

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.1714

(01/2007)

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

Aspectos del protocolo Internet – Operaciones,
administración y mantenimiento

**Gestión de la conmutación por etiquetas
multiprotocolo y marco de operación,
administración y mantenimiento**

Recomendación UIT-T Y.1714

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 la 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.1714

Gestión de la conmutación por etiquetas multiprotocolo y marco de operación, administración y mantenimiento

Resumen

La presente Recomendación abarca la operación, administración y mantenimiento del plano de usuario de la conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS), los aspectos del plano de control y los aspectos de red de gestión de telecomunicaciones en lo que concierne a la MPLS. Concretamente, una serie de órganos de normalización, principalmente del UIT-T y del IETF se encuentran trabajando sobre los mecanismos examinados en esta Recomendación.

Esta Recomendación se centra en los aspectos OAM específicos de la tecnología MPLS del modelo RGT expuesto en la Rec. UIT-T M.3010. La presente Recomendación se limita al alcance de los componentes e interfaces que sirven de interfaz entre los elementos de red (plano de usuario y de control) y entre los elementos de red y los sistemas EMS y NMS.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Y.1714 fue aprobada el 13 de enero de 2007 por la Comisión de Estudio 13 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT 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 en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

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
3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones	3
3.2 Términos definidos en esta Recomendación	3
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	4
5 Convenios	5
6 Modelos de red	5
6.1 Infraestructura MPLS	5
6.2 LSP interfuncionante	6
6.3 Red ATM-MPLS	8
6.4 Redes RPV MPLS L3.....	8
6.5 Redes RPV MPLS L2.....	9
7 Recomendaciones afines y contexto.....	9
7.1 Aspectos del plano de usuario	9
7.2 Mecanismos de recuperación en el plano de datos.....	11
7.3 Aspectos del plano de control.....	11
7.4 Aspectos de gestión	12
7.5 Seguridad.....	13
7.6 Relación OAM entre las capas de cliente y la capa de servidor MPLS	14
8 Aspectos TMN MPLS	14
8.1 Función de supervisión de red MPLS	14
Apéndice I – Detección de defectos del plano de datos.....	15
I.1 Detección de fallos de la interfaz de transmisión.....	15
I.2 Detección de fallos de nodo	15
I.3 Detección de fallos de trayecto.....	16
Apéndice II – Herramientas de diagnóstico.....	17
II.1 Verificación de la conectividad de canal virtual	17
II.2 Prueba autónoma del encaminador conmutado por etiquetas	17
Apéndice III Capacidades de gestión MPLS	18
III.1 Gestión del plano de datos MPLS	18
III.2 Gestión del plano de control LDP MPLS.....	19
Apéndice IV – Gestión de averías.....	20
IV.1 Detección de reenvío bidireccional	20
Bibliografía	21

Introducción

Esta Recomendación madre tiene por objetivo hacer avanzar el trabajo sobre todos los aspectos de la gestión de MPLS. Esta Recomendación incluye la operación, la administración y el mantenimiento del plano de usuario MPLS, los aspectos del plano de control y los aspectos RGT de la gestión de MPLS. Se reconoce que en esta labor participan un gran número de Comisiones de Estudio y encargados de Cuestiones del UIT-T, así como otros órganos de normalización.

Se ha trabajado sobre muchos aspectos de la gestión MPLS al tiempo que se preparaba la presente Recomendación. Dichos aspectos específicos de gestión a los que no puede aún aplicarse la referencia normativa en el momento de la publicación, serán abordados aplicando los procedimientos normales de actualización de documentos de la UIT y se identifican en este documento con la expresión "queda en estudio".

Recomendación UIT-T Y.1714

Gestión de la conmutación por etiquetas multiprotocolo y marco de operación, administración y mantenimiento

1 Alcance

Esta Recomendación abarca los aspectos de operación, administración y mantenimiento del plano de usuario MPLS y los correspondientes aspectos del plano de control, así como los aspectos RGT de la gestión de MPLS. Existen diferentes órganos de normalización, principalmente el UIT-T y el IETF, que se encuentran trabajando sobre los mecanismos expuestos en la Recomendación.

Esta Recomendación se centra en los aspectos OAM específicos de la tecnología MPLS del modelo TMN [UIT-T M.3010]. El alcance de la Recomendación se limita a los componentes e interfaces que sirven de interfaz entre elementos de red (plano de usuario y de control) y entre elementos de red y sistemas EMS y NMS (interfaz 'Q').

En el siguiente diagrama (figura 1) se indica el alcance de la Recomendación y su interacción con el trabajo de otras Comisiones de Estudio del UIT-T y órganos de normalización.

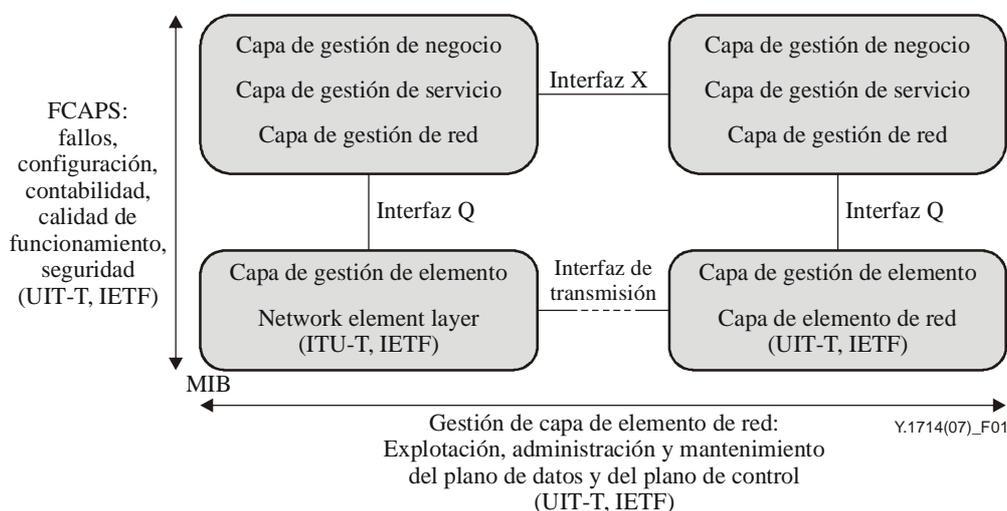


Figura 1 – Modelo genérico RGT

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.

[UIT-T G.8110] Recomendación UIT-T G.8110/Y.1370 (2005), *Arquitectura de la red de capa con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.

[UIT-T I.610] Recomendación UIT-T I.610 (1999), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA*.

- [UIT-T M.3010] Recomendación UIT-T M.3010 (2000), *Principios para una red de gestión de las telecomunicaciones.*
- [UIT-T Q.933] Recomendación UIT-T Q.933 (2003), *Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 de RDSI – Especificaciones de señalización para el control y la supervisión de estado de conexiones virtuales conmutadas y permanentes en modo trama.*
- [UIT-T X.84] Recomendación UIT-T X.84 (2004), *Soporte de servicios de retransmisión de tramas sobre redes centrales de conmutación por etiquetas multiprotocolo.*
- [UIT-T Y.1411] Recomendación UIT-T Y.1411 (2003), *Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono – Interfuncionamiento en el plano de usuario en modo celular.*
- [UIT-T Y.1561] Recomendación UIT-T Y.1561 (2004), *Parámetros de calidad de funcionamiento y disponibilidad para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo.*
- [UIT-T Y.1710] Recomendación UIT-T Y.1710 (2002), *Requisitos de la funcionalidad, operación y mantenimiento para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo.*
- [UIT-T Y.1711] Recomendación UIT-T Y.1711 (2004), *Mecanismo de operación y administración para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo.*
- [UIT-T Y.1712] Recomendación UIT-T Y.1712 (2004), *Funcionalidad de operación y mantenimiento para el interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono.*
- [UIT-T Y.1713] Recomendación UIT-T Y.1713 (2004), *Conmutación de protección para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo.*
- [UIT-T Y.1720] Recomendación UIT-T Y.1720 (2003), *Conmutación de protección para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo.*
- [UIT-T Y.2011] Recomendación UIT-T Y.2011 (2004), *Principios generales y modelo de referencia general de las redes de la próxima generación.*
- [IETF RFC 792] IETF RFC 792 (1981), *Internet Control Message Protocol.*
- [IETF RFC 2206] IETF RFC 2206 (1997), *RSVP Management Information Base using SMIPv2.*
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
- [IETF RFC 3036] IETF RFC 3036 (2001), *LDP Specification.*
- [IETF RFC 3107] IETF RFC 3107 (2001), *Carrying Label Information in BGP-4.*
- [IETF RFC 3209] IETF RFC 3209 (2001), *RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP tunnels.*
- [IETF RFC 3212] IETF RFC 3212 (2002), *Constraint-Based LSP Setup using LDP.*
- [IETF RFC 3478] IETF RFC 3478 (2003), *Graceful Restart Mechanism for Label Distribution Protocol.*
- [IETF RFC 3479] IETF RFC 3479 (2003), *Fault Tolerance for the Label Distribution Protocol (LDP).*
- [IETF RFC 3811] IETF RFC 3811 (2004), *Definitions of Textual Conventions (TCs) for Multiprotocol Label Switching (MPLS) Management.*
- [IETF RFC 3812] IETF RFC 3812 (2004), *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Traffic Engineering (TE) Management Information Base (MIB).*

- [IETF RFC 3813] IETF RFC 3813 (2004), *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label Switching Router (LSR) Management Information Base (MIB)*.
- [IETF RFC 3814] IETF RFC 3814 (2004), *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Forwarding Equivalence Class To Next Hop Label Forwarding Entry (FEC-To-NHLFE) Management Information Base (MIB)*.
- [IETF RFC 3815] IETF RFC 3815 (2004), *Definitions of Managed Objects for the Multiprotocol Label Switching (MPLS), Label Distribution Protocol (LDP)*.
- [IETF RFC 3985] IETF RFC 3985 (2005), *Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Architecture*.
- [IETF RFC 4090] IETF RFC 4090 (2005), *Fast Reroute Extensions to RSVP-TE for LSP Tunnels*.
- [IETF RFC 4221] IETF RFC 4221 (2005), *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Management Overview*.
- [IETF RFC 4364] IETF RFC 4364 (2006), *BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs)*.
- [IETF RFC 4377] IETF RFC 4377 (2006), *Operations and Management (OAM) Requirements for Multi-Protocol Label Switched (MPLS) Networks*.
- [IETF RFC 4378] IETF RFC 4378 (2006), *A Framework for Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Operations and Management (OAM)*.
- [IETF RFC 4379] IETF RFC 4379 (2006), *Detecting Multi-Protocol Label Switched (MPLS) Data Plane Failures*.

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otras Recomendaciones

Esta Recomendación utiliza el siguiente término definido en otra Recomendación.

3.1.1 plano de control: [UIT-T Y.2011].

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.2.1 plano de usuario: El conjunto de componentes que reenvían el tráfico y a través de los cuales fluye el tráfico.

NOTA – El "plano de usuario" se denomina también "plano de transporte" en otras Recomendaciones del UIT-T.

3.2.2 función de supervisión de red: Se trata de una función que coordina un conjunto de mecanismos con el fin de supervisar defectos en el LSP.

3.2.3 protección de enlace: En virtud de este tipo de protección, durante un fallo todos los LSP que utiliza el enlace protegido como interfaz a la salida se reencaminan a lo largo del único LSP de protección. Se denomina LSP de soslayo del siguiente salto (NHOP) a un LSP de protección que soslaya un solo enlace del LSP protegido.

3.2.4 protección de nodo: La protección de nodo es similar a la protección de enlace, excepto por el hecho de que el destino del LSP de protección está constituido por un nodo situado en sentido descendente más allá del punto de fallo. Típicamente, para proteger un nodo se utiliza el nodo situado en sentido descendente más allá del punto de fallo, en cuyo caso el LSP de protección se conoce como el "LSP de soslayo del salto siguiente al siguiente salto (NNHOP)".

Cuando sobreviene un fallo de nodo, los LSP se reencaminan íntegramente en torno al nodo que haya fallado.

3.2.5 protección de trayecto: Se trata de una protección de extremo a extremo y del origen a la cola de un determinado LSP. Puede encontrarse información más detallada al respecto en [UIT-T Y.1720].

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BGP	Protocolo de pasarela limítrofe (<i>border gateway protocol</i>)
CE	Borde del cliente (<i>customer edge</i>)
CsC	Pasarela de pasarelas (<i>carrier's carrier</i>)
eBGP	BGP externo (<i>external BGP</i>)
FEC	Clase equivalente de reenvío (<i>forwarding equivalent class</i>)
FR	Retransmisión de tramas (<i>frame relay</i>)
FTN	FEC a NHLFE (<i>FEC-to-NHLFE</i>)
IGP	Protocolo de pasarela interior (<i>interior gateway protocol</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
IWF	Función de interfuncionamiento (<i>interworking function</i>)
LDP	Protocolo de distribución de etiquetas (<i>label distribution protocol</i>)
LSP	Trayecto conmutado por etiquetas (<i>label switched path</i>)
LSR	Encaminador conmutado por etiquetas (<i>label switched router</i>)
MIB	Base de información de gestión (<i>management information base</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multiprotocol label switching</i>)
MTU	Unidad de transmisión máxima (<i>maximum transmit unit</i>)
NHLFE	Entrada de reenvío de etiquetas al siguiente salto (<i>next hop label forwarding entry</i>)
NHP	Siguiente salto (<i>next hop</i>)
NNHP	Salto siguiente al siguiente salto (<i>next next hop</i>)
OAM	Operación, administración y mantenimiento (<i>operation, administration and maintenance</i>)
PE	Borde del proveedor (<i>provider edge</i>)
POS	Paquete por Sonet (<i>packet over Sonet</i>)
RGT	Red de gestión de telecomunicaciones
RPV	Red privada virtual
RRO	Objeto de ruta de registro (<i>record route object</i>)
RSVP	Protocolo de reserva de recursos (<i>resource reservation protocol</i>)
TDM	Multiplexación por división en el tiempo (<i>time division multiplexing</i>)
TE	Ingeniería de tráfico (<i>traffic engineering</i>)
VCCV	Verificación de la conectividad de canal virtual (<i>virtual channel connectivity verification</i>)

5 Convenios

Ninguno.

6 Modelos de red

Los modelos de red se aplican, entre otros, al caso en que las redes basadas en MPLS constituyen la parte nuclear de las redes de servicio, al tiempo que se utilizan otras tecnologías de capa 2 (por ejemplo, ATM, retransmisión de trama, Ethernet, etc.) para transportar servicios de extremo a extremo, que constituyen la capa de cliente de la porción MPLS. En este sentido, cabe citar como ejemplo la MPLS basada en IP-RPV [IETF RFC 4364], ATM (o cualquier otra tecnología de capa 2 como Ethernet o retransmisión de tramas), red MPLS, redes que interfuncionan y cuentan con una red medular MPLS en medio de las conexiones de capa 2 de extremo a extremo, y redes que transportan señales vocales mediante MPLS dorsal (esto es, voz con MPLS).

6.1 Infraestructura MPLS

En [IETF RFC 3031] se define la arquitectura MPLS, con arreglo a la cual los paquetes se asignan a una determinada clase equivalente de reenvío (FEC, *forwarding equivalent class*) al entrar en la red. [UIT-T G.8110] es la correspondiente referencia del UIT-T en lo que atañe a la arquitectura MPLS, según se define en [IETF RFC 3031]. Después de asignar un paquete a la FEC, ésta se codifica como una etiqueta. En saltos subsiguientes no se analiza ya el encabezamiento de capa de red del paquete y, en su lugar, la etiqueta se utiliza como un índice en un cuadro que especifica el siguiente salto y una nueva etiqueta. La antigua etiqueta se reemplaza con la nueva etiqueta y el paquete se reenvía a su siguiente salto. La arquitectura MPLS determina que los encaminadores conmutados de etiquetas (LSR, *label switched router*) en la red dorsal MPLS se informan entre sí de las vinculaciones etiqueta/FEC a las que han procedido. Este conjunto de procedimientos se conoce con el nombre de "protocolo de distribución de etiquetas" e incluye también toda negociación en la que dos pares de distribución de etiquetas deban participar para informarse de sus respectivas capacidades MPLS. Dos LSR que utilizan un protocolo de distribución de etiquetas para intercambiar información sobre vinculaciones etiquetas/FEC se conoce como "par de distribución de etiquetas" con respecto a la información de vinculación que intercambian.

La arquitectura MPLS no especifica un protocolo único de distribución de etiquetas, por lo cual la elección del correspondiente protocolo dependerá del objetivo que deba alcanzarse. En ciertos casos convendría vincular una etiqueta a las clases equivalentes de reenvío que puedan ser identificadas junto con las rutas a prefijos de direcciones a través del LDP [IETF RFC 3036] y el BGP [IETF RFC 3107]. Asimismo, cuando resulta necesario reservar recursos a lo largo del trayecto, especialmente los recursos relacionados con la ingeniería del tráfico, convendría establecer un trayecto explícitamente encaminado del ingreso al egreso mediante un protocolo específico de distribución de etiquetas, por ejemplo RSVP-TE [IETF RFC 3209] o CR-LDP [IETF RFC 3212].

El soporte de los LSP para la ingeniería de tráfico MPLS entre diferentes zonas del protocolo de pasarela interior (IGP, *interior gateway protocol*) o a lo largo de sistemas autónomos se logra introduciendo ciertas mejoras en la señalización RSVP-TE y el protocolo de distribución de etiquetas (véase [b-IETF RFC 4105]).

La arquitectura MPLS hace posible, por otra parte, que el $n-1$ LSR en un trayecto conmutado por etiquetas haga saltar la etiqueta y reenvíe el paquete, basándose en la información obtenida de su capa de red. Esto se conoce como detonación del penúltimo salto y permite que el LSR de egreso desempeñe únicamente una búsqueda (en lugar de dos).

6.2 LSP interfuncionante

Un LSP interfuncionante es un LSP MPLS aumentado con información de adaptación para permitir que una serie de atributos esenciales de un servicio (por ejemplo, línea arrendada T1, ATM o retransmisión de tramas) sea emulada en la red de conmutación de paquetes. Un LSP interfuncionante es equivalente a un constructivo de etiquetas pseudoalámbrico, según se define en [IETF RFC 3985].

Un LSP interfuncionante tiene por objeto proporcionar la funcionalidad necesaria para emular el servicio con el grado requerido de fidelidad. Cualquier conmutación, traducción u otra operación que exija el conocimiento de la semántica de cabida útil queda a cargo de la función de interfuncionamiento.

En la figura 2 se ilustra el modelo de referencia genérico de un "servicio nativo" (NS, *native service*) con MPLS en la cual el "servicio nativo" puede ser ATM, retransmisión de tramas, TDM, Ethernet, etc.

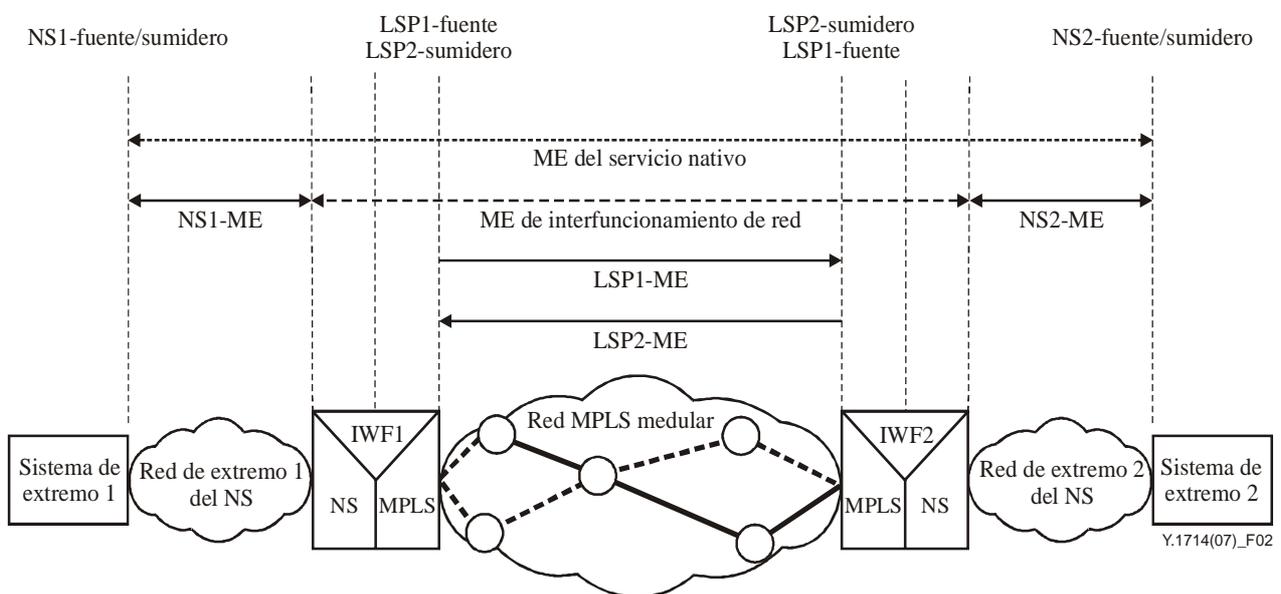


Figura 2 – Modelo de referencia en lo que concierne al interfuncionamiento de redes LSP

Las funciones de interfuncionamiento del LSP necesarias incluyen el encapsulado de trenes de bits, células o unidades de datos de protocolo (PDU, *protocol data unit*) específicos del servicio que se considere y que llegan a un puerto de ingreso, así como su transporte a lo largo de un trayecto o túnel. En ciertos casos resulta necesario realizar otras operaciones, por ejemplo, la gestión de la temporización y el orden de dichos trenes, células o PDU, para emular el comportamiento y las características del servicio con el grado requerido de fidelidad.

Desde el punto de vista de un sistema de extremo, el interfuncionamiento LSP se caracteriza como un enlace o circuito compartido del servicio elegido.

En la figura 2b se describe la arquitectura de referencia de las redes LSP que interfuncionan, arquitectura que se basa en el modelo funcional de [b-UIT-T G.805].

El ping de [UIT-T Y.1711] y del LSP MPLS, así como el rastreo del LSP, definen mecanismos OAM para el LSP de transporte. Con todo, los procedimientos de interacción en una función de interfuncionamiento entre LSP de transporte y el servicio nativo quedan en estudio.

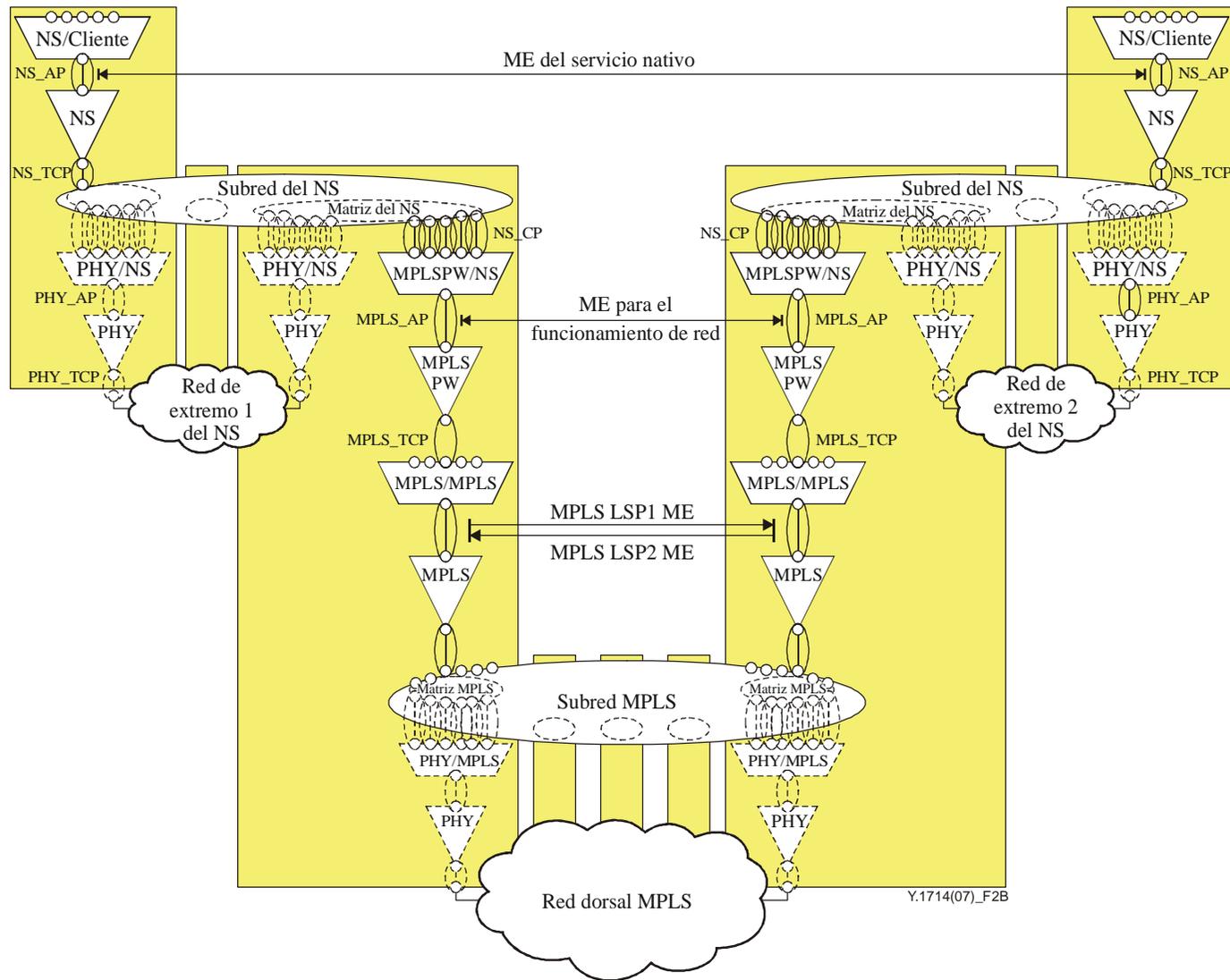


Figura 2b – Arquitectura de referencia para redes LSP de interfuncionamiento basadas en G.805

6.3 Red ATM-MPLS

Cuando se aplica a ATM, la figura 2 define el modelo de referencia genérico de las funciones OAM MPLS de interfuncionamiento de red ATM-MPLS, y hay que señalar que las funciones de la capa de cliente deberían ser independientes entre sí. En [UIT-T Y.1712] se propone una ejemplificación específica de ATM/MPLS. En ese caso, las funciones OAM para redes ATM se definen en [UIT-T I.610] y en [UIT-T Y.1711] se hace otro tanto con la OAM para la MPLS. Las funciones de diagnóstico quedan en estudio.

NOTA – En [UIT-T Y.1712] se documentan, por otra parte, los procedimientos OAM IWF para el escenario de interfuncionamiento de capa de red (y el interfuncionamiento de servicio), escenario que no se contempla en la presente Recomendación.

6.4 Redes RPV MPLS L3

En [IETF RFC 4364] se describe un método mediante el cual una MPLS dorsal puede utilizarse para proporcionar RPV (redes privadas virtuales) IP. En este método se utiliza un "modelo de pares", según el cual los encaminadores del borde de cliente ("encaminadores CE") envían sus rutas a los encaminadores de borde dorsales ("encaminadores PE"). Acto seguido, se utiliza el BGP en el núcleo para conmutar las rutas de una determinada RPV entre los encaminadores PE propios de dicha RPV. Esto se hace de tal modo que se garantice que las rutas de diferentes RPV sigan siendo distintas y permanezcan separadas, incluso cuando dos RPV cuenten con un espacio de dirección superpuesto. En la figura 3 se ilustra la relación L3 RPV en un entorno MPLS.

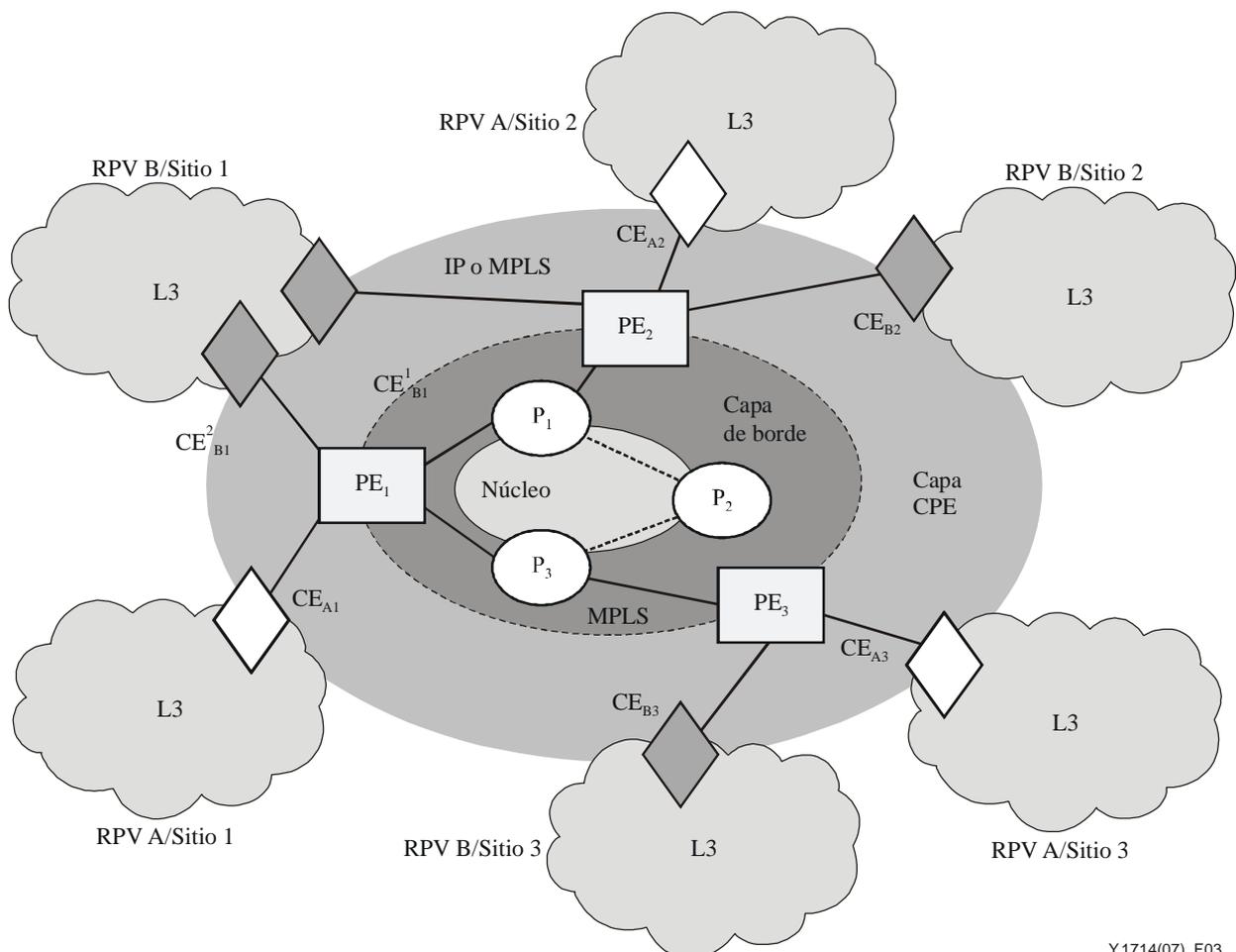


Figura 3 – Modelo de referencia para RPV L3 a lo largo de una red MPLS

Los sitios RPV pueden consistir en ocasiones en una red de un proveedor de servicios, el cual ofrecerá en tal caso servicios RPV a sus usuarios finales. De ser así, resulta necesario que los encaminadores CE soporten MPLS. Este modelo se conoce como portadora de portadoras (CsC, *carrier's carrier*) y, en esencia, es exactamente el que corresponde a las RPV MPLS L3 "normales". Asimismo, aunque la RPV pueda ser una red de tránsito para rutas situadas fuera de la RPV del cliente, normalmente no participará en la central de encaminamiento de dichas rutas externas. No existe realmente ninguna relación de paridad entre los PE y los CE. La porción de proveedor de la RPV no se plantea claramente para el sistema de encaminamiento como un sistema autónomo ni se toma en consideración separadamente en las métricas de tránsito. El CE sólo requiere distribuir al PE rutas internas de la RPV. Se espera que los hablantes no BGP de la red de cliente cuenten con rutas por defecto hacia los hablantes BGP del cliente.

Otra variante de la RPV MPLS L3 viene dada por el caso en que dos sitios de una RPV se encuentran conectados a diferentes sistemas autónomos (esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando las RPV están conectadas a dos diferentes proveedores de servicio).

Para proporcionar conectividad RPV MPLS L3 entre sistemas autónomos cabe recurrir a cuatro métodos:

- 1) Conexiones virtuales de reenvío de reencaminamiento a conexiones virtuales de reenvío de encaminamiento en los encaminadores limítrofes del sistema autónomo.
- 2) Redistribución eBGP de rutas RPV-IPv4 etiquetadas de AS a AS vecino.
- 3) Redistribución eBGP de rutas RPV-IPv4 etiquetadas entre AS de origen y de destino, con redistribución eBGP de rutas IPv4 etiquetadas de AS a AS vecino.
- 4) Para mejorar la modularidad, habría que situar las conexiones eBGP multisalto únicamente entre un reflector de ruta de un AS y un reflector de ruta de otro AS.

6.5 Redes RPV MPLS L2

Quedan en estudio.

7 Recomendaciones afines y contexto

NOTA – Esta cláusula no se aplica a los LSP que interfuncionan.

7.1 Aspectos del plano de usuario

7.1.1 Requisitos de la gestión del plano de usuario MPLS

[UIT-T Y.1710] y [IETF RFC 4377] proporcionan una serie de requisitos aplicables a la gestión del plano de usuario MPLS. [IETF RFC 4378] proporciona un marco para la gestión del plano de usuario MPLS.

7.1.2 Definición de disponibilidad de MPLS y mecanismos de gestión de averías

Con el fin de realizar la gestión de averías puede recurrirse a uno de los siguientes mecanismos:

- 1) En [UIT-T Y.1711] puede verse una definición de la disponibilidad punto a punto y se definen las herramientas del protocolo de soporte para la medición de la disponibilidad, la detección de averías y la notificación de averías (incluida la gestión de alarmas).
- 2) La detección del reenvío bidireccional (BFD, *bidirectional forwarding detection*) es un protocolo que tiene por finalidad detectar averías en el trayecto bidireccional entre dos motores de reenvío, con latencia potencialmente muy baja, y que puede utilizarse además del ping LSP MPLS para detectar averías en el plano de datos. En el apéndice IV se da una descripción de este tema.
- 3) [UIT-T Y.1561] define parámetros que pueden utilizarse para especificar y evaluar la calidad de la velocidad, la exactitud, el carácter de dependencia y la disponibilidad de la

transferencia de paquetes a lo largo de un LSP en una red de conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS, *multiprotocol label switched*). Los parámetros definidos se aplican al LSP de extremo a extremo, punto a punto y multipunto a punto, y a cualquier dominio MPLS que proporcione servicios de transferencia de paquetes o contribuye a la prestación de tales servicios.

7.1.3 Detección de derivación incorrecta MPLS

La FEC-CV especificada en [UIT-T Y.1713] constituye un mecanismo para detectar el reenvío incorrecto del plano de datos de paquetes entre LSP no supervisados mediante los mecanismos previstos en Y.1711, así como entre LSP no supervisados y supervisados.

7.1.4 Herramientas de diagnóstico

Cabe la posibilidad de utilizar los siguientes mecanismos como herramienta de diagnóstico, dependiendo del trayecto conmutado por etiquetas que se considere:

- 1) El ping LSP [IETF RFC 4379] puede utilizarse en lo que concierne a la capacidad de ping y rastreo del plano de datos. El ping LSP es una herramienta de diagnóstico que puede aplicarse para verificar la conectividad unidireccional y el rastreo de los trayectos conmutados por etiquetas MPLS. El ping LSP es una herramienta basada en UDP/IP que se aplica tanto a los LSP punto a punto como a los LSP multipunto a punto. Además, dicho instrumento tiene capacidades que soportan múltiples trayectos de igual coste y utilización del penúltimo salto.
- 2) La verificación de conectividad de canal virtual (VCCV, *virtual channel connectivity verification*) puede utilizarse junto con el ping LSP como una herramienta de diagnóstico a lo largo LSP que interfuncionan. La VCCV constituye un mecanismo de diagnóstico del reenvío incorrecto en el plano de datos de paquetes entre LSP que interfuncionan. Esto se logra proporcionando un canal de control asociado con cada LSP interfuncionante. En el apéndice II se describe este punto.
- 3) La autopueba LSR constituye para un encaminador conmutado por etiquetas (LSR) un medio de autoverificación con el fin de comprobar que su plano de usuario funcione para ciertas aplicaciones de conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS), incluido el reenvío unidistribución basado en LDP y los túneles de ingeniería de tráfico basados en RSVP-TE. En el apéndice II se describe este punto.

7.1.5 Defectos

En [UIT-T Y.1711] se definen defectos MPLS que pueden reflejar:

- Una pérdida absoluta de conectividad entre el origen del camino y los puntos sumidero.
- Problemas de reenvío incorrecto que afectan de manera absoluta a las características de transferencia de uno o más LSP P2P.

En [UIT-T Y.1713] se extiende esta lista introduciendo defectos observados debido al reenvío incorrecto de LSP y, por tanto, al reenvío incorrecto de sondas OAM para LSP no supervisados (P2P o MP2P), que indican indirectamente una pérdida absoluta de conectividad entre un punto de origen y un punto sumidero de la red.

Existen situaciones de defecto adicionales que no están relacionadas concretamente con el trayecto y pueden afectar únicamente a una porción del tráfico transportado por un LSP. Estas condiciones pueden no ser mensurables cuando se recurre a técnicas de sondeo OAM destinadas a la gestión de averías, ya que se manifiestan como problemas de gestión de calidad de funcionamiento. Las condiciones mencionadas no quedarán reflejadas como defectos en el sentido absoluto del término "conectividad", pero afectarían los modelos de disponibilidad definidos en [UIT-T Y.1561], ya que aparecerán como resultados de paquetes con errores. Estas condiciones son las siguientes:

7.1.5.1 MTU excedida

La MPLS no cuenta con un mecanismo de fragmentación y la MTU del LSP corriente para una FEC no siempre resulta conocida en el ingreso LSP. Esto hace que existan paquetes en el núcleo que no pueden fragmentarse ni reenviarse, paquetes que el sistema de gestión considerará como descartados en la aplicación de los cuadros de calidad de funcionamiento de la MIB sobre los LSR.

7.1.5.2 Pérdida congestiva de paquetes

La pérdida congestiva de paquetes se produce cuando la cabida ofrecida en un enlace sobrepasa la capacidad de éste y es sostenida de tal modo que el almacenamiento de la memoria tampón disponible es excedido en un LSR situado en el trayecto de reenvío. Los paquetes perdidos serán considerados por el sistema de gestión como paquetes descartados con arreglo a los cuadros de calidad de funcionamiento de la MIB LSR.

7.1.5.3 Ordenamiento erróneo

El ordenamiento erróneo tiene lugar en el caso de LSP que interfuncionan y utilizan una palabra de control que contiene un número de secuencia. Las implementaciones suelen descartar PDU recibidas sin la debida secuencia, motivo por el cual el ordenamiento erróneo aparecerá como una descarga de paquetes en el LSR de interfuncionamiento situado a la salida. Los paquetes descartados debido a una suspensión del suministro no se consideran concretamente en ninguna de las bases de información de gestión (MIB, *management information base*), por lo cual el sistema de gestión considerará estos paquetes como un fenómeno idéntico a pérdidas congestivas sobrevenidas en la red.

NOTA – En los actuales modelos de información de gestión estos paquetes perdidos no se identifican explícitamente como descartes de ordenamiento erróneo.

7.2 Mecanismos de recuperación en el plano de datos

7.2.1 Conmutación de protección de capa MPLS

Esta protección puede ser de extremo a extremo (protección del trayecto) o local (reencaminamiento rápido).

7.2.1.1 Protección de trayecto

En [UIT-T Y.1720] se describe un mecanismo de protección de trayecto para escenarios 1+1 y 1:1.

Los mecanismos de protección de malla compartida, mediante los cuales los recursos de protección son compartidos por múltiples entidades de funcionamiento, quedan en estudio.

7.2.1.2 Protección local mediante un mecanismo de reencaminamiento rápido

El reencaminamiento rápido, que se describe en [IETF RFC 4090], es un mecanismo que permite afrontar el fallo de enlace o de nodo recurriendo a una reparación local. Este mecanismo podría utilizarse para proteger múltiples LSP utilizando un único túnel de protección. Cuenta, además, con capacidades para reencaminar LSP de manera independiente. El reencaminamiento rápido tiene también la capacidad de soportar anchura de banda idéntica entre LSP protegidos y LSP de protección. El reencaminamiento rápido se aplica únicamente a LSP con señalización RSVP-TE.

7.3 Aspectos del plano de control

7.3.1 Detección de fallos en el plano de control

La detección de fallos del plano de control queda en estudio.

7.3.2 Recuperación ante fallos en el plano de control

Existen procedimientos de recuperación ante interrupciones no catastróficas sobrevenidas en el plano de control que no hacen necesario interrumpir la conectividad en el plano de datos y reinstanciar el estado del plano de datos.

La recuperación del plano de control para el protocolo de señalización LDP puede lograrse mediante el fácil reinicio que se describe en [IETF RFC 3478] junto con el mecanismo de rectificación de fallos esbozado en [IETF RFC 3479].

Tratándose de la sesión BGP que se especifica en [IETF RFC 4364], el reinicio de la MPLS permite reducir a un mínimo los efectos negativos del reenvío MPLS ocasionados por el reinicio del plano de control del encaminador de conmutación por etiquetas.

7.3.3 Herramientas de diagnóstico del plano de control

El objeto de ruta de registro (RRO, *record route object*) RSVP-TE descrito en [IETF RFC 3209] proporciona información que indica el encaminamiento real de un LSP P2P configurado con RSVP-TE. El RRO puede compararse con el resultado de la herramienta de diagnóstico del plano de datos.

7.4 Aspectos de gestión

7.4.1 Convenios textuales MPLS (MPLS-TC) de las MIB

Las MIB-MPLS TC contienen convenios textuales que representan la información de gestión de la MPLS normalmente utilizada. Los convenios textuales deberían ser importados por módulos MIB que gestionan redes MPLS [IETF RFC 3811].

7.4.2 Panorama de la gestión de MPLS

En el documento global en el que se traza el panorama de la gestión de MPLS [IETF RFC 4221] se describe la arquitectura de gestión para la MPLS y se indican las relaciones existentes entre los diferentes módulos MIB utilizados para la gestión de red MPLS. En el apéndice III puede verse información más detallada sobre los diferentes módulos MIB.

7.4.3 MIB para la gestión del plano de usuario

7.4.3.1 MIB del encaminador conmutado por etiquetas MPLS

El plano de datos MPLS es gestionado con la MIB del encaminador conmutado por etiquetas MPLS de las MIB [IETF RFC 3813] y describe objetos gestionados para configurar y/o supervisar un encaminador conmutado por etiquetas MPLS.

7.4.3.2 MIB FTN

La MIB LSR FTN (FEC a NHLFE) que dirige la correspondencia de la FEC con el LSP de un LSR se gestiona mediante la MIB FTN [IETF RFC 3814].

Por otra parte, describe objetos gestionados para definir, configurar y supervisar la clase de equivalencia de reenvío (FEC) a las correspondencias de entrada de reenvío de etiquetas al siguiente salto (NHLFE, *next hop label forwarding entry*) y las acciones del caso para su utilización con conmutación por etiquetas multiprotocolo.

7.4.4 MIB para la gestión del plano control

7.4.4.1 MIB sobre protocolo de distribución de etiquetas MPLS

El plano de control del protocolo de distribución de etiquetas (LDP, *label distribution protocol*) MPLS es gestionado con la MIB sobre protocolo de distribución de etiquetas [IETF RFC 3815].

7.4.4.2 MIB MPLS-TE

El plano de control de la ingeniería de tráfico MPLS (MPLS-TE, *MPLS-traffic engineering*) es gestionado mediante la MIB MPLS-TE [IETF RFC 3812].

7.4.4.3 MIB RSVP

La MIB del RSVP define una porción de la base de información de gestión (MIB) para su utilización con protocolos de gestión de red en Internet basadas en TCP/IP. En particular, define objetos para gestionar el protocolo de reserva de recursos (RSVP, *resource reservation protocol*) dentro de los atributos de interfaz definidos en el modelo de servicios integrados [IETF RFC 2206].

7.5 Seguridad

Esta Recomendación no introduce nuevos aspectos de seguridad en la arquitectura MPLS. Se señalan a la atención del lector las especificaciones concretas que se mencionan en dicha Recomendación en lo que concierne a una serie de asuntos de seguridad.

7.5.1 Funciones de gestión del plano de usuario

Por lo que hace a las RPV BGP/IP o MPLS IP [IETF RFC 4364], la separación del tráfico del plano de control se logra cuando el PE de ingreso cuelga previamente a los paquetes una etiqueta específica de RPV. Los paquetes con las etiquetas RPV se envían a través del núcleo al PE de egreso, donde dichas etiquetas se utilizan para determinar la RPV correcta. Dados el direccionamiento, el encaminamiento y la separación del tráfico a lo largo de una red medular RPV BGP/MPLS IP, puede suponerse que la arquitectura ofrece en esta esfera la misma seguridad que las RPV de capa 2 comparables, por ejemplo ATM o retransmisión de tramas. No es posible pasar de una RPV o de su núcleo a otra RPV a través de la red RPV BGP/MPLS IP, a menos que se haya configurado específicamente a dicho efecto. Se supone que el espacio de direcciones entre dos RPV distintas es completamente independiente, cuando se trata de dos RPV de capa 3 de un servicio RPV que no se intersectan. Esto significa que, por ejemplo, dos RPV que no se intersectan pueden estar en condiciones de utilizar la red 10/8 (direcciones no públicas) sin experimentar por ello interferencia alguna.

Además, el tráfico procedente de una RPV no debe entrar en ningún momento en otra RPV. Esto se aplica a la separación de la información de protocolo de encaminamiento, de modo tal que los cuadros de encaminamiento queden separados por RPV.

Concretamente:

- Toda RPV debe ser capaz de utilizar el mismo espacio de direcciones que emplee cualquier otra RPV.
- Toda RPV debe ser capaz de utilizar el mismo espacio de direcciones que emplee el núcleo MPLS.
- El tráfico de una RPV no debe fluir en ningún momento hacia otra RPV.
- La información de encaminamiento, así como la distribución y procesamiento de dicha información, para una instancia RPV debe ser independiente de la correspondiente a cualquier otra instancia RPV.

Desde el punto de vista de la seguridad, el requisito básico consiste en evitar que los paquetes destinados a un anfitrión situado en una determinada RPV lleguen a un anfitrión situado en otra RPV o en su núcleo, que tenga la misma dirección o que los paquetes sean encaminados a otra RPV, incluso en caso de que en esa RPV no exista la dirección del anfitrión.

7.5.2 Funciones de gestión del plano de control

Estas funciones quedan en estudio.

7.5.3 Plano de gestión

La seguridad del plano de gestión queda en estudio.

7.6 Relación OAM entre las capas de cliente y la capa de servidor MPLS

El interfuncionamiento de redes y el interfuncionamiento de servicios quedan dentro del alcance de esta cláusula.

7.6.1 Interfuncionamiento IP-MPLS

El ping IP y la ruta de trazado IP basados en el protocolo de mensaje de control de Internet [IETF RFC 792] pueden utilizarse a lo largo del punto interfuncionamiento. Otros mecanismos de interfuncionamiento IP-MPLS quedan en estudio.

7.6.2 Interfuncionamiento ATM-MPLS

[UIT-T Y.1712] define los procedimientos de interfuncionamiento entre redes basadas en [UIT-T I.610] y [UIT-T Y.1711] en lo que respecta al ATM con MPLS (que se define en [UIT-T Y.1411] o procedimientos similares).

7.6.3 Interfuncionamiento FR-MPLS

1) Modo 1:1 de retransmisión de tramas

El interfuncionamiento OSM para FR-MPLS en el modo 1:1 queda para ulterior estudio.

2) Modo puerto de retransmisión de tramas

La indicación de estado PVC, que se define en [UIT-T Q.933] se transporta sin interfaces entre dos PE. En todo caso, la correspondencia de un fallo del LSP de transporte MPLS se estudiará ulteriormente en el marco de [UIT-T X.84].

7.6.4 Interfuncionamiento Ethernet-MPLS

El interfuncionamiento OAM de Ethernet-MPLS queda en estudio.

7.6.5 Interfuncionamiento voz-MPLS

El interfuncionamiento OAM y los aspectos de gestión quedan en estudio.

8 Aspectos TMN MPLS

8.1 Función de supervisión de red MPLS

La función de supervisión de red MPLS coordina las funciones de gestión de red MPLS que abarca la presente Recomendación. Entre estas funciones cabe citar:

- La detección y el diagnóstico de fallos del trayecto por conmutación de etiquetas MPLS.
- Herramientas de diagnóstico.
- Conmutación de protección de capa MPLS.
- Reencaminamiento de capa MPLS.
- MIB MPLS.

Apéndice I

Detección de defectos del plano de datos

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

Cabe agrupar estos defectos en tres categorías, a saber: fallos de la interfaz de transmisión, fallos de nodo y fallos de trayecto.

I.1 Detección de fallos de la interfaz de transmisión

El fallo de la capa de enlace se manifiesta como una pérdida de luz/portadora o averías de orden superior tales como fallos de entramado o detección de errores. Asimismo, algunas redes de transporte que llevan MPLS (por ejemplo, para paquetes con Sonet (POS, *packet over sonet*), redes que se esbozan en [b-IETF-RFC 1619], proporcionan su propio OAM (por ejemplo LCP ECHO).

I.2 Detección de fallos de nodo

Tradicionalmente ha venido utilizándose el fallo de adyacencias del plano de control como "sustituto" de la detección del plano de reenvío y para detectar fallos de nodo. Aunque resulta lógico recurrir a esta técnica en redes basadas en un reenvío sin conexiones, esa actuación tiene menos sentido en redes basadas en un modo de reenvío orientado a la conexión (sea con conmutación de paquetes o de circuitos) o donde los planos de control y de datos son conjuntos disjuntos. Entre otros ejemplos que cabe dar ese sentido, pueden citarse los siguientes:

- *Adyacencia LDP [IETF RFC 3212]/CR-LDP [IETF RFC 3209]*
El LDP incorpora un intercambio de saludos que se utiliza para añadir artificialmente tráfico entre pares LDP/CR-LDP en ausencia de otro tráfico. Esto se combina con una temporización de actividad.
- *Adyacencia RSVP-TE [IETF RFC 3209]*
Se ha aumentado la TE RSVP con un intercambio de saludos entre entidades RSVP-TE pares, lo que puede utilizarse para detectar fallos.
- *Adyacencia IGP/EGP*
El OSPF [b-IETF RFC 2328] y otros trayectos cuentan con intercambio de saludos.

Ahora bien, el aumento exponencial de la complejidad del soporte lógico y el creciente perfeccionamiento de la implementación del plano de control han hecho que los elementos de protocolo del plano de control puedan fallar sin por ello afectar el reenvío. Asimismo, dichos fallos son más frecuentes que los que afectan a la detección diseñada originalmente para reemplazar la detección de fallos del plano de control (por ejemplo, informaciones de sesión aún activa).

Todo esto ha traído como resultado una desvinculación operacional (o al menos un aplazamiento) de la "comunidad de destino" entre el plano de control y el plano de reenvío, y ha dado lugar a definir mecanismos que garanticen la integridad transaccional o la recuperación de estado del plano de control cuando se producen fallos específicos del plano de control. Esto ha llevado a formular definiciones específicas de los fallos de nodo subsanables y no subsanables. La detección de un fallo de nodo no subsanable se ha aplazado, en la inteligencia de que la hipótesis más común es el fallo de nodo subsanable (con la correspondiente supervivencia del plano de reenvío). Normalmente el reinicio del plano de control se negocia entre pares y dicha negociación incluye el establecimiento de tiempo de retención para permitir un fácil reinicio. En la petición de comentarios [IETF RFC 3478] se da un ejemplo de desvinculación del plano de control y el plano de reenvío.

I.3 Detección de fallos de trayecto

Los fallos de trayecto se manifiestan de múltiples formas:

- Interrupciones en el trayecto ocasionadas por defectos en el nivel de servicio/capa.
- Interrupciones en el trayecto ocasionadas por defectos de nivel corrientes.
- Dirección errónea del trayecto debido a una fusión no prevista con otro trayecto.
- Dirección errónea del trayecto debido a un etiquetado erróneo no previsto del trayecto, lo que ocurre por ejemplo, cuando el LSR en sentido descendente no cuenta con una entrada de mapa de etiqueta entrante (ILM, *incoming label map*) en relación con el trayecto.
- Tratándose de mensajes Y.1711 OAM CV, la identificación de la PDU CV en un estado no-ILM y la extracción del TTSI a partir de la PDU CV permite la identificación del LSP defectuoso.

Apéndice II

Herramientas de diagnóstico

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

II.1 Verificación de la conectividad de canal virtual

La verificación de la conectividad de canal virtual (VCCV), que se describe en [b-pwe3-vccv], soporta las aplicaciones de verificación de conexión para contraseñas (PW), con independencia de la tecnología subyacente en la red de servicio público. La VCCV se sirve de protocolos basados en IP para realizar funciones de operación y mantenimiento, lo cual se efectúa proporcionando un canal de control asociado con cada PW. Un operador de red puede aplicar a los procedimientos VCCV para someter a prueba la capacidad de actividad del plano de reenvío de la red.

II.2 Prueba autónoma del encaminador conmutado por etiquetas

Esta prueba autónoma, que se describe en [b-mpls-lsr-self-test], proporciona la capacidad de verificar que el plano de control del LRS funcione en el caso de ciertas aplicaciones clave de conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS), incluidos el reenvío unidistribución y los túneles de ingeniería de tráfico. Se define un nuevo tipo de clase de equivalencia de reenvío con conexión en bucle para permitir que un vecino situado en sentido ascendente ayude en la prueba a muy bajo costo. Además, se definen los mensajes de petición de la verificación MPLS y de respuesta de verificación MPLS para realizar las pruebas.

Los mensajes MPLS de petición de eco y los mensajes MPLS de respuesta de eco a los mensajes de ping LSP se extienden para proceder a realizar las pruebas. Los pings envían a un vecino situado en sentido ascendente con conexión de enlace a través del LSR que se somete a prueba y se interceptan mediante expiración de tiempo de vida por parte de un vecino situado en sentido descendente. Las extensiones a ping LSP se definen para permitir que el vecino situado en sentido descendente informe sobre los resultados de la prueba.

Apéndice III

Capacidades de gestión MPLS

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

III.1 Gestión del plano de datos MPLS

La MIB del encaminador conmutado por etiquetas MPLS (MIB LSR) está diseñada para atender a los siguientes requisitos y restricciones:

- 1) MIB soporta el establecimiento LSP mediante un protocolo de señalización MPLS (donde los parámetros del LSP se especifican utilizando esta MIB en el extremo de cabecera del LSP y el establecimiento de extremo a extremo del LSP se realiza mediante señalización). Por otra parte, la MIB soporta manualmente LSP configurados (es decir, los LSP respecto a los cuales el administrador provisiona mediante la MIB precitada las asociaciones de etiqueta en cada salto del correspondiente LSP).
- 2) La MIB soporta activación y desactivación de la capacidad MPLS en las interfaces capaces de MPLS de un LSR.
- 3) La MIB hace posible que dos o más LSP compartan recursos, por lo que permite especificar la compartición de anchura de banda y de otros recursos LSR por parte de diferentes LSP.
- 4) Se soportan espacios de etiquetas por plataforma y por interfaz.
- 5) Los paquetes MPLS pueden reenviarse basándose únicamente en una etiqueta superior entrante [IETF RFC 3031], [b-IETF RFC 3032].
- 6) Se proporciona soporte a la resolución del salto siguiente cuando la interfaz saliente es una interfaz de medios compartida. En el caso punto a multipunto, uno de los segmentos salientes puede residir en una interfaz de medios compartida distinta.
- 7) La MIB soporta conexiones punto a multipunto y multipunto a punto en un LSR.
- 8) Tratándose de conexiones multipunto a punto, todos los paquetes salientes pueden contar con la misma etiqueta superior.
- 9) Tratándose de conexiones punto a punto, cabe compartir los recursos salientes de las conexiones fusionadas.
- 10) Tratándose de conexiones multipunto a punto, los paquetes de las diferentes conexiones entrantes pueden contar con sus propias pilas de etiquetas salientes, situadas bajo la etiqueta superior (idéntica para todos ellos).
- 11) En el caso punto a multipunto, cada conexión saliente cuenta con su propia pila de etiquetas, incluida la etiqueta superior.
- 12) Todos los miembros de una conexión punto a multipunto pueden compartir los recursos atribuidos para los segmentos de ingreso.
- 13) La MIB proporciona capacidad de transconexión para "detonar" una etiqueta entrante y reenviar el correspondiente paquete con el resto de la pila de etiquetas sin modificar y sin empujar ninguna de las etiquetas ("pop-and-go") [b-IETF-RFC 3032].
- 14) La MIB soporta LSP persistentes y no persistentes.
- 15) Se proporcionan contadores de calidad de funcionamiento para segmentos entrantes y salientes, así como para medir la calidad de funcionamiento de la MPLS por interfaz.

III.2 Gestión del plano de control LDP MPLS

Las MIB correspondientes a la distribución de etiquetas MPLS para la gestión del plano de usuario se basan en cuatro objetos principales. Estos módulos MIB son los siguientes: MPLS-LDP-MIB, MPLS-LDP-GENERIC-MIB, MPLS-LDP-ATM-MIB y MPLS-LDP-FRAME-RELAY-MIB.

- 1) El módulo MPLS-LDP-MIB define objetos que son comunes para todas las implementaciones LDP.
- 2) El módulo MPLS-LDP-GENERIC-MIB define objetos de espacio de etiquetas de capa 2 por plataforma para su utilización con la MPLS-LDP-MIB.
- 3) El módulo MPLS-LDP-ATM-MIB define objetos de modo de transferencia asíncrono (ATM) de capa 2 para su utilización con la MPLS-LDP-MIB.
- 4) El módulo MPLS-LDP-FRAME-RELAY-MIB define objetos retransmisión de trama de capa 2 para su utilización con la MPLS-LDP-MIB.

El módulo MPLS-LDP-MIB debe implementarse, así como al menos uno de los módulos MIB de capa 2.

Si una implementación LSR desea soportar LDP utilizando una capa 2 de Ethernet, habría que implementar los módulos MPLS-LDP-MIB y MPLS-LDP-GENERIC-MIB.

Si una implementación LSR desea soportar LDP utilizando una capa 2 de ATM, habría que implementar el módulo MPLS-LDP-MIB y el módulo MPLS-LDP-ATM-MIB.

Si una implementación LSR desea soportar LDP utilizando una capa 2 de FRAME-RELAY, habría que implementar el módulo MPLS-LDP-MIB y el módulo MPLS-LDP-FRAME-RELAY-MIB. Una implementación LDP que utilice los tres medios de capa 2 (Ethernet, retransmisión de tramas y ATM) soportaría los cuatro módulos MIB.

Apéndice IV

Gestión de averías

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

IV.1 Detección de reenvío bidireccional

La detección de reenvío bidireccional (BFD, *bidirectional forwarding detection*), que se describe en [b-bfd-base] [b-bfd-mpls], constituye un medio para detectar un fallo del plano de datos de LSP MPLS similar a un ping de LSP MPLS [IETF RFC 4379]. Sin embargo, el procesamiento del plano de control hace necesario que los paquetes de control BFD sean más pequeños que el procesamiento requerido para los mensajes ping LSP. Cabe recurrir a una combinación del ping LSP y la BFD para proporcionar una detección más rápida de los fallos del plano de datos y/o permitir la prestación de dicha detección en un mayor número de LSP.

Bibliografía

- [b-UIT-T G.805] Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- [b-IETF RFC 1619] IETF RFC 1619 (1994), *PPP over SONET/SDH*.
- [b-IETF RFC 2328] IETF RFC 2328 (1998), *OSPF Version 2*.
- [b-IETF RFC 3032] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- [b-IETF RFC 4105] IETF RFC 4105 (2005), *Requirements for Inter-Area MPLS Traffic Engineering*.
- [b-bfd-base] IETF draft, *Bidirectional Forwarding Detection*, draft-ietf-bfd-base-06.txt, March 2007.
- [b-bfd-mpls] IETF draft, *BFD for MPLS LSPs*, draft-ietf-bfd-mpls-04.txt, March 2007.
- [b-ccamp-inter-domain-framework] IETF draft, *A Framework for Inter-Domain MPLS Traffic Engineering*, draft-ietf-ccamp-inter-domain-framework-06.txt, August 2006.
- [b-mpls-bgp-mpls-restart] IETF draft, *Graceful Restart Mechanism for BGP with MPLS*, draft-ietf-mpls-bgp-mpls-restart-05.txt, August 2005
- [b-mpls-lsr-self-test] IETF draft, *LSR Self Test*, draft-ietf-mpls-lsr-self-test-07.txt, May 2007.
- [b-pwe3-oam-msg-map] IETF draft, *Pseudowire (PW) OAM Message Mapping*, draft-ietf-pwe3-oam-msg-map-05.txt, March 2007.
- [b-pwe3-vccv] IETF draft, *Pseudo Wire Virtual Circuit Connectivity Verification*, draft-ietf-pwe3-vccv-14.txt, July 2007.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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