace de la Rec. UIT-T Q.922.

Figura 4/X.84 – Pilas del protocolo de transferencia de datos

8.2 Formato del paquete FR-MPLS en el modo de correspondencia biunívoco

La figura 5 muestra el formato del paquete FR-MPLS en el modo de correspondencia biunívoco. El paquete FR-MPLS consta de un encabezamiento FR-MPLS seguido del campo de cabida útil y de un campo de relleno en su caso. El campo de cabida útil puede contener datos del usuario o de la red. En el caso de datos del usuario, el campo de cabida útil contiene el campo de información de retransmisión de tramas. Una pila de etiquetas MPLS LSP con arreglo a la definición de RFC 3032 precede al paquete FR-MPLS. La pila de etiquetas MPLS y los paquetes FR-MPLS se encapsulan en una trama de la capa de enlace. La especificación del protocolo de la capa de enlace no es objeto de la presente Recomendación. Puede tratarse de cualquier capa de enlace utilizada entre un PE y la red MPLS.



NOTA – El número de octetos del campo de cabida útil por defecto (sólo para el campo de información de retransmisión de tramas X.36/X.76) se define en las Recomendaciones UIT-T X.36/X.76. Cuando sea mayor que la MTU, podrá utilizarse fragmentación.

Figura 5/X.84 – Formato del paquete FR-MPLS en el modo biunívoco

El significado de los campos del paquete FR-MPLS (figura 5) en el modo de correspondencia biunívoco es el siguiente:

8.2.1 Etiqueta(s) del LSP de túnel

La(s) etiqueta(s) del LSP de túnel se utiliza(n) en los nodos de la red MPLS para transmitir paquetes FR-MPLS desde un PE al otro. Dado que los MPLS LSP son unidireccionales, para crear un transporte bidireccional se requiere un par de LSP de túnel que cursen tráfico en sentidos opuestos. La etiqueta del LSP de túnel es una etiqueta MPLS estándar con arreglo a la definición de RFC 3032. Puede haber más de un LSP de túnel ya que la red MPLS puede utilizar más de un túnel en virtud de RFC 3031.

El bit S se pondrá a 0 para indicar que no se trata del fondo de la pila de etiquetas.

La definición de los campos EXP y TTL de las etiquetas de túnel no es objeto de la presente Recomendación.

8.2.2 Etiqueta del VC LSP

La etiqueta del VC LSP identifica un LSP asignado a la FR VC en un sentido. Las etiquetas del LSP de túnel y la etiqueta del VC LSP forman una pila de etiquetas MPLS. Un LSP de túnel MPLS puede soportar más de un VC LSP. La etiqueta del VC LSP es una etiqueta MPLS estándar con arreglo a la definición de RFC 3032.

Dado que el MPLS LSP es unidireccional, cuando se trate de FR VC bidireccionales, habrá dos VC LSP distintos, correspondiendo cada uno de ellos a un sentido de la conexión. Éstos pueden tener valores de etiqueta diferentes.

El bit S se pondrá a 1 para indicar que se trata del fondo de la pila.

El valor TTL de la etiqueta de la VC y el valor de los bits EXP quedan en estudio.

8.2.3 Encabezamiento FR-MPLS

El encabezamiento FR-MPLS contiene información de control del protocolo. Su estructura se representa en la figura 6.

El encabezamiento FR-MPLS se representa en la figura 6.

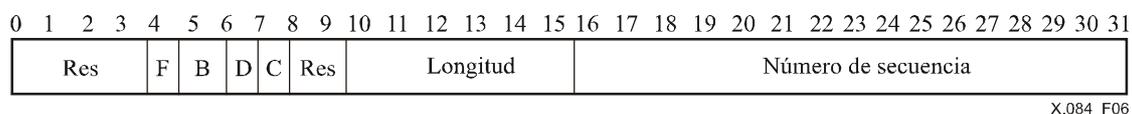


Figura 6/X.84 – Estructura del encabezamiento FR-MPLS en el modo biunívoco

El significado de los campos del encabezamiento del paquete FR-MPLS (figura 6) es el siguiente.

Res (bits 0 a 3):

Bits reservados: Se ponen a cero en transmisión y se ignoran en recepción.

F (bit 4):

Bit FR FECN (notificación de congestión explícita hacia adelante).

B (bit 5):

Bit FR BECN (notificación de congestión explícita hacia atrás).

D (bit 6):

Bit FR DE que indica la elegibilidad para descarte.

C (bit 7):

Bit C/R (instrucción/respuesta) de la trama FR.

Res (bits 8 y 9):

Se reservan para los procedimientos opcionales de fragmentación y reensamblaje. Cuando no están soportados los procedimientos de fragmentación y reensamblaje, se ponen a cero en transmisión y se ignoran en recepción.

Longitud (bits 10 a 15):

El campo longitud se utiliza junto con el relleno de paquetes FR-MPLS cortos cuando el protocolo de la capa de enlace (cuyo ejemplo más destacado es Ethernet) requiere una longitud de trama mínima.

Si la longitud total del paquete FR-MPLS es inferior a 64 bytes, hay que utilizar relleno.

Cuando se utiliza relleno en un paquete FR-MPLS el campo longitud contiene la suma de las longitudes de los siguientes campos del paquete FR-MPLS (figura 5) especificada en bytes: Encabezamiento FR-MPLS, cabida útil; de lo contrario el campo de longitud debe ponerse a cero. El valor del campo longitud, cuando no es nulo, se utiliza para eliminar los caracteres de relleno en el PE de ingreso.

Número de secuencia (bits 16 a 31):

Los números de secuencia constituyen uno de los mecanismos posibles para garantizar la entrega ordenada de los paquetes FR-MPLS. El campo número de secuencia contiene el número de secuencia del paquete FR-MPLS. Se utiliza una lista circular de números de secuencia. El número de secuencia toma un valor entre 1 y 65535 ($2^{16} - 1$). Los sucesivos números de secuencia se generan mediante la adición de 1 al número de secuencia anterior hasta un valor máximo de 65535.

El siguiente número de secuencia tras 65535 es 1. El valor cero indica que no se utiliza el campo número de secuencia.

NOTA – La utilización de números de secuencia puede no ser necesaria cuando la propia red garantice la entrega de los paquetes FR-MPLS en orden.

8.2.4 Cabida útil

El campo de cabida útil corresponde al campo de información de trama de retransmisión de tramas definido en las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76 tras suprimir el relleno de bit/octeto. El número de bytes de un campo de información es por defecto de 262 octetos. En las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.76 se indica la conveniencia de soportar un tamaño de 1600 octetos como mínimo. La longitud máxima del campo de cabida útil debe acordarse entre los dos PE cuando se establece el VC LSP.

NOTA – Las banderas de apertura y cierre de la trama de retransmisión de tramas, la dirección y los campos FCS no se incluyen en la parte útil.

8.2.5 Relleno

El relleno consiste en un determinado número de caracteres (que puede ser cero) para ajustar el tamaño del paquete de FR-MPLS al tamaño mínimo requerido por el protocolo de la capa de enlace subyacente, en especial cuando se trata de IEEE 802.3/Ethernet. Puede utilizarse como carácter de relleno cualquier carácter de 8 bits cuyo valor decimal esté comprendido entre 0 y 255.

NOTA – El límite de 64 octetos para la longitud del paquete por debajo de la cual se requiere relleno, se alinea con el tamaño mínimo de la trama Ethernet.

9 Procesamiento de los paquetes FR-MPLS en el modo de correspondencia biunívoco

9.1 Generación de los paquetes FR-MPLS

El proceso de generación de un paquete FR-MPLS comienza cuando un PE recibe una trama de retransmisión de tramas procedente de su UNI o NNI de retransmisión de tramas. El PE emprende las siguientes acciones (aunque no forzosamente en el orden indicado):

- Genera los siguientes campos del encabezamiento FR-MPLS a partir de los campos correspondientes de la trama de retransmisión de tramas, como se indica a continuación:
 - Bit de instrucción/respuesta (C/R o C): El bit C se copia intacto al encabezamiento FR-MPLS.
 - Indicador de elegibilidad de descarte (DE o D): El bit D recibe los siguientes valores en el encabezamiento FR-MPLS: Si este bit se utiliza, se pone a 1 para indicar la petición de que esta trama se descarte con preferencia a otras en una situación de congestión.
 - La modificación del bit D por parte del PE es opcional. No obstante, ningún PE deberá borrar este bit (o sea ponerlo a 0 tras recibirlo con el valor 1). Un PE que no proporcione notificación de elegibilidad de descarte deberá dejar pasar este bit intacto. No existen restricciones que fuercen a las redes a descartar únicamente las tramas con $D = 1$ en caso de congestión.
 - Notificación de congestión explícita hacia adelante (bit FECN o F): El FECN puede activarlo un PE congestionado para notificar al usuario que deben iniciarse procedimientos de evitación de la congestión, cuando proceda, aplicables al tráfico en el sentido del paquete FR-MPLS que lleva el FECN.
 - El bit F se pone a 1 para indicar al destino que las tramas recibidas han encontrado recursos congestionados. Este bit puede utilizarlo el destino para ajustar su velocidad de transmisión.

- Aunque la modificación del bit F por parte de un PE es opcional, ningún PE deberá borrar este bit (ponerlo a 0 tras recibirlo con el valor 1). Los PE que no proporcionen FECN deberán dejar pasar este bit intacto.
 - Notificación de congestión explícita hacia atrás (bit BECN o B): BECN utiliza las mismas reglas de procesamiento que FECN, salvo que se aplica en sentido opuesto.
 - Longitud: Si la longitud del paquete (definida como la longitud del campo de información de trama de retransmisión de tramas más la longitud del encabezamiento FR-MPLS) es menor que 64 bytes, el campo longitud DEBE hacerse igual a la longitud del paquete. De lo contrario el campo longitud DEBE ponerse a cero. El valor del campo longitud, cuando no es nulo, puede utilizarse para suprimir el relleno, de haberlo; véase 8.2.5.
 - Número de secuencia: véase 9.1.1.
- Procesa los campos de cabida útil y los de relleno del siguiente modo: La cabida útil del paquete FR-MPLS es el contenido del campo de información de la trama de retransmisión de tramas sin los bits u octetos de relleno. FCS se suprime antes de la encapsulación MPLS. Los caracteres de relleno pueden ir detrás del campo de cabida útil cuando lo requiera el protocolo de capa de enlace para reducir al mínimo la longitud del paquete FR-MPLS.

Las capas de protocolo inferiores ejecutan procesos adicionales para transmitir el paquete FR-MPLS a su siguiente destino.

9.1.1 Fijación del número de secuencia

El valor que se otorga al campo número de secuencia depende de la utilización, o no, de un número de secuencia.

Si el PE de ingreso soporta la capacidad de número de secuencia, para numerar los paquetes FR-MPLS se utiliza el procedimiento siguiente:

- El paquete FR-MPLS inicial transmitido DEBE utilizar el número de secuencia 1.
- En cualquier trama subsiguiente, el número de secuencia corresponde al número de secuencia de la anterior incrementado en 1 hasta un valor máximo de 65535.
- Cuando el número de secuencia alcance el valor máximo para 16 bits (65535) el número de secuencia siguiente retornará a 1 (se salta el valor 0).

Si los PE no soportan el procesamiento de número de secuencia, el campo número de secuencia DEBE ponerse a 0.

9.2 Recepción de los paquetes FR-MPLS

Cuando un PE de egreso recibe un paquete FR-MPLS, procesa los distintos campos del encabezamiento FR-MPLS a fin de componer una nueva trama de retransmisión de tramas y transmitirla al CE de una FR UNI o de una FR NNI. El PE ejecuta las siguientes acciones (aunque no necesariamente en el orden indicado):

- Genera los siguientes campos de encabezamiento de la trama FR a partir de los correspondientes campos del paquete FR-MPLS, como se indica a continuación:
 - El bit C/R se copia intacto en el encabezamiento de retransmisión de tramas.
 - El bit D se copia en el bit DE del encabezamiento de retransmisión de tramas del siguiente modo: Si tiene el valor 1 en el paquete FR-MPLS de entrada, debe copiarse intacto en el encabezamiento de la trama FR o, dependiendo de la política de tráfico adoptada por el PE y de su estado de congestión, el paquete FR-MPLS puede ignorarse.

En caso contrario, o sea si el bit D tiene el valor cero, puede ponerse a cero o a uno dependiendo de la política de tráfico adoptada por el dispositivo PE. La activación de este bit por parte del PE es opcional.

- El bit F se copia en el bit FECN del encabezamiento de retransmisión de tramas del siguiente modo: Si es uno en el paquete de entrada FR-MPLS, debe copiarse intacto al encabezamiento de retransmisión de tramas. De lo contrario debe ponerse a cero.

El bit F puede ponerse a cero o a uno, en función del estado de congestión del dispositivo PE en sentido directo. La activación de este bit por parte del PE es opcional, si el PE no soporta FECN, debe dejar pasar este bit intacto.

- BECN utiliza las mismas reglas de procesamiento que FECN, pero las aplica en sentido opuesto.
- Procesa los campos longitud y secuencia. Los detalles se exponen en las subcláusulas siguientes.

- Regenera el campo de información de retransmisión de tramas a partir del contenido de la cabida útil del paquete FR-MPLS tras suprimir los eventuales caracteres de relleno, y recupera el DLCI adecuado.

Una vez generados los campos de la trama FR mencionados, ha de calcularse la FCS, añadirse las banderas HDLC y proceder al eventual relleno de bits o bytes. La trama FR queda en cola para su transmisión por la UNI o NNI de retransmisión de tramas seleccionada.

9.2.1 Comprobación del número de secuencia por parte del PE de egreso

Cuando se recibe un paquete FR-MPLS, se procesa el número de secuencia del siguiente modo:

- Si el número de secuencia del paquete es 0, el paquete pasa con éxito la comprobación del número de secuencia.

NOTA 1 – Un número de secuencia igual a 0 significa que no se utilizan números de secuencia. Los dos PE determinan, por gestión o señalización, si se utilizan o no números de secuencia.

- De lo contrario, si el número de secuencia del paquete \geq el número de secuencia esperado y el número de secuencia del paquete menos el número de secuencia esperado < 32768 , el paquete está en secuencia.
- De lo contrario si el número de secuencia del paquete $<$ el número de secuencia esperado y el número de secuencia esperado menos el número de secuencia del paquete ≥ 32768 , el paquete está en secuencia.
- De lo contrario el paquete está fuera de secuencia.

Si el paquete está en secuencia, pasa con éxito la comprobación del número de secuencia y se establece el valor del número de secuencia esperado con arreglo a la siguiente asignación:

número_de_secuencia_esperado := número_de_secuencia_del_paquete + 1, hasta un máximo de 65535, tras el cual salta el 0 y pasa de 65535 a 1.

si (número_de_secuencia_esperado = 0) entonces número_de_secuencia_esperado := 1;

Los paquetes FR-MPLS recibidos fuera de secuencia deben ignorarse salvo que puedan resecuenciarse sin introducir retardos significativos.

Si un PE de egreso recibe un número excesivo de paquetes FR-MPLS fuera de secuencia, debe informar al plano de gestión responsable de la función interfuncionamiento FR-MPLS en el PE y adoptar las oportunas medidas. El umbral para la declaración del exceso de paquetes FR-MPLS fuera de secuencia no se definen en la presente Recomendación.

NOTA 2 – El exceso de paquetes FR-MPLS fuera de secuencia tiene un efecto semejante al del exceso de pérdida de paquetes en una VC de retransmisión de tramas.

9.2.2 Procesamiento del campo longitud por parte del receptor

Cualquier carácter de relleno, de haberlo, en el campo de cabida útil de un paquete FR-MPLS recibido, debe eliminarse antes de entregar los datos al destino siguiente.

El procedimiento aquí descrito se utiliza para eliminar los caracteres de relleno.

Si Longitud_de_campo se pone a cero entonces no hay caracteres de relleno tras el campo de cabida útil.

De lo contrario se incorporan caracteres de relleno, calculándose su longitud del siguiente modo:

La longitud del paquete FR-MPLS es igual a la del encabezamiento FR-MPLS más la de la parte útil. No se tiene en cuenta la pila de etiquetas MPLS. Por consiguiente, Longitud-de-relleno = Longitud del paquete FR-MPLS – Campo_longitud.

Tras calcular la longitud del campo de relleno, se eliminan Longitud-del-relleno caracteres del final del paquete FR-MPLS.

9.3 Tratamiento de las condiciones de error

Si un PE recibe un paquete FR-MPLS con un encabezamiento cuyo contenido no sea válido, deberá descartarlo. Por ejemplo:

- un túnel o etiqueta de VC no válido o no asignado,
- un valor no nulo de los cuatro primeros bits del encabezamiento FR-MPLS,
- un campo de longitud cuyo contenido sea mayor o igual que 64,
- si no se utiliza fragmentación, un valor no nulo para los dos bits reservados para la fragmentación (bits 8 y 9 del encabezamiento FR-MPLS).

NOTA – Los errores de la capa de enlace no están contemplados en la presente Recomendación.

9.4 Procedimientos opcionales de fragmentación y reensamblaje

La cabida útil de un paquete FR-MPLS se retransmite normalmente a través de un VC LSP como una sola PDU. No obstante, en algunos casos, el tamaño combinado de la cabida útil y sus encabezamientos asociados puede sobrepasar la máxima unidad de transmisión (MTU) del trayecto de red. Cuando un paquete sobrepase la MTU de una determinada red, la fragmentación y el reensamblaje permitirán que el paquete atraviese la red y llegue al destino previsto.

Los procedimientos de fragmentación en el modo biunívoco son opcionales, pudiendo negociarse entre los PE local y remoto por señalización, o pudiendo suministrarse en ambos PE. Estos procedimientos no son aplicables al modo de varios a uno.

La fragmentación y el reensamblaje en los equipos de red requieren generalmente bastantes más recursos que el envío de los paquetes como unidades sencillas. Por este motivo, deben evitarse la fragmentación y el reensamblaje en la medida de lo posible. Entre las soluciones para evitar la fragmentación se encuentran las siguientes:

- configuración y gestión adecuadas del tamaño de la MTU entre el CE y el PE, y por la red MPLS,
- utilización en el CE de origen de medidas adaptables para reducir el tamaño de los paquetes en el origen con arreglo a las definiciones de RFC 1191 y 1981.

9.4.1 Modo de correspondencia biunívoco con fragmentación

El procedimiento de fragmentación en el modo de correspondencia biunívoco utiliza el número de secuencia existente y dos bits reservados del campo longitud (los bits 8 y 9) como bits de control.

La figura 7 representa la estructura del encabezamiento del paquete FR-MPLS para el modo de correspondencia biunívoco con fragmentación. A continuación se proporciona la descripción de los bits de control para la segmentación (bits 8 y 9 del campo longitud):

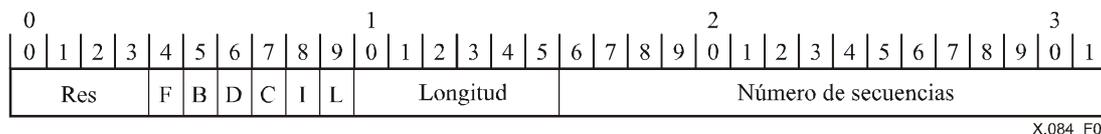


Figura 7/X.84 – Estructura de encabezamiento FR-MPLS con fragmentación

Bit de fragmento inicial (I)

El bit de fragmento inicial (I) se pone a cero en el primer fragmento de una trama de retransmisión de tramas y se pone a uno en los demás fragmentos de la misma trama.

Bit de último fragmento (L)

El bit de último fragmento (L) se pone a cero en el último fragmento y a uno en los demás fragmentos.

Un paquete que contenga una trama de retransmisión de tramas no fragmentada tiene los bits I y L puestos a cero. Los PE que no soporten la funcionalidad de fragmentación deben poner los bits I y L a cero.

Número de secuencia

Los PE que soporten el modo de fragmentación biunívoco deben soportar los números de secuencia descritos en 9.1.1 y 9.2.1. La característica de número de secuencia se utiliza en el PE de egreso para detectar los fragmentos fuera de secuencia o perdidos.

Dado que el valor cero indica que no se utiliza número de secuencia, su uso en la fragmentación debe obedecer la misma regla al incrementarse el número de secuencia. Se salta cero y se pasa de 65535 a 1.

La fragmentación tiene lugar en el PE de egreso y el reensamblaje en el PE de ingreso, tras la recepción de los fragmentos de paquetes FR-MPLS.

Se crea una serie de fragmentos de datos cuando se fragmenta la cabida útil (campo de información) de retransmisión de tramas en varios fragmentos. Los fragmentos resultantes deben transmitirse en la misma secuencia que tenían en la trama antes de su fragmentación.

Cada fragmento de la serie contiene los bits de congestión de retransmisión de tramas (F, B, D) y C en los bits de control del encabezamiento FR-MPLS.

El primer fragmento enviado por una VC (una vez activa la VC) puede tener cualquier valor de número de secuencia (distinto de cero), debiendo incrementarse en uno el número de secuencia para cada fragmento enviado a continuación.

Un PE que soporte la fragmentación de paquetes encapsulados en tramas FR debe soportar los siguientes procedimientos.

- El paquete FR-MPLS que contenga el primer fragmento de una trama de retransmisión de tramas debe tener el bit de fragmento inicial (I) puesto a cero. En los fragmentos siguientes el bit (I) debe ponerse a uno.
- El paquete FR-MPLS que contenga el último fragmento de una trama FR debe tener el bit de último fragmento (L) puesto a cero. En los paquetes que contengan los demás fragmentos de la misma trama FR, el bit L se pondrá a uno.

- El paquete FR-MPLS que contenga una trama FR completa sin fragmentar, tendrá los bits I y L puestos a cero.
- El paquete FR-MPLS que no contenga ni el fragmento inicial ni el último, tendrá los bits I y L puestos a uno.

9.4.2 Procedimientos de reensamblaje

Para cada VC LSP, el receptor debe controlar los números de secuencia de entrada y conservar el último número de secuencia recibido. El receptor detecta el final de una trama reensamblada cuando recibe un fragmento con el bit último (L) puesto a "0". Se considera completado el reensamblaje de la trama cuando se han recibido todos los números de secuencia hasta el del fragmento.

Obsérvese que los bits de congestión de retransmisión de tramas (F, B, D) deben someterse a la operación lógica OR en todos los fragmentos, incluyéndose los resultados en la trama reensamblada.

El receptor detecta la pérdida de fragmentos cuando se saltan uno o varios números de secuencia. Cuando se detecten fragmentos perdidos en una VC, el receptor deberá descartar los fragmentos pendientes de ensamblaje en dicho momento y los recibidos con posterioridad correspondientes a dicha VC hasta que reciba el primer fragmento que lleve el bit inicial (I) puesto a "0". El fragmento que lleva el bit inicial (I) puesto a "0" se utiliza para comenzar a componer una nueva trama.

Cuando se produce un error (por ejemplo, cuando se pierden uno o más fragmentos por errores de transmisión o se produce un desbordamiento de la memoria intermedia de reensamblaje), los fragmentos que no puedan reconstruirse para formar la trama original deberán descartarse en el receptor.

10 Provisión de la FR PVC

Para la provisión de las FR PVC los PE y los CE deberán configurarse por separado en cada uno de los segmentos de PVC de FR UNI o FR NNI. Entre los parámetros de configuración de la FR PVC cabe citar los siguientes:

- caudales salientes y entrantes (CIR);
- tamaños de ráfaga concertados salientes y entrantes (Bc);
- tamaños de ráfaga en exceso salientes y entrantes (Be);
- longitudes máximas de las tramas salientes y entrantes;
- el DLCI se asigna localmente a la FR PVC;
- de utilizarse, se asignan la transferencia FR y la clase de prioridad de descarte o clase de servicio FR a la FR VC.

El establecimiento de una VC de retransmisión de tramas en una red MPLS requiere la creación de un par de VC LSP entre dos PE como se indica en 6.3. La capacidad de tráfico del VC LSP debe acomodar el tráfico y los requisitos de QoS de la FR PVC definido por los parámetros de configuración de la FR PVC.

11 Aspectos de gestión del tráfico

En las Recomendaciones UIT-T X.36 y X.146, se definen varios parámetros de tráfico y clases de calidad de servicio (QoS).

Cuando se utiliza un LSP de túnel para transportar varias VC de retransmisión de tramas con diferentes combinaciones de parámetros de tráfico y clases QoS, el LSP de túnel deberá ser capaz de proporcionar la QoS requerida para todas las VC de retransmisión de tramas. En una red MPLS que no soporte la diferenciación QoS por paquetes, el LSP de túnel deberá satisfacer los requisitos más estrictos de QoS de las VC de retransmisión de tramas transportadas por el LSP de túnel.

Utilización de servicios diferenciados para la retransmisión de tramas sobre MPLS

Si la red MPLS soporta agregados de comportamiento de servicios diferenciados (DiffServ), definidos en los RFC 2475 y 3260 de carácter informativo, los paquetes MPLS pueden tratarse con distintas prioridades con arreglo a un comportamiento por salto (PHB, *per hop behaviour*). En este caso, RFC 3270 define dos tipos distintos de LSP que pueden utilizarse para el LSP de túnel:

- LSP de PSC inferido sólo por etiquetas (L-LSP, *label-only-inferred-PSC LSPs*);
- LSP de PSC inferido por EXP (E-LSP, *EXP-inferred-PSC LSPs*).

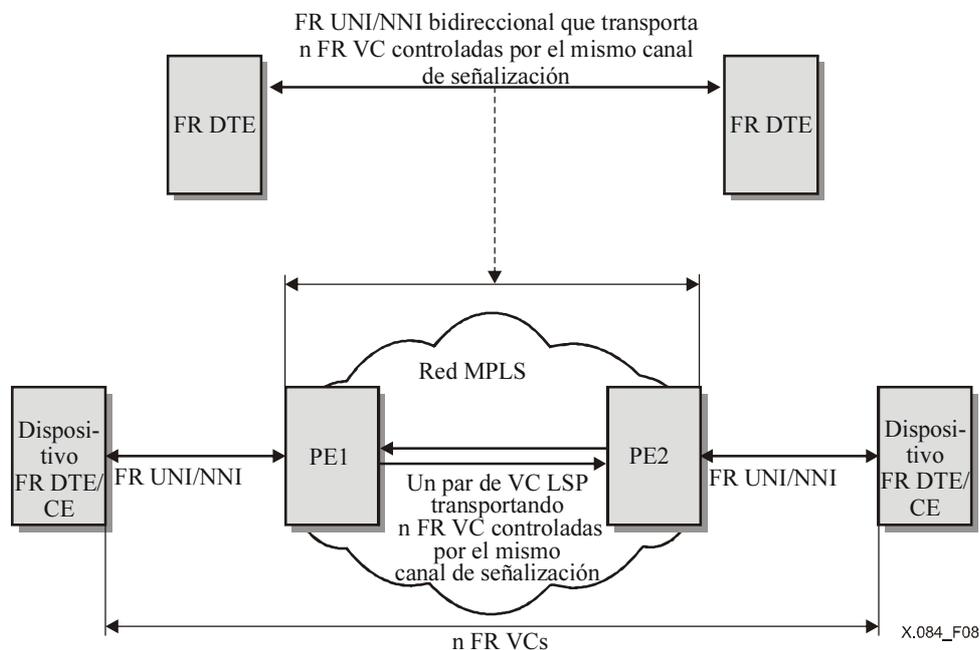
Si se utiliza un L-LSP como LSP de túnel, la clase de planificación PHB de cada paquete se infiere de la etiqueta sin que haga falta más información (por ejemplo, es independiente del valor del campo EXP). En tal caso, el LSP deberá satisfacer los requisitos más estrictos de QoS de las VC de retransmisión de tramas tunelizadas por el LSP.

Si se utiliza un E-LSP como LSP de túnel, se utiliza el campo EXP de la etiqueta de túnel para determinar el PHB aplicable a cada paquete, es decir distintos paquetes de un LSP pueden recibir QoS diferentes. El campo de 3 bits EXP de la etiqueta del túnel puede representar ocho combinaciones distintas de comportamiento por salto (PHB) y niveles de prioridad de rechazo. La correspondencia entre los campos PHB y EXP se señala explícitamente al crear la etiqueta o se basa en una correspondencia preconfigurada.

12 Modo de correspondencia de retransmisión de tramas de varios a uno

12.1 Generalidades

Una de las opciones de red es el modo de correspondencia de retransmisión de tramas de varios a uno.



NOTA 1 – Las n FR VC entre el par de dispositivos de retransmisión de tramas (CE) agregados al mismo par de MPLS VC LSP, se controlan por el mismo canal de señalización.

NOTA 2 – El procesamiento del número de secuencia y las características de interfuncionamiento radican en los PE.

Figura 8/X.84 – Ilustración del concepto de modo de correspondencia de retransmisión de tramas de varios a uno

La parte superior de la figura 8 representa dos dispositivos de retransmisión de tramas conectados mediante una UNI o NNI de retransmisión de tramas. Entre ellas se configuran n VC de retransmisión de tramas. Las n VC de retransmisión de tramas se controlan mediante el mismo canal de señalización con DLCI = 0.

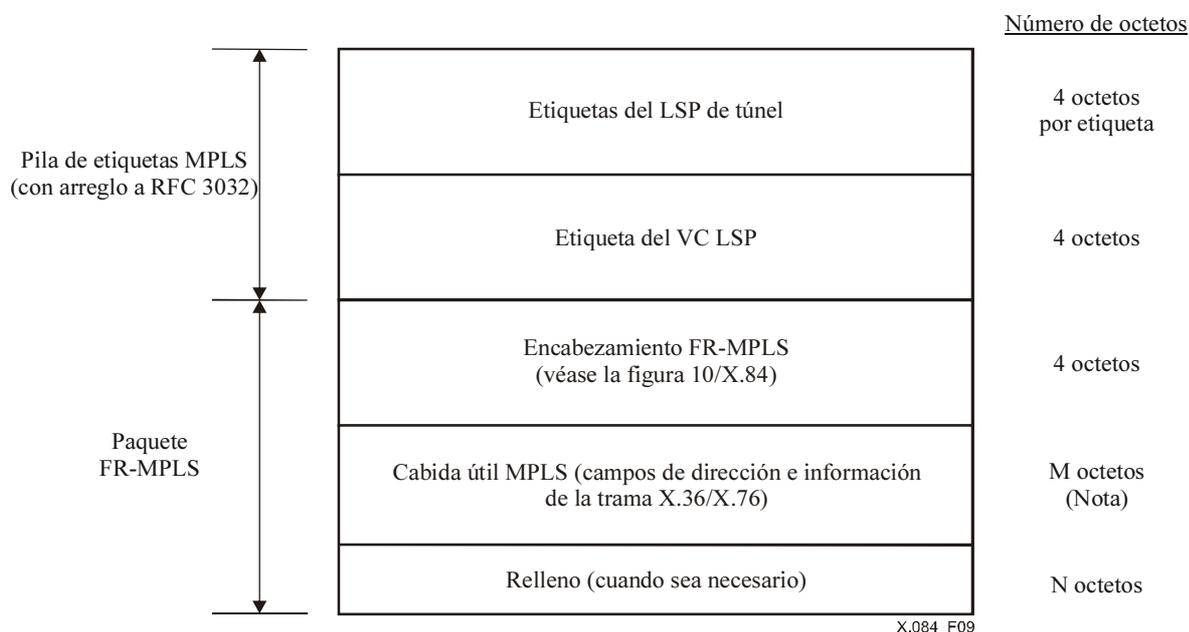
La parte inferior de la figura 9 representa la sustitución de la interfaz física de retransmisión de tramas por un par de PE y un par de VC LSP (un VC LSP para cada sentido de tráfico entre PE1 y PE2). La interfaz entre un dispositivo FR y otro PE es o bien una FR UNI o bien una NNI. El conjunto de n FR VC controlados por el mismo canal de señalización con DLCI = 0 entre dos PE, se hace corresponder con un par de VC LSP. En el modo de correspondencia de varios a uno, las FR VC no son visibles individualmente para un PE, por lo que no hay configuración de FR VC individuales en el PE. Un PE procesa el conjunto de FR VC como un todo. Los parámetros de QoS y de tráfico de FR relacionados en las cláusulas 10 y 11 se asignan al tráfico agregado que fluye por la interfaz entre un CE y un PE y no a FR VC individuales, lo que permite que el control de tráfico pueda realizarse sobre el agregado.

El modo FR de varios a uno permite el transporte entre dos PE de una trama FR completa con exclusión de las banderas de apertura y cierre y de la secuencia de comprobación de trama (FCS, *frame check sequence*), y una vez suprimido el relleno de bits o bytes.

NOTA – Como analogía, el modo de correspondencia de FR-MPLS de varios a uno es bastante parecido a una conexión de trayecto virtual en una red ATM que incluya el canal de señalización. Los nodos MPLS intermedios no realizan funciones de supervisión de estado de la retransmisión de tramas.

12.2 Formato de los paquetes en el modo de correspondencia de varios a uno

El formato de los paquetes en el modo de correspondencia de retransmisión de tramas de varios a uno se representa en la figura 9.



NOTA – El campo de cabida útil está integrado por el campo de información de retransmisión de tramas X.36/X.76 y el campo de dirección (incluidos el DLCI y los campos de control).

Figura 9/X.84 – Formato del paquete FR-MPLS en el modo de correspondencia varios a uno

El significado de los campos del paquete FR-MPLS (figura 9) en el de modo varios a uno es el siguiente:

Etiquetas del LSP de túnel

Véase 8.2.1.

Etiqueta del VC LSP

La etiqueta del VC LSP identifica a un LSP asignado a un conjunto de FR VC controladas por el mismo canal de señalización de retransmisión de tramas. Hay un par de VC LSP para los dos sentidos del tráfico. Véase 8.2.2.

Encabezamiento FR-MPLS

El encabezamiento FR-MPLS contiene información de control del protocolo. Su estructura se representa en la figura 10. Los bits de control de retransmisión de tramas (F, B, D y C) en el modo de varios a uno no se codifican en el encabezamiento, y los bits 4-7 se ponen a cero.

El empleo de los campos longitud y número de secuencia coincide con el del modo biunívoco, con las siguientes salvedades:

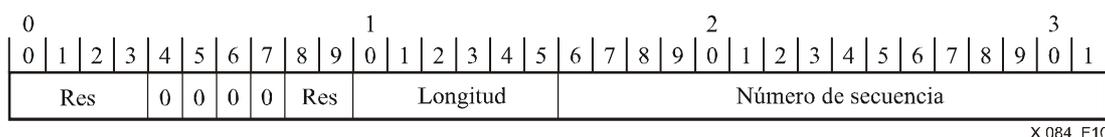
Hay un contador del número de secuencia para el conjunto de FR VC aunque no para cada FR VC individual. Para calcular el tamaño del paquete FR-MPLS a fin de determinar si se necesita relleno o no, se utiliza la longitud de la trama FR.

Cabida útil MPLS

La cabida útil está integrada por el campo de dirección (incluidos el DLCI y los bits de control) y el campo de información de la trama de retransmisión de tramas sin las banderas de apertura y cierre, el relleno de bits u octetos ni la FCS.

Relleno

El relleno está integrado por un cierto número de caracteres (que puede ser cero) cuya finalidad es reducir el paquete FR-MPLS al tamaño mínimo requerido por el protocolo de enlace de la capa, especialmente si éste es IEEE 802.3/Ethernet. Como carácter de relleno puede utilizarse cualquier carácter de 8 bits cuyo valor decimal está comprendido entre 0 y 255.



X.084_F10

Figura 10/X.84 – Estructura del encabezamiento FR-MPLS correspondiente al modo de varios a uno

Los dos PE pares deben configurarse con el máximo tamaño de trama FR que pueda soportarse en relación con el tamaño de la MTU del LSP.

12.3 Procesamiento en el modo de varios a uno

Cuando un PE reciba una trama FR de un dispositivo FR (FR DTE o CE), eliminará las banderas, quitará el relleno de bits o bytes y comprobará el contenido del campo FCS para determinar si se han producido errores de transmisión o no. De haberse producido errores de transmisión, se descartará la trama; de lo contrario, se encapsulará la trama FR como cabida útil MPLS a fin de entregarla al PE remoto. La FCS y las banderas se suprimen antes de la encapsulación MPLS. El PE no deberá modificar ninguno de los campos de la trama de retransmisión de tramas; éstos se entregarán al PE remoto conforme se reciban del dispositivo FR.

El procesamiento de los campos longitud y número de secuencia es semejante al descrito en 9.1 y 9.2 con la siguiente salvedad: hay un contador de número de secuencia para el conjunto de FR VC pero no un contador para cada FR VC individual. Los números de secuencia sólo sirven para comprobar el orden de recepción de los paquetes FR-MPLS pertenecientes a las FR VC agregadas.

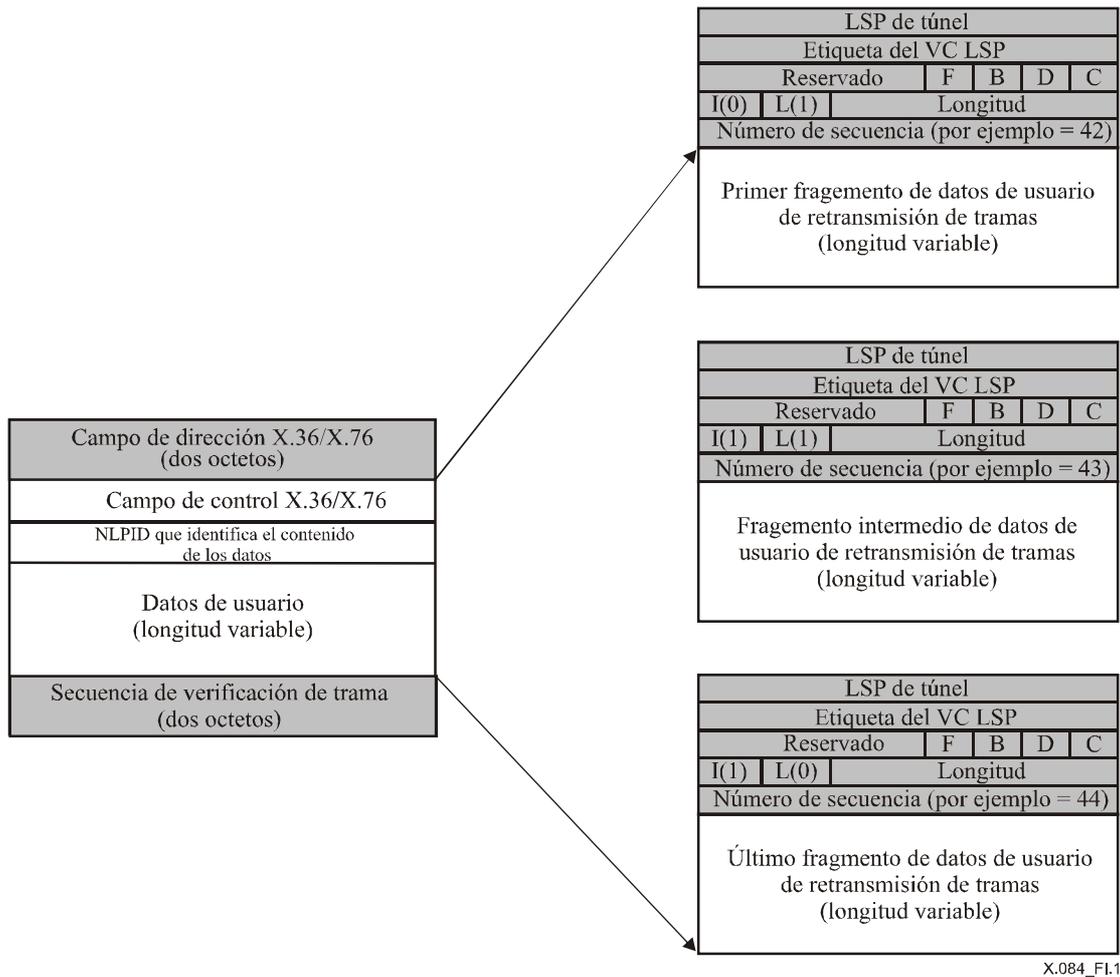
Si un PE de egreso recibe un número excesivo de paquetes FR-MPLS fuera de secuencia, deberá informar al plano de gestión responsable de la función de interfuncionamiento del FR-MPLS en el PE y adoptar las medidas oportunas. El umbral de declaración de exceso de paquetes FR-MPLS fuera de secuencia no se define en la presente Recomendación.

Cuando reciba un paquete FR-MPLS, el PE remoto deberá extraer el campo de cabida útil, encapsular el resultado en una trama FR (añadiendo banderas y FCS) para su transmisión al dispositivo FR local.

Apéndice I

Ejemplo de fragmentación en el modo de correspondencia biunívoco

En la figura I.1. Se muestra un ejemplo del procedimiento de fragmentación en el modo biunívoco. Los octetos en blanco indican la porción de datos de la trama original que se divide en fragmentos (en tres fragmentos en este ejemplo). En este ejemplo, el valor 42 para el número de secuencia inicial se escogió al azar.



X.084_F1.1

Figura I.1/X.84 – Ejemplo de fragmentación en el modo de correspondencia biunívoco

BIBLIOGRAFÍA

- IETF RFC 1191: *Path MTU Discovery*, noviembre de 1990.
- IETF RFC 1981: *Path MTU Discovery for IP version 6*, agosto de 1996.
- RFC 2475: *An architecture for Differentiated Services*, diciembre de 1998.
- RFC 3260: *New Terminology and Clarifications for Diffserv*, abril de 2002.
- Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- Recomendación UIT-T M.20 (1992), *Filosofía de mantenimiento de las redes de telecomunicaciones*.
- Recomendación UIT-T Y.1710 (2002), *Requisitos de la funcionalidad operación, administración y mantenimiento para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- Recomendación UIT-T Y.1711 (2004), *Mecanismo de operación y administración para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- Recomendación UIT-T Y.1720 (2003), *Conmutación de protección para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.

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