Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T G.8113.1/Y.1372.1

(11/2012)

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

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

Aspectos relativos a los protocolos en modo paquete sobre la capa de transporte – Aspectos relativos al protocolo MPLS sobre la capa de transporte

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

Aspectos del protocolo Internet – Transporte

Mecanismos de operación, administración y mantenimiento para MPLS-TP en las redes de transporte por paquetes (RTP)

Recomendación UIT-T G.8113.1/Y.1372.1

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G

SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DE LOS SISTEMAS ÓPTICOS	G.600–G.699
EQUIPOS TERMINALES DIGITALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
CALIDAD DE SERVICIO Y DE TRANSMISIÓN MULTIMEDIOS – ASPECTOS GENÉRICOS Y ASPECTOS RELACIONADOS AL USUARIO	G.1000–G.1999
CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN	G.6000–G.6999
DATOS SOBRE CAPA DE TRANSPORTE – ASPECTOS GENÉRICOS	G.7000–G.7999
ASPECTOS RELATIVOS A LOS PROTOCOLOS EN MODO PAQUETE SOBRE LA CAPA DE TRANSPORTE	G.8000–G.8999
Aspectos relativos al protocolo Ethernet sobre la capa de transporte	G.8000–G.8099
Aspectos relativos al protocolo MPLS sobre la capa de transporte	**G.8100–G.8199**
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.8200–G.8299
Gestión de servicios	G.8600–G.8699
REDES DE ACCESO	G.9000–G.9999

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

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
Televisión IP sobre redes de próxima generación	Y.1900–Y.1999
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
	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Redes basadas en paquetes	Y.2600–Y.2699
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899
Entorno abierto con calidad de operador	Y.2900–Y.2999
REDES FUTURAS	Y.3000–Y.3499
COMPUTACIÓN EN LA NUBE	Y.3500–Y.3999

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

Recomendación UIT-T G.8113.1/Y.1372.1

Mecanismos de operación, administración y mantenimiento para MPLS-TP en las redes de transporte por paquetes (RTP)

Resumen

La Recomendación UIT-T G.8113.1/Y.1372.1 describe los mecanismos de operación, administración y mantenimiento (OAM) del plano usuario en redes (MPLS-TP) que cumplen los requisitos OAM para MPLS-TP definidos en IETF RFC 5860. También describe los formatos de paquetes OAM para MPLS-TP, así como la sintaxis y semántica de los campos de paquetes OAM para MPLS-TP.

Los mecanismos OAM definidos en la presente Recomendación admiten el reenvío común de paquetes de usuario MPLS-TP y paquetes OAM para MPLS-TP. En las redes de transporte, la ruta de retorno OAM está siempre en banda.

Los mecanismos OAM para MPLS-TP descritos en la presente Recomendación se aplican a conexiones MPLS-TP bidireccionales punto a punto en la misma ruta. En una futura versión de la presente Recomendación se describirán las conexiones MPLS-TP unidireccionales punto a punto y punto a multipunto.

La presente Recomendación se ajusta al perfil de transporte de MPLS definido por el IETF. En caso de discrepancia entre la presente Recomendación y las RFC del IETF citadas como referencia normativa, en lo que respecta a la arquitectura, el marco y los protocolos relacionados con el MPLS-TP, prevalecerán las RFC.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T G.8113.1/Y.1372.1	2012-11-20	15	11.1002/1000/11323-en
1.1	ITU-T G.8113.1/Y.1372.1 (2012) Amd. 1	2013-08-29	15	11.1002/1000/12032-en

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL http://handle.itu.int/ en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) 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 2014

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 2
3.1 Términos definidos en otros documentos 2
3.2 Términos definidos en la presente Recomendación 2
4 Siglas y acrónimos 3
5 Convenios 5
6 Componentes funcionales 6
6.1 Entidad de mantenimiento (ME) 6
6.2 Grupo de entidades de mantenimiento (MEG) 6
6.3 Puntos extremos MEG (MEP) 6
6.4 Puntos intermedios MEG (MIP) 8
6.5 Servidor MEP 10
7 Funciones OAM 10
7.1 Identificación de paquetes OAM a partir de paquetes del tráfico de usuario 10
7.2 Especificación de las funciones OAM 11
8 Formatos de paquetes OAM 16
8.1 Paquetes OAM comunes 16
8.2 Formatos PDU OAM basados en la Recomendación [ITU-T G.8013] 17
8.3 Canal de comunicación de mantenimiento (MCC) 25
8.4 Canal de comunicación de señalización (SCC) 25
9 Procedimientos AOM para MPLS-TP 25
9.1 Procedimientos AOM para MPLS-TP basados en las PDU ITU-T G.8013 25
Anexo A – OAM para MPLS-TP en la red de transporte por paquetes (RTP) Declaración de aplicabilidad 35
Apéndice I – Casos de redes MPLS-TP 36
I.1 Ejemplo de anidamiento de MEG 36
Bibliografía 37

Recomendación UIT-T G.8113.1/Y.1372.1

Mecanismos de operación, administración y mantenimiento para MPLS-TP en las redes de transporte por paquetes (RTP)

1 Alcance

La presente Recomendación especifica los mecanismos de operación, administración y mantenimiento (OAM) para los perfiles de transporte de la conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS-TP) que pueden aplicarse en las redes de transporte por paquetes (RTP). Define los mecanismos OAM del plano usuario en redes MPLS-TP que cumplen los requisitos OAM para MPLS-TP definidos en [IETF RFC 5860]. También describe los formatos de paquetes OAM para MPLS-TP, así como la sintaxis y semántica de los campos de paquetes OAM para MPLS-TP.

Los mecanismos OAM definidos en la presente Recomendación admiten el reenvío común de paquetes de usuario MPLS-TP y paquetes OAM para MPLS-TP. En las redes de transporte, la ruta de retorno OAM está siempre en banda.

Los mecanismos OAM para MPLS-TP descritos en la presente Recomendación, aplicables a los casos de redes descritos en el Anexo A, se aplican a conexiones MPLS-TP bidireccionales punto a punto en la misma ruta. En una futura versión de la presente Recomendación se describirán las conexiones MPLS-TP unidireccionales punto a punto y punto a multipunto.

La presente Recomendación ofrece una representación de la tecnología MPLS-TP utilizando metodologías empleadas para otras tecnologías de transporte (por ejemplo, jerarquía digital síncrona (SDH), red de transporte óptica (OTN) y Ethernet).[1]

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

[UIT-T G.806] Recomendación UIT-T G.806 (2004), *Características del equipo de transporte – Metodología de descripción y funcionalidad genérica*.

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

[UIT-T G.7710] Recomendación UIT-T G.7710 (2007), *Requisitos de las funciones comunes de gestión de equipos*.

---

[1] Se pretende que la Recomendación UIT-T esté armonizada con las RFC relativas a MPLS del IETF que se citan como referencias normativas en las presente Recomendación.

[UIT-T G.7712] Recomendación UIT-T G.7712 (2010), *Arquitectura y especificación de la red de comunicación de datos*.

[UIT-T G.8010] Recomendación UIT-T G.8010/Y.1306 (2004), *Arquitectura de redes de capa Ethernet*, y Enmienda 1 (2006).

[UIT-T Y.8013] Recomendación UIT-T G.8013/Y.1731 (2008), *Funciones y mecanismos de operación, administración y mantenimiento para redes basadas en Ethernet*.

[UIT-T G.8021] Recomendación UIT-TG.8021 (2010), *Tipos y características de los equipos de red de transporte Ethernet*.

[UIT-T G.8110.1] Recomendación UIT-T G.8110.1/Y.1370.1 (2011), *Arquitectura de red de perfil de transporte con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.

[UIT-T M.20] Recomendación UIT-T M.20 (1992), *Filosofía de mantenimiento de las redes de telecomunicaciones*.

[UIT-T M.1400] Recomendación UIT-T M.1400 (2006), *Designaciones para interconexiones entre operadores de red*.

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

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

[IETF RFC 4385] IETF RFC4385 (2006), *Pseudowire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Control Word for Use over an MPLS PSN*.

[IETF RFC 3443] IETF RFC 3443 (2003), *Time To Live (TTL) Processing in Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Networks*.

[IETF RFC 5462] IETF RFC 5462 (2009), *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label Stack Entry: "EXP" Field Renamed to "Traffic Class" Field*.

[IETF RFC 5586] IETF RFC 5586 (2009), *MPLS Generic Associated Channel*.

[IETF RFC 5654] IETF RFC5654 (2009), *Requirements of an MPLS Transport Profile*.

[IETF RFC 5718] IETF RFC5718 (2010), *An In-Band Data Communication Network For the MPLS Transport Profile*.

[IETF RFC 5860] IETF RFC5860 (2010), *Requirements for Operations, Administration, and Maintenance (OAM) in MPLS Transport Networks.*

[IETF RFC 6371] IETF RFC6371 (2011), *Operations, Administration and Maintenance Framework for MPLS-Based Transport Networks*.

3 Definiciones

Esta Recomendación presenta algunos términos necesarios para examinar los componentes funcionales de red asociados con OAM. Estas definiciones guardan armonía con la terminología utilizada en la Recomendación UIT-T G.805.

3.1 Términos definidos en otros documentos

En la presente Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en [UIT-T G.806]:

– **defecto**

– **fallo**

3.2 Términos definidos en la presente Recomendación

En la presente Recomendación se definen los siguientes términos:

3.2.1 perfil de transporte MPLS: Conjunto de funciones MPLS utilizado para admitir servicios de transporte de paquetes y operaciones de red.

4 Siglas y acrónimos

En la presente Recomendación se utilizan las siguientes siglas y acrónimos:

1DM Medición de retardo en un sentido (*one-way delay measurement*)

A Función de adaptación (*adaptation function*)

ACH Encabezamiento de canal asociado (*associated channel header*)

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

AP Punto de acceso (*access point*)

APS Conmutación de protección automática (*automatic protection switching*)

C Cliente (*customer*)

CC Verificación de continuidad (*continuity check*)

CCM Mensaje de verificación de continuidad (*continuity check message*)

C-DCI Cliente - Indicación de liberación de defecto (*client – defect clear indication*)

CFI Indicación de fallo de cliente (*client failure indication*)

CSF Fallo de señal de cliente (*client signal fail*)

CV Verificación de conectividad (*connectivity verification*)

DCC Canal de comunicación de datos (*data communication channel*)

DM Medición de retardo (*delay measurement*)

DMM Mensaje de medición de retardo (*delay measurement message*)

DMR Respuesta de medición de retardo (*delay measurement reply*)

DT Prueba de diagnóstico (*diagnostic test*)

ES Específicamente experimental (*experimental specific*)

EXM Mensaje OAM experimental (*experimental OAM message*)

EXP (Funcionalidad) Experimental (*experimental*)

EXR Respuesta OAM experimental (*experimental OAM reply*)

FC Cómputo de trama (*frame count*)

G-ACh Canal asociado genérico (*generic associated channel*)

GAL Etiqueta G-ACh (*G-ACh label*)

IANA Autoridad de asignación de números Internet (*Internet assigned numbers authority*)

ICC Código de operador del UIT-T (*ITU-T carrier code*)

ID Identificador (*identifier*)

IETF Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (*Internet Engineering Task Force*)

IF Interfaz (*interface*)

IO Operador intermedio (*intermediate operator*)

IP Proveedor intermedio (*intermediate provider*)

LBM Mensaje de bucle (*loopback message*)

LBR Respuesta al mensaje de bucle (*loopback reply*)

LCK Señal bloqueada (*locked signal*)

LER Encaminador limítrofe de etiquetas (*label edge router*)

LM Medición de pérdida (*loss measurement*)

LMM Mensaje de medición de pérdida (*loss measurement message*)

LMR Respuesta de medición de pérdida (*loss measurement reply*)

LOC Pérdida de continuidad (*loss of continuity*)

LSE Entrada de pila de etiquetas (*label stack entry*)

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

LSR Encaminador de conmutación por etiquetas (*label switch router*)

MCC Canal de comunicación de gestión (*management communication channel*)

ME Entidad de mantenimiento (*maintenance entity*)

MEG Grupo de entidades de mantenimiento (*maintenance entity group*)

MEL Nivel MEG (*MEG level*)

MEP Punto extremo MEG (*MEG end point*)

MIP Punto intermedio MEG (*MEG intermediate point*)

MMG Defecto de fusión (*mismerge*)

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

MPLS-TP Perfil de transporte MPLS (*MPLS transport profile*)

N Red (*network*)

NE Elemento de red (*network element*)

Num Número (*number*)

O Operador (*operator*)

OAM Operación, administración y mantenimiento (*operation, administration and maintenance*)

OpCode Código de operaciones (*operations code*)

OSS Sistema de apoyo a las operaciones (*operations support system*)

OTN Red óptica de transporte (*optical transport network*)

P Proveedor (*provider*)

PD Retardo de paquetes (*packet delay*)

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

PDV Variación de retardo de paquetes (*packet delay variation*)

PHB Comportamiento por saltos (*per-hop behaviour*)

PRBS Secuencia seudoaleatoria de bits (*pseudo-random bit sequence*)

PW Seudoalámbrico (*pseudowire*)

PWE3 Emulación seudoalámbrica borde a borde (*pseudowire emulation edge-to-edge*)

RCP Red con conmutación de paquetes (*packet switched network*)

RDI Indicación de defecto a distancia (*remote defect indication*)

RFC Solicitud de comentarios (*requests for comments*)

Rx Recepción (*receive)*

S Pila (*stack*)

SCC Canal de comunicación de señalización (*signalling communication channel*)

SDH Jerarquía digital síncrona (*synchronous digital hierarchy*)

Sk Sumidero (*sink*)

SLA Acuerdo de nivel de servicio (*service level agreement*)

So Fuente (*source*)

SPME Entidad de mantenimiento de subtrayecto (*sub-path maintenance entity*)

SRV Servidor (*server*)

TC Clase de tráfico (*traffic class*)

TCM Supervisión de conexión en cascada (*tandem connection monitoring*)

TLV Tipo, longitud y valor (*type, length, and value*)

TrCP Punto de condicionamiento de tráfico (*traffic conditioning point*)

TSB Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones (*Telecommunication Standardization Bureau*)

TST Prueba (*test*)

TTL Tiempo de vida (*time to live*)

Tx Transmisión (*transmit*)

UNI Interfaz usuario-red (*user network interface*)

UNL Nivel MEG imprevisto (*unexpected MEG level*)

UNM MEP imprevisto (*unexpected MEP*)

UNP Periodo imprevisto (*unexpected period*)

UNPr Prioridad imprevista (*unexpected priority*)

VCCV Verificación de conectividad del circuito virtual (*virtual circuit connectivity verification*)

VS Específicas del proveedor (*vendor specific*)

VSM Mensaje OAM específico del proveedor (*vendor specific (OAM) message*)

VSR Respuesta OAM específica del proveedor (*vendor specific (OAM) reply*)

5 Convenios

Los convenios relativos a diagramas de las funciones compuestas del punto extremo del grupo de entidades de mantenimiento (MEP) y del punto intermedio MEG (MIP) son los correspondientes a [UIT-T G.8010].

Los valores de los campos de la unidad de datos de protocolo (PDU) OAM se expresan en formato decimal.

6 Componentes funcionales

6.1 Entidad de mantenimiento (ME)

Una entidad de mantenimiento (ME) puede considerarse como la asociación entre dos puntos extremos MEG (MEP) que aplica operaciones de mantenimiento y supervisión a una conexión de red o a una conexión en cascada.

En el caso de una conexión bidireccional punto a punto en la misma ruta, se define una ME bidireccional para supervisar ambos sentidos de forma congruente.

6.2 Grupo de entidades de mantenimiento (MEG)

Un grupo de entidades de mantenimiento (MEG) es el conjunto de una o más ME que pertenecen a la misma conexión y son mantenidas y supervisadas como un grupo.

6.2.1 Supervisión de conexión en cascada (TCM)

La supervisión de conexión en cascada (TCM) puede ser admitida por la ejemplificación de la entidad de mantenimiento de subtrayecto (SPME) descrita en [IETF RFC 6371], que mantiene una relación 1:1 con la conexión supervisada. Para la SPME se utiliza pues una supervisión del trayecto conmutado por etiquetas (LSP) normal.

Cuando se establece una SPME entre nodos no adyacentes, sus bordes pasan a ser adyacentes de una red de subcapa de cliente y cualquier nodo intermedio presente anteriormente pasa a ser un nodo intermedio de la SPME.

Las TCM se pueden anidar pero no superponer.

6.3 Puntos extremos MEG (MEP)

Un MEP indica el punto extremo de un MEG que debe iniciar y terminar paquetes OAM para la gestión de averías y la supervisión de la calidad de funcionamiento.

Un MEP puede iniciar un paquete OAM que debe transferirse a su MEP par correspondiente, o a un MIP que es parte del MEG.

Dado que el MEP corresponde a la terminación del trayecto de reenvío de un MEG en una determinada (sub)capa, los paquetes OAM nunca se filtran de un MEG en una aplicación sin errores convenientemente configurada.

Puede haber un MEP por nodo o un MEP por interfaz.

Un MEP por nodo es un punto extremo MEG ubicado en algún lugar del nodo. No hay ningún otro punto intermedio MEG (MIP) ni MEP en el mismo MEG dentro del mismo nodo.

Un MEP por interfaz es un punto extremo MEG ubicado en una interfaz específica dentro del nodo. En particular, un MEP por interfaz se llama "MEP ascendente" o "MEP descendente", según su ubicación relativa a la función de conexión[2], como se observa en la Figura 6-1.

NOTA – Se pueden establecer dos MEP ascendentes de un MEG, uno de cada lado de la función de conexión, de tal manera que el MEG sea completamente interno al nodo.

[2] La función de conexión se denomina motor de reenvío en [IETF RFC 6371].

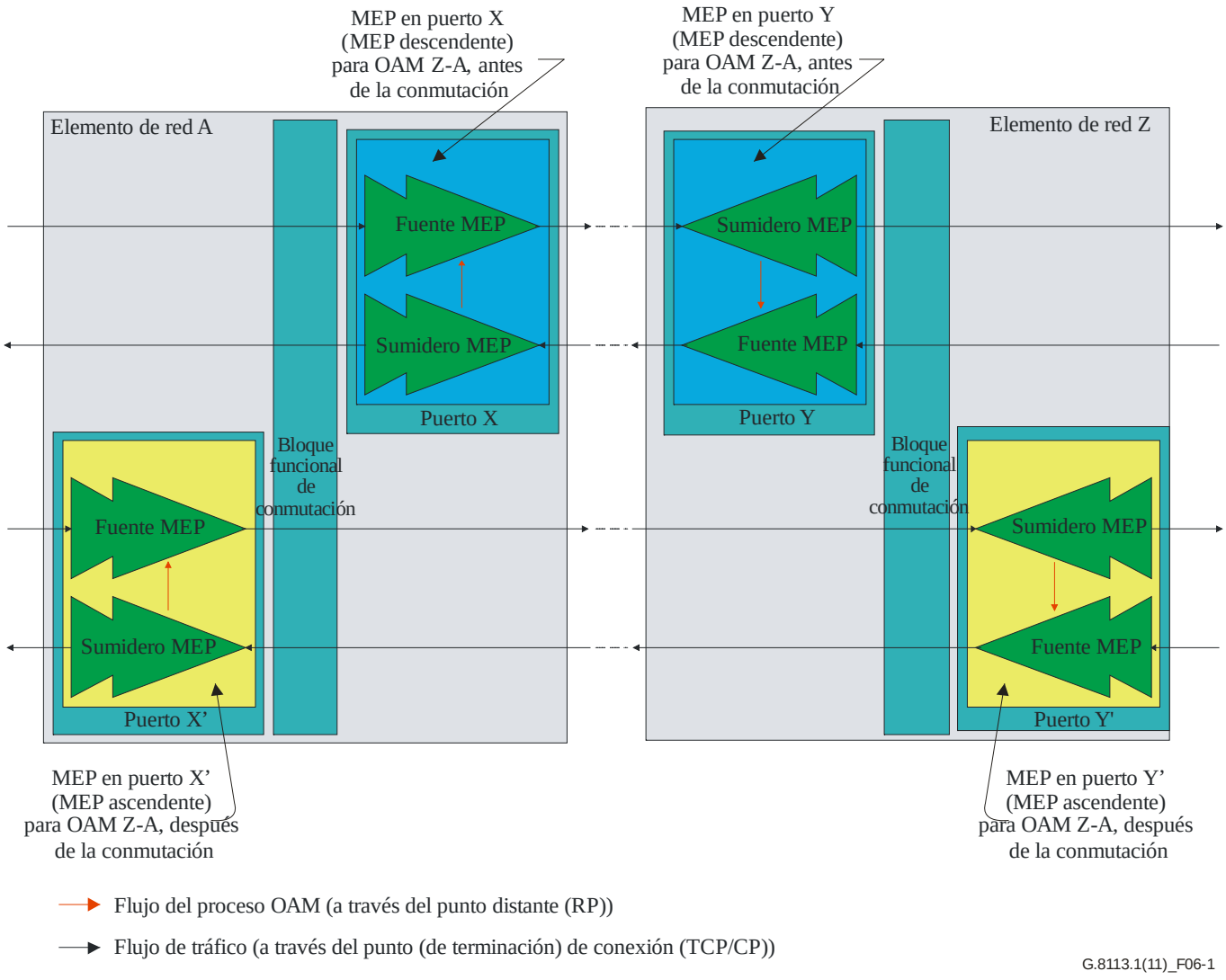

Figura 6-1 – MEP ascendente/descendente

En la Figura 6-1 *supra*, el MEP de la entidad de transporte que atraviesa el puerto de interfaz X del NE-A es un MEP descendente, como lo es el MEP del puerto de interfaz Y del NE-Z. No hay que olvidar que un puerto de interfaz puede admitir numerosas entidades de transporte. En la figura, sólo se observa una entidad de transporte. A efectos prácticos, esos dos MEP se denominan MEP_{AX} y MEP_{ZY}. Si ambos MEP pertenecen al mismo MEG (es decir, son pares entre sí), el flujo OAM (por ejemplo, los paquetes OAM de bucle) del MEP_{AX} al MEP_{ZY} serán procesados (en bucle) por el MEP_{ZY} y la función de conexión del NE-Z no participa en este flujo OAM. De la misma manera, los paquetes OAM del MEP_{ZY} al MEP_{AX} serán procesados por el MEP_{AX} y no ejecutarán la función de conexión del NE-A.

En la Figura 6-1 *supra*, el MEP de la entidad de transporte que atraviesa el puerto de interfaz X' del NE-A es un MEP ascendente, como lo es el MEP del puerto de interfaz Y' del NE-Z. Si ambos MEP ($MEP_{AX'}$ y $MEP_{ZY'}$) pertenecen al mismo MEG, los paquetes OAM (por ejemplo, los paquetes de bucle) del $MEP_{AX'}$ al $MEP_{ZY'}$ pasarán por la función de conexión del NE-Z y serán luego procesados por el $MEP_{ZY'}$; por lo tanto, la función de conexión del NE-Z participa en este flujo OAM. De la misma manera, los paquetes OAM del MEP $_{ZY'}$ al $MEP_{AX'}$ serán procesados por el $MEP_{AX'}$ y ejecutarán la función de conexión del NE-A.

Se da una información más completa al respecto en [IETF RFC 6371].

6.4 Puntos intermedios MEG (MIP)

Un MIP indica el punto intermedio MEG entre los dos MEP de un MEG que puede reaccionar a algunos paquetes OAM y reenviar todos los demás paquetes OAM asegurando al mismo tiempo que comparten el destino de la entrega con paquetes del plano usuario.

Un MIP no inicia paquetes OAM no solicitados pero puede recibir paquetes OAM iniciados por uno de los MEP del MEG. Un MIP puede generar paquetes OAM únicamente en respuesta a paquetes OAM enviados por el MEG al que pertenece.

Los MIP ignoran los flujos OAM transmitidos entre los MEP o entre estos y otros MIP. Los MIP sólo pueden recibir y procesar los paquetes OAM que reciben.

Puede haber un MIP por nodo o un MIP por interfaz

Un MIP por nodo es un punto intermedio MEG ubicado en algún lugar del nodo. No hay ningún otro punto intermedio MEG (MIP) ni MEP en el mismo MEG dentro del mismo nodo.

Un MIP por interfaz es un punto intermedio MEG ubicado en una interfaz de nodo, independientemente de la función de conexión[3]. El MIP puede estar ubicado en la interfaz de entrada o en la interfaz de salida de cualquier nodo del MEG.

Un nodo en el borde de un MEG que tiene un MEP ascendente por interfaz también puede admitir un MIP por interfaz en el otro lado de la función de conexión, como se indica en la Figura 6-2.

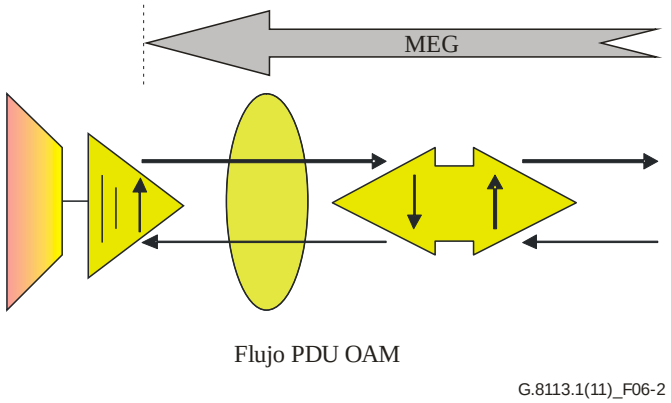

Figura 6-2 – MEP ascendente por interfaz y MIP en un nodo en el borde de un MEG

Un nodo intermedio en un MEG puede:

– admitir un MIP por nodo (esto es, un solo MIP por nodo en una ubicación no especificada dentro del nodo);

– admitir los MIP por interfaz (esto es, dos MIP por nodo, uno a cada lado del motor de reenvío, para conexiones bidireccionales punto a punto en la misma ruta).

Con arreglo a [UIT-T G.8110.1], un MIP se representa desde el punto de vista funcional mediante dos medios MIP adosados, como se observa en la Figura 6-3.

[3] La función de conexión se denomina motor de reenvío en [IETF RFC 6371].

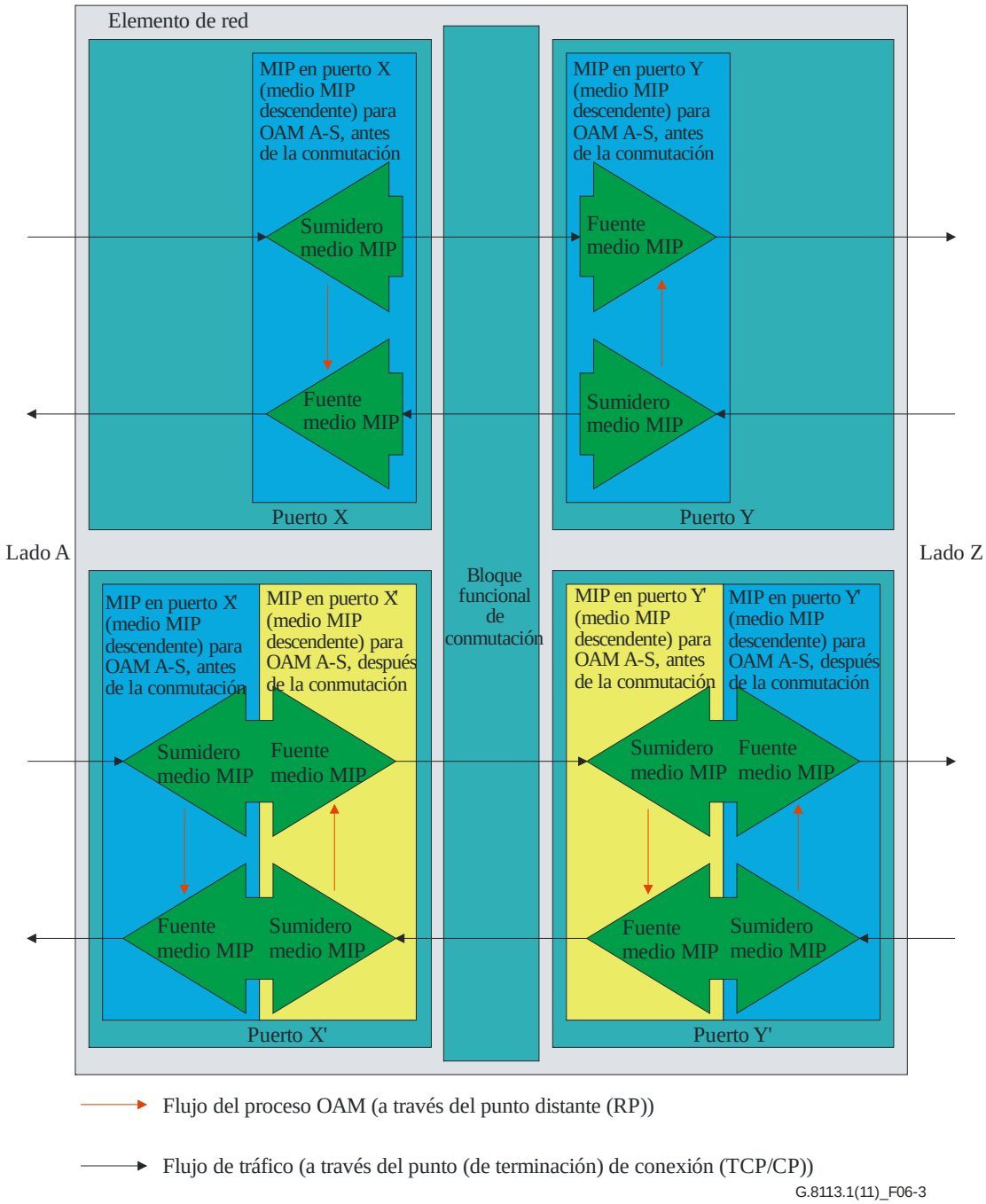

Figura 6-3 – Medios MIP ascendente/descendente

En la Figura 6-3 *supra*, el MIP_{AX} está en el puerto de interfaz X en el lado A del NE; MIP_{ZY}, en el puerto de interfaz Y en el lado Z del NE; $MIP_{AX'}$, en el puerto de interfaz X' en el lado A del NE y $MIP_{ZY'}$, en el puerto de interfaz Y' en el lado Z del NE.

El MIP_{AX} es un medio MIP descendente. Puede responder al flujo OAM procedente del lado A y dirigido a él. No puede responder al flujo OAM procedente del lado Z aunque esté dirigido a él.

El MIP_{ZY} es un medio MIP descendente. Puede responder al flujo OAM procedente del lado Z y dirigido a él. No puede responder al flujo OAM procedente del lado A aunque esté dirigido a él.

El $MIP_{AX'}$ es un MIP completo constituido por un medio MIP descendente y un medio MIP ascendente. Puede responder al flujo OAM procedente del lado A y dirigido a él. También puede responder al flujo OAM dirigido a él procedente del lado Z y que atraviesa la función de conexión.

El $MIP_{ZY'}$ es un MIP completo constituido por un medio MIP descendente y un medio MIP ascendente. Puede responder al flujo OAM procedente del lado Z y dirigido a él. También puede responder al flujo OAM dirigido a él procedente del lado A y que atraviesa la función de conexión.

6.5 Servidor MEP

Un servidor MEP es el punto extremo de un MEG que:

- está definido en una red de capa "inferior", es decir, encapsula y transporta la red de capa MPLS-TP a que se hace referencia, o bien;
- está definido en la subcapa de una red de capa MPLS-TP "inferior", es decir, encapsula y transporta la subcapa a que se hace referencia.

Un servidor MEP puede coincidir con un MIP o un MEP en la red de (sub)capa de cliente MPLS-TP.

Un servidor MEP también proporciona indicaciones OAM de capa de servidor a la función de adaptación servidor/MPLS-TP. La función de adaptación mantiene la correspondencia de las conexiones MPLS-TP establecidas por el camino de esa (sub)capa de servidor.

Se espera que el servidor MEP ejecute mecanismos OAM específicos de su (sub)capa.

7 Funciones OAM

7.1 Identificación de paquetes OAM a partir de paquetes del tráfico de usuario

Con miras a asegurar un adecuado control de funcionamiento, los elementos de red MPLS-TP intercambian paquetes OAM que siguen estrictamente el mismo trayecto de los paquetes del tráfico de usuario; es decir, los paquetes OAM están sujetos a esquemas de reenvío exactamente iguales (por ejemplo, compartición de destino) que los paquetes del tráfico de usuario. Para distinguir estos paquetes OAM de los paquetes del tráfico de usuario se pueden utilizar constructivos del canal asociado genérico (G-ACh) y de la etiqueta G-Ach (GAL) definidos en [IETF RFC 5586].

G-ACh es un mecanismo de canal de control asociado genérico para las secciones, los trayectos conmutados por etiquetas (LSP) y los pseudoalámbridos (PW), por el que pueden ser intercambiados mensajes OAM y otros mensajes de control.

GAL es un mecanismo de excepción basado en etiquetas para alertar a los encaminadores limítrofes de etiquetas (LER) y los encaminadores de conmutación por etiquetas (LST) de la presencia de un encabezamiento de canal asociado (ACH) después del fondo de la pila.

La expiración del tiempo de vida (TTL) es otro mecanismo de excepción que se aplica para alertar a LSR intermedios de la presencia de un paquete OAM que necesita ser procesado.

7.1.1 G-ACh

El canal asociado genérico (G-ACh) es similar al canal de verificación de conectividad del circuito virtual (VCCV), un canal de control asociado a un PW que transmite mensajes OAM y otros mensajes de control, con la sola excepción de que es genérico y puede transmitir ese tipo de mensajes por una sección, un PW, un LSP o una conexión en cascada.

Concretamente, VCCV utiliza un encabezamiento de canal asociado (ACH) para proporcionar un PW-canal de control asociado entre puntos extremos de un PW para intercambiar mensajes OAM y otros mensajes de control. G-ACh es un canal de control asociado que generaliza la aplicabilidad del ACH a los LSP y las secciones, manteniendo al mismo tiempo la compatibilidad con el PW-canal asociado. El ACH, definido en [IETF RFC 4385], puede ser utilizado con puntos de código adicionales para admitir otras funciones OAM en el G-ACh y es común a las secciones, los LSP, los PW y las conexiones en cascada. El formato del G-ACh se define en la cláusula 8.1 en armonía con [IETF RFC 5586].

7.1.2 GAL

La etiqueta de alerta G-ACh (GAL) se utiliza para indicar el canal asociado genérico (G-ACh). Concretamente, esta etiqueta GAL se utiliza para indicar que un paquete contiene un ACH seguido de una cabida útil no relativa al servicio (es decir, la cabida útil de paquetes del G-ACh), generalizando de esta forma el mecanismo de canal de control asociado para los LSP, las secciones y las conexiones en cascada.

Las etiquetas GAL proporcionan un mecanismo de excepción basado en alertas para:

- establecer la diferencia entre paquetes G-ACh (por ejemplo, OAM, DCC, APS, etc.) y paquetes del tráfico de usuario;
- indicar que el ACH aparece inmediatamente después del fondo de la pila de etiquetas.

Uno de los valores de etiqueta reservados definido en [IETF RFC 3032] se asigna con esa finalidad: ese valor es 13. La etiqueta GAL debe estar siempre en el fondo de la pila de etiquetas (el bit S se fija a 1) y su formato se define en la cláusula 8.1, en armonía con [IETF RFC 5586].

7.2 Especificación de las funciones OAM

Cuadro 7-1 – Funciones OAM

Aplicación	Función OAM	
Gestión de averías	Proactiva	Verificación de continuidad y verificación de conectividad (CC/CV)
		Indicación de defecto a distancia (RDI)
		Señal de indicación de alarma (AIS)
		Fallo de señal de cliente (CSF)[4]
	Por petición	Verificación de conectividad (CV)
		Prueba de diagnóstico (DT)
		Señal bloqueada (LCK)[5]
Supervisión de la calidad de funcionamiento	Proactiva	Medición de pérdida (LM)
		Medición de retardo (DM)
	Por petición	Medición de pérdida (LM)
		Medición de retardo (DM)
Otras aplicaciones	Conmutación de protección automática (APS)	
	Canal de comunicación de mantenimiento/canal de comunicación de señalización (MCC/SCC)	
	Específicas del proveedor (VS)	
	Experimental (EXP)	

[4] En [IETF RFC 5860] la función fallo de señal de cliente (CSF) se denomina indicación de fallo de cliente (CFI).

[5] En [IETF RFC 5860] la función señal bloqueada (LCK) se denomina notificación de bloqueo.

7.2.1 Funciones OAM para la gestión de averías

7.2.1.1 Funciones OAM proactivas para la gestión de averías

7.2.1.1.1 Verificación de continuidad y verificación de conectividad

La fuente MEP envía periódicamente paquetes OAM de comprobación de continuidad (CC)/verificación de conectividad (CV) a la velocidad configurada. El sumidero MEP supervisa la llegada de estos paquetes OAM CC/CV a la velocidad configurada y detecta el defecto de pérdida de continuidad (LOC).

Esta función también detecta los siguientes defectos de verificación de conectividad:

a) Defecto de fusión: conectividad involuntaria entre dos MEG.

b) MEP imprevisto: conectividad involuntaria dentro del MEG con un MEP imprevisto.

Esta función detecta asimismo el siguiente defecto de configuración errónea:

a) Periodo imprevisto: Los paquetes OAM CC/CV son recibidos con un valor en el campo periodo diferente a la velocidad del paquete OAM CC/CV configurado.

CC/CV se utiliza principalmente para la gestión de averías, la supervisión de la calidad de funcionamiento y la conmutación de protección. Un MEP transmite periódicamente el paquete OAM CC/CV proactivo al periodo de transmisión configurado. En las redes de transporte, se definen los siguientes periodos de transmisión por defecto:

a) 3,33 ms: periodo de transmisión por defecto para la aplicación de conmutación de protección (velocidad de transmisión de 300 paquetes por segundo).

b) 100 ms: periodo de transmisión por defecto para la aplicación de supervisión de la calidad de funcionamiento (velocidad de transmisión de 10 paquetes por segundo).

c) 1 s: periodo de transmisión por defecto para la aplicación de gestión de averías (velocidad de transmisión de 1 paquete por segundo).

No se excluyen otros periodos de transmisión, pero tampoco se garantiza el comportamiento de la aplicación prevista a menos que se utilicen los valores por defecto.

7.2.1.1.2 Indicación de defecto a distancia

La indicación de defecto a distancia (RDI) es un indicador transmitido por un MEP para comunicar a su MEP par la presencia de una condición de fallo de señal. Cuando un MEP detecta dicha condición, envía el indicador RDI a su MEP par.

El indicador RDI se utiliza únicamente para las conexiones bidireccionales y está asociado a la activación CC/CV proactiva.

7.2.1.1.3 Indicación de alarma

La función de indicación de alarma se ejecuta esencialmente para suprimir alarmas tras la detección de condiciones de defecto en la (sub)capa de servidor. Cuando un MEP de servidor indica LOC o fallo de señal, crea una bandera que da lugar a la producción de paquetes OAM con información de la señal de indicación de alarma (AIS) que son reenviados en sentido descendente al sumidero MEP en la (sub)capa de cliente, con lo cual se suprimen las alarmas secundarias (LOC, etc.) en la (sub)capa de cliente.

7.2.1.1.4 Señal bloqueada

La función de señal bloqueada (LCK) se ejecuta para comunicar a los MEP de la (sub)capa de cliente el bloqueo administrativo de un MEP de la (sub)capa de servidor y la consiguiente interrupción del reenvío de tráfico de datos en la (sub)capa de cliente. Esto permite al MEP de la (sub)capa de cliente recibir paquetes con información LCK para establecer la diferencia entre una condición de defecto y una acción de bloqueo administrativo en el MEP de la (sub)capa de servidor.

Un ejemplo de aplicación que requeriría el bloqueo administrativo de un MEP es la prueba de diagnóstico fuera de servicio, descrita en la cláusula 7.2.1.2.2.

Cuando un MEP de servidor está administrativamente bloqueado, crea una bandera que da lugar a la producción de paquetes OAM con información LCK que son reenviados en ambos sentidos, ascendente y descendente, a los MEP de la (sub)capa de cliente hasta que se elimine la condición de bloqueo administrativo (ver Figura 7-1).

NOTA – Cuando un MEP de servidor está administrativamente bloqueado, la (sub)capa de servidor está bloqueada y no puede transmitir tráfico de usuario. La fuente MEP de servidor bloquea todo el tráfico de (sub)capa de cliente recibido en sentido ascendente que debe reenviarse por la (sub)capa de servidor; sin embargo, permite que los paquetes LCK de la (sub)capa de cliente generados localmente sean enviados por la (sub)capa de servidor. El sumidero MEP de servidor bloquea todo el tráfico de (sub)capa de cliente recibido del MEG de la capa de servidor que debe reenviarse en sentido descendente.

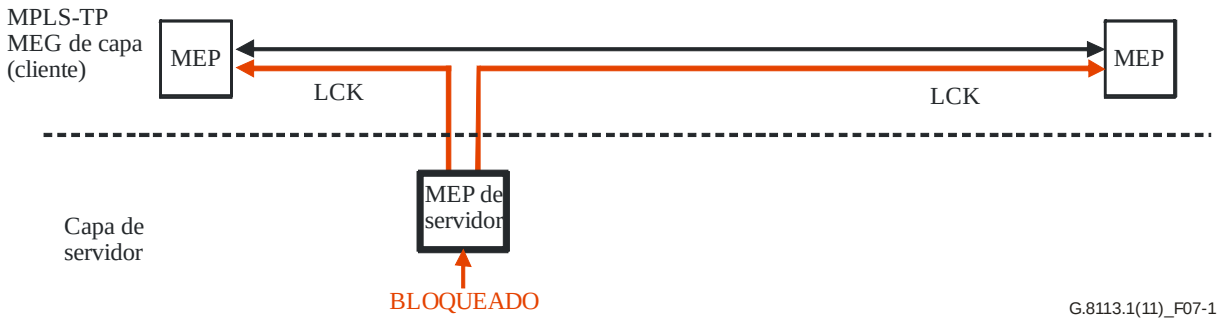

Figura 7-1 – Ejemplo de transmisión LCK

7.2.1.1.5 Fallo de señal de cliente

Esta función se ejecuta para procesar los defectos de cliente y propagar un defecto de señal de cliente al MEP distante asociado utilizando paquetes OAM. Por lo general, esta función se ejecuta cuando el cliente del camino MPLS-TP no admite un mecanismo de defecto/indicación de alarma nativo.

7.2.1.2 Funciones OAM por petición para la gestión de averías

7.2.1.2.1 Verificación de conectividad

La verificación de conectividad (CV) por petición permite detectar fallos en el trayecto con la finalidad de resolverlos. La CV por petición puede utilizarse para verificar el MEG en su totalidad (de extremo a extremo) o simplemente la conexión entre un MEP y un MIP específico. Cuando se invoca una función CV por petición en un MEP, se envía un paquete de petición CV OAM del MEP al MIP o MEP de destino del MEG. El MEP de origen espera recibir un paquete OAM con información de respuesta CV del MIP o MEP de destino. Una vez recibida la información de paquete de petición CV OAM, el MIP o MEP receptor la valida y transmite al MEP de origen un paquete OAM con información de respuesta CV.

7.2.1.2.2 Prueba de diagnóstico

La prueba de diagnóstico (DT) se utiliza para efectuar pruebas de diagnóstico, por ejemplo, caudal de anchura de banda, pérdida de paquetes, estimación de errores en los bits, etc., mediante el envío de paquetes de prueba de diagnóstico OAM en un sentido del MEG.

a) Cuando se realiza una prueba fuera de servicio, la fuente MEP configurada para la prueba fuera de servicio transmite paquetes LCK para suprimir las alarmas secundarias, el tráfico de datos de cliente se interrumpe en el MEG y se envían paquetes de prueba de diagnóstico OAM para llevar a cabo esta función.

NOTA 1 – Cuando se realiza la prueba fuera de servicio, el MEP también genera paquetes LCK en la (sub)capa de cliente inmediata en el mismo sentido de transmisión de los paquetes DT (ver Figura 7-1), lo cual debe tenerse en cuenta cuando se efectúan pruebas de medición de caudal.

b) Cuando se lleva a cabo la función de prueba durante el servicio, no conviene interrumpir el tráfico de datos y los paquetes de prueba de diagnóstico OAM deben transmitirse de tal forma que se utilice una parte limitada de la anchura de banda de servicio.

NOTA 2 – Cuando se realiza la prueba durante el servicio, los paquetes DT pueden afectar el tráfico de datos.

Cuando se invoca la función de prueba de diagnóstico en un MEP, un generador de señal de prueba asociado al MEP puede transmitir paquetes de prueba de diagnóstico OAM con la misma frecuencia de la configuración del generador de señal de prueba. Cada paquete DT se transmite con un número de secuencia específico. Para cada paquete DT debe utilizarse un número de secuencia distinto y, durante un minuto, no puede repetirse ningún número de secuencia del mismo MEP.

Cuando un MEP recibe paquetes de prueba de diagnóstico OAM, los examina para asegurarse de que sean válidos. Si el MEP receptor está configurado para la función de prueba de diagnóstico, el detector de señal de prueba asociado con el MEP detecta errores en los bits a partir de la secuencia seudoaleatoria de bits de los paquetes DT recibidos e informa de dichos errores. Por otra parte, cuando el MEP receptor está configurado para una prueba fuera de servicio, también genera paquetes LCK en la (sub)capa de cliente en el sentido de recepción de los paquetes DT.

7.2.2 Funciones OAM para la supervisión de la calidad de funcionamiento

7.2.2.1 Funciones OAM proactivas y supervisión de la calidad de funcionamiento

7.2.2.1.1 Medición de pérdida proactiva

La función de medición de pérdida (LM) proactiva tiene por finalidad la supervisión de la calidad de funcionamiento. Se lleva a cabo permanentemente y con su resultado se verifica la calidad de funcionamiento de la conexión en comparación con el acuerdo de nivel de servicio (SLA). Esta función se utiliza para medir la pérdida de paquetes en una conexión. Para ejecutarla, el MEP envía periódicamente paquetes OAM con información LM al MEP par y, de la misma forma, recibe paquetes con información LM del MEP par. Cada MEP efectúa mediciones de pérdida de paquetes que se incluyen en el cálculo del tiempo de indisponibilidad. Puesto que un servicio bidireccional no está disponible si no está disponible uno de los dos sentidos, la función LM debe permitir a cada MEP efectuar las mediciones de pérdida de paquetes en el extremo local y el extremo distante.

NOTA – En un MEP, la pérdida de paquetes en el extremo local se refiere a la pérdida de paquetes asociada a los paquetes de datos de entrada, y la pérdida de paquetes en el extremo distante, a la pérdida de paquetes asociada a los paquetes de datos de salida. Ambas mediciones de pérdida de paquetes en el extremo local y el extremo distante se incluyen en el cálculo de segundos con muchos errores (SES) en el extremo local y en el extremo distante respectivamente, que hay que tener en cuenta en el tiempo de indisponibilidad, como se indica en [UIT-T G.826] y se define en [UIT-T G.7710].

7.2.2.2 Funciones OAM por petición para la supervisión de la calidad de funcionamiento

7.2.2.2.1 Medición de pérdida por petición

La función de medición de pérdida (LM) por petición tiene por finalidad el mantenimiento. Se lleva a cabo durante un intervalo de tiempo específico configurado y su resultado puede servir a efectos de diagnóstico y análisis. Esta función se utiliza para medir la pérdida de paquetes en una conexión. Para ejecutarla, el MEP envía paquetes OAM con información LM al MEP par y, de la misma forma, recibe paquetes con información LM del MEP par. Cada MEP efectúa mediciones de pérdida de paquetes pero no se incluyen en el cálculo de SES ni en el tiempo de indisponibilidad de la conexión.

En un MEP, la pérdida de paquetes en el extremo local se refiere a la pérdida de paquetes asociada a los paquetes de datos de entrada, y la pérdida de paquetes en el extremo distante, a la pérdida de paquetes asociada a los paquetes de datos de salida.

7.2.2.2.2 Medición de retardo por petición

La función de medición de retardo (DM) por petición tiene por finalidad el mantenimiento. Se lleva a cabo durante un intervalo de tiempo específico configurado y su resultado puede servir a efectos de diagnóstico y análisis. Esta función, que se utiliza para medir el retardo de paquetes y la variación del retardo de paquetes en una conexión, tiene dos formas: DM unidireccional y DM bidireccional.

Cuando se invoca un MEP para ejecutar la función de medición de retardo (DM) por petición, ese MEP envía periódicamente paquetes DM con información DM (por ejemplo, intervalos de tiempo) a su MEP par. También espera recibir paquetes con información DM de su MEP par. Las mediciones de retardo de paquetes (PD) y las mediciones de variación de retardo de paquetes (PDV) se obtienen de la información DM en los paquetes DM. Las mediciones de PD y PDV en bruto, en lugar de resúmenes de estadísticas, serán comunicadas al sistema o equipo de mantenimiento para que efectúen su análisis y diagnóstico.

Los detalles del proceso de ejecución de la función DM por petición son similares a los correspondientes a la función proactiva.

7.2.3 Otras funciones

7.2.3.1 Comunicaciones con conmutación de protección automática (APS)

Las comunicaciones con conmutación de protección automática (APS) permiten a los nodos MPLS-TP intercambiar mensajes de control de la conmutación de protección a través del canal asociado genérico (G-ACh).

La utilización específica de las comunicaciones APS está fuera del alcance de la presente Recomendación.

7.2.3.2 Canal de comunicación de mantenimiento/canal de comunicación de señalización

El canal de comunicación de mantenimiento (MCC) y el canal de comunicación de señalización (SCC) permiten a los nodos MPLS-TP intercambiar mensajes del plano gestión y del plano control a través del canal asociado genérico (G-ACh).

La utilización específica de los canales MCC y SCC está fuera del alcance de la presente Recomendación.

NOTA – Los canales MCC y SCC de MPLS-TP se describen en [UIT-T G.7712] y [IETF RFC 5718].

7.2.3.3 Específicas del proveedor

Las funciones específicas del proveedor (VS) pueden ser utilizadas por un proveedor en sus equipos. No está previsto que el interfuncionamiento de estas funciones se aplique a los diferentes equipos del proveedor.

Gracias a su diseño, los diferentes protocolos específicos del proveedor se pueden distinguir/separar de protocolos de normas, de protocolos experimentales y de otros protocolos específicos del proveedor.

La aplicación concreta de las funciones específicas del proveedor está fuera del alcance de la presente Recomendación.

7.2.3.4 (Funcionalidad) Experimental

Las funciones experimentales (EXP) pueden ser utilizadas con carácter provisional en un dominio administrativo. No está previsto que el interfuncionamiento de la funcionalidad experimental se aplique a diferentes dominios administrativos.

Gracias a su diseño, los diferentes protocolos experimentales se pueden distinguir/separar de protocolos de normas, de protocolos específicos del proveedor y de otros protocolos experimentales.

La aplicación concreta de las funciones experimentales está fuera del alcance de la presente Recomendación.

8 Formatos de paquetes OAM

8.1 Paquetes OAM comunes

En la Figura 8-1 siguiente se define el formato de la etiqueta GAL:

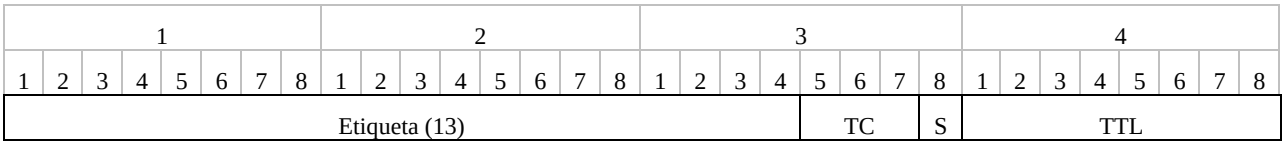

Figura 8-1 – Formato de la etiqueta GAL

El valor de GAL definido en [IETF RFC 5586] es 13.

El campo clase de tráfico (TC) (llamado antes campo EXP) de la entrada de pila de etiquetas (LSE) que contiene la etiqueta GAL se ajusta a la definición y reglas de procesamiento definidas y citadas como referencia en [IETF RFC 5462].

El bit S se fija a 1. La etiqueta GAL está siempre ubicada en el fondo de la pila de etiquetas.

El campo tiempo de vida (TTL) de la LSE que contiene la etiqueta GAL DEBE fijarse, como mínimo, a 1 y ajustarse a la definición y reglas de procesamiento definidas y citadas como referencia en [IETF RFC 3443].

En la Figura 8-2 siguiente se define el formato del encabezamiento de canal asociado:

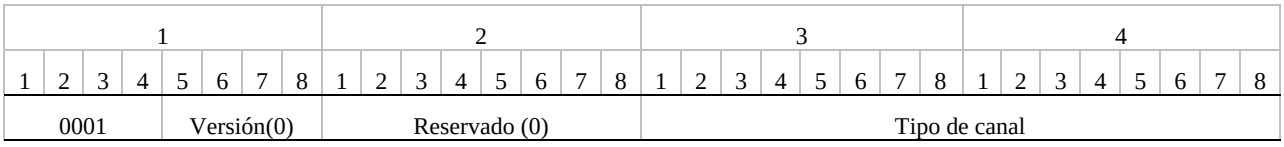

Figura 8-2 – Formato ACH

El primer cuarteto se fija a 0001b para indicar un canal de control asociado con un PW, un LSP o una sección, como se indica en [IETF RFC 5586].

El campo versión se fija a 0, como se indica en [IETF RFC 5586].

El campo reservado se fija a 0 y es ignorado en recepción, como se indica en [IETF RFC 5586].

El tipo de canal indica el protocolo OAM específico transmitido en el canal de control asociado.

IANA [b-IANA PW Reg] mantiene el registro de los valores de tipo de canal atribuidos. Los valores utilizados en la presente Recomendación se enumeran en el Cuadro 8-1 siguiente:

Cuadro 8-1 – Valores de tipo de canal

Valor de tipo de canal	Descripción	Cláusula de referencia
0x0001	Canal de comunicación de mantenimiento (MCC)	8.3
0x0002	Canal de comunicación de señalización (SCC)	8.4
0x8902	OAM basada en ITU-T G.8113.1	8.2

8.2 Formatos PDU OAM basados en la Recomendación [ITU-T G.8013]

Está cláusula describe los formatos y elementos de información de diferentes tipos PDU OAM utilizados para cumplir los requisitos de las funciones OAM descritas en la cláusula 7 que provienen de [UIT-T G.8013].

En el marco OAM para MPLS-TP [IETF RFC 6371], los paquetes OAM se distinguen de paquetes de datos de usuario aplicando el constructivo G-ACh (ver cláusula 7.1) y están destinados a los MEP o MIP utilizando mecanismos de reenvío MPLS (es decir, disposición en pilas de etiquetas y expiración del tiempo de vida (TTL)). Por consiguiente, pueden reutilizarse las PDU OAM definidas en [UIT-T G.8013] en el marco de MPLS-TP y encapsularlas en el G-ACh.

Se necesita un tipo (0x8902) de canal ACH para identificar la presencia de la PDU OAM, en la cual el campo OpCode, definido en [ITU-T G.8013], identifica la PDU OAM específica, como se indica en la Figura 8-3 *infra*:

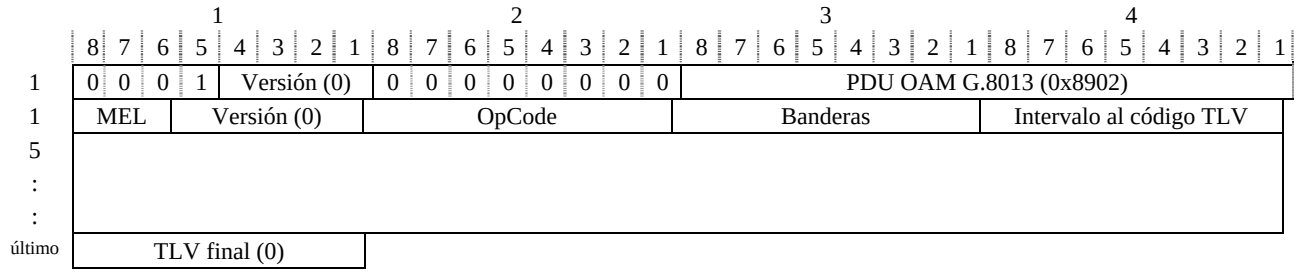

Figura 8-3 – Formato de paquete OAM común basado en [ITU-T G.8013]

El campo MEL es configurable. Se fija a un valor por defecto "111" en el momento de transmisión y es verificado en recepción para que mantenga la conformidad con [ITU-T G.8013].

El campo OpCode identifica el tipo de PDU OAM. El registro de los valores OpCode atribuidos es mantenido por el UIT-T en [ITU-T G.8013]. Los valores utilizados en la presente Recomendación se enumeran en el Cuadro 8-2 *infra*.

Cuadro 8-2 – Valores OpCode

Valor OpCode	Tipo PDU OAM	Importancia de OpCode para los MEP/MIP
1	CCM	MEP
3	LBM	MEP y MIP (verificación de conectividad)
2	LBR	MEP y MIP (verificación de conectividad)
33	AIS	MEP
35	LCK	MEP
37	TST	MEP
39	APS	MEP
43	LMM	MEP
42	LMR	MEP
45	1DM	MEP
47	DMM	MEP
46	DMR	MEP
49	EXM	Fuera del alcance de esta Recomendación
48	EXR	Fuera del alcance de esta Recomendación
51	VSM	Fuera del alcance de esta Recomendación
50	VSR	Fuera del alcance de esta Recomendación
52	CSF	MEP

El establecimiento de la versión, las banderas y el intervalo al código de tipo, longitud y valor (TLV) es específico de OpCode y se describe en [UIT-T G.8013].

El formato genérico del código TLV se define en la Figura 9.1-2 de [UIT-T G.8013].

El registro de los valores de tipo atribuidos es mantenido por el UIT-T en [UIT-T G.8013]. Los valores utilizados en la presente Recomendación se enumeran en el Cuadro 8-3 *infra.*

Cuadro 8-3 – Valores de tipo

Valor de tipo	Nombre de código TLV
0	TLV final
3	TLV de datos
32	TLV de prueba
33	TLV ID de MEP/MIP de destino
34	TLV ID de MEP/MIP de respuesta
35	TLV ID de MEP solicitante

8.2.1 Mensaje de verificación de continuidad (CCM)

La PDU CCM se define en [UIT-T G.8013]. Cuando está encapsulada en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, puede utilizarse para admitir los requisitos funcionales OAM para MPLS-TP siguientes:

– Verificación de continuidad proactiva (sección 2.2.2 de [IETF RFC 5860]).

– Verificación de conectividad proactiva (sección 2.2.3 de [IETF RFC 5860]).

– Indicación de defecto a distancia proactiva (sección 2.2.9 de [IETF RFC 5860]).

– Medición de pérdida de paquetes proactiva (sección 2.2.11 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de las PDU CCM se describen en la cláusula 9.1.1.

Para llevar a cabo la verificación de conectividad proactiva, el paquete CCM contiene un identificador de la fuente MEP globalmente único, que es la combinación de un ID de MEG globalmente único con un ID de MEP que es único en el ámbito del grupo de entidades de mantenimiento.

El formato genérico del ID de MEG se define en la Figura A-1 de [UIT-T G.8013]. Están autorizados diferentes formatos de ID de MEG: el tipo de formato de ID de MEG es identificado por el campo formato ID de MEG.

El formato del ID de MEG basado en ICC se define en el Anexo A de [UIT-T G.8013]. Este formato se aplica a las secciones, los LSP y los PW de MPLS-TP.

MPLS-TP admite también el formato del ID de MEG basado en IP. Estos formatos están fuera del alcance de esta versión de la Recomendación.[6]

8.2.2 Bucle OAM (LBM/LBR)

Las PDU de mensaje de bucle (LBM) y respuesta al mensaje de bucle (LBR) se definen en [UIT-T G.8013]. Cuando están encapsuladas en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, pueden utilizarse para admitir los siguientes requisitos funcionales OAM para MPLS-TP.

– Verificación de conectividad bidireccional por petición (sección 2.2.3 de [IETF RFC 5860]).

– Prueba de diagnóstico bidireccional durante el servicio o fuera de servicio (sección 2.2.5 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de las PDU LBM y LBR se describen en la cláusula 9.1.2.

Para una identificación apropiada del MEP/MIP de destino al que está dirigido el LBM, la PDU LBM debe incluir el código TLV ID de MEP/MIP de destino: este código siempre está presente en una PDU LBM y situado en la parte superior de los TLV (comienza en el intervalo indicado por el campo intervalo al código TLV).

Para una identificación apropiada del verdadero MEP/MIP que ha respondido a una PDU LBM, la PDU LBR debe incluir el código TLV ID de MEP/MIP de respuesta: este código siempre está presente en una PDU LBR y situado en la parte superior de los TLV (comienza en el intervalo indicado por el campo intervalo al código TLV).

NOTA – Con objeto de simplificar las aplicaciones informáticas, estos TLV se han definido de tal forma que tienen una posición fija (indicada por el campo intervalo al código TLV) y una longitud fija (ver cláusula 8.2.2.1).

---

6 La definición de formato del ID de MEG basado en IP está en estudio en el IETF: ver [b-IETF tp-id].

Conviene señalar que los identificadores MEP/MIP utilizados en el ID de MEP/MIP de destino y en los códigos TLV ID de MEP/MIP de respuesta deben ser únicos en el ámbito del MEG. Cuando se utiliza OAM para LBM/LBR a efectos de la verificación de conectividad, hay algunos casos de conectividad errónea que no podría ser fácil detectar confiando simplemente en estos TLV. Para localizar esas configuraciones de conectividad errónea, la PDU LBM puede transmitir un código TLV ID de MEP solicitante que prevea una identificación globalmente única del MEP que ha originado la PDU LBM. Cuando el código TLV ID de MEP solicitante está presente en la PDU LBM, el MIP/MEP de respuesta, antes de responder, debe verificar que el identificador MEP solicitante recibido corresponda al identificador MEP solicitante previsto. En este caso, la PDU LBR debe transmitir el código TLV ID de MEP solicitante para confirmar al MEP que se envía la PDU LBR de tal forma que el código TLV ID de MEP solicitante en la PDU LBM ha sido verificado antes de la respuesta.

Cuando se utiliza OAM para LBM/LBR en pruebas de diagnóstico bidireccionales, nunca se incluyen los códigos TLV ID de MEP solicitantes.

El formato de las PDU LBM y LBR se observan en las Figuras 8-4 y 8-5.

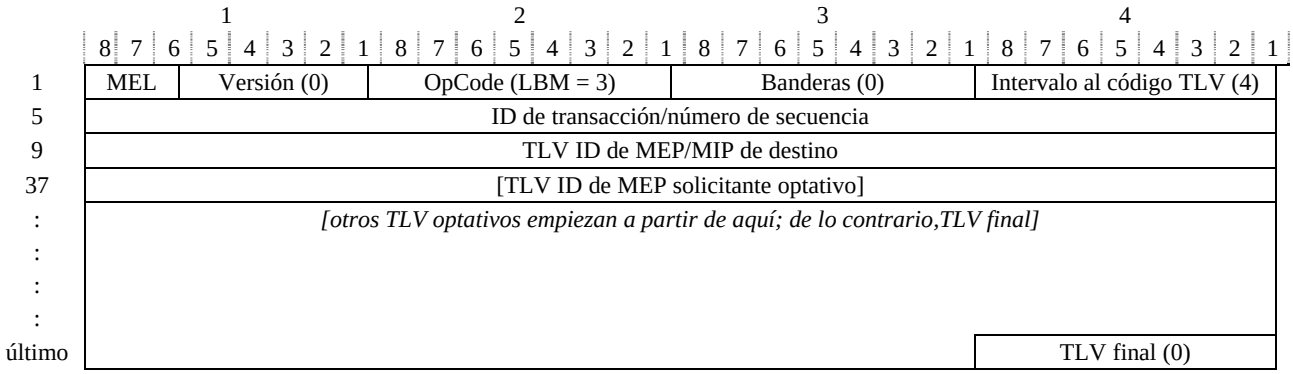

Figura 8-4 – Formato PDU LBM

El código TLV ID de MEP/MIP de destino siempre está presente como primer TLV en la PDU LBM. Cuando está presente, el código TLV ID de MEP solicitante siempre sigue al TLV ID de MEP/MIP de destino en la PDU LBM.

NOTA – Cuando se envía un paquete LBM a un MIP de destino, la fuente MEP conoce la cuenta de saltos al MIP de destino y establece el correspondiente campo TTL descrito en [IETF RFC 6371].

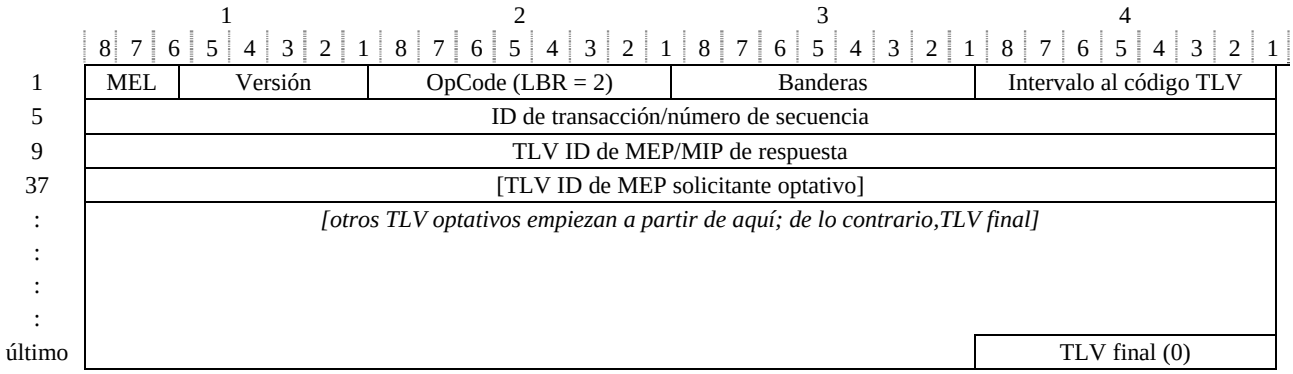

Figura 8-5 – Formato PDU LBR

El código TLV ID de MEP/MIP de respuesta siempre está presente como primer TLV en la PDU LBR. Cuando está presente, el código TLV ID de MEP solicitante siempre sigue al TLV ID de MEP/MIP de respuesta en la PDU LBR.

8.2.2.1 Códigos TLV ID de MEP/MIP de destino y de respuesta

El formato de los códigos TLV ID de MEP/MIP de destino y de respuesta se observa en las Figuras 8-6 y 8-7.

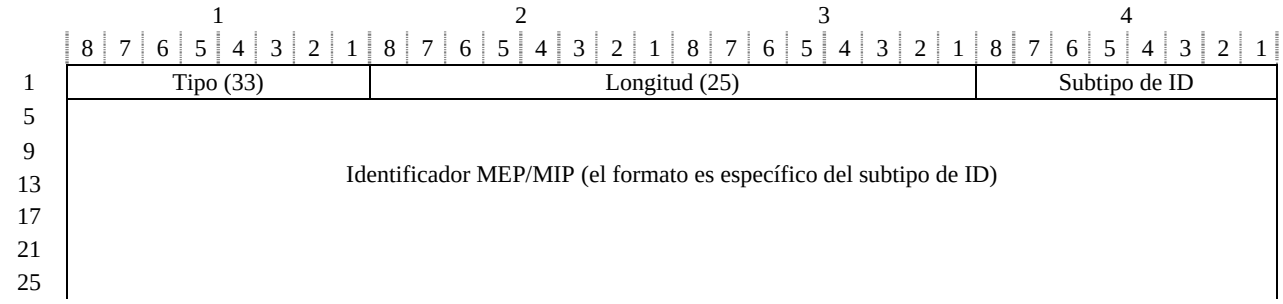

Figura 8-6 – Formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino

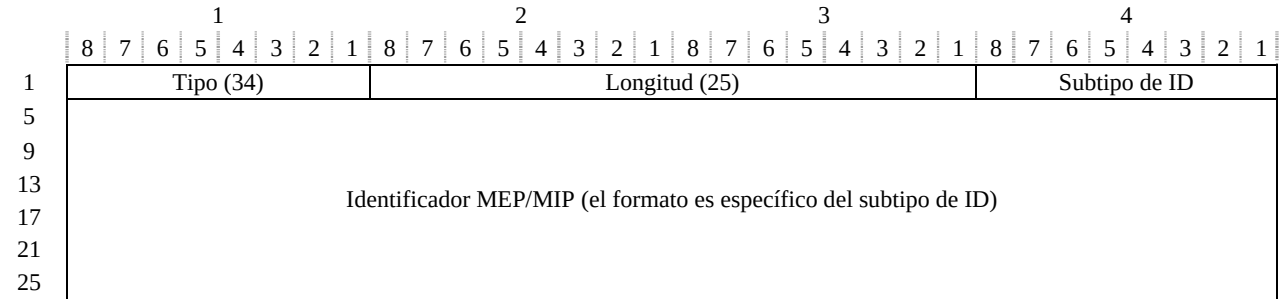

Figura 8-7 – Formato del código TLV ID de MEP/MIP de respuesta

Se pueden definir diferentes formatos de identificadores MEP/MIP: el tipo de formato es descrito por el campo subtipo de ID de MEP/MIP (ver Cuadro 8-4).

Cuadro 8-4 – Valores del subtipo de identificador MEP/MIP

Subtipo de ID	Nombre de identificador MEP/MIP	Longitud de identificador MEP/MIP
0x00	Detección de MEP/MIP de entrada/nodo	0
0x01	Detección de MEP/MIP de salida	0
0x02	ID de MEP basado en ICC	2 bytes
0x03	ID de MIP basado en ICC	14 bytes
0x04-0xFF	Reservado	

Los identificadores "detección de MEP/MIP de entrada/nodo" y "detección de MEP/MIP de salida" sólo pueden ser utilizados en la PDU LBM (y no pueden aparecer en una PDU LBR) para detectar los identificadores de los MEP o MIP situados a una determinada distancia TTL del MEP que origina la PDU LBM.

El formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino que transporta un identificador "detección de MEP/MIP de entrada/nodo" se observa en la Figura 8-8.

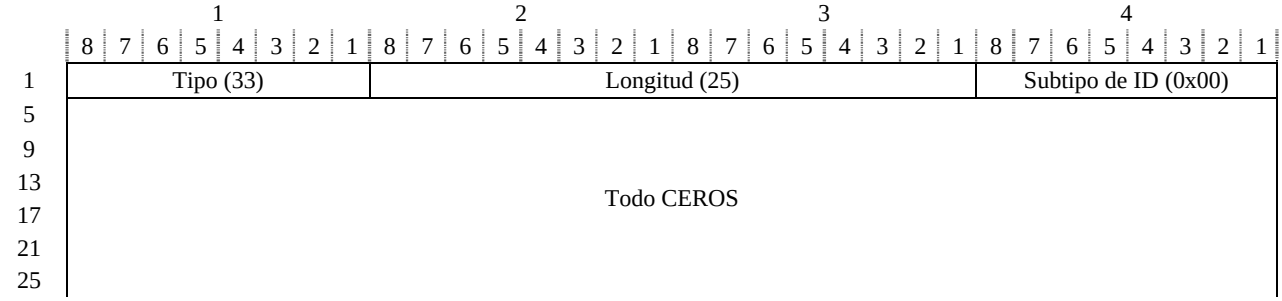

Figura 8-8 – Formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino (identificador detección de MEP/MIP de entrada/nodo)

El formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino que transporta un identificador "detección de MEP/MIP de salida" se observa en la Figura 8-9.

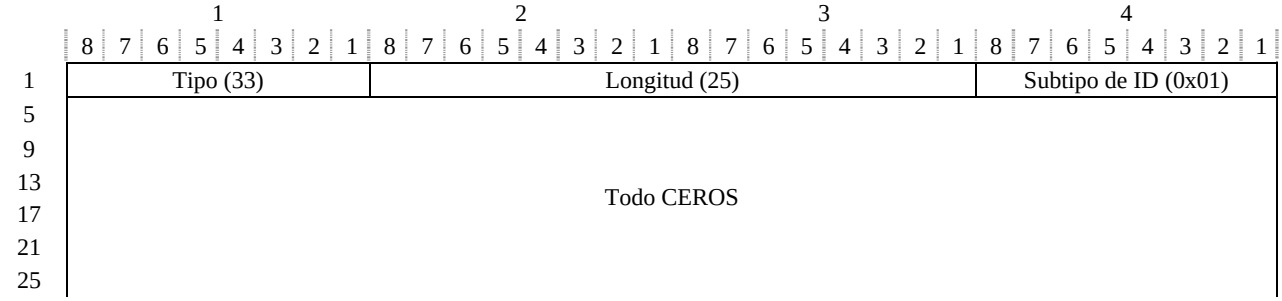

Figura 8-9 – Formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino (identificador detección de MEP/MIP de salida)

El formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino y de respuesta que transporta un "ID de MEP basado en ICC" se observa en la Figura 8-10.

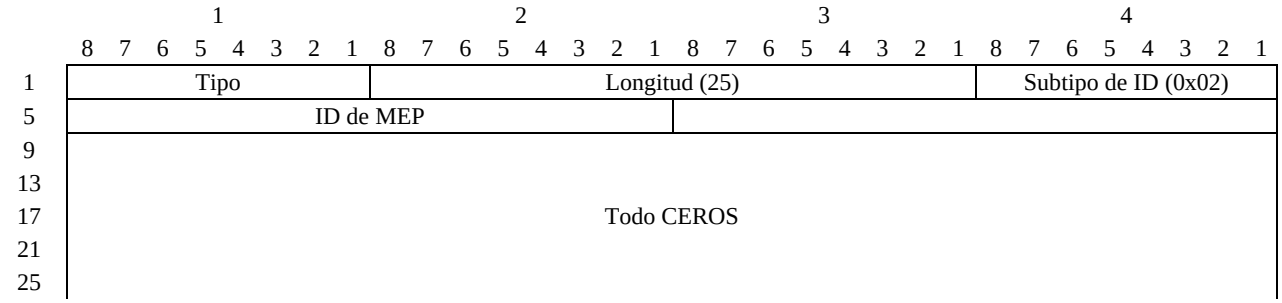

Figura 8-10 – Formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino y de respuesta (ID de MEP basado en ICC)

El ID de MEP es un valor entero de 16 bits que identifica el MEP transmisor en el MEG.

El formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino y de respuesta que transporta un "ID de MIP basado en ICC" se observa en la Figura 8-11.

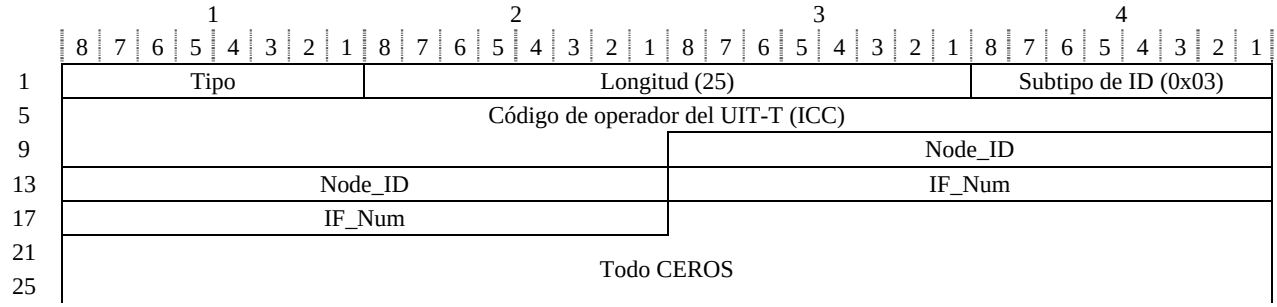

Figura 8-11 – Formato del código TLV ID de MEP/MIP de destino y de respuesta (ID de MIP basado en ICC)

El código de operador del UIT-T (ICC) es un código asignado a un operador de red/proveedor de servicio de cuyo mantenimiento se ocupa la Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones (TSB) de la UIT, de conformidad con [UIT-T M.1400].

Node_ID es un identificador numérico del nodo en el que está ubicado el MIP. Su atribución corresponde a la organización a la cual ha sido asignado el ICC, siempre que se garantice el carácter exclusivo de ese identificador en la organización.

IF_Num es un identificador numérico del punto de acceso (AP) al camino de capa de servidor, que puede ser una capa de servidor MPLS-TP o no, donde está ubicado un MIP por interfaz. Su atribución corresponde al nodo en el que está ubicado el MIP, siempre que se garantice el carácter exclusivo de ese identificador en el nodo. Conviene recordar que el valor 0 de IF_Num está reservado para identificar los MIP por nodo.

MPLS-TP admite también el formato de identificadores MIP y MEP basados en IP. Estos formatos están fuera del alcance de la presente versión de esta Recomendación.[7]

8.2.2.2 Código TLV ID de MEP solicitante

El formato del código TLV ID de MEP solicitante se observa en la Figura 8-12.

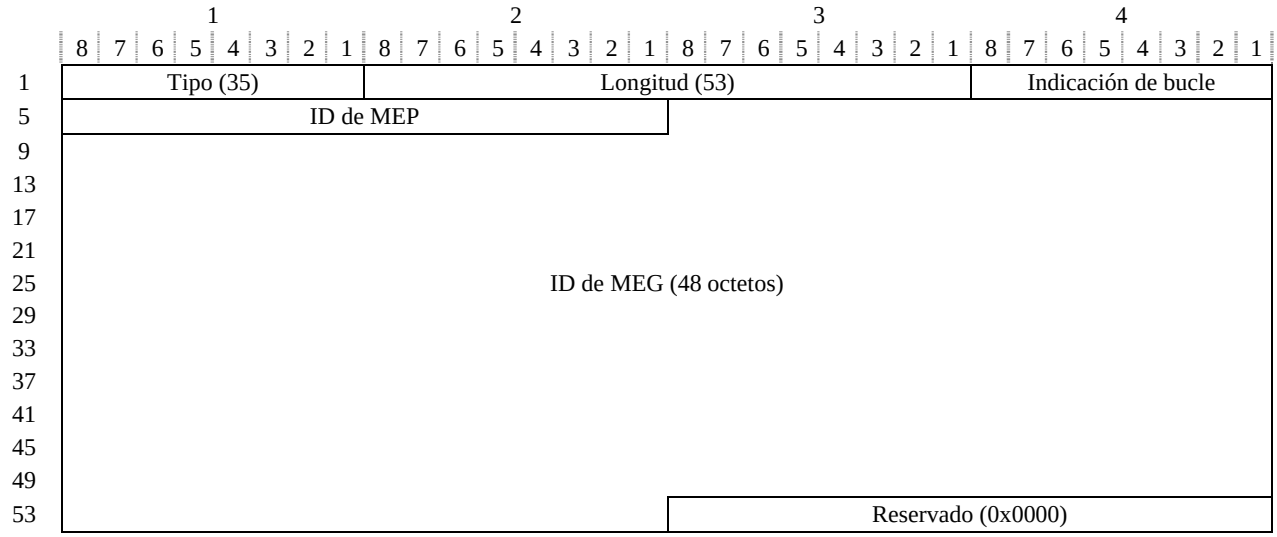

Figura 8-12 – Formato de código TLV ID de MEP solicitante

[7] La definición de formato de identificadores MIP y MEP basados en IP está en estudio en el IETF: ver [b-IETF tp-id].

El ID de MEP y el ID de MEG transportan el ID de MEP globalmente único, como se indica en la cláusula 8.2.1.

Los bits reservados se fijan a todo CEROS en el momento de transmisión y son ignorados en recepción.

La indicación de bucle se fija a 0x0000 cuando este código TLV se inserta en un mensaje de respuesta al bucle (LBM) PDU y se fija a 0x0001 en la LBR PDU. Se utiliza para indicar que el valor de este código TLV ha sido verificado por el nodo que creó la PDU LBR.

8.2.3 Señal de indicación de alarma (AIS)

La PDU AIS se define en [UIT-T G.8013]. Cuando está encapsulada en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, puede admitir el requisito funcional OAM para MPLS-TP notificación de alarmas (sección 2.2.8 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de las PDU AIS se describen en la cláusula 9.1.3.

8.2.4 Señal bloqueada (LCK)

La PDU LCK se define en [UIT-T G.8013]. Cuando está encapsulada en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, puede admitir el requisito funcional OAM para MPLS-TP notificación de bloqueo (sección 2.2.7 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de las PDU LCK se describen en la cláusula 9.1.4.

8.2.5 Prueba (TST)

La PDU TST se define en [UIT-T G.8013]. Cuando está encapsulada en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, puede admitir el requisito funcional OAM para MPLS-TP pruebas de diagnóstico unidireccionales durante el servicio o fuera de servicio (sección 2.2.8 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de las PDU TST se describen en la cláusula 9.1.5.

8.2.6 Mensaje de medición de pérdida y respuesta de medición de pérdida (LMM/LMR)

Los menajes de medición de pérdida y las respuestas de medición de pérdida (LMM/LMR) PDU se definen en [UIT-T G.8013]. Cuando están encapsuladas en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, pueden admitir el requisito funcional OAM para MPLS-TP medición de pérdida de paquetes por petición (sección 2.2.11 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de las PDU LMM y LMR se describen en la cláusula 9.1.6.

8.2.7 Medición de retardo en un sentido (1DM)

La PDU 1DM se define en [UIT-T G.8013]. Cuando está encapsulada en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, puede admitir el requisito funcional OAM para MPLS-TP medición de retardo de paquetes en un sentido por petición (sección 2.2.12 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de la PDU 1DM se describen en la cláusula 9.1.7.

8.2.8 Medición de retardo bidireccional (DMM/DMR)

Los menajes de medición de retardo y las respuestas de medición de retardo (DMM/DMR) PDU se definen en [UIT-T G.8013]. Cuando están encapsuladas en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, pueden admitir el requisito funcional OAM para MPLS-TP medición de retardo de paquetes bidireccional (sección 2.2.12 de [IETF RFC 5860]).

Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de las PDU DMM/DMR se describen en la cláusula 9.1.8.

8.2.9 Fallo de señal de cliente (CSF)

La PDU CSF se define en [UIT-T G.8013]. Cuando está encapsulada en MPLS-TP, como se indica en la cláusula 8.2, puede admitir el requisito funcional OAM para MPLS-TP indicación de fallo de cliente (sección 2.2.10 de [IETF RFC 5860]). Los procedimientos relativos a la creación y el procesamiento de la PDU CSF se describen en la cláusula 9.1.9.

8.2.10 Conmutación de protección automática (APS)

La PDU APS admite el requisito de coordinación de conmutación de protección MPLS-TP.

Los formatos comunes de las PDU APS se definen en [UIT-T G.8013]. El formato completo de las PDU APS y procedimientos afines están fuera del alcance de [UIT-T G.8013] y de esta Recomendación.

8.2.11 Mensaje/respuesta (OAM) Experimental (EXM/EXR)

Las PDU EXM/EXR admiten el requisito de apoyo a las funciones experimentales MPLS-TP.

Los formatos comunes de las PDU EXM/EXR se definen en [UIT-T G.8013]. El formato completo de las PDU EXM/EXR y procedimientos afines están fuera del alcance de [UIT-T G.8013] y de esta Recomendación.

8.2.12 Mensaje/respuesta OAM específico del proveedor (VSM/VSR)

Las PDU VSM/VSR admiten el requisito de apoyo a las funciones específicas del proveedor MPLS-TP.

Los formatos comunes de las PDU VSM/VSR se definen en [UIT-T G.8013]. El formato completo de las PDU VSM/VSR y procedimientos afines están fuera del alcance de [UIT-T G.8013] y de esta Recomendación.

8.3 Canal de comunicación de mantenimiento (MCC)

El formato de paquetes para el transporte de comunicación de mantenimiento (paquetes MCC) por un ACH y procedimientos afines se indican en [UIT-T G.7712] y [IETF RFC 5718].

8.4 Canal de comunicación de señalización (SCC)

El formato de paquetes para el transporte de comunicación de señalización (paquetes SCC) por un ACH y procedimientos afines se indican en [UIT-T G.7712] y [IETF RFC 5718].

9 Procedimientos AOM para MPLS-TP

9.1 Procedimientos AOM para MPLS-TP basados en las PDU ITU-T G.8013

Los procedimientos de alto nivel para el procesamiento de las PDU OAM UIT-T G.8013 se describen en [UIT-T G.8013]. Los procedimientos independientes de la tecnología también se aplican a OAM para MPLS-TP.

En [UIT-T G.8021] se describen procedimientos más completos y formales para el procesamiento de las PDU OAM UIT-T G.8013. Aunque la descripción en [UIT-T G.8021] es específica de Ethernet, los procedimientos independientes de la tecnología también se aplican a OAM para MPLS-TP.

Esta cláusula describe los procedimientos OAM para MPLS-TP basados en procedimientos independientes de la tecnología definidos en [UIT-T G.8013] y [UIT-T G.8021].

9.1.1 Procedimientos relativos al mensaje de verificación de continuidad (CCM)

El formato de la PDU CCM se define en la cláusula 8.2.1.

El MEP habilitado para la producción de CCM genera paquetes OAM CCM con la periodicidad y el PHB configurados por el operador:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);

– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);

– el campo OpCode se fija a 01 (ver cláusula 8.2.1);

– se fija la bandera RDI, si el MEP indica fichero de señales. De lo contrario, se desactiva;

– las banderas reservadas se fijan a 0 (ver cláusula 8.2.1);

– el campo periodo se fija según la periodicidad configurada (ver Cuadro 9-3 de [UIT-T G.8013]);

– el campo intervalo al código TLV se fija a 70 (ver cláusula 8.2.1);

– el número de secuencia se fija a 0 (ver cláusula 8.2.1);

– se crean los campos ID de MEP e ID de MEG para transmitir los valores configurados;

– el campo TxFCf se fija al valor actual del contador de paquetes de datos conformes transmitidos al MEP par, cuando está habilitada la medición de pérdida proactiva. De lo contrario, se fija a 0.

– el campo RxFCb se fija al valor actual del contador de paquetes de datos conformes recibidos del MEP par, si está habilitada la medición de pérdida proactiva. De lo contrario, se fija a 0.

– el campo TxFCb se fija al valor de TxFCf de la última PDU CCM recibida del MEP par, si está habilitada la medición de pérdida proactiva. De lo contrario, se fija a 0;

– el campo reservado se fija a 0 (ver cláusula 8.2.1);

– el código TLV final se inserta después del campo reservado (ver cláusula 8.2.1).

NOTA 1 – El periodo de transmisión del CCM es siempre el periodo configurado y no se modifica a menos que el operador lo vuelva a configurar. El campo periodo en la PDU CCM se transmite con un valor de periodo de transmisión configurado en el MEP transmisor.

Cuando un MEP recibe un paquete CCM OAM, verifica los diversos campos (ver Figura 8-19 de [UIT-T G.8021]). Se detectan los siguientes defectos descritos en la cláusula 6.1 de [UIT-T G.8021]: defecto pérdida de continuidad (dLOC), defecto nivel MEG imprevisto (dUNL)[8], defecto de fusión (dMMG), defecto MEP imprevisto (dUNM), defecto periodo imprevisto (dUNP), defecto prioridad imprevista (dUNPr) y defecto indicación de defecto remota (dRDI).

Si los campos versión, MEL, MEG y MEP son válidos y está habilitada la medición de pérdida proactiva, los valores de los campos contadores de paquetes se procesan de la forma descrita en la cláusula 8.1.7.4 de [UIT-T G.8021].

Con el paquete CCM también se puede medir la pérdida de paquetes de dos extremos proactiva en conexiones MPLS-TP bidireccionales punto a punto en la misma ruta.

Un MEP configurado para la medición de pérdida proactiva transmite periódicamente paquetes CCM con los elementos de información TxFCf, RxFCb y TxFCb descritos *supra*.

8 No surgirá el defecto dUNL si se utiliza el valor predeterminado para MEL.

Un MEP configurado para la medición de pérdida proactiva utiliza los siguientes valores para efectuar las mediciones de extremo local y extremo distante cuando recibe una trama CCM:

– Los valores TxFCf, RxFCb y TxFCb del paquete CCM recibido y el valor RxFCl de contador local al recibir este paquete CCM. La denominación de estos valores es TxFCf[tc], RxFCb[tc], TxFCb[tc] y RxFCl[tc], siendo tc el momento de recepción de la trama considerada.

– Los valores TxFCf, RxFCb y TxFCb del paquete CCM anterior y el valor RxFCl del contador local al recibir el paquete CCM anterior. La denominación de estos valores es TxFCf[tp], RxFCb[tp], TxFCb[tp] y RxFCl[tp], siendo tp el momento de recepción del paquete anterior.

$$\text{pérdida de paquetes}_{\text{ext-distante}} = |\text{TxFCb}[tc] - \text{TxFCb}[tp]| - |\text{RxFCb}[tc] - \text{RxFCb}[tp]|$$

$$\text{pérdida de paquetes}_{\text{ext-local}} = |\text{TxFCf}[tc] - \text{TxFCf}[tp]| - |\text{RxFCl}[tc] - \text{RxFCl}[tp]|$$

NOTA 2 – En la medición de pérdida de paquetes de dos extremos, los contadores no computan los paquetes OAM por petición para LBM/LBR, LMM/LMR, DMM/DMR, 1DM, TST y CCM. Sin embargo, se computan los paquetes OAM proactivos para APS.

9.1.2 Procedimientos de mensaje/respuesta al bucle OAM (LBM/LBR)

Los formatos de la PDU de los procedimientos de mensaje/respuesta al bucle (LBM/LBR) se definen en la cláusula 8.2.2.

Cuando se ejecuta una función de bucle OAM fuera de servicio, el tráfico de datos del cliente se interrumpe en la ME sometida a prueba. El MEP configurado para la prueba fuera de servicio transmite paquetes LCK en la (sub)capa de cliente inmediata, como se indica en la cláusula 9.1.4.

Cuando se ejecuta una función de bucle OAM durante el servicio, el tráfico de datos del cliente no se interrumpe y los paquetes con información LBM/LBR se transmiten utilizando una parte limitada de la anchura de banda del servicio. La periodicidad de los paquetes con información LBM/LBR se determina previamente.

NOTA 1 – La determinación de una velocidad máxima de transmisión de los paquetes con información LBR/LBM que no afecte el tráfico de datos de cliente para LBR/LBM durante el servicio está fuera del alcance de esta Recomendación. Pueden definirse de común acuerdo entre el usuario de la función LBM/LBR y el usuario del servicio.

NOTA 2 – Podrían ser necesarios otros elementos de configuración, por ejemplo la velocidad de transmisión de información LBM/LBR, el intervalo total de la prueba, etc. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos elementos de información de configuración adicionales.

Los formatos de la PDU LBM/LBR se definen en la cláusula 8.2.2 y se más detalladamente en las cláusulas 9.3 y 9.4 de [UIT-T G.8013].

El MEP (solicitante) habilitado para la función bucle OAM por petición genera y envía paquetes OAM LBM a uno de los MIP o al MEP par con la periodicidad y el comportamiento por saltos (PHB) configurados por el operador:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);

– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);

– el campo OpCode se fija a 03 (ver cláusula 8.2.2);

– el campo banderas se fija a todo CEROS (ver cláusula 8.2.2);

– el campo intervalo al código TLV se fija a 4 (ver cláusula 8.2.2);

– el campo transacción es un campo de 4 octetos que contiene el ID de transacción/número de secuencias de la medición de bucle;

– se crea el ID de MEP/MIP de destino para transportar el valor configurado.

NOTA 3 – Al ejecutar una función de detección, el ID de MEP/MIP de destino está configurado "detección de MEP/MIP de entrada/nodo" o "detección de MEP/MIP de salida".

– si está configurado, se inserta el código TLV ID de MEP originador para transmitir el valor configurado.

NOTA 4 – Al ejecutar una función de prueba de diagnóstico bidireccional, el ID de MEP originador se configura para no ser enviado.

– campo TLV optativo de longitud y contenido configurables en el MEP solicitante. El contenido puede ser un modelo de prueba y una suma de control optativa. Ejemplos de modelos de prueba: secuencias pseudoaleatorias de bits (PRBS) (2^31–1) especificadas en la cláusula 5.8 de la UIT-T O.150, modelo todo '0', etc. En el caso de la aplicación de prueba de diagnóstico bidireccional es necesario configurar un generador de señal de prueba y un detector de esta señal asociado al MEP;

– el campo TLV final se fija a todo CEROS (ver cláusula 8.2.2).

Cuando un MIP (receptor) o un MEP (receptor) reciben un paquete LBM válido, se genera un paquete LBR que el MIP/MEP receptor transmite al MEP solicitante:

– el campo MEL se fija al valor que se copia de la última PDU LBM recibida;

– el campo versión se fija al valor que se copia de la última PDU LBM recibida;

– el campo OpCode se fija a 2 (ver cláusula 8.2.2);

– el campo banderas se fija al valor que se copia de la última PDU LBM recibida;

– el campo intervalo al código TLV se fija al valor que se copia de la última PDU LBM recibida;

– el campo transacción se fija al valor que se copia de la última PDU LBM recibida;

– los campos ID de MEP/MIP de destino e ID de MEP originador se fijan al valor que se copia de la última PDU LBM recibida;

– el campo TLV optativo se fija al valor que se copia de la última PDU LBM recibida;

– el campo TLV final se inserta después del último campo TLV; se fija al valor que se copia de la última PDU LBM recibida.

NOTA 5 – Los periodos de transmisión de LBR y LBM son siempre iguales.

9.1.3 Procedimientos relativos a la señal de indicación de alarma (AIS)

El formato de la PDU AIS se define en la cláusula 8.2.3.

Cuando el sumidero de terminación de camino de capa de servidor indica fallo de señal, notifica la función servidor/MT_A_Sk que activa la consiguiente acción aAIS, que se desactiva cuando la terminación de camino de capa de servidor libera la condición de fallo de señal y notifica la función servidor/MT_A_Sk.

Cuando se activa la consiguiente acción aAIS, la función servidor/MT_A_Sk genera continuamente paquetes OAM para MPLS-TP que transportan la PDU AIS hasta que se desactiva la acción mencionada:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);

– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);

– el campo OpCode se fija a 33 (ver cláusula 8.2.3);

– las banderas reservadas se fijan a 0 (ver cláusula 8.2.3);

– el campo periodo se fija según la periodicidad configurada (ver Cuadro 9-4 de [UIT-T G.8013]);

– el campo intervalo al código TLV se fija a 0 (ver cláusula 8.2.3);
– el campo TLV final se inserta después del campo intervalo al código TLV (ver cláusula 8.2.3).

Se recomienda que la función AIS se genere una vez por segundo.

Los paquetes AIS generados se insertan en el tren entrante, es decir, el tren saliente contiene los paquetes entrantes y los paquetes AIS generados.

El MEP que recibe un paquete AIS con el valor MEL correcto detecta el defecto señal de indicación de alarma (dAIS) descrito en la cláusula 6.1 [UIT-T G.8021].

9.1.4 Procedimientos relativos a la señal bloqueada (LCK)

El formato de la PDU LCK se define en la cláusula 8.2.4.

Cuando el operador bloquea administrativamente el acceso al camino de capa de servidor, las funciones servidor/MT_A_So y servidor/MT_A_Sk activan la consiguiente acción aLCK, que se desactiva cuando el camino de capa de servidor se desbloquea administrativamente.

Cuando se activa la consiguiente acción aLCK, las funciones servidor/MT_A_So y servidor/MT_A_Sk generan continuamente, en ambos sentidos, paquetes OAM para MPLS-TP que transportan la PDU LCK hasta que se desactiva la acción mencionada:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);
– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);
– el campo OpCode se fija a 35 (ver cláusula 8.2.4);
– las banderas reservadas se fijan a 0 (ver cláusula 8.2.4);
– el campo periodo se fija según la periodicidad configurada (ver Cuadro 9-4 de [UIT-T G.8013]);
– el campo intervalo al código TLV se fija a 0 (ver cláusula 8.2.4);
– el campo TLV final se inserta después del campo intervalo al código TLV (ver cláusula 8.2.4).

Se recomienda que la función LCK se genere una vez por segundo.

El MEP que recibe un paquete LCK con el valor MEL correcto detecta el defecto dLCK descrito en la cláusula 6.1 de [UIT-T G.8021].

9.1.5 Procedimientos relativos a las pruebas (TST)

Con la función TST se pueden ejecutar pruebas de diagnóstico en un sentido por petición durante el servicio o fuera de servicio entre dos MEP pares en conexiones MPLS-TP punto a punto. Incluye la verificación del caudal de anchura de banda, la detección de errores en los bits, etc.

El formato de la PDU TST se define en la cláusula 8.2.5 de esta Recomendación y más detalladamente en la cláusula 9.9 de [UIT-T G.8013].

Cuando se ejecuta una función TST fuera de servicio, el tráfico de datos del cliente se interrumpe en la ME sometida a prueba. El MEP configurado para la prueba fuera de servicio transmite paquetes LCK en la (sub)capa de cliente inmediata, como se indica en la cláusula 9.1.4.

Cuando se ejecuta una función TST durante el servicio, el tráfico de datos del cliente no se interrumpe y los paquetes con información TST se transmiten utilizando una parte limitada de la anchura de banda del servicio. La periodicidad de los paquetes con información TST se determina previamente.

NOTA 1 – La determinación de una velocidad máxima de transmisión de los paquetes con información TST que no afecte el tráfico de datos de cliente para TST durante el servicio está fuera del alcance de esta Recomendación. Pueden definirse de común acuerdo entre el usuario de la función TST y el usuario del servicio.

NOTA 2 – Podrían ser necesarios otros elementos de configuración, por ejemplo la velocidad de transmisión de información TST, el intervalo total de la prueba, etc. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos elementos de información de configuración adicionales.

Un MIP es transparente a los paquetes TST y, por tanto, no necesita ninguna información de configuración para admitir la función TST.

Un MEP habilitado para pruebas de diagnóstico por petición genera y transmite periódicamente paquetes OAM TST a su MEP par en la misma ME. El MEP receptor detecta esos paquetes y efectúa las mediciones previstas.

El MEP solicitante genera y envía paquetes OAM TST con la periodicidad y el PHB configurados por el operador.

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);
– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);
– el campo OpCode se fija a 37 (ver cláusula 8.2);
– el campo banderas se fija a todo CEROS;
– el campo intervalo al código TLV se fija a 4 (ver cláusula 8.2.5);
– campo número de secuencia: un valor de 4 octetos que contiene el número de secuencia que se incrementa en PDU TST sucesivas;
– campo TLV de prueba: se define en la cláusula 8.2.5 y se describe en la Figura 9.3-4 de [UIT-T G.8013]; de longitud y contenido configurables en el MEP solicitante. El contenido puede ser un modelo de prueba y una suma de control optativa. Ejemplos de modelos de prueba: secuencias seudoaleatorias de bits (PRBS) (2^31–1) especificadas en la cláusula 5.8 de la UIT-T O.150, modelo todo '0', etc.
– el campo TLC final se fija a todo CEROS.

9.1.6 Procedimientos relativos al mensaje/respuesta de medición de pérdida (LMM/LMR)

Con la función de mensaje/respuesta de medición de pérdida (LMM/LMR) se puede medir la pérdida de paquetes en un solo extremo por petición en conexiones MPLS-TP bidireccionales punto a punto.

Los formatos de la PDU LMM/LMR se definen en la cláusula 8.2.6 y más detalladamente en las cláusulas 9.12 y 9.13 de [UIT-T G.8013].

El MEP (solicitante) habilitado para la medición de pérdida por petición genera y envía paquetes OAM LMM a su MEP par con la periodicidad y el PHB configurados por el operador:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);
– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);
– el campo OpCode se fija a 43 (ver cláusula 8.2);
– el campo banderas se fija a todo CEROS;
– el campo intervalo al código TLV se fija a 12 (ver cláusula 8.2.6);
– el campo TxFCf se fija al valor actual del contador de paquetes de datos conformes transmitidos por el MEP a su MEP par en el momento de transmisión del paquete LMM;
– los campos reservados para RxFCf y TxFCb se fijan a 0 (ver cláusula 8.2.6);
– el campo TLV final se fija a todo CEROS (ver cláusula 8.2). Aparte del campo TLV final, ningún otro campo TLV está presente en la PDU LMM.

NOTA – En la función LMM/LMR, los contadores no computan los paquetes OAM por petición para LBM/LBR, LMM/LMR, DMM/DMR, 1DM y TST. Sin embargo, se computan los paquetes CCM y APS.

Un paquete LMM con un nivel MEG válido se considera válido. Si un paquete LMM no es válido, se descarta. Cuando un MEP (receptor) recibe un paquete LMM válido genera y transmite un paquete LMR al MEP solicitante de la siguiente manera:

– el campo MEL se fija al valor que se copia de la última PDU LMM recibida;
– el campo versión se fija al valor que se copia de la última PDU LMM recibida;
– el campo OpCode se fija a 42 (ver cláusula 8.2);
– el campo banderas se fija al valor que se copia de la última PDU LMM recibida;
– el campo intervalo al código TLV se fija al valor que se copia de la última PDU LMM recibida;
– el campo TxFCf se fija al valor que se copia de la última PDU LMM recibida;
– el campo RxFCf se fija al valor del contador de paquetes de datos conformes recibidos por el MEP (receptor) de su MEP par (solicitante) en el momento de recepción del último paquete LMM enviado por el MEP par;
– el campo TxFCb se fija al valor del contador de paquetes de datos conformes transmitidos por el MEP (receptor) a su MEP par (solicitante) en el momento de transmisión del paquete LMR;
– el campo TLV final se fija a todo CEROS. Aparte del campo TLV final, ningún otro campo TLV está presente en la PDU LMR.

Al recibir un paquete LMR, un MEP (solicitante) utiliza los siguientes valores para efectuar las mediciones de pérdida de paquetes en el extremo local (pérdida asociada a paquetes de datos de entrada) y el extremo distante (pérdida asociada a paquetes de datos de salida):

– los valores TxFCf, RxFCf y TxFCb del paquete LMR recibido y el valor RxFCl de contador local al recibir este paquete LMR. La denominación de estos valores es TxFCf[tc], RxFCf[tc], TxFCb[tc] y RxFCl[tc], siendo tc el momento de recepción del paquete de respuestas considerado;
– los valores TxFCf, RxFCf y TxFCb del paquete LMR anterior y el valor RxFCl del contador local al recibir el paquete LMR anterior. La denominación de estos valores es TxFCf[tp], RxFCf[tp], TxFCb[tp] y RxFCl[tp], siendo tp el momento de recepción del paquete de respuestas anterior:

$$\text{pérdida de paquetes}_{\text{ext-distante}} = |TxFCf[t_c] - TxFCf[t_p]| - |RxFCf[t_c] - RxFCf[t_p]|$$

$$\text{pérdida de paquetes}_{\text{ext-local}} = |TxFCb[t_c] - TxFCb[t_p]| - |RxFCl[t_c] - RxFCl[t_p]|.$$

9.1.7 Procedimientos relativos a la medición de retardo en un sentido (1DM)

Con la función 1DM se puede medir el retardo de paquetes en un sentido por petición y la variación del retardo de esos paquetes en conexiones MPLS-TP unidireccionales o bidireccionales punto a punto.

El formato de la PDU 1DM se define en la cláusula 8.2.7 y más detalladamente en la cláusula 9.14 de [UIT-T G.8013].

Un MEP habilitado para la medición de retardo de paquetes por petición genera y transmite periódicamente paquetes OAM 1DM a su MEP par en la misma ME. También espera recibir paquetes OAM 1DM de su MEP par en la misma ME.

El MEP transmisor genera y envía paquetes OAM 1DM con la periodicidad y el PHB configurados por el operador:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);
– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);
– el campo OpCode se fija a 45 (ver cláusula 8.2);
– el campo banderas se fija a todo CEROS;
– el campo intervalo al código TLV se fija a 16 (ver cláusula 8.2.7);
– el campo TxTimeStampf se fija en intervalo de tiempo en el momento de transmisión del paquete 1DM. El formato del campo TxTimeStampf es idéntico al formato del campo TimeRepresentation en [IEC 61588];
– el campo reservado se fija a todo CEROS;
– el campo TLV final se fija a todo CEROS (ver cláusula 8.2). Aparte del campo TLV final, ningún otro campo TLV está presente en la PDU 1DM.

Al recibir un paquete 1DM válido, el MEP receptor puede comparar el valor TxTimeStampf en el paquete 1DM recibido con RxTimef (hora de recepción del paquete 1DM) y calcular el retardo de paquetes en un sentido. Un paquete 1DM con un nivel MEG válido se considera válido. El retardo de paquetes en un sentido se calcula en la forma siguiente:

retardo de paquetes = RxTimef – TxTimeStampf

La medición de la variación del retardo de paquetes se calcula sobre la base de la diferencia entre mediciones posteriores de retardo de paquetes.

En la cláusula 8.2 de [UIT-T G.8013] se describe la incidencia de la sincronización de relojes en la medición del retardo de paquetes en un sentido.

9.1.8 Procedimientos relativos a los mensajes/respuestas de medición de retardo bidireccional (DMM/DMR)

Con la función de mensaje/respuesta de medición de retardo bidireccional (DMM/DMR) se puede medir el retardo de paquetes bidireccionales por petición y la variación del retardo de esos paquetes en conexiones MPLS-TP bidireccionales punto a punto.

El formato de la PDU DMM/DMR se define en la cláusula 8.2.8 de esta Recomendación y más detalladamente en las cláusulas 9.15 y 9.16 de [UIT-T G.8013].

Un MEP (solicitante) habilitado para la medición de retardo de paquetes bidireccionales por petición genera y transmite periódicamente paquetes OAM DMM a su MEP par en la misma ME con la periodicidad y el PHB configurados por el operador:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);
– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);
– el campo OpCode se fija a 47 (ver cláusula 8.2);
– el campo banderas se fija a todo CEROS;
– el campo intervalo al código TLV se fija a 32 (ver cláusula 8.2.8);
– el campo TxTimeStampf se fija en intervalo de tiempo en el momento de transmisión del paquete DMM. El formato del campo TxTimeStampf es idéntico al formato del campo TimeRepresentation en [IEC 61588];
– el campo reservado se fija a todo CEROS;
– el campo TLV final se fija a todo CEROS (ver cláusula 8.2). Aparte del campo TLV final, ningún otro campo TLV está presente en la PDU DMM.

Un paquete DMM con un nivel MEG válido se considera válido. Si un paquete DMM no es válido, se descarta. Cuando un MEP (receptor) recibe un paquete DMM válido genera y transmite un paquete DMR al MEP solicitante de la siguiente manera:

– el campo MEL se fija al valor que se copia de la última PDU DMM recibida;
– el campo versión se fija al valor que se copia de la última PDU DMM recibida;
– el campo OpCode se fija a 46 (ver cláusula 8.2);
– el campo banderas se fija al valor que se copia de la última PDU DMM recibida;
– el campo intervalo al código TLV se fija al valor que se copia de la última PDU DMM recibida;
– el campo TxTimeStampf se fija al valor que se copia de la última PDU DMM recibida;
– el campo RxTimeStampf es optativo. Si se utiliza, se fija en intervalo de tiempo de recepción DMM. Si no se utiliza, se fija a todo CEROS;
– el campo TxTimeStampb es optativo. Si se utiliza, se fija en intervalo de tiempo de transmisión DMR. Si no se utiliza, se fija a todo CEROS;
– el campo reservado se fija a todo CEROS;
– el campo TLV final se fija a todo CEROS. Aparte del campo TLV final, ningún otro campo TLV está presente en la PDU DMR.

Al recibir un paquete DMR, el MEP solicitante puede comparar el valor TxTimeStampf en el paquete DMR recibido con RxTimeb (hora de recepción del paquete DMR) y calcular el retardo de paquetes bidireccional en la forma siguiente:

retardo de paquetes = RxTimeb – TxTimeStampf

Si los intervalos de tiempo optativos se transportan en el paquete DMR, que está determinado por valores de los campos RxTimeStampf y TxTimeStampb distintos de cero, el retardo de paquetes más exacto (si se excluye el tiempo de procesamiento local en el MEP receptor) se calcula en la forma siguiente:

retardo de paquetes = (RxTimeb – TxTimeStampf) – (TxTimeStampb – RxTimeStampf)

La medición de la variación del retardo de paquetes se calcula sobre la base de la diferencia entre mediciones posteriores de retardo de paquetes.

9.1.9 Procedimientos relativos al fallo de señal de cliente (CSF)

La función CSF es utilizada para propagar la indicación, desde la entrada de una ME hasta su salida, de que se ha detectado un fallo en la señal cliente de entrada. Se ejecuta cuando la capa de cliente no admite un mecanismo de supresión de alarma, por ejemplo AIS. Admite la aplicación descrita en el Apéndice VIII de [UIT-T G.806].

Un MEP puede emitir paquetes con información CSF al recibir información de fallo de señal de su capa cliente. Por definición, las reglas de detección de estos eventos son específicas del cliente y están fuera del alcance de esta Recomendación. Al recibir dicha indicación, el MEP puede empezar a transmitir inmediatamente paquetes con información CSF periódicos, y lo seguirá haciendo hasta que se libere la indicación de fallo de señal de la capa cliente.

Un MEP puede habilitar o deshabilitar la transmisión de paquetes CSF.

El periodo de producción de CSF es específico de la capa cliente y está fuera del alcance de esta Recomendación.

Al recibir un paquete CSF, un MEP detecta la condición de fallo de señal de la capa cliente y la transmite como indicación de fallo de señal a su capa cliente.

Las condiciones de liberación de CSF son específicas del cliente y están fuera del alcance de esta Recomendación.

Al recibir la liberación de la indicación de fallo de señal de su capa cliente, el MEP comunica esa condición a su MEP par:

- poniendo fin a la transmisión de paquetes CSF e iniciando el reenvío de las PDU de cliente; o
- transmitiendo paquetes CSF con información de cliente-indicación de liberación de defecto (C-DCI).

Como el MIP es transparente a los paquetes con información CSF, no es necesaria ninguna información para admitir la función CSF.

El formato de la PDU CSF se define en la cláusula 8.2.9.

El MEP solicitante genera y envía paquetes OAM CSF con la periodicidad y el PHB configurados por el operador:

– el campo MEL se fija al valor configurado (ver cláusula 8.2);
– el campo versión se fija a 0 (ver cláusula 8.2);
– el campo OpCode se fija a 52 (ver cláusula 8.2);
– el campo banderas está constituido por:
  - bit reservados, que se fijan a todo CEROS;
  - el campo tipo, que se fija según la condición CSF (ver Cuadro 9-5 de [UIT-T Y.1731]);
  - el campo periodo, configurado por el operador;
– el campo intervalo al código TLV se fija a 0 (ver cláusula 8.2.9);
– el campo TLV final se fija a todo CEROS.

Anexo A

OAM para MPLS-TP en la red de transporte por paquetes (RTP) Declaración de aplicabilidad

(Este anexo forma parte integral de la presente Recomendación.)

Este anexo propone opciones y configuraciones de MPLS-TP en una aplicación de la red de transporte por paquetes (RTP).

1) Esta aplicación tiene por objeto incluir la implantación de nodos de transporte de numerosas tecnologías como, por ejemplo, MPLS-TP, Ethernet y tecnologías de transporte de la red óptica de transporte (OTN) y la jerarquía digital síncrona (SDH).

2) Numerosas capas de transporte podrían ser admitidas en un nodo común.

3) Una red en la cual los requisitos principales obedecen al deseo de coherencia desde la perspectiva del comportamiento, la funcionalidad y el proceso operativos de la red de transporte (SDH/OTN).

   a) En particular, la compatibilidad con la función OAM existente y el paradigma de conmutación de protección para SDH, OTN, Ethernet, es decir, proporcionar los mismos controles e indicaciones.

   b) Se entiende por compatibilidad (coherencia) la utilización del mismo modelo de información de gestión, lo que permite introducir mejoras en la infraestructura del sistema de apoyo a las operaciones (OSS) en la cual sólo es necesario reconocer el nuevo tipo de tecnología de red de capa.

   c) Reducir al mínimo la incidencia en la fuerza de trabajo que activa la red de transporte existente, es decir, reacondicionamiento similar SDH para OTN.

4) [UIT-T G.7710], [UIT-T G.806], [UIT-T G.808.1] y [b-UIT-T G.808.2] describen el comportamiento común (ver también [b-IETF RFC 5951] en relación con [UIT-T G.7710]).

5) Red de transporte: Red cuyas conexiones prevén la conectividad entre centrales de conmutación de servicios.

6) Actualmente, las conexiones están limitadas al trayecto de transporte punto a punto bidireccional en la misma ruta.

   a) Futuros requisitos para admitir conexiones punto a multipunto unidireccionales.

7) Independencia entre servicios y transporte, es decir, la red de transporte es independiente del servicio.

   a) Facilitar un trayecto de transporte para PW o LSP.

Apéndice I

Casos de redes MPLS-TP

(Este apéndice forma parte integral de la presente Recomendación.)

I.1 Ejemplo de anidamiento de MEG

La Figura I.1 es un ejemplo, con niveles de MEG por defecto, de MEG anidados de cometidos de cliente, proveedor y operador. Los triángulos representan los MEP; los círculos, los MIP y los rombos, los puntos de condicionamiento de tráfico (TrCP).

Asimismo, esta figura es un ejemplo de realización de red; los MEP y los MIP deben configurarse por interfaz, no por nodo. Los triángulos hacia abajo (▼) indican MEP descendentes y los triángulos normales (▲), MEP ascendentes.

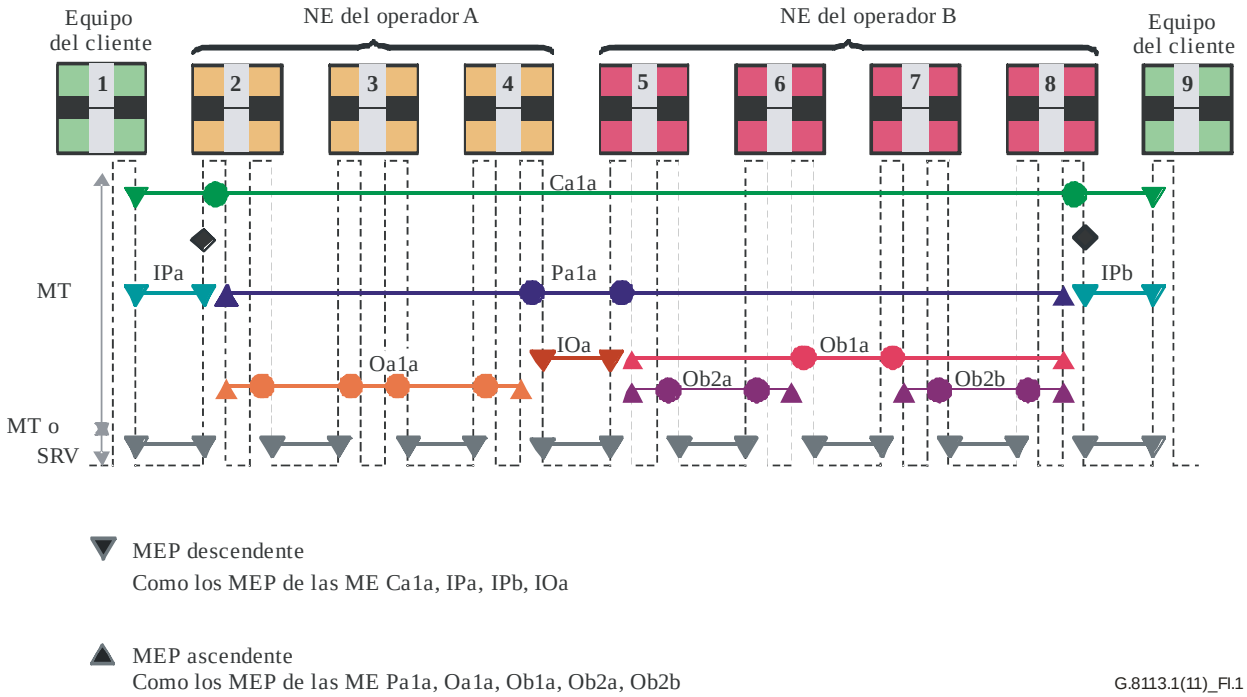

Figura I.1 – Ejemplo de anidamiento de MEG

– (ME) cliente UNI_C a UNI_C (Ca1a).
– (ME) proveedor UNI_N a UNI_N (Pa1a).
– (ME) operador extremo a extremo (Oa1a y Ob1a).
– (ME) operador de segmento en la red del Operador B (Ob2a y Ob2b).
– (ME) UNI_C a UNI_N (IPa y IPb) entre el cliente y el proveedor.
– ME entre operadores (IOa).

Bibliografía

[b-UIT-T G.808.2] Recomendación UIT-T G.808.2 (2008), *Conmutación de protección genérica – Protección en anillo*.

[b-IETF RFC 5951] IETF RFC 5951 (2010), *Network Management Requirements for MPLS-based Transport Networks*.

[b-IETF tp-id] IETF draft-ietf-mpls-tp-identifiers-04 (2013), *MPLS-TP Identifiers following ITU-T Conventions*.
http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-mpls-tp-itu-t-identifiers-04

[b-IANA PW Reg] Pseudowire Associated Channel Types,
http://www.iana.org/assignments/pwe3-parameters/pwe3-parameters.xml#pwe3-parameters-10

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	Terminales y métodos de evaluación subjetivos y objetivos
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

Impreso en Suiza
Ginebra, 2014