

UIT-T

G.8013/Y.1731

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(08/2015)

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

Aspectos relativos a los protocolos en modo paquete sobre la capa de transporte – Objetivos de sincronización, calidad y disponibilidad

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

Aspectos del protocolo Internet – Operaciones, administración y mantenimiento

**Funciones y mecanismos de operación,
administración y mantenimiento (OAM) para
redes basadas en Ethernet**

Recomendación UIT-T G.8013/Y.1731

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 sincronización, 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.

Recomendación UIT-T G.8013/Y.1731

Funciones y mecanismos de operación, administración y mantenimiento (OAM) para redes basadas en Ethernet

Resumen

En la Recomendación UIT-T G.8013/Y.1731 se especifican los mecanismos para el plano de usuario de la capacidad funcional de operación, administración y mantenimiento (OAM) en redes Ethernet, conforme a los requisitos y los principios de la Recomendación UIT-T Y.1730. Esta Recomendación se ha preparado específicamente para soportar conexiones punto a punto y conectividad multipunto en la capa ETH descrita en la Recomendación UIT-T G.8010/Y.1306.

Los mecanismos OAM que se definen en esta Recomendación constituyen las capacidades necesarias para la operación y el mantenimiento de los aspectos de red y de servicios de la capa ETH.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	UIT-T Y.1731	2006-05-22	13	11.1002/1000/7192
2.0	UIT-T Y.1731	2008-02-29	13	11.1002/1000/9347
2.1	UIT-T Y.1731 (2008) Enm. 1	2010-07-29	15	11.1002/1000/10925
3.0	UIT-T G.8013/Y.1731	2011-07-22	15	11.1002/1000/11136
3.1	UIT-T G.8013/Y.1731 (2011) Cor. 1	2011-10-29	15	11.1002/1000/11418
3.2	UIT-T G.8013/Y.1731 (2011) Enm. 1	2012-05-07	15	11.1002/1000/11511
4.0	UIT-T G.8013/Y.1731	2013-11-06	15	11.1002/1000/12029
4.1	UIT-T G.8013/Y.1731 (2013) Enm. 1	2015-02-22	15	11.1002/1000/12381
5.0	UIT-T G.8013/Y.1731	2015-08-13	15	11.1002/1000/12552

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2017

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

ÍNDICE

		Página
1	Alcance	1
2	Referencias	1
3	Definiciones.....	3
	3.1 Términos definidos en otros documentos.....	3
	3.2 Términos definidos en esta Recomendación	4
4	Abreviaturas y acrónimos	4
5	Convenios	7
	5.1 Grupo de entidades de mantenimiento (MEG, <i>ME group</i>)	7
	5.2 Punto de condicionamiento de tráfico (TrCP, <i>traffic conditioning point</i>).....	7
	5.3 Nivel del MEG	7
	5.4 Transparencia del flujo OAM.....	8
	5.5 Representación de octetos	8
6	Relaciones en los flujos OAM.....	9
	6.1 Relaciones entre MEG, MEP, MIP y TrCP.....	9
	6.2 Relación entre ME, MEG y nivel de MEG	9
	6.3 Configuración de los MEP y MIP	10
7	Funciones OAM para gestión de averías	11
	7.1 Verificación de continuidad Ethernet (ETH-CC).....	11
	7.2 Bucle Ethernet (ETH-LB, <i>Ethernet loopback</i>).....	13
	7.3 Rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT, <i>Ethernet link trace</i>).....	16
	7.4 Señal de indicación de alarma Ethernet (ETH-AIS)	19
	7.5 Indicación de defecto distante Ethernet (ETH-RDI, <i>Ethernet remote defect indication</i>).....	20
	7.6 Señal Ethernet bloqueado (ETH-LCK, <i>Ethernet locked signal</i>)	21
	7.7 Señal de prueba Ethernet (ETH-Test, <i>Ethernet test signal</i>)	23
	7.8 Conmutación de protección automática Ethernet (ETH-APS, <i>Ethernet automatic protection switching</i>)	24
	7.9 Canal de comunicación de mantenimiento Ethernet (ETH-MCC, <i>Ethernet maintenance communication channel</i>)	24
	7.10 OAM experimental Ethernet (ETH-EXP).....	25
	7.11 Funciones OAM específicas del proveedor Ethernet (ETH-VSP, <i>Ethernet vendor specific OAM</i>).....	25
	7.12 Fallo de la señal cliente Ethernet (ETH-CSF).....	25
	7.13 Notificación de ancho de banda Ethernet (ETH-BN).....	27
	7.14 Función de defecto previsto Ethernet (ETH-ED).....	29
8	Funciones OAM de supervisión de calidad de funcionamiento	30
	8.1 Medida de pérdida de tramas (ETH-LM).....	31
	8.2 Medición del tiempo de transmisión de tramas (ETH-DM).....	34
	8.3 Medición del caudal	37

	Página
8.4	Medida de pérdida sintética (ETH-SLM)..... 38
9	Tipos de PDU para OAM 41
9.1	Elementos de información comunes en procedimientos OAM..... 41
9.2	PDU para la trama CCM 44
9.3	PDU para la trama LBM..... 46
9.4	PDU para la trama LBR 48
9.5	PDU para la trama LTM..... 49
9.6	PDU para la trama LTR..... 51
9.7	PDU para la trama AIS 53
9.8	Trama LCK..... 54
9.9	PDU para la trama TST 55
9.10	PDU para la trama APS 56
9.11	PDU para la trama MCC 57
9.12	PDU para la trama LMM..... 58
9.13	PDU para la trama LMR..... 59
9.14	PDU para la trama 1DM..... 60
9.15	PDU para la trama DMM 61
9.16	PDU para la trama DMR 62
9.17	PDU para la trama EXM 64
9.18	PDU para la trama EXR 65
9.19	PDU para la trama VSM..... 65
9.20	PDU para la trama VSR 66
9.21	Fallo de la señal cliente (CSF)..... 67
9.22	PDU SLM..... 68
9.23	PDU SLR..... 70
9.24	PDU 1SL 71
9.25	PDU BNM 72
9.26	PDU EDM 73
10	Direcciones de tramas OAM 74
10.1	Direcciones de destino multidifusión 74
10.2	Tramas CCM 75
10.3	Tramas LBM 75
10.4	Tramas LBR 75
10.5	Tramas LTM..... 75
10.6	Tramas LTR..... 75
10.7	Tramas AIS..... 75
10.8	Tramas LCK 76
10.9	Tramas TST 76
10.10	Tramas APS..... 76

	Página
10.11	Tramas MCC 76
10.12	Tramas LMM..... 76
10.13	Tramas LMR 76
10.14	Tramas 1DM..... 76
10.15	Tramas DMM 76
10.16	Tramas DMR 76
10.17	Tramas EXM 76
10.18	Tramas EXR 76
10.19	Tramas VSM 77
10.20	Tramas VSR 77
10.21	Tramas CSF 77
10.22	Tramas SLM..... 77
10.23	Tramas SLR..... 77
10.24	Tramas 1SL 77
10.25	Tramas BNM 77
10.26	Tramas EDM 77
11	Validación y determinación de la versión de la PDU OAM 78
11.1	Transmisión de la PDU OAM 79
11.2	Validación de la PDU OAM en recepción 79
11.3	Recepción de PDU OAM tras la validación..... 80
Anexo A	– Formato del identificador de MEG..... 81
A.1	Formato de ID de MEG basado en ICC 82
A.2	Formato de ID de MEG global basado en CC e ICC 83
Anexo B	– Consideraciones sobre la interoperabilidad de la función de rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT) de [UIT-T Y.1731] 84
B.1	Función de rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT) definida en [UIT-T Y.1731]... 84
B.2	Interfuncionamiento con [UIT-T Y.1731]..... 84
Apéndice I	– Casos de redes Ethernet..... 86
I.1	Ejemplo de niveles de MEG asignados distinguiendo entre cometidos..... 86
I.2	Ejemplo de niveles de MEG independientes..... 87
Apéndice II	– Medidas de pérdida de tramas..... 88
II.1	Cálculo de pérdida de tramas simplificado 89
II.2	Periodicidad de los ciclos del contador de tramas 90
Apéndice III	– Interfuncionamiento OAM en redes 91
Apéndice IV	– Limitación de la detección del error de empalme 92
Apéndice V	– Armonización de terminología con [IEEE 802.1Q] 93
Apéndice VI	– Ejemplos de precisión para la medición de la ETH-SLM 94
Apéndice VII	– ETH-LM y agregación de enlace 95
Bibliografía 98

Introducción

El UIT-T ha preparado la Recomendación UIT-T G.8013/Y.1731 en cooperación con el proyecto 802.1ag del IEEE (Gestión de averías de conectividad). Dado que el trabajo del IEEE ya se ha completado, esta Recomendación contiene las enmiendas necesarias para armonizar enteramente el resultado e incluir referencias normativas apropiadas a los documentos del IEEE. De otra parte, el UIT-T ha estudiado las condiciones de implementación (especificación de funciones de los equipos).

Recomendación UIT-T G.8013/Y.1731

Funciones y mecanismos de operación, administración y mantenimiento (OAM) para redes basadas en Ethernet

1 Alcance

En esta Recomendación se especifican los mecanismos necesarios para la operación y el mantenimiento de los aspectos de red y de servicios de la capa ETH. También se especifican los formatos de tramas OAM Ethernet, la sintaxis y la semántica de los campos de estas tramas OAM. Los mecanismos OAM aquí descritos valen para conexiones ETH punto a punto y la conectividad ETH multipunto, incluidas las conexiones multipunto a multipunto y multipunto con raíz. Los mecanismos OAM de esta Recomendación valen para cualquier entorno, siendo indiferente la forma de gestión de la capa ETH (con sistemas de gestión de red o con sistemas de soporte operacional).

La base de arquitectura de esta Recomendación es la especificación Ethernet [UIT-T G.8010], que también es la referencia de las normas [IEEE 802.1Q] e [IEEE 802.3]. Las funciones OAM de las redes de capa de servidor utilizadas por la red Ethernet no entran en el alcance de esta Recomendación. Tampoco se consideran en esta Recomendación las funciones OAM de las capas que están por encima de la capa ETH.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones UIT-T y demás referencias contienen disposiciones que, por referencia a las mismas en este texto, constituyen disposiciones de esta Recomendación. En la fecha de publicación, las ediciones citadas estaban en vigor. Todas las Recomendaciones y demás referencias están sujetas a revisión, por lo que se alienta a los usuarios de esta Recomendación a que consideren la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las Recomendaciones y demás referencias que se indican a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T vigentes. La referencia a un documento en el marco de esta Recomendación no confiere al mismo, como documento autónomo, el rango de 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 (2012), *Características del equipo de transporte – Metodología de descripción y funcionalidad genérica.*
- [UIT -T G.809] Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión.*
- [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/Y.1701 (2012), *Requisitos de las funciones comunes de gestión de equipos.*
- [UIT -T G.8001] Recomendación UIT-T G.8001/Y.1354 (2013), *Términos y definiciones para las tramas Ethernet por redes de transporte.*
- [UIT -T G.8010] Recomendación UIT-T G.8010/Y.1306 (2004), *Arquitectura de redes de capa Ethernet.*
- [UIT -T G.8021] Recomendación UIT-T G.8021/Y.1341 (2015), *Características de los bloques funcionales de equipos de red de transporte Ethernet.*

- [UIT -T G.8031] Recomendación UIT-T G.8031/Y.1342 (2015), *Conmutación de protección Ethernet.*
- [UIT -T G.8032] Recomendación UIT-T G.8032/Y.1344 (2015), *Conmutación de protección del anillo Ethernet.*
- [UIT -T G.8113.1] Recomendación UIT-T G.8113.1/Y.1372.1 (2012), *Mecanismos de operación, administración y mantenimiento para MPLS-TP en las redes de transporte por paquetes.*
- [UIT -T G.1400] Recomendación UIT-T M.1400 (2013), *Designaciones para interconexiones entre operadores de red.*
- [UIT -T M.150] Recomendación UIT-T O.150 (1996), *Requisitos generales para la instrumentación de mediciones de la calidad de funcionamiento de equipos de transmisión digital.*
- [UIT -T O.50] Recomendación UIT-T T.50 (1992), *Alfabeto internacional de referencia (anteriormente alfabeto internacional N° 5 o IAS – Tecnología de la información – Juego de caracteres codificado de siete bits para intercambio de información.*
- [UIT -T Y.1563] Recomendación UIT-T Y.1563 (2009), *Transferencia de tramas Ethernet y calidad de disponibilidad.*
- [UIT -T Y.1564] Recomendación UIT-T Y.1564 (2011), *Metodología de pruebas de la activación del servicio Ethernet.*
- [UIT -T Y.1730] Recomendación UIT-T Y.1730 (2004), *Requisitos de las funciones de operación, administración y mantenimiento en redes basadas en Ethernet y servicios Ethernet.*
- [UIT -T Y.1731] Recomendación UIT-T Y.1731 (2006), *Funciones y mecanismos de operación, administración y mantenimiento para redes basadas en Ethernet.*
- [IEC 61588] IEC 61588 (2009), *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems.*
<<https://webstore.iec.ch/publication/5639>>
- [IEEE 1588] IEEE 1588-2002, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems.*
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/1588-2002.html>>
- [IEEE 802] IEEE 802-2014, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture.*
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/802-2014.html>>
- [IEEE 802.1Q] IEEE 802.1Q-2014, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Bridges and Bridged Networks*
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.1Q-2014.html>>
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3-2012, *IEEE Standard for Ethernet.*
<<http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.3-2012.html>>
- [ISO 3166-1] ISO 3166-1 (2013), *Codes for the representation of names of countries and their subdivisions – Part 1: Country codes.*
- [MEF 10.3] MEF 10.3 (2013), *Ethernet Services Attributes: Phase 3.*
<http://www.metroethernetforum.org/Assets/Technical_Specifications/PDF/MEF_10.3.pdf>

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

En esta Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

- 3.1.1 **adaptación:** [UIT-T G.809].
- 3.1.2 **información adaptada:** [UIT-T G.809].
- 3.1.3 **relación cliente/servidor:** [UIT-T G.809].
- 3.1.4 **punto de conexión:** [UIT-T G.805].
- 3.1.5 **camino sin conexiones:** [UIT-T G.809].
- 3.1.6 **defecto:** [UIT-T G.806].
- 3.1.7 **de dos extremos:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.8 **fallo:** [UIT-T G.806].
- 3.1.9 **extremo distante:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.10 **flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.11 **dominio de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.12 **flujo en el dominio de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.13 **punto de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.14 **grupo de puntos de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.15 **enlace en grupo de puntos de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.16 **terminación de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.17 **sumidero de terminaciones de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.18 **fuelle de terminaciones de flujo:** [UIT-T G.809].
- 3.1.19 **MEP de inicio:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.20 **en perfil:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.21 **OAM en servicio:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.22 **red de capa:** [UIT-T G.809].
- 3.1.23 **enlace:** [UIT-T G.805].
- 3.1.24 **conexión de enlace:** [UIT-T G.805].
- 3.1.25 **flujo de enlace:** [UIT-T G.809].
- 3.1.26 **entidad de mantenimiento:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.27 **grupo de entidad de mantenimiento:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.28 **punto extremo de MEG:** (MEP) [UIT-T G.8001].
- 3.1.29 **punto intermedio de MEG:** (MIP) [UIT-T G.8001].
- 3.1.30 **extremo cercano:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.31 **red:** [UIT-T G.809].
- 3.1.32 **conexión de red:** [UIT-T G.805].
- 3.1.33 **OAM a la carta:** [UIT-T G.8001].

- 3.1.34 **unidireccional:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.35 **identificador único de organización:** [IEEE 802].
- 3.1.36 **OAM fuera del servicio:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.37 **MEP par:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.38 **puerto:** [UIT-T G.809].
- 3.1.39 **OAM proactiva:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.40 **MEP receptor:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.41 **punto de referencia:** [UIT-T G.809].
- 3.1.42 **MEP respondedor:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.43 **MEP servidor:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.44 **de un solo extremo:** [UIT-T G.8001].
- 3.1.45 **punto de conexión de terminación:** [UIT-T G.805].
- 3.1.46 **punto de flujo de terminación:** [UIT-T G.809].
- 3.1.47 **unidad de tráfico:** [UIT-T G.809].
- 3.1.48 **camino:** [UIT-T G.805].
- 3.1.49 **terminación de camino:** [UIT-T G.805].
- 3.1.50 **transporte:** [UIT-T G.809].
- 3.1.51 **entidad de transporte:** [UIT-T G.809].
- 3.1.52 **función de procesamiento de transporte:** [UIT-T G.809].
- 3.1.53 **bidireccional:** [UIT-T G.8001].

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

Ninguno.

4 Abreviaturas y acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas y/o acrónimos:

1DM	Medida del retardo en un sentido (<i>one-way delay measurement</i>)
1SL	medida de la pérdida sintética en un sentido (<i>one-way synthetic loss measurement</i>)
AIS	Señal de indicación de alarma (<i>alarm indication signal</i>)
APS	Conmutación de protección automática (<i>automatic protection switching</i>)
BNM	mensaje de notificación de ancho de banda (<i>bandwidth notification message</i>)
CCM	Mensaje de verificación de continuidad (<i>continuity check message</i>)
CoS	Clase de servicio (<i>class of service</i>)
CP	Punto de conexión (<i>connection point</i>)
CSF	fallo de la señal cliente (<i>client signal fail</i>)
DA	Dirección MAC de destino (<i>destination MAC address</i>)
DEI	indicador descartable (<i>drop eligible indicator</i>)
DMM	Mensaje de medición del tiempo de transmisión (<i>delay measurement message</i>)

DMR	Respuesta de medición del tiempo de transmisión (<i>delay measurement reply</i>)
EDM	mensaje de defecto previsto (<i>expected defect message</i>)
ETH	Red de capa MAC Ethernet (<i>Ethernet MAC layer network</i>)
ETH-AIS	Función de señal de indicación de alarma Ethernet (<i>Ethernet alarm indication signal function</i>)
ETH-APS	Función de conmutación de protección automática Ethernet (<i>Ethernet automatic protection switching function</i>)
ETH-BN	función de notificación de ancho de banda Ethernet (<i>Ethernet bandwidth notification function</i>)
ETH-CC	Función de verificación de continuidad Ethernet (<i>Ethernet continuity check function</i>)
ETH-CSF	función de fallo de señal cliente Ethernet (<i>Ethernet client signal fail function</i>)
ETH-DM	Función de medición del tiempo de transmisión Ethernet (<i>Ethernet delay measurement function</i>)
ETH-ED	función de defecto previsto Ethernet (<i>Ethernet expected defect function</i>)
ETH-EXP	Función OAM experimental Ethernet (<i>Ethernet experimental OAM function</i>)
ETH-LB	Función de bucle Ethernet (<i>Ethernet loopback function</i>)
ETH-LCK	Función de señal de bloqueo Ethernet (<i>Ethernet lock signal function</i>)
ETH-LM	Función de medición de pérdida Ethernet (<i>Ethernet loss measurement function</i>)
ETH-LT	Función de rastreo de enlace Ethernet (<i>Ethernet link trace function</i>)
ETH-MCC	Función de canal de comunicación de mantenimiento Ethernet (<i>Ethernet maintenance communication channel function</i>)
ETH-RDI	Función de indicación de defecto distante Ethernet (<i>Ethernet remote defect indication function</i>)
ETH-SLM	función de medida de pérdida sintética Ethernet (<i>Ethernet synthetic loss measurement function</i>)
ETH-Test	Función de prueba Ethernet (<i>Ethernet test function</i>)
ETH-TFP	Punto de flujo de terminación Ethernet (<i>Ethernet termination flow point</i>)
ETH-VSP	Función OAM Ethernet específica del proveedor (<i>vendor specific OAM function</i>)
ETY	Red de capa física Ethernet (<i>Ethernet PHY layer network</i>)
EXM	Mensaje OAM experimental (<i>experimental OAM message</i>)
EXR	Respuesta OAM experimental (<i>experimental OAM reply</i>)
FLR	relación de pérdida de tramas (<i>frame loss ratio</i>)
FT	Terminación de flujo (<i>flow termination</i>)
GNM	mensaje de notificación genérica (<i>generic notification message</i>)
ICC	Código de operador de la UIT (<i>ITU carrier code</i>)
LBM	Mensaje de bucle (<i>loopback message</i>)
LBR	Respuesta de bucle (<i>loopback reply</i>)
LCK	Bloqueado (<i>locked</i>)
LMM	Mensaje de medición de pérdida (<i>loss measurement message</i>)

LMR	Respuesta de medición de pérdida (<i>loss measurement reply</i>)
LOC	Pérdida de continuidad (<i>loss of continuity</i>)
LTM	Mensaje de rastreo de enlace (<i>link trace message</i>)
LTR	Respuesta de rastreo de enlace (<i>link trace reply</i>)
MAC	Control de acceso a los medios (<i>media access control</i>)
MCC	Canal de comunicación de mantenimiento (<i>maintenance communication channel</i>)
ME	Entidad de mantenimiento (<i>maintenance entity</i>)
MEG	Grupo de entidades de mantenimiento (<i>ME group</i>)
MEL	Nivel de MEG (<i>MEG level</i>)
MEP	Punto extremo de MEG (<i>MEG end point</i>)
MIP	Punto intermedio de MEG (<i>MEG intermediate point</i>)
NMS	Sistema de gestión de red (<i>network management system</i>)
NNI	Interfaz de nodo de red (<i>network node interface</i>)
NT	Terminación de red (<i>network termination</i>)
OAM	Operación, administración y mantenimiento (<i>operation, administration and maintenance</i>)
OSS	Sistema de soporte de operaciones (<i>operations support system</i>)
OTN	Red óptica de transporte (<i>optical transport network</i>)
OUI	Identificador único de organización (<i>organizationally unique identifier</i>)
PCP	punto de código de prioridad (<i>priority code point</i>)
PDU	Unidad de datos de protocolo (<i>protocol data unit</i>)
PE	Borde de proveedor (<i>provider edge</i>)
PHY	Entidad de capa física Ethernet, constituida por las subcapas PCS, PMA y la capa PMD en su caso
PRBS	Secuencia pseudoaleatoria de bits (<i>pseudo-random bit sequence</i>)
RDI	Indicación de defecto distante (<i>remote defect indication</i>)
SA	Dirección de fuente MAC (<i>source MAC address</i>)
SES	Segundos con muchos errores (<i>severely errored seconds</i>)
SLA	Acuerdo de nivel de servicio (<i>service level agreement</i>)
SLM	mensaje de pérdida sintética (<i>synthetic loss message</i>)
SLR	respuesta de pérdida sintética (<i>synthetic loss reply</i>)
SRV	Servidor (<i>server</i>)
STP	Protocolo de árbol abarcante (<i>spanning tree protocol</i>)
TCI	Información de control de rótulo (<i>tag control information</i>)
TLV	Tipo, longitud y valor (<i>type, length, and value</i>)
TrCP	Punto de condicionamiento de tráfico (<i>traffic conditioning point</i>)
TST	PDU de prueba (<i>test PDU</i>)

TTL	Tiempo de vida (<i>time to live</i>)
UMC	Código identificador de MEG único (<i>unique MEG ID code</i>)
UNI	Interfaz usuario-red (<i>user network interface</i>)
UNI-C	Lado de cliente de UNI (<i>customer side of UNI</i>)
UNI-N	Lado de red de UNI (<i>network side of UNI</i>)
VLAN	Red de área local virtual (<i>virtual LAN</i>)
VSM	Mensaje OAM específico del proveedor (<i>vendor specific OAM message</i>)
VSR	Respuesta OAM específica del proveedor (<i>vendor specific OAM reply</i>)

5 Convenios

Los convenios de diagramas de esta Recomendación para las redes de capas con conexión y sin conexión son los que se especifican en [UIT-T G.805], [UIT-T G.809] y [UIT-T G.8010].

A los fines de esta Recomendación se definen además los siguientes términos y convenios de diagramas.

5.1 Grupo de entidades de mantenimiento (MEG, *ME group*)

Un grupo de entidades de mantenimiento (MEG) comprende distintas ME que satisfacen las siguientes condiciones:

- todas las ME de un MEG existen dentro de una misma frontera administrativa;
- todas las ME de un MEG tienen el mismo valor de nivel de MEG (véase la cláusula 5.3);
- todas las ME de un MEG pertenecen a la misma conexión punto a punto ETH o la misma conexión multipunto ETH.

En el caso de una conexión punto a punto ETH, un MEG sólo contiene una ME.

En el caso de conexión multipunto ETH con n puntos extremos, un MEG contiene $n*(n-1)/2$ ME.

En una conexión ETH multipunto con raíz con k raíces y m hojas puntos extremos, es posible, pero no indispensable, que un MEG tenga ME entre las hojas puntos extremos. Si no los tiene, el MEG tendrá $k \times (k - 1)/2 + k \times m$ ME.

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

El punto de condicionamiento de tráfico (TrCP) es un punto de flujo ETH que puede realizar una función de condicionamiento de tráfico ETH de conformidad con [UIT-T G.8010].

5.3 Nivel del MEG

Cuando hay un MEG anidado en otro, tiene que haber una forma de identificar y separar el flujo OAM de cada uno, con respecto a los flujos OAM de los otros MEG. Si la misma encapsulación de capa ETH no puede distinguir los flujos OAM, el nivel del MEG indicado en la trama OAM permite distinguir entre los flujos OAM de distintos MEG anidados.

Se han definido ocho niveles de MEG para los diferentes casos de instalación de redes.

Si las encapsulaciones de capa ETH no permiten distinguir los flujos de datos de cliente, proveedor y operador, los ocho niveles de MEG pueden asignarse distinguiendo entre los cometidos para identificar las tramas OAM que pertenecen a los MEG anidados de cliente, proveedor y operador. Por defecto se asignan los siguientes niveles según la designación (cliente, proveedor y operador):

- Tres niveles de MEG para la designación de cliente: 7, 6 y 5.
- Dos niveles de MEG para la designación de proveedor: 4 y 3.

- Tres niveles de MEG para la designación de operador: 2, 1 y 0.

Es posible modificar la asignación de niveles de MEG por defecto, mediante acuerdo entre las designaciones de cliente, proveedor y/u operador.

Hay ocho niveles de MEG, pero no se tienen que utilizar necesariamente todos. Si no se utilizan los ocho niveles de MEG, no hay ninguna obligación de continuidad (por ejemplo, pueden utilizarse los niveles de MEG 7, 5, 2 y 0). El número de niveles de MEG utilizado depende del número de ME anidadas para las cuales no es posible distinguir los flujos OAM a partir de la encapsulación de capa ETH.

La asignación específica de niveles de MEG para las distintas designaciones y en determinadas instalaciones está fuera del alcance de esta Recomendación. Véanse los ejemplos de [UIT-T G.8010].

5.4 Transparencia del flujo OAM

La transparencia del flujo OAM es la posibilidad de transportar de forma transparente tramas OAM que pertenecen a MEG de niveles superiores sobre otros MEG de niveles inferiores, cuando las entidades están anidadas.

Las tramas OAM que pertenecen a un dominio administrativo se inician y terminan en MEP situados en la frontera de ese dominio. El MEP evita que salgan del dominio administrativo las tramas OAM de un MEG que pertenece a ese dominio. Cuando no hay un MEP, o el MEP no funciona correctamente, las tramas OAM asociadas podrían salir del dominio administrativo.

Asimismo, un MEP en la frontera de un dominio administrativo protege ese dominio de las tramas de otros dominios administrativos. El MEP permite el paso transparente de tramas OAM de dominios administrativos exteriores que pertenecen a una ME de nivel superior, pero bloquea las tramas OAM de dominios administrativos exteriores que pertenecen a una ME del mismo nivel o un nivel inferior.

El sistema designado como cliente puede utilizar cualquiera de los ocho niveles de MEG cuando no se asignan también estos niveles a los sistemas designados como proveedor y operador, como se menciona en la cláusula 5.3. Cuando también se asignan niveles de MEG al proveedor y al operador, la transparencia de tramas OAM de cliente a través de los dominios administrativos de proveedor y de operador sólo puede garantizarse si se utilizan los niveles de MEG mutuamente acordados, por ejemplo los niveles por defecto 7, 6 y 5. Asimismo, la transparencia de tramas OAM de proveedor a través del dominio administrativo de operador sólo puede garantizarse si se utilizan los niveles de MEG mutuamente acordados, por ejemplo los niveles por defecto 4 y 3; el sistema designado como operador puede utilizar los niveles de MEG por defecto 2, 1 y 0.

Para impedir la salida de tramas OAM puede implementarse un proceso de filtro OAM en las funciones atómicas del MEP.

5.5 Representación de octetos

En esta Recomendación se representan los octetos conforme a [IEEE 802.1Q].

Si se utilizan octetos consecutivos para designar un número binario, el número del octeto más bajo será el más significativo. Por ejemplo, si Octeto1 y Octeto2 en la Figura 5.5-1 representan un número binario, Octeto1 es más significativo.

En un octeto se numeran los bits de 1 a 8, siendo el bit 1 el menos significativo (LSB) y el bit 8 el más significativo (MSB).

	1	2	3	4
	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1
1	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
5	Octeto 5	Octeto 6	Octeto 7	Octeto 8
9	Octeto 9	Octeto 10	Octeto 11	Octeto 12
:				

Figura 5.5-1 – Ejemplo de formato de PDU

6 Relaciones en los flujos OAM

6.1 Relaciones entre MEG, MEP, MIP y TrCP

Los distintos casos de redes del Apéndice I ilustran las posibilidades de instalación de los MEG, MEP y MIP en distintos niveles de MEG, y la situación probable de los TrCPs.

NOTA – En los ejemplos de redes del apéndice I no es posible utilizar o proporcionar todos los MEG y los correspondientes MEP y MIP. Por ejemplo, los proveedores no pueden proporcionar MIP de cliente.

6.2 Relación entre ME, MEG y nivel de MEG

Los MEP asociados a un dominio administrativo intervienen en un nivel de MEG asignado. Los MEP interdominios, que están asociados a los MEG entre dos dominios administrativos, pueden intervenir en un nivel de MEG determinado por acuerdo entre los dos dominios, para evitar que los flujos OAM interdominios asociados pasen de un dominio al otro. El nivel de MEG 0 es la opción por defecto para los flujos OAM interdominios.

En las Figuras 23 y 24 de [UIT-T G.8010] se muestran las ME de las redes Ethernet, que se definen en la cláusula 9 de [UIT-T Y.1730]. Las ME pueden anidarse, pero no solaparse. En la Figura 6.2-1 se muestra un ejemplo de ME asociadas a un dominio administrativo de conexión punto a punto.

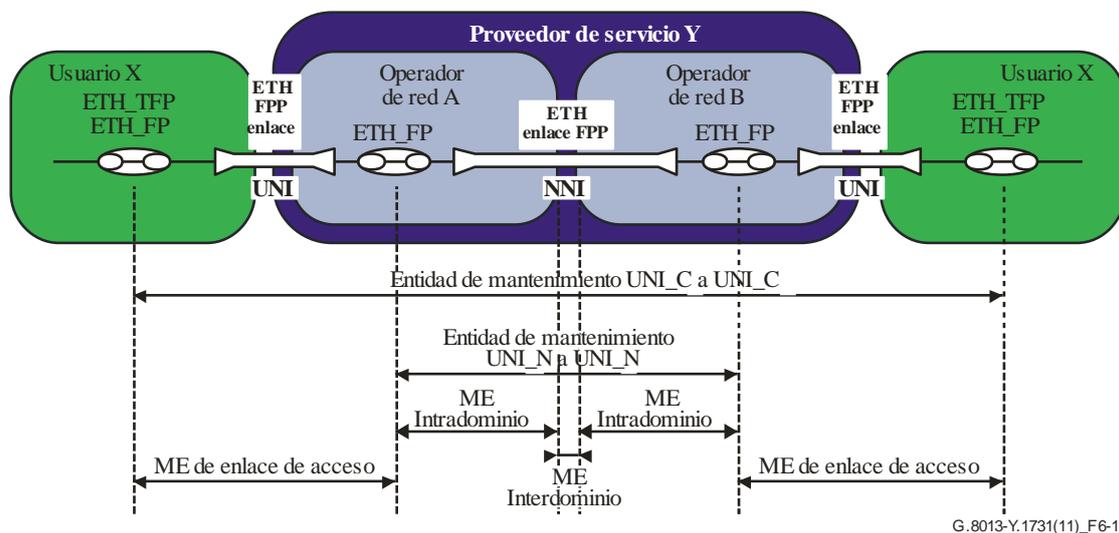


Figura 6.2-1 Ejemplo de ME asociadas al dominio administrativo de conexión punto a punto de la Figura 23 de [UIT-T G.8010]

En el Cuadro 6-1 se indican posibles asignaciones de niveles de MEG distinguiendo entre los cometidos en los contextos de dominios administrativos de cliente, proveedor y operador, señalando los dominios correspondientes de [UIT-T G.8010] y [UIT-T Y.1730].

Cuadro 6-1 – Ejemplo de asignación de niveles de MEG distinguiendo entre cometidos

MEG de UIT-T G.8010	ME de UIT-T Y.1730	Nivel(es) de MEG
ME UNI_C a UNI-C	UNI-UNI (Cliente)	7, 6 ó 5
ME UNI_N a UNI_N	UNI-UNI (Proveedor)	4 ó 3
ME intradominio	Segmento (PE-PE) intraproveedor	4 ó 3
ME interdominio	Segmento (PE-PE) interproveedores (Proveedor – Proveedor)	0 (por defecto)
ME enlace de acceso	OAM enlace ETY– UNI (Cliente – Proveedor)	0 (por defecto)
ME interdominio	OAM enlace ETY– NNI (Operador – Operador)	0 (por defecto)

Como se ha dicho en 5.3, los niveles de MEG se asignan distinguiendo entre cometidos cuando no es posible distinguir los flujos OAM de los MEG cliente, proveedor y operador basándose en la encapsulación de capa ETH. Si se pueden distinguir los flujos OAM de los MEG cliente, proveedor y operador basándose en la encapsulación de capa ETH, sólo se asignarán los niveles de forma armonizada a los MEG interdominio (los MEG entre cliente y proveedor, los MEG entre proveedor y operador, los MEG entre operadores, las ME entre proveedores, etc.).

En el Cuadro 6-2 se indican posibles asignaciones de niveles de MEG para entidades (ME) en los contextos de dominios administrativos de cliente, proveedor y operador que no tienen una asignación armonizada, pero necesitan ME interdominio.

Cuadro 6-2 – Ejemplo de asignación de niveles de MEG independientes

MEG de UIT-T G.8010	ME de UIT-T Y.1730	Nivel(es) de MEG
UNI_C a UNI-C ME	UNI-UNI (Cliente)	7 a 1
UNI_N a UNI_N ME	UNI-UNI (Proveedor)	7 a 1
ME intradominio	Segmento (PE-PE) intraproveedor	7 a 1
ME interdominio	Segmento (PE-PE) interproveedores (Proveedor – Proveedor)	0 (por defecto)
ME enlace de acceso	OAM enlace ETY– UNI (Cliente – Proveedor)	0 (por defecto)
ME interdominio	OAM enlace ETY– NNI (Operador – Operador)	0 (por defecto)

Por otra parte, cuando no son necesarias las ME interdominio, cada cliente, proveedor y operador puede utilizar cualquiera de los ocho niveles de MEG. Ahora bien, como ya se dijo en 5.3, no se utilizan necesariamente los ocho niveles de MEG.

6.3 Configuración de los MEP y MIP

La configuración de los puntos extremos MEG (MEP) y los puntos intermedios MEG (MIP) se hace en el plano de gestión y/o el plano de control. En el plano de gestión se puede hacer una configuración por administración local manual de cada dispositivo o utilizando los sistemas de gestión de red (NMS, *network management systems*).

La configuración está fuera del alcance de esta Recomendación.

7 Funciones OAM para gestión de averías

Las funciones OAM para gestión de averías permiten detectar, verificar, localizar y notificar distintas situaciones de defecto.

7.1 Verificación de continuidad Ethernet (ETH-CC)

La verificación de continuidad Ethernet (ETH-CC, *Ethernet continuity check*) es una función de la gestión OAM proactiva. Se utiliza para detectar la pérdida de continuidad (LOC, *loss of continuity*) entre un par de MEP en un MEG. La función ETH-CC también permite detectar la conectividad no intencional entre dos MEG (error de empalme), la conectividad no intencional dentro del MEG con un MEP imprevisto (MEP imprevisto), y otras situaciones de defecto (nivel de MEG imprevisto, periodo imprevisto, etc.). La función ETH-CC forma parte de los procedimientos de gestión de averías, supervisión de calidad de funcionamiento o aplicaciones de conmutación de protección.

El MEP señalará siempre la recepción de tramas que contengan información ETH-CC imprevista. Es posible habilitar o inhabilitar la transmisión ETH-CC en un MEG. Si se ha habilitado la transmisión ETH-CC en un MEG, todos los MEP quedan habilitados para transmitir periódicamente tramas con información ETH-CC a sus MEP pares del MEG. Todos los MEP del MEG tienen el mismo periodo de transmisión ETH-CC. Los MEP habilitados para producir tramas con información ETH-CC también prevén la recepción de tramas con información ETH-CC de otros MEP pares del MEG.

Si se inhabilita la transmisión ETH-CC en un MEG, ninguno de los MEP está habilitado para transmitir tramas con información n ETH-CC.

La siguiente información de configuración específica es necesaria en cada MEP para soportar la función ETH-CC:

- identificador del MEG (MEG ID) –identifica el MEG al que pertenece el MEP;
- identificador del MEP (MEP ID) – identidad exclusiva del MEP en el MEG;
- lista de identificadores de MEP pares – relación de los MEP pares en el MEG. En el caso de un MEG punto a punto con una sola ME, esta lista consistiría en un solo identificador de MEP para el par;
- nivel de MEG – el nivel en que se encuentra el MEP dentro del MEG;
- periodo de transmisión ETH-CC – este valor depende de la aplicación. La función ETH-CC tiene tres aplicaciones diferentes y para cada una se especifica un periodo de transmisión por defecto:
 - gestión de averías: periodo de transmisión por defecto de 1 s (es decir, una velocidad de transmisión de 1 trama/segundo);
 - supervisión de calidad de funcionamiento: periodo de transmisión por defecto de 100 ms (es decir, una velocidad de transmisión de 10 tramas/segundo);
 - conmutación de protección: periodo de transmisión por defecto de 3,33 ms (es decir, una velocidad de transmisión de 300 tramas/segundo);
- prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-CC. La opción por defecto es transmitir estas tramas con la mayor prioridad disponible para el tráfico de datos. Esta información puede configurarse en función de la operación;
- posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-CC es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Como el MIP es transparente a la información ETH-CC, no es necesaria ninguna información de configuración para soportar la función ETH-CC.

Si un MEP no recibe información ETH-CC de otro MEP que figura en la lista de MEP pares, durante un intervalo que es 3,5 veces el periodo de transmisión ETH-CC, detecta la pérdida de continuidad a ese MEP par. El intervalo corresponde a la pérdida de tres tramas consecutivas del MEP par que contienen información ETH-CC. La función ETH-CC también permite la detección de otras situaciones de defecto descritas en la cláusula 7.1.2.

La unidad de datos de protocolo (PDU) OAM que se utiliza para la información ETH-CC es CCM, como se describe en la cláusula 9.2. Las tramas que transportan una PDU de tipo CCM se conocen como tramas CCM.

7.1.1 Transmisión de tramas CCM (con información ETH-CC)

Si la función ETH-CC está habilitada, un MEP transmite periódicamente tramas CCM, con la frecuencia del periodo de transmisión. Hay siete valores posibles para el periodo de transmisión:

- 3,33 ms: periodo de transmisión por defecto para la aplicación de conmutación de protección (velocidad de transmisión de 300 tramas/segundo);
- 10 ms: (velocidad de transmisión de 100 tramas/segundo);
- 100 ms: periodo de transmisión por defecto para la aplicación de supervisión de calidad de funcionamiento (velocidad de transmisión de 10 tramas/segundo);
- 1 s: periodo de transmisión por defecto para la aplicación de gestión de averías (velocidad de transmisión de 1 trama/segundo);
- 10 s: (velocidad de transmisión de 6 tramas/minuto);
- 1 min: (velocidad de transmisión de 1 trama/minuto);
- 10 min: (velocidad de transmisión de 6 tramas/hora).

NOTA – Se especifican siete valores para el periodo de transmisión, pero se recomienda utilizar los valores por defecto según la aplicación de la función ETH-CC. No se garantiza el buen funcionamiento de una aplicación cuando no se utiliza el valor por defecto para esa aplicación.

El campo periodo de un mensaje CCM transmitido indica la frecuencia de transmisión configurada en el MEP transmisor, lo que permite al MEP receptor detectar un periodo imprevisto, cuando el periodo no coincide en los MEP transmisor y receptor.

7.1.2 Recepción de tramas CCM (con información ETH-CC)

El MEP que recibe una trama CCM la examina para comprobar si el identificador de MEG coincide con el MEG ID configurado en el MEP receptor, y comprobar si el identificador de MEP de la trama CCM aparece en la lista configurada de identificadores de MEP pares. La información de la trama CCM se cataloga en el MEP receptor.

Las tramas CCM permiten detectar distintas situaciones de defecto:

- Cuando no se reciben tramas CCM de un MEP par en un intervalo igual a 3,5 veces el periodo de transmisión CCM del MEP receptor, hay pérdida de continuidad con el MEP par.
- Si se recibe una trama CCM que tienen un nivel de MEG inferior al nivel de MEG en el MEP receptor, hay un nivel de MEG imprevisto.
- Si se recibe una trama CCM que tiene el mismo nivel de MEG, pero un identificador de MEG diferente del identificador de MEG en el MEP receptor, hay un error de empalme.
- Si se recibe una trama CCM que tiene el mismo nivel de MEG y el identificador correcto, pero un identificador de MEP incorrecto (incluso el identificador del propio MEP receptor), hay un MEP imprevisto.

- Si se recibe una trama CCM que tiene el nivel de MEG correcto, un identificador de MEG correcto y un identificador de MEP correcto, pero un valor en el campo periodo que es diferente del valor del periodo de transmisión CCM del MEP receptor, hay un periodo imprevisto.

En estos casos el MEP receptor debe enviar una notificación al proceso de gestión de anomalías.

7.2 Bucle Ethernet (ETH-LB, *Ethernet loopback*)

La función de bucle Ethernet (ETH-LB) se utiliza para verificar la conectividad de un MEP con un MIP o con otro MEP par. Hay dos tipos de funciones ETH-LB:

- ETH-LB unidifusión.
- ETH-LB multidifusión.

7.2.1 ETH-LB unidifusión

ETH-LB es una función OAM por petición que puede utilizarse para las siguientes aplicaciones:

- Para verificar la conectividad bidireccional de un MEP con un MIP o con otro MEP par.
- Para hacer una prueba de diagnóstico bidireccional durante el servicio o fuera del servicio, entre dos MEP pares. Incluye la verificación del caudal de ancho de banda, la detección de errores en los bits, etc.

Hay distintas formas de transmisión de tramas que contienen información ETH-LB unidifusión para distintos tipos de instrucciones de procedimientos por petición: transmisión única, transmisión repetida, etc. La especificación de los distintos tipos de instrucciones de procedimientos por petición está fuera del alcance de esta Recomendación.

Si se utiliza para verificar la conectividad bidireccional, un MEP envía una trama unidifusión con información de petición ETH-LB y espera recibir una trama unidifusión con información de respuesta ETH-LB de un MIP o un MEP par en un determinado plazo. El MIP o el MEP par se identifican mediante la dirección MAC. Esta dirección MAC está codificada en la DA de la trama de petición unidifusión. Si el MEP no recibe la trama unidifusión con información de respuesta ETH-LB en el plazo determinado, hay una anomalía de pérdida de conectividad con el MIP o el MEP par. La función ETH-LB unidifusión también puede utilizarse para probar la conectividad bidireccional con distintos tamaños de trama, de un MEP con un MIP o con un MEP par.

Cuando se utiliza en pruebas de diagnóstico bidireccionales, un MEP envía tramas unidifusión con información ETH-LB de petición a un MEP par. Esta información ETH-LB de petición incluye esquemas de prueba. Cuando se hace un diagnóstico fuera del servicio no se transmite tráfico de datos a ninguno de los lados de la ME sometida a prueba. Los MEP se configuran para enviar tramas con información ETH-LCK, como se describe en la cláusula 7.6, al nivel de MEG de cliente inmediato en ambos lados de la ME.

NOTA 1 – La función ETH-LB unidifusión sólo puede utilizarse para una de estas dos aplicaciones en un momento dado. Debe terminar la instrucción de procedimiento por petición pendiente de una aplicación (verificación de conectividad o prueba de diagnóstico) para poder cursar otra instrucción de procedimiento por petición para la otra aplicación.

NOTA 2 – Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar la velocidad de transmisión máxima de tramas con información ETH-LB unidifusión que no afecta el tráfico de datos cuando se hace una verificación de continuidad bidireccional o una prueba de diagnóstico durante el servicio. Este valor puede determinarse por acuerdo entre el usuario de la función ETH-LB unidifusión y el usuario del servicio.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-LB unidifusión:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.
- Dirección MAC unidifusión del MIP o el MEP distantes al que está destinado el mensaje ETH-LB. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- Datos – elemento facultativo, de longitud y contenido configurables en el MEP. El contenido puede ser un modelo de prueba y una suma de control facultativa. Ejemplos de modelos de prueba: secuencias pseudoaleatorias de bits (PRBS, *pseudo-random bit sequence*) ($2^{31}-1$) especificadas en la cláusula 5.8 de [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.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-LB unidifusión.
- Posibilidad de supresión – indica la opción de supresión de tramas que contienen información ETH-LB unidifusión en caso de congestión.

NOTA 3 – Para una transmisión repetida posiblemente serán necesarios otros elementos de información de configuración como la velocidad de repetición, el intervalo de repetición, etc. La especificación de estos elementos de información de configuración adicionales está fuera del alcance de esta Recomendación.

Cuando el MIP o el MEP distantes reciben una trama unidifusión que contiene información de petición ETH-LB destinada a ese punto, responde enviando una trama unidifusión con información ETH-LB de respuesta.

Un MIP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-LB unidifusión:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MIP.

La PDU OAM utilizada para la información de petición LB unidifusión es LBM, como se describe en la cláusula 9.3. La PDU OAM utilizada para la información de respuesta LB unidifusión es LBR, como se describe en la cláusula 9.4. Las tramas unidifusión que transportan la PDU LBM se conocen como tramas LBM unidifusión. Las tramas unidifusión que transportan la PDU LBR se conocen como tramas LBR unidifusión.

7.2.1.1 Transmisión de tramas LBM unidifusión

Un MEP transmite las tramas LBM unidifusión por petición.

En caso de verificación de conectividad bidireccional, el MEP transmite una trama LBM unidifusión al MIP o al MEP par con un identificador de transacción específico integrado en el campo ID de transacción/número secuencial. El MEP que ha transmitido una trama LBM unidifusión espera recibir una trama LBR unidifusión en un plazo de 5 segundos. Por tanto, retiene el identificador de transacción transmitido durante 5 segundos como mínimo después de transmitir la trama LBM unidifusión. Se utilizará un identificador de transacción diferente para cada trama LBM unidifusión, y durante un minuto no se repetirá el ID de transacción de un MEP.

Un MEP puede utilizar un código TLV de datos o de prueba (es facultativo). Si está configurado para comprobar la correcta transmisión de distintos tamaños de tramas, el MEP utiliza un TLV de datos. Si se utiliza para pruebas de diagnóstico, el MEP transmite una trama LBM unidifusión hacia el MEP par con un TLV de prueba. El TLV de prueba se utiliza para transportar el modelo de prueba producido por un generador de señal de prueba asociado al MEP. Si el MEP está configurado para hacer una prueba de diagnóstico fuera del servicio, también produce tramas LCK, como se describe en la cláusula 7.6, en el nivel de MEG de cliente.

7.2.1.2 Recepción de tramas LBM y transmisión de tramas LBR unidifusión

Cuando un MIP o un MEP reciben una trama LBM unidifusión válida, producen una trama LBR que transmiten al MEP de inicio. Son válidas las tramas LBM unidifusión que tienen un nivel de MEG

válido y la dirección MAC de destino igual a la dirección MAC del MIP o MEP respondedor. Todos los campos de la trama LBM unidifusión se copian a la trama LBR, con las siguientes excepciones:

- Se invierten las direcciones MAC de origen y destino.
- El código OpCode LBM es reemplazado por LBR.

Por otra parte, si el MEP respondedor está configurado para una prueba de diagnóstico fuera del servicio, también produce tramas LCK, como se describe en la cláusula 7.6, en el nivel de MEG de cliente.

7.2.1.3 Recepción de tramas LBR

Si un MEP configurado para la verificación de conectividad recibe una trama LBR que le está destinada, que tiene su mismo nivel de MEG y el identificador de transacción previsto, en un plazo de 5 segundos desde la transmisión de la trama LBM unidifusión, esa trama LBR es válida. Otras tramas que le sean enviadas no serán válidas y serán descartadas.

Si un MEP configurado para la prueba de diagnóstico recibe una trama LBR que le está destinada, que tiene su mismo nivel de MEG, esa trama LBR es válida. El receptor de señal de prueba asociado al MEP también puede validar el número de secuencia recibido comparándolo con los números previstos.

Si un MIP recibe una trama LBR que le está destinada, esa trama LBR no es válida y el MIP debería descartarla.

7.2.2 ETH-LB multidifusión

La función ETH-LB multidifusión se utiliza para verificar la conectividad bidireccional de un MEP con sus MEP pares. La función ETH-LB es una función OAM por petición. Cuando se invoca la función ETH-LB multidifusión en un MEP, este punto devuelve al punto iniciador de esa función una lista de sus MEP pares con los que se ha detectado conectividad bidireccional.

Al invocar la función LB multidifusión en un MEP, este punto envía una trama multidifusión con información de petición ETH-LB a sus MEP pares. El MEP espera recibir una trama unidifusión con información ETH-LB de respuesta de los MEP pares en un determinado plazo. Los MEP que reciben una trama multidifusión con información de petición ETH-LB validan esa trama y transmiten una trama unidifusión con información ETH-LB de respuesta en un plazo aleatorio comprendido entre 0 y 1 segundo.

Los MEP necesitan la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-LB:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas multidifusión que contienen información ETH-LB de petición. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas multidifusión que contienen información ETH-LB de petición es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Un MIP es transparente a las tramas multidifusión que contienen información ETH-LB de petición; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-LB.

La PDU OAM que se utiliza para información de petición ETH-LB multidifusión es LBM, como se describe en la cláusula 9.3. La PDU OAM que se utiliza para la ETH-LB de respuesta es LBR, como se describe en la cláusula 9.4. Las tramas multidifusión que transportan la PDU LBM se conocen como tramas LBM multidifusión.

7.2.2.1 Transmisión de tramas LBM multidifusión

Un MEP transmite tramas LBM multidifusión por petición. El MEP que transmite una trama LBM multidifusión con un determinado identificador de transacción espera recibir tramas LBR en un plazo de 5 segundos. Por tanto, el identificador de transacción transmitido se mantiene durante 5 segundos como mínimo después de transmitir la trama LBM multidifusión. Hay que utilizar un ID de transacción diferente para cada trama LBM multidifusión, y los ID de transacción del MEP no pueden repetirse en un intervalo de un minuto.

7.2.2.2 Recepción de tramas LBM multidifusión y transmisión de tramas LBR

El MEP que recibe una trama LBM válida produce una trama LBR para transmisión al MEP de inicio en un plazo aleatorio comprendido entre 0 y 1 segundo. La trama LBM multidifusión es válida si tiene el nivel de MEG correcto.

Todos los campos de la trama LBM multidifusión se copian a la trama LBR, con las siguientes excepciones:

- La dirección MAC de origen en la trama LBR es la dirección MAC unidifusión del MEP respondedor. La dirección MAC de destino en la trama LBR se copia de la dirección MAC de origen de la trama LBM multidifusión, que debería ser una dirección unidifusión.
- El código OpCode LBM es reemplazado por LBR.

7.2.2.3 Recepción de tramas LBR

Si un MEP recibe una trama LBR con el identificador de transacción previsto en un plazo de 5 segundos desde la transmisión de la trama LBM multidifusión, esa trama LBR es válida. Si un MEP recibe una trama LBR con un identificador de transacción que no figura en la lista de identificadores transmitidos que mantiene el MEP, esa trama LBR no es válida y debe descartarse.

Si un MIP recibe una trama LBR que le está destinada, esa trama LBR no es válida y el MIP debería descartarla.

7.3 Rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT, *Ethernet link trace*)

La función de rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT) es una función OAM por petición que tiene dos utilidades:

- Consulta de relación adyacente – la función ETH-LT se puede utilizar para consultar las relaciones de contigüidad entre un MEP y el MEP o MIP pares. El resultado de la función ETH-LT es una secuencia de MIP que comprende desde el MEP de inicio hasta el MIP o MEP de destino. Cada MIP y/o MEP se identifica mediante su dirección MAC.
- Localización de averías – la función ETH-LT puede utilizarse para localizar averías. En caso de avería (por ejemplo fallo de enlace y/o dispositivo) o de bucle en el plano de retransmisión, la secuencia de MIP y/o MEP será probablemente diferente de la secuencia prevista, y las diferencias entre estas secuencias dan indicaciones para localizar la avería.

Un MEP inicia un mensaje ETH-LT por petición. El MEP que ha transmitido una trama con información ETH-LT de petición espera recibir tramas con información ETH-LT de respuesta en un determinado plazo. Los elementos de red que contienen MIP o MEP y reciben la trama con información ETH-LT de petición responden selectivamente con tramas que contienen información ETH-LT de respuesta.

Un elemento de red con MIP o MEP que ha recibido una trama válida con información ETH-LT de petición responde enviando una trama que contiene información ETH-LT de respuesta únicamente en estos casos:

- si el elemento de red en que reside el MIP o el MEP conoce la dirección TargetMAC indicada en la petición ETH-LT y la asocia con un solo puerto de salida, que no será el mismo en que se ha recibido la trama con información ETH-LT de petición; O
- si la dirección TargetMAC es la propia dirección MAC del MIP o el MEP.

Un elemento de red con MIP también puede retransmitir la trama que contiene información ETH-LT de petición, como se describe en la cláusula 7.3.2.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-LT:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-LT de petición. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-LT es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.
- Dirección MAC de destino (generalmente de los MIP o MEP del MEG, pero puede ser otra) a la que se destina el mensaje ETH-LT. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- TTL – permite al receptor determinar si las tramas con información ETH-LT de petición pueden terminarse. TTL se reduce cada vez que se retransmiten tramas con información ETH-LT de petición. Las tramas con información ETH-LT de petición con $TTL \leq 1$ no se retransmiten.

Un MIP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-LT:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MIP.

La PDU que se utiliza para información ETH-LT de petición es LTM, como se describe en la cláusula 9.5. La PDU que se utiliza para la ETH-LT de respuesta es LTR, como se describe en la cláusula 9.6. Las tramas que transportan la PDU LTM se conocen como tramas LTM. Las tramas que transportan la PDU LTR se conocen como tramas LTR.

NOTA 1 – Como todos los elementos de red que contienen MIP o MEP deben conocer la dirección TargetMAC de la trama LTM recibida, que corresponde a un solo punto de salida, un MEP podría cursar un mensaje ETH-LB unidifusión a la dirección de destino TargetMAC antes de transmitir la trama LTM, a fin de permitir la respuesta de que el MIP o el MEP puedan procesar las tramas LTM recibidas. De esta forma todos los elementos de red en el camino hacia la dirección TargetMAC estarían informados sobre la ruta hacia la dirección TargetMAC, cuando esta dirección se puede alcanzar en el mismo MEG.

NOTA 2 – En situación de fallo, la información sobre la ruta a la dirección TargetMAC podría caducar después de cierto tiempo. Antes de que esto ocurra es preciso ejecutar la función ETH-LT para informar sobre la ruta.

7.3.1 Transmisión de tramas LTM

Un MEP transmite tramas LTM por petición. Si el MEP reside en un puerto de entrada, retransmitirá la trama LTM al ETH-LT respondedor propio del elemento de red. Si el MEP reside en un puerto de salida, transmitirá la trama LTM desde ese puerto de salida. La trama LTM contiene un TLV identificador de egreso LTM que identifica al elemento de red iniciador de la trama LTM

NOTA – En [UIT-T Y.1731 no se define el ETH-LT respondedor, sino sólo los MEP y MIP de los puertos de ingreso y egreso. En [UIT-T Y.1731] el TLV identificador de egreso LTM se considera opcional.

El MEP que ha transmitido una trama LTM con un determinado número de transacción espera recibir tramas LTR en un plazo de 5 segundos. Por tanto, el MEP retiene el número de transacción de cada trama LTM transmitida durante 5 segundos como mínimo después de la transmisión. Se utilizará un identificador de transacción diferente para cada trama LTM, y durante un minuto no se repetirá el número de transacción de un MEP.

7.3.2 Recepción y retransmisión de tramas LTM y transmisión de tramas LTR

Cuando un MEP o un MIP reciben una trama LTM, la retransmiten al ETH-LT respondedor del elemento de red, que procede a la siguiente validación:

- Sólo son validadas las tramas LTM cuyo nivel de MEG coincide con el nivel de MEG del MEP o MIP receptor.
- En segundo lugar se observa el valor del campo TTL en la trama LTM. Si el valor es 0, la trama LTM será descartada. (0 no es un valor válido en el campo TTL.)
- Entonces, se verifica la trama LTM para comprobar si está presente el TLV identificador de egreso LTM. De no contener el TLV identificador de egreso LTM, la trama LTM se descarta. Cabe señalar que las tramas LTM generadas por [UIT-T Y.1731] pueden no contener un TLV identificador de egreso LTM. Véase en el Anexo B cómo mantener la compatibilidad, es decir, que el MIP o el MEP puedan procesar el TLV de trama LTM aunque no haya TLV identificador de egreso LTM.

Si la trama LTM es válida, el ETH-LT respondedor hace lo siguiente:

- Determina la dirección de destino para la trama LTR a partir de la dirección OriginMAC en la trama LTM recibida.
- Si el elemento de red conoce la dirección TargetMAC de la trama LTM y se establece que corresponde a un solo puerto de salida, que no coincide con el puerto de entrada, o la trama LTM termina en el MIP o MEP (cuando la dirección TargetMAC es la dirección MAC del MIP o MEP), devuelve una trama LTR al MEP iniciador en un plazo aleatorio comprendido entre 0 y 1 segundo.
- Además, si se cumple la condición anterior y la trama LTM no termina en el MIP (cuando la dirección TargetMAC no es la dirección del MIP cuando el MIP la recibe) y el valor del campo TTL en la trama LTM es superior a 1, retransmite la trama LTM al puerto de salida (uno solo). En la trama LTM retransmitida se copian los valores de todos los campos de la trama LTM original, excepto TTL que se reduce restando 1, la dirección de origen que será la dirección MAC del MIP y el TLV identificador de egreso LTM que identifica el elemento de red que retransmite la trama LTM modificada. Hay que decir que los MIP que lo soporten [UIT-T Y.1731] podrán retransmitir el TLV identificador de egreso LTM tal cual. Véase en el Anexo B cómo mantener la compatibilidad.
- Además, cuando la dirección TargetMAC no es idéntica a la dirección del MEP cuando el MEP la recibe, las tramas LTM siempre se terminarán en el MEP y éste no las devolverá.

La trama LTR contiene un TLV identificador de egreso LTR que identifica el origen y el destino de LTM que da pie a la transmisión del LTR. El TLV identificador de egreso LTR contiene el campo último identificador de egreso, que identifica al elemento de red que origina o reenvía la trama LTM para la que esta trama LTR es la respuesta. Este campo adopta el mismo valor que el TLV identificador de egreso LTM de esa trama LTM. El TLV identificador de egreso LTR también contiene el campo próximo identificador de egreso, que identifica al elemento de red que transmite esta trama LTR y puede retransmitir una trama LTM modificada al siguiente salto. Este campo adopta el mismo valor que el TLV identificador de egreso LTM de la trama LTM modificada retransmitida, en su caso. De no retransmitirse tramas LTM modificadas, el bit FwdYes del campo banderas de la trama LTM estará vacío, no se definirán los contenidos del próximo identificador de egreso y el receptor de la trama LTR debe ignorarlo.

Además, si un MIP o un MEP reciben la trama LTM en un puerto de ingreso, la trama LTR incluirá un TLV de ingreso respuesta que describe el MIP o el MEP en el puerto de ingreso.

Si el MEP no recibe la trama LTM en un puerto de ingreso y si el puerto de egreso tiene un MIP o un MEP, la trama LTR incluirá un TLV de egreso respuesta que describa el MIP o el MEP en el puerto de egreso.

Cabe señalar que tanto el TLV de ingreso respuesta como el TLV de egreso respuesta se consideran opcionales en [UIT-T Y.1731], por lo que pueden no incluirse en la trama LTR de esa versión. Véase en el Anexo B cómo mantener la compatibilidad.

7.3.3 Recepción de tramas LTR

Si un MEP recibe una trama LTR con el identificador de transacción previsto en un plazo de 5 segundos desde la transmisión de la trama LTM multidifusión, esa trama LTR es válida. Si un MEP recibe una trama LTR con un identificador de transacción que no figura en la lista de identificadores transmitidos que mantiene el MEP, esa trama LTR no es válida.

Si un MIP recibe una trama LTR que le está destinada, esa trama LTR no es válida y el MIP debería descartarla.

7.4 Señal de indicación de alarma Ethernet (ETH-AIS)

La función de señal de indicación de alarma Ethernet (ETH-AIS) se ejecuta para suprimir alarmas causadas por la detección de una situación de defecto en la (sub)capa de servidor. No está previsto aplicar la función ETH-AIS en los entornos con protocolo de árbol abarcante (STP, *spanning tree protocol*), debido a las capacidades de restablecimiento independientes proporcionadas en esos entornos.

En un MEP (o MEP de servidor) se puede habilitar o inhabilitar la transmisión de tramas que contienen información ETH-AIS.

Un MEP, también un MEP de servidor, puede producir tramas con información ETH-AIS en el nivel de MEG de cliente al detectar una situación de defecto. Estas situaciones pueden ser, por ejemplo:

- Situación de fallo de señal si la función ETH-CC está habilitada.
- Situación AIS o situación LCK si la función ETH-CC está inhabilitada.

NOTA – Como el MEP de servidor no ejecuta la función ETH-CC, puede transmitir tramas con información ETH-AIS al detectar cualquier situación de fallo de señal.

Para la conectividad ETH multipunto, un MEP que recibe una trama con información ETH-AIS no puede determinar cuál es precisamente la entidad de (sub)capa de servidor que se encuentra en situación de defecto. Lo que es más, no puede determinar para qué subconjunto asociado de MEP pares deberá suprimir alarmas, porque la información ETH-AIS recibida no contiene precisiones. Por tanto, al recibir una trama con información ETH-AIS, el MEP suprimirá las alarmas para todos los MEP pares aunque aún haya conectividad.

En el caso de conexiones ETH punto a punto, la relación se limita a un MEP y un MEP par. Por tanto, se sabe precisamente para qué MEP par se han de suprimir alarmas al recibir información ETH-AIS.

El único punto configurado para enviar tramas con información ETH-AIS es el MEP, incluido el MEP de servidor. Al detectar una situación de defecto el MEP puede empezar a transmitir inmediatamente tramas periódicas con información ETH-AIS en un nivel de MEG de cliente configurado. El MEP sigue enviando tramas periódicas con información ETH-AIS hasta que se resuelve la situación de defecto. El MEP que recibe una trama con información ETH-AIS detecta una situación AIS y suprime las alarmas de pérdida de continuidad asociadas a todos los MEP pares. Un MEP vuelve a producir alarmas de pérdida de continuidad si detecta esta situación de defecto, cuando no hay una situación AIS.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la transmisión de tramas ETH-AIS:

- Nivel de MEG de cliente – el nivel de MEG en que se encuentran los más inmediatos MEP y MIP de capa de cliente.
- Periodo de transmisión de tramas ETH-AIS – determina la periodicidad de transmisión de tramas con información ETH-AIS.

- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-AIS.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-AIS es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la recepción de tramas ETH-AIS:

- Nivel de MEG local – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-AIS; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-AIS.

La PDU que se utiliza para información ETH-AIS es AIS, como se describe en la cláusula 9.7. Las tramas que transportan la PDU AIS se conocen como tramas AIS.

7.4.1 Transmisión de tramas AIS

Un MEP que detecta una situación de defecto puede transmitir tramas AIS en el sentido opuesto a los MEP pares. La periodicidad de transmisión de tramas AIS depende del periodo de transmisión indicado se recomienda un segundo. La primera trama AIS debe transmitirse inmediatamente al detectar la situación de defecto.

En la (sub)capa cliente puede haber múltiples MEG a los que hay que notificar para suprimir alarmas resultantes de una situación de defecto detectada por el MEP de la (sub)capa de servidor. El MEP de la (sub)capa de servidor que detecta la situación de fallo de señal debe enviar tramas AIS a todos los MEG de la (sub)capa de cliente. En estos casos hay que transmitir la primera trama AIS a todos los MEG de la (sub)capa de cliente en un plazo de un segundo desde la detección del defecto.

NOTA – Los equipos actuales podrían presentar problemas de funcionamiento si tuvieran que enviar tramas AIS cada segundo, posiblemente a todos los 4094 VLAN. Para soportar la función ETH-AIS en estos equipos, el sistema también soporta un periodo de transmisión de tramas AIS de un minuto. En el campo Periodo de la trama AIS se indica el periodo de transmisión utilizado.

7.4.2 Recepción de tramas AIS

El MEP que recibe una trama AIS la examina para comprobar si tiene su nivel de MEG. En el campo Periodo se indica con qué frecuencia pueden recibirse tramas AIS. Al recibir una trama AIS, el MEP detecta una situación de fallo AIS. Después, si no recibe tramas AIS en un intervalo de 3,5 veces el periodo de transmisión AIS, indicado en las tramas AIS recibidas con anterioridad, el MEP suprime la situación de defecto AIS.

7.5 Indicación de defecto distante Ethernet (ETH-RDI, *Ethernet remote defect indication*)

Un MEP puede utilizar la función de indicación de defecto distante Ethernet (ETH-RDI) para comunicar a los MEP pares que hay una situación de defecto. La función ETH-RDI sólo se utiliza si está habilitada la transmisión ETH-CC.

La función ETH-RDI tiene dos aplicaciones:

- Gestión de fallos en un solo extremo: el MEP receptor detecta una situación de defecto RDI, que se compara con otras situaciones de defecto en ese MEP y podrá ser considerada como una causa de avería. Cuando un MEP no recibe información ETH-RDI no hay defectos en todo el MEG.
- Contribución a la supervisión de calidad de funcionamiento del extremo distante: señala una situación de defecto en el extremo distante y ese dato se considera en el proceso de supervisión de calidad de funcionamiento.

Un MEP que se encuentra en situación de defecto transmite tramas con información ETH-RDI. El MEP que recibe tramas con información ETH-RDI concluye que el MEP par se encuentra en situación de defecto. Ahora bien, en el caso de conectividad ETH multipunto, el MEP que recibe

tramas con información ETH-RDI no puede determinar cuál es el subconjunto de MEP pares con los que hay una situación de defecto de parte del MEP que transmite información RDI, porque el mismo MEP transmisor no siempre dispone de esa información.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH RDI:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.
- Periodo de transmisión de tramas ETH-RDI – depende de la aplicación y se configura con el mismo valor del periodo de transmisión ETH-CC.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-RDI. Es igual a la prioridad de ETH-CC.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-RDI es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-RDI; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-RDI.

La PDU que se utiliza para transportar información ETH-RDI es CCM, como se describe en 9.2.

7.5.1 Transmisión de tramas CCM con ETH-RDI

El MEP que detecta una situación de defecto con el MEP par valida el campo RDI en las tramas CCM mientras dura la situación de defecto. Las tramas CCM, como se describe en la cláusula 7.1.1, se transmiten periódicamente, con el periodo de transmisión CCM, si el MEP está habilitado para transmitir esas tramas. Al terminar la situación de defecto, las siguientes tramas CCM transmitidas por el MEP no tienen el campo RDI.

7.5.2 Recepción de tramas CCM con ETH-RDI

El MEP que recibe una trama CCM la examina para comprobar si tiene su nivel de MEG. Si el campo RDI está validado, establece que hay una situación RDI. En caso de conexión ETH punto a punto, un MEP considerará que ha terminado la situación de RDI cuando reciba del MEP par la primera trama CCM con el campo RDI desactivado. En caso de conectividad ETH multipunto, un MEP considerará que ha terminado la situación de RDI cuando reciba las tramas CCM de toda la lista de MEP pares con el campo RDI desactivado.

7.6 Señal Ethernet bloqueado (ETH-LCK, *Ethernet locked signal*)

La función señal Ethernet bloqueado (ETH-LCK) se utiliza para comunicar el bloqueo administrativo de un MEP en (sub)capa de servidor y la consiguiente interrupción de la transmisión de tráfico de datos hacia el MEP que lo espera. Gracias a esta función, un MEP que recibe tramas con información ETH-LCK puede distinguir entre una situación de defecto y una acción de bloqueo administrativo en el MEP de la (sub)capa de servidor. Un ejemplo de aplicación que necesita el bloqueo administrativo de un MEP es la prueba de Ethernet fuera del servicio, como se describe en la cláusula 7.7.

Un MEP sigue transmitiendo tramas periódicas con información ETH-LCK en el nivel de MEG de cliente configurado hasta la supresión de la situación administrativa o de diagnóstico.

Un MEP extrae tramas con información ETH-LCK en su propio nivel de MEG y detecta una situación LCK, que contribuye a la situación de fallo de señal en el MEP. Esta situación de fallo de señal puede ocasionar la transmisión de tramas AIS a los MEP cliente.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la transmisión de tramas ETH-LCK:

- Nivel de MEG de cliente – el nivel de MEG en que se encuentran los más inmediatos MEP y MIP de capa de cliente.

- Periodo de transmisión de tramas ETH-LCK – determina la periodicidad de transmisión de tramas con información ETH-LCK.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-LCK.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-LCK es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la recepción de tramas ETH-LCK:

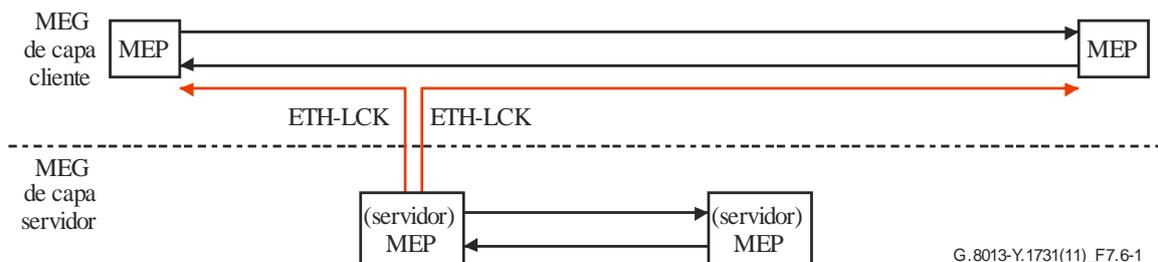
- Nivel de MEG local – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-LCK; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-LCK.

La PDU que se utiliza para información ETH-LCK es LCK, como se describe en la cláusula 9.8. Las tramas que transportan la PDU LCK se conocen como tramas LCK.

7.6.1 Transmisión de tramas LCK

Un MEP (servidor) en situación de bloqueo administrativo transmite tramas LCK a cada uno de sus MEG de (sub)capa clientes, como se muestra en la Figura 7.6-1.



G.8013-Y.1731(11)_F7.6-1

Figura 7.6-1 – Ejemplo de transmisión de ETH-LCK

La periodicidad de transmisión de las tramas LCK depende del valor periodo de transmisión LCK, que es igual al periodo de transmisión AIS. En todos los casos hay que transmitir la primera trama LCK inmediatamente después de la acción administrativa/diagnóstico.

En la (sub)capa de cliente puede haber múltiples MEG a los que hay que notificar para suprimir alarmas resultantes de una configuración intencional de mantenimiento/diagnóstico en el MEP de la (sub)capa de servidor. El MEP de la (sub)capa de servidor que es objeto de un bloqueo administrativo debe enviar tramas LCK a todos los MEG de la (sub)capa de cliente. En estos casos hay que transmitir la primera trama LCK a todos los MEG de la (sub)capa de cliente en un plazo de un segundo desde el establecimiento de la situación de defecto.

7.6.2 Recepción de tramas LCK

El MEP que recibe una trama LCK la examina para comprobar si tiene su nivel de MEG. En el campo Periodo se indica con qué frecuencia pueden recibirse tramas LCK. Al recibir una trama LCK, el MEP detecta una situación LCK. Después, si no recibe tramas LCK en un intervalo de 3,5 veces el periodo de transmisión LCK, indicado en las tramas LCK recibidas con anterioridad, el MEP suprime la situación de LCK.

7.7 Señal de prueba Ethernet (ETH-Test, *Ethernet test signal*)

La función señal de prueba Ethernet (ETH-Test) se utiliza para hacer pruebas de diagnóstico unidireccionales por petición, durante el servicio o fuera del servicio: verificación del caudal de ancho de banda, pérdida de tramas, errores en los bits, etc.

El MEP que está configurado para hacer estas pruebas introduce tramas que contienen información ETH-Test, con determinados valores de caudal, tamaño de trama y modelo de transmisión.

Cuando se ejecuta la función ETH-Test fuera del servicio se interrumpe el tráfico de datos de cliente en la entidad sometida a diagnóstico. El MEP configurado para hacer pruebas fuera del servicio transmite tramas LCK, como se describe en la cláusula 7.6, en la (sub)capa ETH de cliente inmediata.

Cuando se ejecuta la función ETH-Test durante el servicio, el tráfico de datos no se interrumpe y las tramas con información ETH-Test se transmiten utilizando sólo una parte del ancho de banda del servicio. Se indica inicialmente una velocidad de transmisión de tramas con información ETH-Test para la función ETH-Test durante el servicio.

NOTA 1 – Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar una velocidad máxima de transmisión de tramas con información ETH-Test que no afecta el tráfico de datos en una prueba ETH-Test durante el servicio. Pueden definirse de común acuerdo entre el usuario de la función ETH-Test y el usuario del servicio.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-Test:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.
- Dirección MAC unidifusión del MEP par al que se destina la función ETH-Test. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- Datos – Elemento facultativo de longitud y contenido configurables en el MEP. El contenido puede ser un modelo de prueba y un total de control facultativo. Ejemplos de modelos de pruebas: secuencia pseudoaleatoria de bits (PRBS) ($2^{31}-1$) especificada en la cláusula 5.8 de [UIT-T O.150], todo '0', etc. En el MEP de inicio es necesario configurar un generador de señal de prueba asociado al MEP, y en el MEP receptor es necesario configurar un detector de señal de prueba asociado al MEP.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-Test. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- Posibilidad de supresión – indica la opción de supresión de tramas que contienen información ETH-Test en caso de congestión.

NOTA 2 – Podrían ser necesarios otros elementos de configuración, por ejemplo la velocidad de transmisión de información ETH-Test, el intervalo total de ETH-Test, etc. No entra en el alcance de esta Recomendación especificar estos elementos de información de configuración adicionales.

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-Test; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-Test.

Un MEP introduce tramas con información ETH-Test destinadas a un determinado MEP par. El MEP receptor detecta estas tramas que contienen información ETH-Test y hace las mediciones previstas.

La PDU que se utiliza para transportar información ETH-Test es TST, como se describe en la cláusula 9.9. Las tramas que transportan una PDU TST se conocen como tramas TST.

7.7.1 Transmisión de tramas TST

Un generador de señal de prueba asociado a un MEP puede transmitir tramas TST con la frecuencia que tiene configurada. Cada trama TST se transmite con un determinado número secuencial. Se utilizará un número secuencial diferente para cada trama TST, y durante un minuto no se repetirá el número secuencial de un MEP.

Un MEP configurado para hacer pruebas fuera del servicio también produce tramas LCK para el nivel de MEG de cliente inmediato.

7.7.2 Recepción de tramas TST

El MEP que recibe una trama TST la examina para comprobar si tienen su nivel de MEG configurado. Si el MEP receptor está configurado para la función ETH-TST, el detector de señal de prueba asociado al MEP detecta errores en la secuencia pseudoaleatoria de bits de las tramas TST recibidas y los notifica. Un MEP configurado para hacer pruebas fuera del servicio también produce tramas LCK para el nivel de MEG de cliente.

7.8 Conmutación de protección automática Ethernet (ETH-APS, *Ethernet automatic protection switching*)

La función de conmutación de protección automática Ethernet (ETH-APS) se utiliza para controlar operaciones de conmutación de protección que mejoran la fiabilidad. No entra en el alcance de esta Recomendación especificar las operaciones de conmutación de protección.

Para la función ETH-APS se utiliza la trama OAM de tipo APS, como se describe en la cláusula 9.10.

Las aplicaciones de los mecanismos ETH-APS están definidas en [UIT-T G.8031] y [UIT-T G.8032].

7.9 Canal de comunicación de mantenimiento Ethernet (ETH-MCC, *Ethernet maintenance communication channel*)

La función ETH-MCC establece un canal de comunicación de mantenimiento Ethernet entre dos MEP. La función ETH-MCC puede utilizarse a los fines de mantenimiento a distancia. No entra en el alcance de esta Recomendación especificar la utilización de la función ETH-MCC con un OUI distinto del OUI del UIT-T (00-19-A7).

Un MEP puede enviar una trama con información ETH-MCC al MEP par, por ejemplo con una petición, una respuesta o una notificación de mantenimiento a distancia.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-MCC:

- Nivel de MEG – el nivel de MEG en que se encuentra el MEP.
- Dirección MAC unidifusión del MEP distante al que se destina la función ETH-MCC.
- OUI – el identificador único de organización que define un formato específico y el significado de la función ETH-MCC.
- Datos – información adicional posiblemente necesaria, según la aplicación particular de la función ETH-MCC. No entra en el alcance de esta Recomendación especificar la información específica de cada aplicación.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-MCC. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-MCC es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

El MEP par que recibe una trama con información ETH-MCC, que tiene el nivel de MEG correcto, transmite la información ETH-MCC al agente de gestión (que posiblemente enviará una respuesta).

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-MCC; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-MCC.

La PDU que se utiliza para transportar información ETH-MCC es MCC, como se describe en la cláusula 9.11. Las tramas que transportan una PDU MCC se conocen como tramas MCC.

7.10 OAM experimental Ethernet (ETH-EXP)

La función OAM experimental Ethernet (ETH-EXP) permite utilizar una capacidad funcional OAM experimental de forma temporal en un dominio administrativo. No está prevista la condición de interoperabilidad de la capacidad funcional experimental OAM, por lo que no se prevé la utilización entre dos dominios administrativos diferentes de ETH-EXP con un OUI determinado.

NOTA – La utilización con fines diferentes, que necesiten, por ejemplo, del procesamiento de un OUI de una organización de normalización específica incorporado, no es conveniente y no se recomienda.

No entra en el alcance de esta Recomendación especificar la aplicación de la función ETH-EXP.

Para OAM experimental pueden utilizarse las PDU EXM, como se describe en la cláusula 9.17, y EXR, como se describe en la cláusula 9.18. No entra en el alcance de esta Recomendación especificar los mecanismos de la función OAM experimental.

7.11 Funciones OAM específicas del proveedor Ethernet (ETH-VSP, *Ethernet vendor specific OAM*)

La función ETH-VSP se utiliza para una capacidad funcional OAM que es específica del proveedor y que éste puede facilitar en todos sus equipos. No está prevista la condición de interoperabilidad de la capacidad funcional OAM específica del proveedor, por lo que no se prevé la utilización entre distintos equipos de ETH-VSP con un OUI determinado.

NOTA – La utilización con fines diferentes, que necesiten, por ejemplo, del procesamiento de un OUI de una organización de normalización específica incorporado, no es conveniente y no se recomienda.

No entra en el alcance de esta Recomendación especificar la aplicación de la función ETH-VSP.

Para el caso de funciones OAM específicas del proveedor pueden utilizarse las PDU VSM, como se describe en cláusula 9.19, y VSR, como se describe en cláusula 9.20. No entra en el alcance de esta Recomendación especificar los mecanismos de la función OAM específica del proveedor.

7.12 Fallo de la señal cliente Ethernet (ETH-CSF)

Los MEP utilizan la función de fallo de la señal cliente Ethernet (ETH-CSF) para transmitir a un MEP par la detección de un fallo o un evento defecto en una señal cliente Ethernet, cuando el cliente mismo no soporta los mecanismos de detección o propagación de fallos o defectos adecuados, como ETH-CC o ETH-AIS. Los mensajes ETH-CSF se propagan del MEP Ethernet asociado con el puerto cliente de ingreso que detecta el fallo o evento de defecto al MEP Ethernet par.

ETH-CSF sólo se da en las aplicaciones de transporte Ethernet punto a punto. Concretamente, la utilización de ETH-CSF con [IEEE 802.1Q] o en otros entornos de interconexión de redes del protocolo de árbol abarcante (STP) Ethernet está estrictamente limitada a los segmentos punto a punto del flujo Ethernet. La utilización de indicaciones de fallo de la señal cliente para el soporte de aplicaciones de fallo de cliente se describe en el Apéndice VIII de [UIT-T G.806].

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la transmisión de ETH-CSF:

- Nivel de MEG local – el nivel de MEG en que funciona el MEP de inicio.
- Periodo de transmisión de ETH-CSF – determina la periodicidad de transmisión de tramas con información ETH-CSF.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-CSF.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-CSF es no permitir la supresión.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la recepción de tramas ETH-CSF:

- Nivel de MEG local – el nivel de MEG en que funciona el MEP receptor.

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-CSF; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-CSF.

El mensaje ETH-CSF indica también el tipo de defecto. Por el momento hay definidos tres tipos de defecto CSF:

- pérdida de señal del cliente (C-LOS)
- indicación de defecto en recepción del cliente (C-FDI)
- indicación de defecto inverso del cliente (C-RDI)

La PDU que se utiliza para transmitir la información ETH-CSF se conoce como PDU CSF, como se describe en la cláusula 9.21. Las tramas que transportan las indicaciones ETH-CSF se conocen también como tramas CSF.

7.12.1 Transmisión de CSF

Un MEP puede emitir tramas con información ETH-CSF a partir de la notificación de un evento CSF Ethernet procedente del puerto cliente de ingreso correspondiente. Las normas de detección de eventos CSF Ethernet son específicas de la aplicación y del cliente Ethernet.

La transmisión de paquetes con información CSF puede activarse o desactivarse en los MEP.

Cuando recibe la notificación CSF Ethernet del puerto cliente de ingreso, el MEP asociado puede iniciar inmediatamente la transmisión periódica de tramas con información ETH-CSF. El MEP seguirá transmitiendo periódicamente tramas con información ETH-CSF hasta que la función de adaptación de fuente suprima la indicación CSF Ethernet.

La supresión de la condición CSF Ethernet es específica de la aplicación y del cliente Ethernet. La función de adaptación de fuente comunica la supresión de la condición CSF Ethernet al MEP par:

- no enviando ETH-CSF, o
- reenviando una PDU ETH-CSF con indicación de supresión de defecto de cliente (C-DCI).

7.12.2 Recepción de CSF

Cuando recibe una trama con información ETH-CSF, el MEP declara el inicio o el final de una condición CSF distante Ethernet, en función de la información ETH-CSF recibida, como se describe en [UIT-T G.8021] y propaga esa condición de defecto de cliente Ethernet hacia el puerto cliente de egreso correspondiente. Los MEP Ethernet detectan la condición CSF distante Ethernet cuando se recibe una PDU ETH-CSF sin información C-DCI.

La supresión de la condición CSF distante Ethernet por el cliente Ethernet se detecta cuando:

- no se reciben tramas ETH-CSF durante un intervalo de N veces el periodo de transmisión CSF en ms (se sugiere que el valor de N sea 3,5), o
- se recibe una PDU ETH-CSF con indicación de supresión de defecto de cliente (C-DCI).

Téngase en cuenta que las acciones consecuentes de la función de adaptación de sumidero asociada con el MEP para propagar la información ETH-CSF recibida al cliente Ethernet son por definición específicas de la aplicación y del cliente Ethernet.

7.13 Notificación de ancho de banda Ethernet (ETH-BN)

Los MEP servidores utilizan la función de notificación de ancho de banda Ethernet (ETH-BN) para señalar el ancho de banda del enlace de capa servidora en el sentido de transmisión a un MEP en la capa cliente, por ejemplo, cuando la capa servidora va por un enlace de microondas con capacidad para adaptar su ancho de banda en función de las condiciones atmosféricas reinantes. Las tramas con información ETH-BN transportan el ancho de banda nominal y vigente del enlace de capa servidora. Al recibir las tramas con información ETH-BN, el MEP de capa cliente puede utilizar la información de ancho de banda para ajustar las políticas de servicio, por ejemplo, para reducir la velocidad del tráfico dirigido hacia el enlace degradado.

La transmisión de tramas con información ETH-BN puede activarse o desactivarse en los MEP servidores. Sólo un MEP servidor puede transmitir tramas con información ETH-BN.

Cuando la función está activada, las tramas con información ETH-BN se transmiten al nivel MEG cliente a través de un MEP servidor cuando se detectan condiciones de degradación del ancho de banda. El servidor MEP seguirá transmitiendo periódicamente tramas con información ETH-BN hasta que se haya restablecido completamente el ancho de banda. Además, se pueden enviar optativa y periódicamente tramas con información ETH-BN cuando no hay degradación o cuando el ancho de banda se degrada a 0.

En un MEG cliente multipunto es posible que las tramas con información ETH-BN tengan que incluir una identificación de puerto (ID de puerto) para identificar qué puerto está asociado a la información ETH-BN. Esta condición es necesaria si los MEP servidores de distintos enlaces transmiten tramas utilizando la misma dirección MAC de origen.

Cuando recibe una trama con información ETH-BN, el MEP transmite la información recibida al sistema de gestión. El sistema de gestión puede tomar medidas para reducir la velocidad del tráfico dirigido hacia el enlace degradado o ajustar la política de servicio para ese enlace.

NOTA – queda en estudio la utilización de ETH-BN para la conmutación de protección.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la transmisión de ETH-BN:

- Nivel de MEG cliente – el nivel de MEG en que se encuentran los MIP y MEP de capa cliente más próximos.
- Periodo de transmisión de ETH-BN – determina la periodicidad de transmisión de tramas con información ETH-BN.
- Tiempo de espera – determina el tiempo entre la detección de la degradación y la transmisión de la primera trama con información BNM que indica la degradación (hasta 10s)
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-BN.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-CSF es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.
- ID de puerto – identificador de 32 bits exclusivo del puerto. Es necesario en los MEG multipunto, si las tramas con información ETH-BN sobre distintos puertos sería idéntica si este identificador. En caso contrario, es opcional. El valor debe ser exclusivo en todos los enlaces de servidor dentro del MEG cliente.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la recepción de tramas ETH-BN:

- Nivel de MEG local – el nivel de MEG en que funciona el MEP.

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-BN; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-BN.

La PDU que se utiliza para transmitir la información ETH-BN se conoce como PDU BNM, como se describe en la cláusula 9.25. Las tramas que transportan la PDU BNM se conocen también como tramas BNM.

7.13.1 Transmisión de BNM

Cuando detecta una condición de degradación del ancho de banda de transmisión, un MEP servidor puede transmitir periódicamente tramas BNM en dirección opuesta a su MEP servidor par, indicando que el ancho de banda vigente es inferior al ancho de banda nominal. En la Figura 7.13-1 se muestra la transmisión de tramas BNM.

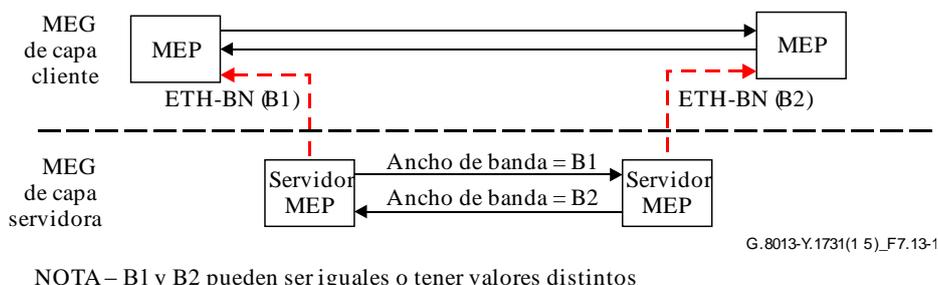


Figura 7.13-1 – Ejemplo de transmisión de ETH-BN

Un MEP servidor también puede transmitir periódicamente tramas BNM cuando no hay degradación para indicar que los anchos de banda vigente y nominal son idénticos o, cuando el puerto detecta un fallo, para indicar que el ancho de banda vigente es 0.

NOTA 1 – Cuando el puerto detecta un fallo, el MEP servidor par también transmite tramas AIS.

Al detectar un cambio en el ancho de banda de transmisión, la primera trama BNM que indica el nuevo ancho de banda de transmisión debe transmitirse una vez finalizado el tiempo de espera (hasta 10s) tras la detección del cambio en el ancho de banda de transmisión, siempre y cuando la condición haya persistido durante ese tiempo. Si el cambio dura menos que el tiempo de espera, no se transmitirán tramas BNM indicando un cambio en el ancho de banda de transmisión.

NOTA 2 – Se supone que las notificaciones BNM se utilizarán cuando la capa servidora es un enlace de microondas que utiliza la modulación de ancho de banda adaptable. Se prevé un tiempo de espera para impedir el envío de notificaciones si la degradación es muy breve, como puede causar un objeto que atraviese la línea de visibilidad directa del enlace de microondas. Queda en estudio la aplicabilidad de las notificaciones BNM a otras tecnologías.

Las primeras tramas BNM se envían en sucesión rápida a fin de que puedan tomarse medidas fiables y rápidas en el MEP receptor, aún en el caso de que algunas tramas BNM se hayan perdido o estén corrompidas. El intervalo entre las primeras tramas BNM y su número son específicos de la aplicación.

La periodicidad de la transmisión de tramas BNM se basa en un valor configurado, que también se comunica en el campo periodo de todas las tramas BNM. Cuando se detecte la plena recuperación del ancho de banda o el fallo del enlace, una vez transmitidas las primeras tramas BNM, el MEP servidor puede dejar de transmitir periódicamente tramas BNM.

Aunque no haya degradación o recuperación plena del ancho de banda, se puede configurar la transmisión periódica de tramas BNM. La periodicidad se basa en el mismo valor configurado para los periodos de degradación.

7.13.2 Recepción de BNM

Cuando un MEP recibe una trama BNM, la examina para asegurarse de que su nivel MEG corresponde a su propio nivel MEG. El campo periodo indica el periodo durante el cual pueden esperarse tramas BNM. La información MAC de origen, ID de puerto y ancho de banda se extraen y

transmiten al sistema de gestión. Posteriormente, si no se reciben tramas BNM en un intervalo de 3,5 veces el periodo de transmisión BNM indicado en la última trama BNM recibida, el MEP señala al sistema de gestión que ya no dispone de información sobre el ancho de banda (por ejemplo, porque se ha restablecido plenamente el ancho de banda).

Como se indica en la cláusula 7.13.1, las primeras tramas BNM se transmiten en rápida sucesión al detectar un cambio en el ancho de banda de transmisión. En ese caso, las tramas BNM también se reciben en rápida sucesión para detectar el cambio de ancho de banda.

7.14 Función de defecto previsto Ethernet (ETH-ED)

Los MEP utilizan la función de defecto previsto Ethernet (ETH-ED) para señalar a sus MEP pares que se prevé la interrupción de la transmisión de tramas CCM sin interrupción de las tramas de datos y que, por tanto, deben suprimirse en los MEP pares los defectos de pérdida de continuidad consiguientes. Las tramas con información ETH-ED transportan el ID MEP del MEP y la duración prevista de la interrupción.

Los MEP transmiten tramas con información ETH-ED poco antes de la interrupción prevista de la transmisión de tramas CCM, si no se prevé una interrupción del reenvío de tramas de datos. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se actualiza un software o un firmware en servicio o cuando se añade un nuevo MEP a un MEG existente.

Cuando recibe una trama con información ETH-ED, el MEP transmite la información recibida a la función de gestión de elemento (EMF). Si así lo permite el sistema de gestión, la EMF puede tomar medidas para desactivar la recepción de CCM y, así, evitar los defectos de pérdida de continuidad que se darían en caso contrario.

NOTA – Pueden encontrarse más detalles sobre cómo utilizar las notificaciones de defecto previsto, así como información sobre el tratamiento de las notificaciones recibidas por la EMF en el MEP par en el Apéndice IX de [UIT-T G.8021].

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la transmisión de ETH-ED:

- Nivel de MEG cliente – el nivel de MEG en que se encuentran el MEP.
- ID MEP – identidad del MEP dentro del MEG.
- Duración de defecto previsto – periodo durante el cual se pide a los MEP pares que supriman las alarmas de pérdida de continuidad.
- Periodo de transmisión de ETH-ED – determina la periodicidad de transmisión de tramas con información ETH-ED.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-ED.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-ED es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la recepción de tramas ETH-ED:

- Nivel de MEG local – el nivel de MEG en que funciona el MEP.

Un MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-ED; por tanto, no necesita ninguna información para soportar la función ETH-ED.

La PDU que se utiliza para transmitir la información ETH-ED se conoce como EDM, como se describe en la cláusula 9.26. Las tramas que transportan la PDU EDM se conocen también como tramas EDM.

7.14.1 Transmisión de EDM

Un MEP puede transmitir periódicamente una o más tramas EDM poco antes de la interrupción prevista de la transmisión de tramas CCM o cuando la transmisión de tramas CCM aún no ha comenzado. La transmisión de tramas EDM cesa cuando empieza la interrupción o cuando se (re)inicia la transmisión normal de tramas CCM.

7.14.2 Recepción de EDM

Cuando un MEP recibe una trama EDM, la examina para asegurarse de que su nivel MEG se corresponde a su propio nivel MEG. El ID MEP de origen y la duración prevista se extraen y transmiten al sistema de gestión.

8 Funciones OAM de supervisión de calidad de funcionamiento

Las funciones OAM de supervisión permiten medir distintos parámetros de calidad de funcionamiento. Se definen las funciones y métodos de medición para conexiones ETH punto a punto y la conectividad ETH multipunto.

En esta Recomendación se consideran los siguientes parámetros de calidad de funcionamiento basados en [MEF 10.3].

- **Tasa de pérdida de tramas**

La tasa de pérdida de tramas es un porcentaje que resulta de dividir el número de tramas no transmitidas por el total de tramas durante un intervalo T. El número de tramas no transmitidas es la diferencia entre el número de tramas recibidas en el punto de flujo ETH de entrada que se han de entregar al punto de flujo ETH de egreso y el número de tramas transmitidas en el punto de flujo ETH de salida en una conexión ETH punto a punto o conectividad ETH multipunto. La tasa de pérdida de tramas puede medirse con tramas de servicio o tramas sintéticas pertenecientes a un único CoS. También pueden utilizarse tramas sintéticas para la conectividad ETN multipunto. Las tramas de servicio sólo pueden utilizarse en conexiones ETH punto a punto donde todas las tramas que llegan al punto de flujo ETH de ingreso deben entregarse al punto de flujo ETH de egreso.

- **Tiempo de transmisión de tramas**

Es el tiempo de transmisión de ida de una trama, definido como el tiempo transcurrido entre el inicio de la transmisión del primer bit de la trama por un nodo fuente y la recepción del último bit de la misma trama el nodo de destino. Cuando se mide el tiempo de transmisión bidireccional, se crea un bucle en el nodo de destino de la trama y ésta es recibida por el nodo fuente original. En el caso de ida y vuelta hay cuatro sellos de tiempo disponibles, que permiten calcular la transmisión tanto unidireccional como bidireccional. En condiciones ideales, debe disponerse del tiempo de transmisión unidireccional medio para una serie de tramas. El tiempo de transmisión de tramas unidireccional medio se define en [UIT-T Y.1563]. Las tramas de servicio pertenecen a la misma instancia CoS en una conexión ETH punto a punto o conectividad ETH multipunto.

- **Variación del tiempo de transmisión de tramas**

Indica la diferencia en tiempo de transmisión entre dos tramas de servicio, ambas del mismo ejemplar CoS en una conexión ETH punto a punto o conectividad ETH multipunto.

- **Disponibilidad**

La definición del servicio Ethernet puede encontrarse en [UIT-T Y.1563]. Aunque los mecanismos definidos en esta Recomendación pueden contribuir a las mediciones de disponibilidad, quedan en estudio los detalles de los métodos de medición de esta Recomendación.

Los parámetros de calidad de funcionamiento de trama se aplican a las tramas que se ajustan a un nivel de prioridad X y que la red considera no suprimibles (denominadas tramas "verdes") de conformidad de ancho de banda acordado previamente. Esas tramas "verdes" también se denominan en perfil (véase [UIT-T G.8021]). Las tramas de servicio son admitidas en el punto de flujo ETH de entrada de una conexión de red, tándem o enlace ETH punto a punto, y deben transmitirse al punto de flujo ETH de salida.

Hay otro parámetro de calidad de funcionamiento definido en [b-IETF RFC 2544]:

- **Caudal**

El caudal es la velocidad media del tráfico entregado satisfactoriamente por un canal de comunicación. Suele medirse en condiciones de prueba, es decir, en una prueba fuera de servicio sin tráfico de servicio para el servicio Ethernet que se prueba. En [UIT-T Y.1564] se define una metodología para la prueba de servicios Ethernet en la fase de activación del servicio con pruebas fuera de servicio. En la Recomendación se describen las pruebas de configuración de servicio para verificar los perfiles de ancho de banda y otros atributos del servicio Ethernet. También pueden encontrarse en [b-IETF RFC 2544] los procedimientos utilizados para las pruebas fuera de servicio distintos de los de la activación de servicio Ethernet. Queda en estudio el procedimiento para las pruebas en servicio.

8.1 Medida de pérdida de tramas (ETH-LM)

La función medida de pérdida Ethernet (ETH-LM) se utiliza para conocer los valores de contadores de tramas en entrada y salida: registros del total de tramas transmitidas y recibidas entre dos MEP.

El mecanismo ETH-LM consiste en enviar tramas con información ETH-LM a un MEP par, y recibir el mismo tipo de tramas de este MEP par. Cada MEP realiza medidas de pérdida de tramas que se incluyen en el cálculo del tiempo de indisponibilidad. Visto que un servicio bidireccional no está disponible cuando no está disponible uno de los dos sentidos, la función ETH-LM ha de permitir las mediciones de pérdida de tramas en el extremo local y el extremo distante de ambos MEP.

En un MEP, la pérdida de tramas en el extremo local se refiere a las tramas de datos en entrada y la pérdida de tramas en el extremo distante se refiere a las tramas de datos en salida. Las dos medidas pérdida de tramas 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, de conformidad con [UIT-T G.826] y [UIT-T G.7710].

Un MEP mantiene dos contadores locales para cada MEP par y para cada clase de prioridad supervisada en una ME punto a punto para la que se hacen mediciones de pérdidas:

- TxFCI: contador de tramas de datos conformes transmitidas hacia el MEP par.
- RxFCI: contador de tramas de datos conformes recibidas del MEP par.

Los contadores TxFCI y RxFCI no cuentan las tramas OAM transmitidas o recibidas por el MEP en el nivel de MEG del MEP en determinadas condiciones (véanse las Notas), sólo las tramas OAM de niveles de MEG superiores que pasan por el MEP como las tramas de datos.

NOTA 1 – ETH-LM cuenta, proactivamente y a la demanda, tramas OAM de la siguiente manera:

ETH-LM de un solo extremo: sólo se cuentan las tramas OAM que se utilizan únicamente para funciones proactivas por funciones de terminación (por ejemplo, las de ETH-CC).

ETH-LM de dos extremos: NO se cuentan las tramas OAM para funciones proactivas utilizadas por funciones de terminación.

En ambos casos:

Se cuentan las tramas OAM proactivas utilizadas por funciones de adaptación (por ejemplo, las de ETH-APS y ETH-CSF)

NO se cuentan las tramas OAM que se pueden utilizar para funciones a la demanda (por ejemplo, las de ETH-LB, ETH-LT y ETH-LM, ETH-ED y ETH-SLM a la demanda).

NOTA 2 – Dado que las tramas OAM para ETH-AIS y ETH-LCK sólo se envían en condiciones de defecto, cuando el resultado de las medidas de pérdidas es inválido, no es necesario contar esas tramas.

El cálculo de pérdidas basado en pares de tramas consecutivas con información ETH-LM, descrito en las cláusulas 8.1.1.2 y 8.1.2.3, permite compensar la falta de sincronización entre los valores iniciales de los contadores de los MEP de inicio y receptor. De otra parte, cuando un MEP detecta una situación de pérdida de continuidad, no tiene en cuenta las medidas de pérdidas realizadas durante esta situación de defecto y supone que hay un 100% de pérdidas.

NOTA 3 – El nivel de exactitud de las medidas de pérdidas depende de la forma en que se añaden tramas con información ETH-LM al tren de datos después de copiar los valores de contadores en la información ETH-LM. Por ejemplo, si hay tramas de datos adicionales transmitidas y/o recibidas entre la lectura del contador y el momento en que se anexa la trama con información ETH-LM al tren de datos, los valores del contador copiados en la información ETH-LM no serán exactos. Puede mejorarse la exactitud realizando una implementación física capaz de anexar tramas con información ETH-LM al tren de datos inmediatamente después de leer el contador.

NOTA 4 – El proceso de contadores utilizado para las tramas de datos transmitidas y recibidas se describe en [UIT-T G.8021].

NOTA 5 – Las tramas en perfil se denominan tramas "verdes" cuando la posibilidad de supresión es "falso". Los operadores de red o los administradores pueden configurar el método de codificación para identificar las tramas verdes. Por ejemplo, tramas verdes son aquellas cuyo campo DEI es "falso" y son tramas amarillas aquellas cuyo campo sea "verdadero". Para tal identificación pueden utilizarse PCP o PCP/DEI.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-LM:

- Nivel del MEG – el nivel en que se encuentra el MEP.
- Dirección MAC de unidifusión del MEP par al que está destinado ETH-LM. También se permite la dirección MAC de clase 1 de multidifusión.
- Periodo de transmisión ETH-LM – el periodo de transmisión por defecto es 100 ms (es decir, 10 tramas/segundo). Debe elegirse un periodo de transmisión ETH-LM apropiados para que los contadores de tramas y/o de octetos cuyos valores se transportan en la información ETH-LM no vuelvan a empezar un ciclo en el mismo valor, incluso en caso de pérdida de una o más tramas ETH-LM. Podría ocurrir principalmente cuando se determinan las pérdidas de tramas con bajo nivel de prioridad. Véanse los ejemplos de periodos de reiniciación de contadores de tramas en la cláusula II.2.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-LM. Esta información puede configurarse en función de la operación.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-LM es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Como el MIP es transparente a la información ETH-LM, no es necesaria ninguna información de configuración para soportar la función ETH-LM.

Hay dos formas de ejecución de la función ETH-LM:

- ETH-LM en los dos extremos (véase la cláusula 8.1.1)
- ETH-LM en un solo extremo (véase la cláusula 8.1.2)

8.1.1 ETH-LM en los dos extremos

La función ETH-LM en los dos extremos se utiliza en procedimientos OAM proactivos para supervisión de calidad de funcionamiento y se aplica a la gestión de averías. En este caso cada MEP envía periódicamente tramas de dos extremos con información ETH-LM al MEP par en una ME

punto a punto para facilitar la medición de pérdida de tramas en el MEP par. Cada MEP termina las tramas de dos extremos que contiene información ETH-LM y hace las mediciones de pérdidas en el extremo local y el extremo distante. Esta función se utiliza para supervisión de la calidad de funcionamiento con el mismo nivel de prioridad de ETH-CC.

La PDU que se utiliza para información ETH-LM de dos extremos es CCM, como se describe en la cláusula 9.2.

8.1.1.1 Transmisión de tramas CCM con ETH-LM de dos extremos

Un MEP configurado para la medida de pérdidas proactiva transmite periódicamente tramas CCM con los siguientes elementos de información:

- TxFCf: valor del contador local TxFCI al transmitir la trama CCM.
- RxFCb: valor del contador local RxFCI al recibir la última trama CCM del MEP par.
- TxFCb: valor de TxFCf en la última trama CCM recibida del MEP par.

El periodo de transmisión de la PDU CCM es igual al periodo de transmisión CCM configurado para la aplicación de supervisión de la calidad de funcionamiento en el MEP transmisor. El MEP receptor detecta la situación de defecto periodo imprevisto si el periodo de transmisión CCM no es el valor configurado.

8.1.1.2 Recepción de tramas CCM con ETH-LM de dos extremos

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

- Los valores TxFCf, RxFCb y TxFCb de la trama CCM recibida, y el valor RxFCI del contador local al recibir esta trama CCM. La denominación de estos valores es TxFCf[t_c], RxFCb[t_c], TxFCb[t_c] y RxFCI[t_c], siendo t_c el instante de recepción de la trama considerada.
- Los valores TxFCf, RxFCb y TxFCb de la trama CCM anterior y el valor RxFCI del contador local al recibir la trama CCM anterior. La denominación de estos valores es TxFCf[t_p], RxFCb[t_p], TxFCb[t_p], y RxFCI[t_p], siendo t_p el instante de recepción de la trama anterior.

$$\text{Pérdida de trama}_{\text{Sext-distante}} = |\text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p]| - |\text{RxFCb}[t_c] - \text{RxFCb}[t_p]|$$

$$\text{Pérdida de trama}_{\text{Sext-cercano}} = |\text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p]|$$

Si el valor del campo Periodo de la trama CCM recibida difiere del periodo de transmisión CCM configurado en el MEP, el MEP detecta la situación de defecto Periodo imprevisto.

8.1.2 ETH-LM de un solo extremo

La función ETH-LM de un solo extremo se utiliza para procedimientos OAM por petición y proactivos. En este caso el MEP envía tramas con información ETH-LM de petición al MEP par y recibe tramas con información ETH-LM de respuesta de ese MEP para hacer las medidas de pérdidas.

La PDU que se utiliza para la función ETH-LM de petición de un solo extremo es LMM, como se describe en la cláusula 9.12. La PDU que se utiliza para la función ETH-LM de respuesta es LMR, como se describe en la cláusula 9.13. Las tramas que transportan la PDU LMM se conocen como tramas LMM. Las tramas que transportan la PDU LMR se conocen como tramas LMR. Pueden utilizarse los mismos formatos de trama LMM y LMR para ETH-LM de un solo extremo proactiva o a la demanda. La distinción entre las tramas LMM/LMR proactivas y las tramas LMM/LMR por demanda reside en el valor de un campo bandera de las tramas LMM/LMR.

8.1.2.1 Transmisión de tramas LMM

Cuando está configurado para medir las pérdidas en un solo extremo, el MEP transmite periódicamente tramas LMM con la siguiente información:

- TxFCf: valor del contador local TxFCI al transmitir la trama LMM.

8.1.2.2 Recepción de tramas LMM y transmisión de tramas LMR

Al recibir una trama LMM válida, el MEP produce una trama LMR y la transmite al MEP de inicio. Una trama LMM es válida si tiene el nivel de MEG válido y si su dirección MAC de destino coincide con la dirección MAC del MEP receptor. La trama LMR contiene los siguientes valores:

- TxFCf: valor de TxFCf copiado de la trama LMM.
- RxFCf: valor del contador local RxFCI al recibir la trama LMM.
- TxFCb: valor del contador local TxFCI al transmitir la trama LMR.

8.1.2.3 Recepción de tramas LMR

Al recibir una trama LMR el MEP realiza mediciones de pérdidas en el extremo local y el extremo distante, basadas en los siguientes valores:

- Valores TxFCf, RxFCf y TxFCb de la trama LMR recibida, y valor del contador local RxFCI al recibir esta trama LMR. La denominación de estos valores es TxFCf[t_c], RxFCf[t_c], TxFCb[t_c], y RxFCI[t_c], siendo t_c el instante de recepción de la trama de respuesta considerada.
- Los valores TxFCf, RxFCb y TxFCb de la trama LMR anterior y el valor RxFCI del contador local al recibir la trama LMR anterior. La denominación de estos valores es TxFCf[t_p], RxFCb[t_p], TxFCb[t_p], y RxFCI[t_p], siendo t_p el instante de recepción de la trama de respuesta anterior.

$$\text{Pérdida de trama}_{\text{Sext-distante}} = |\text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFCf}[t_c] - \text{RxFCf}[t_p]|$$

$$\text{Pérdida de trama}_{\text{Sext-cercano}} = |\text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p]| - |\text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p]|$$

8.2 Medición del tiempo de transmisión de tramas (ETH-DM)

La función de medición del tiempo de transmisión de tramas (ETH-DM) puede utilizarse en procedimientos OAM por petición o proactivos para medir el tiempo de transmisión y la variación del tiempo de transmisión de tramas. Para medir estos valores se envían periódicamente tramas con información ETH-DM al MEP par, y se reciben de este MEP tramas con información ETH-DM durante la sesión de medición proactiva y/o el intervalo de diagnóstico. Todos los MEP pueden medir el tiempo de transmisión y la variación del tiempo de transmisión de tramas.

Un MEP habilitado para producir tramas con información ETH-DM envía periódicamente estas tramas al MEP par en la misma ME. Un MEP habilitado para producir tramas con información ETH-DM también espera recibir estas tramas del MEP par en la misma ME.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-DM:

- Nivel de MEG – el nivel en que se encuentra el MEP.
- Dirección MAC de unidifusión del MEP par al que está destinada ETH-DM. También se permite una dirección MAC de multidifusión para la conectividad ETH multipunto. En el caso de la conectividad ETH multipunto, un MEP puede activar múltiples controles de distintos MEP pares simultáneamente. En tal caso, cada MEP deberá gestionar el resultado de la supervisión de cada MEP par por separado.
- Aplicación DM – identifica la aplicación, es decir, medición del tiempo de transmisión proactiva o por demanda. Esta información puede configurarse en función de la operación. Un MEP puede activar simultáneamente la supervisión proactiva y por demanda en el mismo nivel CoS y hacia el mismo MEP par. En tal caso, cada MEP deberá gestionar el resultado de la supervisión de cada MEP par por separado.

- Datos – elemento de datos optativo cuya longitud configura el MEP. La inclusión del elemento de datos optativo en la trama DM tiene por objetivo soportar el tamaño de trama DM configurable.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-DM. Esta información puede configurarse en función de la operación. Un MEP puede activar múltiples controles en distintos niveles CoS simultáneamente. En tal caso, cada MEP deberá gestionar el resultado de la supervisión de cada nivel CoS.
- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-DM es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.
- ID de prueba – puede utilizarse optativamente para diferenciar las mediciones DM en caso de que se activen múltiples mediciones simultáneamente. Debe ser un ID exclusivo, como mínimo dentro del contexto del tipo de medición DM (en un solo extremo/en dos extremos y por demanda/proactiva), para el MEG y el MEP de inicio.

NOTA 1 – Podrían ser necesarios otros elementos de configuración, por ejemplo la velocidad de transmisión de información ETH-DM, el intervalo total de ETH-DM, etc. No entra en el alcance de esta Recomendación especificar estos elementos de información de configuración adicionales.

Como el MIP es transparente a las tramas que contienen información ETH-DM, no es necesaria ninguna información de configuración para soportar la función ETH-DM.

Un MEP transmite las tramas con información ETH-DM con el siguiente elemento de información:

- TxTimeStampf: Indicación de hora de transmisión de la trama ETH-DM.

El MEP receptor puede comparar este valor con RxTimef (hora de recepción de la trama ETH-DM) para calcular el tiempo de transmisión de tramas en un sentido:

$$\text{Tiempo de transmisión de tramas} = \text{RxTimef} - \text{TxTimeStampf}$$

Ahora bien, para calcular el tiempo de transmisión de tramas en un sentido es necesario sincronizar el tiempo y la fase de los MEP de inicio y receptor. La medida de variación del tiempo de transmisión, que está basada en la diferencia entre medidas sucesivas de tiempo de transmisión, puede hacerse sin sincronizar el tiempo y la fase porque es posible eliminar el periodo de desfase en la diferencia de las siguientes medidas de tiempo de transmisión.

Si los relojes no se pueden sincronizar fácilmente, que será lo más probable, sólo es posible hacer medidas de tiempo de transmisión en los dos sentidos: el MEP transmite una trama con información ETH-DM de petición, con la indicación de hora TxTimeStampf, y el MEP receptor contesta enviando una trama con información ETH-DM de respuesta y la indicación de hora TxTimeStampf copiada de la información de petición ETH-DM. El MEP que recibe la trama con información ETH-DM de respuesta compara el valor TxTimeStampf con RxTimeb (la hora al recibir la trama con información ETH-DM de respuesta) para determinar el tiempo de transmisión en los dos sentidos:

$$\text{Tiempo de transmisión de tramas} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

El MEP también puede medir la variación del tiempo de transmisión en los dos sentidos utilizando la posibilidad que tiene de calcular la diferencia entre dos medidas sucesivas del tiempo de transmisión.

NOTA 2 – Para medir más precisamente el tiempo de transmisión en los dos sentidos, el MEP que responde a una trama con información ETH-DM de petición también puede incluir dos intervalos de tiempo adicionales en la información ETH-DM de respuesta: RxTimeStampf (intervalo de tiempo al recibir la trama con información ETH-DM de petición), y TxTimeStampb (intervalo de tiempo al transmitir la trama con información ETH-DM de respuesta).

Hay dos formas de ejecutar la función ETH-DM:

- ETH-DM con dos extremos (véase la cláusula 8.2.1).
- ETH-DM con un solo extremo (véase la cláusula 8.2.2)

NOTA 3 – En anteriores revisiones de esta Recomendación ETH-DM con dos extremos y ETH-DM con un solo extremo se conocían como ETH-DM en un solo sentido y ETH-DM en los dos sentidos, respectivamente.

8.2.1 ETH-DM con dos extremos

En este caso cada MEP envía tramas con información ETH-DM con dos extremos al MEP par para facilitar las mediciones de tiempo de transmisión y/o variación del tiempo de transmisión en un sentido en el MEP par.

NOTA – Si los relojes entre los dos MEP están sincronizados se puede medir el tiempo de transmisión en un sentido; de lo contrario sólo se podrá determinar la variación del tiempo de transmisión en un sentido.

La PDU que se utiliza para la función ETH-DM con dos extremos 1DM, como se describe en la cláusula 9.14. Las tramas que transportan la PDU 1DM se conocen como tramas 1DM. Puede utilizarse el mismo formato de trama 1DM para la ETH-DM con dos extremos proactiva y por demanda. La diferencia entre las tramas 1DM proactivas y las tramas 1DM por demanda reside en el valor de un campo bandera de la trama 1DM.

NOTA – En anteriores revisiones de esta Recomendación, la ETH-DM con dos extremos se denominaba ETH-DM en un solo sentido.

8.2.1.1 Transmisión de tramas 1DM

Cuando está configurado para ETH-DM con dos extremos, un MEP transmite periódicamente tramas 1DM con el valor TxTimeStampf. Los MEP pueden también utilizar un TLV ID de prueba y/o un TLV datos. Los MEP utilizan TLV ID de prueba, con un ID de prueba que se emplea para realizar múltiples pruebas simultáneamente, cuando están configurados para ello. Los MEP utilizan TLV datos cuando están configurados para medir el tiempo de transmisión y la variación del tiempo de transmisión de tramas con distintos tamaños.

8.2.1.2 Recepción de tramas 1DM

Cuando está configurado para ETH-DM con dos extremos, al recibir una trama 1DM, el MEP utiliza los siguientes valores para calcular el tiempo de transmisión de una trama en un sentido. Una trama 1DM con un nivel MEG válido y una dirección MAC de destino igual a la dirección MAC del MEP receptor o una dirección MAC de clase 1 de multidifusión se considera una trama 1DM válida. Estos valores sirven para establecer la variación del tiempo de transmisión en un sentido:

- Valor TxTimeStampf en la trama 1DM.
- RxTimef: hora de recepción de la trama 1DM.

Tiempo de transmisión de tramas_{un sentido} = RxTimef – TxTimeStampf

8.2.2 ETH-DM con un solo extremo

Un MEP envía tramas con información ETH-DM de petición al MEP par y recibe de él tramas con información ETH-DM de respuesta para calcular el tiempo de transmisión en los dos sentidos, así como la variación de este tiempo de transmisión. Si el MEP par soporta dos sellos de tiempo RxTimeStampf y TxTimeStampb opcionales, también se pueden calcular los resultados de la medición del tiempo de transmisión de tramas en un sentido y la variación del tiempo de transmisión de tramas en un sentido a partir de la misma información de solicitud/respuesta ETH-DM.

NOTA – En lo que respecta a las mediciones en un sentido, si los relojes entre los dos MEP están sincronizados, es posible medir el tiempo de transmisión de tramas en un sentido. En caso contrario, sólo podrá medirse la variación del tiempo de transmisión de tramas en un sentido.

La PDU que se utiliza para las tramas ETH-DM de petición es DMM, como se describe en la cláusula 9.15. La PDU que se utiliza para las tramas ETH-DM de respuesta es DMR, como se describe en la cláusula 9.16. Las tramas que transportan la PDU DMM se conocen como tramas DMM. Las tramas que transportan la PDU DMR se conocen como tramas DMR. Pueden utilizarse los mismos formatos de trama DMM y DMR para la ETH-DM con un solo extremo proactiva y por demanda. La diferencia entre tramas DMM/DMR proactivas y tramas DMM/DMR por demanda reside en el valor de un campo bandera en las tramas DMM/DMR.

NOTA – en anteriores revisiones de esta Recomendación, la ETH-DM con un solo extremo se denominaba ETH-DM en los dos sentidos.

8.2.2.1 Transmisión de tramas DMM

Cuando está configurado para la ETH-DM con un solo extremo, un MEP transmite periódicamente tramas DMM con el valor TxTimeStampf. Opcionalmente, un MEP puede utilizar un TLV ID de prueba y/o un TLV datos. Los MEP utilizan TLV ID de prueba, con un ID de prueba que se emplea para realizar múltiples pruebas simultáneamente, cuando están configurados para ello. Los MEP utilizan TLV datos cuando están configurados para medir el tiempo de transmisión y la variación del tiempo de transmisión de tramas con distintos tamaños.

8.2.2.2 Recepción de tramas DMM y transmisión de tramas DMR

Al recibir una trama DMM válida, el MEP produce una trama DMR y la transmite al MEP de inicio. Una trama DMM es válida si tiene el nivel de MEG válido y si su dirección MAC de destino coincide con la dirección MAC del MEP respondedor o la dirección MAC clase 1 de multidifusión. Todos los campos de la trama DMM se copian en la trama DMR, excepto:

- La dirección MAC de origen se copia en la dirección MAC de destino y la dirección MAC de origen se llena con la dirección MAC del MEP.
- El código OpCode DMM es reemplazado por DMR.

NOTA – Se pueden añadir (es facultativo) otros dos intervalos de tiempo en la trama DMR para tener en cuenta el tiempo de procesamiento en el MEP respondedor: RxTimeStampf (intervalo de tiempo de recepción de la trama DMM) y TxTimeStampb (intervalo de tiempo de transmisión de la trama DMR).

8.2.2.3 Recepción de tramas DMR

Al recibir una trama DMR, el MEP utiliza los siguientes valores para calcular el tiempo de transmisión de tramas en los dos sentidos. El resultado permite establecer la variación del tiempo de transmisión en los dos sentidos:

- Valor TxTimeStampf en la trama DMR.
- RxTimeb – hora de recepción de la trama DMR.

$$\text{Tiempo de transmisión de tramas}_{\text{dos sentidos}} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

Si se incluyen los dos intervalos facultativos en la trama DMR (valores diferentes de cero en los campos RxTimeStampf y TxTimeStampb), la expresión del tiempo de transmisión es:

$$\text{Tiempo de transmisión de tramas}_{\text{dos sentidos}} = (\text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}) - (\text{TxTimeStampb} - \text{RxTimeStampf})$$

$$\text{Tiempo de transmisión de tramas}_{\text{un sentido_distante}} = \text{RxTimeStampf} - \text{TxTimeStampf}$$

$$\text{Tiempo de transmisión de tramas}_{\text{un sentido_cercano}} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampb}$$

8.3 Medición del caudal

Conforme a [b- IETF RFC 2544], el caudal se mide enviando tramas a una velocidad cada vez mayor (hasta el máximo teórico), determinando el porcentaje de tramas recibidas y señalando la velocidad en que empiezan a perderse tramas. Esta velocidad depende generalmente del tamaño de las tramas.

Los mecanismos especificados en esta Recomendación también permiten medir el caudal: ETH-LB unidifusión (por ejemplo, tramas LBM y LBR con el campo de datos) y ETH-Test (por ejemplo, tramas TST con el campo de datos). Un MEP puede introducir tramas TST o LBM conformes a la configuración, tamaño, modelo, etc., a una determinada velocidad y hacer medidas en un sentido o en los dos sentidos.

8.4 Medida de pérdida sintética (ETH-SLM)

La medida de pérdida sintética es un mecanismo para medir la pérdida de tramas utilizando tramas sintéticas en lugar de tráfico de datos. Se envían y reciben una serie de tramas sintéticas y de ahí se calcula el número de tramas perdidas. Puede considerarse que se trata de una muestra estadística y utilizar ese dato para evaluar aproximadamente la relación de pérdida de tramas del tráfico de datos.

ETH-SLM consulta los contadores para llevar la cuenta de las tramas sintéticas transmitidas y recibidas entre una serie de MEP.

ETH-SLM se utiliza para realizar pruebas proactivas o por demanda enviando un número finito de tramas con información ETH-SLM a uno o varios MEP pares y, del mismo modo, recibiendo tramas con información ETH-SLM de los MEP pares. A continuación, cada MEP procede a la medición de la pérdida de tramas, que aumenta el tiempo de indisponibilidad. Dado que un servicio bidireccional se considera indisponible si uno de los dos sentidos se declara indisponible, ETH-SLM debe facilitar que cada MEP mida la pérdida de tramas sintéticas en el extremo cercano y en el extremo lejano.

Los MEP consultan los siguientes contadores locales para cada ID de prueba y para cada MEP par supervisado en el ME donde se realizan las mediciones de pérdidas:

- TxFCI: número de tramas sintéticas transmitidas hacia el MEP par, parte de un ID de prueba dado. El MEP de inicio incrementa este número para la transmisión sucesiva de tramas sintéticas con información de petición ETH-SLM, mientras que los MEP respondedores lo incrementan para la transmisión sucesiva de tramas sintéticas con información de respuesta ETH-SLM.
- RxFCI: número de tramas sintéticas recibidas del MEP par y parte de un ID de prueba dado. El MEP de inicio incrementa este número para la recepción sucesiva de tramas sintéticas con información de respuesta ETH-SLM, mientras que el MEP respondedor lo incrementa para la sucesiva recepción de tramas sintéticas con información de petición ETH-SLM.

El método de medición de pérdidas prevé una serie de tramas con valores crecientes de TxFCI con información ETH-SLM, como se indica en las cláusulas 8.4.1 y 8.4.2.

NOTA 1 – No se requiere la sincronización del valor ID de prueba entre los MEP de inicio y respondedores, pues el ID de prueba se configura en el MEP de inicio y los MEP respondedores utilizan el ID de prueba que reciben de los MEP de inicio. La atribución y la liberación de los recursos de contadores locales para cada ID de prueba en los MEP respondedores quedan fuera del alcance de esta Recomendación.

Un MEP necesita la siguiente información de configuración específica para soportar la función ETH-SLM:

- Nivel del MEG – el nivel en que se encuentra el MEP.
- Datos – elemento de datos opcional cuya longitud puede configurarse en el MEP. Se incluye en la trama SLM el elemento de datos opcional para soportar la posibilidad de configuración del tamaño de trama SLM.
- Dirección MAC de destino – identifica el MEP par de destino.
- ID de prueba – se utiliza para distinguir unas medidas SL de otras, pues es posible realizar múltiples medidas simultáneamente, también en un par CoS y MEP determinado. Debe ser exclusivo, por lo menos en el contexto de la medida SL para el MEG y el MEP de inicio.
- Prioridad – identifica la prioridad de las tramas que contienen información ETH-SLM. Esta información puede configurarse en función de la operación.

- Posibilidad de supresión – la opción de todas las tramas que contienen información ETH-SLM es no permitir la supresión. Esta información no se configura necesariamente.

Como el MIP es transparente a las tramas con información ETH-SLM, no es necesaria ninguna información de configuración para soportar la función ETH-LM.

NOTA 2 – Al ser una técnica de muestreo, ETH-SLM es inevitablemente menos precisa que la contabilización de tramas de servicio. Además, la precisión depende del número de tramas SLM utilizadas o del periodo de transmisión de tramas SLM. El número de tramas SLM o el periodo de transmisión de tramas SLM queda fuera del alcance de esta Recomendación, pero se presentan algunos ejemplos de precisión a título informativo en el Apéndice VI.

8.4.1 ETH-SLM con un solo extremo

La función ETH-SLM se utiliza para la OAM proactiva o por demanda. Esta función lleva a cabo mediciones de pérdida sintética en conexiones ETH punto a punto o en conectividad ETH multipunto. Permite a un MEP iniciar y dar cuenta de las mediciones de pérdida en el extremo distante y el extremo cercano en asociación con uno o varios MEP pares del mismo MEG.

La selección del modo proactivo o por demanda depende de la función de gestión que inicia la prueba, aunque se trata de información local y no se tiene que transportar en la PDU.

Para el funcionamiento con un solo extremo, el MEP envía tramas con información de petición ETH-SLM a su(s) MEP par(es) y recibe tramas con información de respuesta ETH-SLM de esos MEP a fin de realizar la medición de pérdida sintética.

La PDU utilizada para la petición ETH-SLM con un solo extremo es SLM, como se describe en la cláusula 9.22. La PDU utilizada para la respuesta ETH-SLM con un solo extremo es SLR, como se describe en la cláusula 9.23. Las tramas que transportan la PDU SLM se denominan tramas SLM. Las tramas que transportan la PDU SLR se denominan tramas SLR.

8.4.1.1 Transmisión de SLM

Un MEP transmite periódicamente tramas SLM con los siguientes elementos de información:

- ID de prueba: el ID de prueba es un valor que contiene un número configurado por el MEP y que se utiliza para llevar a cabo múltiples pruebas simultáneamente.
- ID MEP de origen: el ID MEP de origen es la identidad del MEP en el MEG.
- TxFCf: es el valor del contador local TxFCI en el momento de transmisión de las tramas SLM.
- TxFCb: siempre se pone a cero. Reservado para la transmisión SLR.

8.4.1.2 Recepción de SLM y transmisión de SLR

Cuando un MEP recibe una trama SLM válida, se genera y transmite una trama SLR al MEP de inicio. Una trama SLM se considera válida cuando tiene un nivel MEG válido y una dirección MAC de destino igual a la dirección MAC del MEP respondedor o a una dirección MAC clase 1 de multidifusión. Todos los campos de la trama SLM se copian en la trama SLR con las siguientes excepciones:

- la dirección MAC de origen se copia en la dirección MAC de destino y la dirección MAC de origen se rellena con la dirección MAC del MEP;
- se cambia el OpCode de SLM a SLR;
- ID MEP respondedor: identidad del MEP en el MEG;
- TxFCb: valor del contador local RxFCI en el momento de transmisión de las tramas SLR.

Téngase en cuenta que, cada vez que se genera una trama SLM, se genera una trama SLR. RxFCI en el respondedor equivale al número de tramas SLM recibidas y también al número de tramas SLR enviadas. Dicho de otro modo, en el respondedor, RxFCI=TxFCI.

8.4.1.3 Recepción de SLR

Tras la transmisión de una trama SLM (con un determinado valor de TxFCf), un MEP esperará recibir la correspondiente trama SLR (con el mismo valor de TxTCf) de su MEP par. En el modo por demanda, las tramas SLR recibidas más de 5s después de la instrucción que pone fin a la medición SL deben descartarse, como se especifica en [UIT-T G.8021].

Con la información contenida en las tramas SLR, el MEP determina la pérdida de tramas durante el periodo de medición dado. El periodo de medición es el intervalo durante el cual el número de tramas SLM transmitidas se ajusta estadísticamente para realizar la medición con una precisión dada. (Véase el Apéndice VI.) Los MEP utilizan los siguientes valores para determinar la pérdida de tramas en el extremo cercano y en el extremo lejano durante el periodo de medición:

- Valores de TxFCf y TxFCb de la última trama SLR recibida y RxFCI del contador local al final del periodo de medición. Estos valores se representan como TxFCf[t_c], TxFCb[t_c] y RxFCI[t_c], siendo t_c el momento en que termina el periodo de medición.
- Valores de TxFCf y TxFCb de la trama SLR de la primera trama SLR recibida tras el inicio de la prueba y RxFCI del Contador local al inicio del periodo de medición. Estos valores se representan como TxFCf[t_p], TxFCb[t_p] y RxFCI[t_p], siendo t_p el momento de inicio del periodo de medición.

$$\text{Pérdida de tramas}_{\text{extremo-lejano}} = | \text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p] | - | \text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p] |$$

$$\text{Pérdida de tramas}_{\text{extremo-cercano}} = | \text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p] | - | \text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p] |$$

NOTA – Si hay SLM al final del periodo de medición para las cuales no se han recibido las SLR correspondientes antes de que expire el periodo (es decir, SLM con números de secuencia posteriores al número de secuencia de la última SLR recibida), no se podrá determinar si se perdieron en sentido del extremo cercano o en sentido del extremo lejano.

8.4.2 ETH-SLM con dos extremos

ETH-SLM con dos extremos puede utilizarse para la OAM proactiva o por demanda y lleva a cabo las mediciones de pérdida aplicables con conexión ETH punto a punto o conectividad ETH multipunto. Permite a un MEP del MEG enviar periódicamente tramas con dos extremos con información ETH-SLM a su(s) MEP par(es) para facilitar la medición de pérdida de tramas en los MEP pares. El MEP receptor termina las tramas con dos extremos y realiza las mediciones de pérdida en el extremo cercano.

La función de gestión que inicia la prueba selecciona el modo proactivo o por demanda. No obstante, se trata de información local que no es necesario transportar en la PDU.

ETH-SLM con dos extremos es adecuada cuando es necesaria y práctica a la hora de medir la FLR unidireccional desde todos y cada uno de los MEP hacia sus MEP pares (por ejemplo, medición de todo a todo).

La PDU utilizada para la información ETH-SLM con dos extremos es 1SL, como se describe en la cláusula 9.24. Las tramas que transportan la PDU 1SL se denominan tramas 1SL.

8.4.2.1 Transmisión de 1SL

Cuando están configurados para el funcionamiento con dos extremos, los MEP transmiten periódicamente tramas 1SL con los siguientes elementos de información:

- ID de prueba: es el valor que contiene un número configurado por el MEP y que se utiliza para realizar múltiples pruebas simultáneamente.
- ID MEP de origen: es la identidad del MEP en el MEG.
- TxFCf: es el valor del Contador local TxFCI en el momento de transmisión de las tramas 1SL.

La PDU 1SL se transmite con un valor de periodo igual al periodo de transmisión de 1SL configurado para la aplicación se comprobación de la calidad de funcionamiento en el MEP transmisor.

8.4.2.2 Recepción de 1SL

Cuando están configurados para realizar mediciones de pérdida sintética en un sentido, los MEP, al recibir una trama 1SL válida, utilizan los siguientes valores para realizar la medición de pérdida de tramas en un sentido. Se considera que una trama 1SL es válida cuando tiene un nivel MEG válido y una dirección MAC de destino igual a la dirección MAC del MEP receptor o una dirección MAC Clase 1 de multidifusión.

Cuando reciba una trama 1SL válida con un determinado valor **TxFcF**, el MEP esperará recibir la trama 1SL posterior (valor **TxFcF** incrementado en uno).

Para un determinado periodo de medición, los MEP utilizan los siguientes valores para determinar la pérdida de tramas en el extremo cercano correspondiente a ese periodo:

- Valor **TxFcF** de la última trama 1SL recibida y **RxFcI** de Contador local al final del periodo de medición. Estos valores se representan como **TxFcF[t_c]** y **RxFcI[t_c]**, siendo t_c el momento en que termina el periodo de medición.
 - Valor **TxFcF** de la trama 1SL de la primera 1SL recibida tras el inicio de la prueba y **RxFcI** de Contador local al inicio del periodo de medición. Estos valores se representan como **TxFcF[t_p]** y **RxFcI[t_p]**, siendo t_p el momento en que se inicia el periodo de medición.
- $$\text{Pérdida de tramas}_{\text{extremo-cercano}} = | \text{TxFcF}[t_c] - \text{TxFcF}[t_p] | - | \text{RxFcI}[t_c] - \text{RxFcI}[t_p] |$$

9 Tipos de PDU para OAM

En esta cláusula se especifican los elementos de información y los formatos para distintos tipos de PDU que satisfacen las condiciones de las funciones OAM descritas en las cláusulas 7 y 8.

NOTA – Cuando los valores de campos de PDU para OAM son fijos, aparecen entre paréntesis en los siguientes formatos de estas PDU.

9.1 Elementos de información comunes en procedimientos OAM

En esta Recomendación se identifican algunos elementos de información que son comunes a las PDU para OAM:

- Nivel de MEG: el nivel de MEG es un campo de tres bits. Contiene un valor entero que identifica el nivel de MEG de la PDU para OAM. Es un valor entre 0 y 7.
- Versión: la versión es un campo de cinco bits. Contiene un valor entero que identifica la versión de protocolo OAM. En la cláusula 11 se detallan la validación y definición de la versión PDU OAM en este campo.
- OpCode: OpCode es un campo de un octeto. Contiene un código de operación (OpCode) que identifica el tipo de PDU para OAM. El OpCode se utiliza para identificar el resto del contenido de una PDU para OAM. Los valores de este campo de información se indican en el Cuadro 9-1.
- Banderas (Flags): Banderas es un campo de ocho bits. La utilización de los bits de este campo depende del tipo de PDU para OAM.
- Intervalo al código TLV: Intervalo al código TLV es un campo de un octeto. Indica la distancia entre este campo y el primer código TLV en una PDU para OAM. El valor de este campo es propio del tipo de PDU para OAM. Un valor 0 indica el octeto que sigue a este campo.

Hay otros elementos de información que no aparecen en las PDU para OAM, pero son transportados por tramas que contienen las PDU para OAM:

- Prioridad: identifica la prioridad de la trama OAM considerada.
- Posibilidad de supresión – indica la opción de supresión de una trama OAM.

Cuadro 9-1 – Los valores del código OpCode

Valor OpCode	Tipo de PDU para OAM	OpCode para MEP o MIP
OpCodes comunes con IEEE 802.1		
1	CCM	MEP
3	LBM	MEP y MIP (verificación de conectividad)
2	LBR	MEP y MIP (verificación de conectividad)
5	LTM	MEP y MIP
4	LTR	MEP y MIP
0, 6-31, 64-255	Reservado (nota 1)	
OpCodes específicos de esta Recomendación		
32	GNM (Nota 4)	MEP
33	AIS	MEP
35	LCK	MEP
37	TST	MEP
39	APS lineal	Véase [UIT-T G.8031]
40	APS anular	Véase [UIT-T G.8032]
41	MCC	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
53	1SL	MEP
55	SLM	MEP
54	SLR	MEP
34, 36, 38, 44, 60-63	Reservado (Nota 2)	
56-59	Reservado (Nota 3)	
<p>NOTA 1 – Reservado para definición por IEEE 802.1.</p> <p>NOTA 2 – Reservado para futura normalización por el UIT-T.</p> <p>NOTA 3 – Reservado para definición por MEF. La definición queda fuera del alcance de esta Recomendación.</p> <p>NOTA 4 – El tipo PDU mensaje de notificación genérico (GNM) se utiliza para transportar otras PDU OAM utilizando los SubOpCode del Cuadro 9-1a</p>		

9.1.1 Formato común de las PDU para OAM

En la Figura 9.1-1 se representa el formato común utilizado en todas las PDU para OAM.

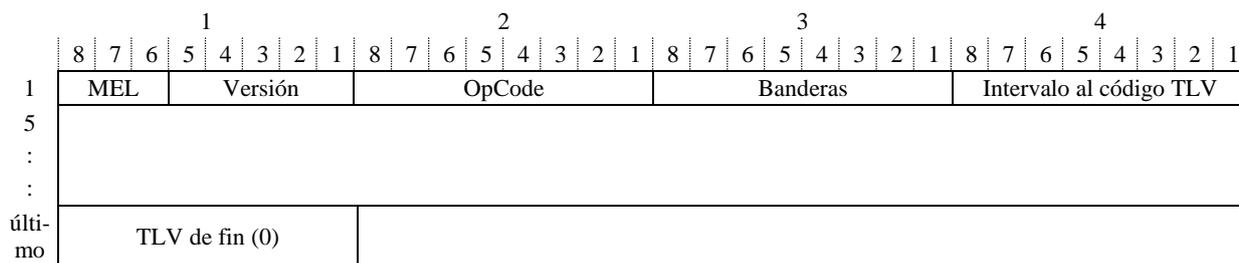


Figura 9.1-1 – Formato común de las PDU para OAM

Cuando se utiliza el OpCode 32 (GNM), hay un campo SubOpCode de un byte adicional después del campo Intervalo al código TLV. En el Cuadro 9-1a se muestran los valores del código SubOpCode.

Cuadro 9-1a – Valores del código SubOpCode

Valor de SubOpCode	Tipo de PDU OAM
1	BNM
0, 2-255	Reservado (Nota)
NOTA – Reservado para su futura normalización por el UIT-T.	

En la Figura 9.1-2 se representa el formato general de los códigos TLV. Los valores de tipo se especifican en el Cuadro 9-2.

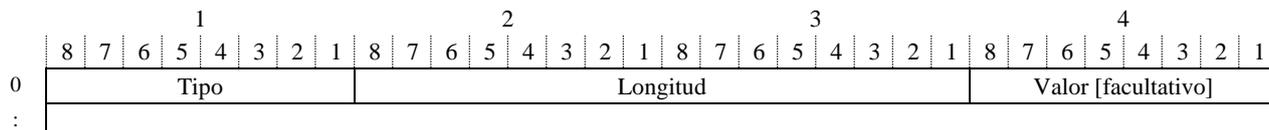


Figura 9.1-2 – Formato genérico de códigos TLV

NOTA – En un TLV de fin, Tipo = 0 y no se utilizan los campos de Longitud y Valor.

Cuadro 9-2 – Valores de tipo

Valor de tipo	Nombre del TLV
Tipos comunes con IEEE 802.1	
0	TLV de fin
3	TLV de datos
5	TLV entrada de respuesta
6	TLV salida de respuesta
7	TLV identificador salida LTM
8	TLV identificador salida LTR
2, 4, 9-31, 64-255	Reservado (nota 1)
Tipos específicos de esta Recomendación	
32	TLV de prueba
33-35	Reservado (nota 2)
36	TLV ID de prueba
37, 38	Reservado (Nota 3)
39-63	Reservado (Nota 4)
NOTA 1 – Reservado para definición por el IEEE 802.1. NOTA 2 – Reservado para definición por [UIT-T G.8113.1]. NOTA 3 – Reservado para definición por MEF. La definición queda fuera del alcance de esta Recomendación. NOTA 4 – Reservado para futura normalización por el UIT-T	

9.2 PDU para la trama CCM

La trama CCM se utiliza para soportar la función ETH-CC, como se describe en la cláusula 7.1, la función ETH-RDI, como se describe en la cláusula 7.5 y la función ETH-LM de dos extremos, como se describe en la cláusula 8.1.1.

9.2.1 Elementos de información de las tramas CCM

Los elementos de información transportados en CCM para soportar la función ETH-CC son:

- **Periodo:** el periodo es un elemento de información de 3 bits, que son los tres bits menos significativos del campo Banderas. Contiene el valor del periodo de transmisión CCM configurado en la fuente CCM. En el Cuadro 9-3 se indican los periodos CCM.
- **ID de MEG:** el ID de MEG es un campo de 48 octetos que contiene el identificador del MEG al que pertenece el MEP que transmite la trama CCM. Véase el Anexo A.
- **ID del MEP:** el ID del MEP es un campo de 2 octetos en que los 13 bits menos significativos se utilizan para identificar el MEP que transmite la trama CCM. El ID del MEP es un valor único en el MEG.

Los elementos de información transportados en CCM para soportar la función ETH-RDI son:

- **RDI:** RDI es un elemento de información de 1 bit, el bit más significativo del campo Banderas. Si el bit RDI es 1, el MEP transmisor indica la detección de un defecto. Cuando el bit RDI es 0, el MEP transmisor no indica los defectos.

Los elementos de información transportados en CCM para soportar la función ETH-LM de dos extremos son:

- TxFCf: TxFCf es un campo de 4 octetos que transporta el valor del contador de tramas de datos conformes a las especificaciones, transmitidas por un MEP hacia el MEP par al transmitir la trama CCM.
- RxFCb: RxFCb es un campo de 4 octetos que transporta el valor del contador de tramas de datos conformes a las especificaciones, recibidas por un MEP del MEP par al recibir la última trama CCM de ese MEP.
- TxFCb: TxFCb es un campo de 4 octetos que transporta el valor del campo TxFCf en la última trama CCM recibida por el MEP del MEP par.

9.2.2 Formato de la PDU para CCM

En la Figura 9.2-1 se representa el formato de la PDU para CCM utilizado por un MEP para transmitir información CCM.

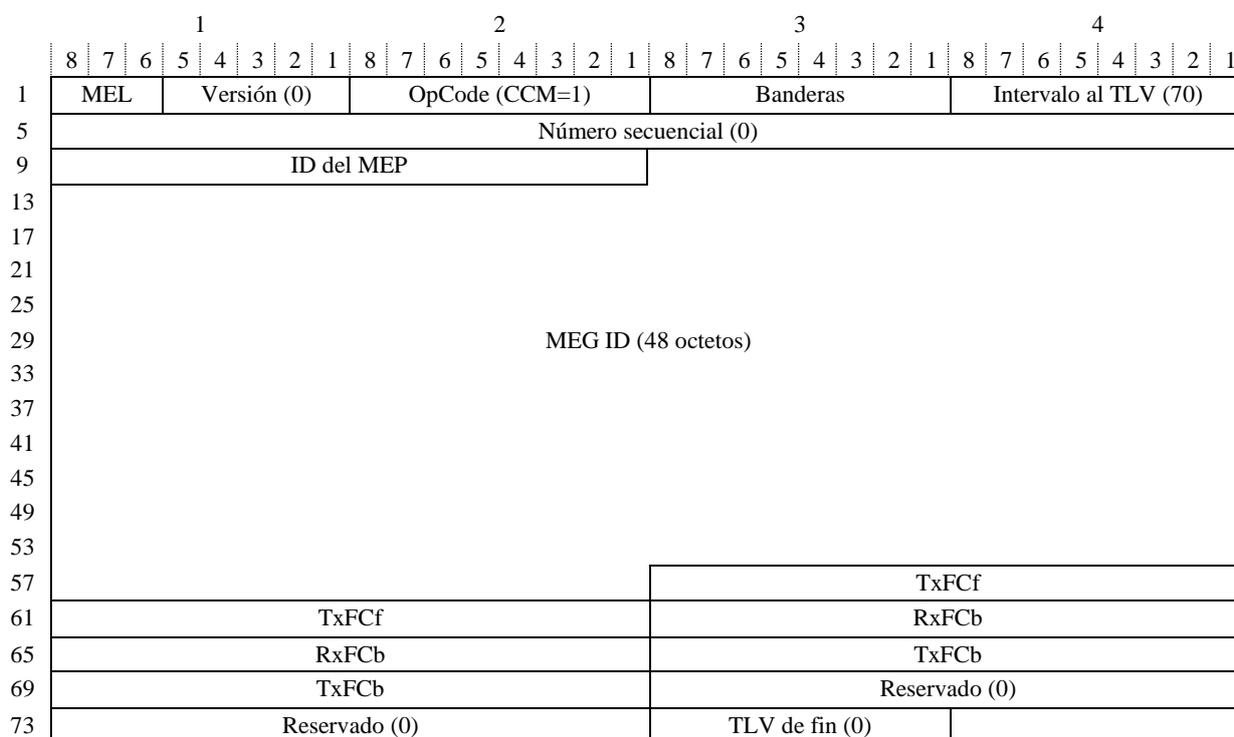


Figura 9.2-1 – Formato de la PDU para CCM

El formato de la PDU para CCM tiene los siguientes campos:

- Nivel del MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la versión actual de esta Recomendación.
- OpCode: el valor de este tipo de PDU es CCM (1).
- Banderas: dos elementos de información en el campo Banderas de la PDU para CCM: RDI y Periodo:

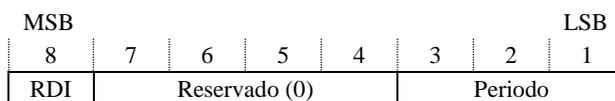


Figura 9.2-2 – Formato de banderas en la PDU para CCM

- RDI: el bit 8 se pone a 1 para indicar RDI (en otros casos se pone a 0).
- Periodo: los bits 3 a 1 indican el periodo de transmisión con el código del Cuadro 9-3.

Cuadro 9-3 – Valores de periodo en CCM

Banderas[3:1]	Valor Periodo	Comentarios
000	Valor no válido	Valor no válido en PDU CCM
001	3,33 ms	300 tramas por segundo
010	10 ms	100 tramas por segundo
011	100 ms	10 tramas por segundo
100	1 s	1 trama por segundo
101	10 s	6 tramas por minuto
110	1 min	1 trama por minuto
111	10 min	6 tramas por hora

- Intervalo al TLV: el valor es 70.
- Número secuencial: el valor de este campo es todo CEROS para esta Recomendación.
- ID del MEP: un valor entero de 13 bits que identifica el MEP transmisor en el MEG. Los tres bits más significativos (MSB) del primer octeto no se utilizan y se ponen a CERO:

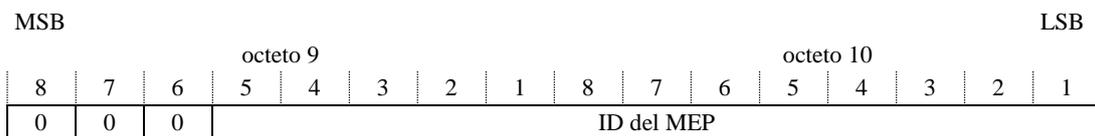


Figura 9.2-3 – Formato del ID del MEP en la PDU para CCM

- ID de MEG: campo de 48 octetos: Véase el formato utilizado para el campo ID de MEG en el anexo A.
- TxFCf, TxFCb, RxFCb: Valores enteros de 4 octetos con muestras de los contadores de tramas cíclicos, conforme a la cláusula 9.2.1. Estos campos se ponen todo a CEROS cuando no se utilizan.
- Reservado: Los campos reservados se ponen todo a CEROS.
- TLV de fin: Valor de un octeto todo a CEROS.

9.3 PDU para la trama LBM

La trama LBM se utiliza para soportar una petición ETH-LB, como se describe en 7.2.

9.3.1 Elementos de información de LBM

Los elementos de información de una trama LBM son:

- ID de transacción/número secuencial: el ID de transacción/número secuencial es un campo de 4 octetos que contiene este número para la trama LBM. La norma de procedimiento es que el receptor copia el ID de transacción/número secuencial en la PDU para LBR, conforme a la cláusula 9.4.
- Datos/modelo de prueba: el campo Datos es facultativo y su longitud y contenido están determinados por el MEP transmisor. El contenido del campo Datos puede ser un modelo de prueba con un total de control adicional (facultativo). El modelo de prueba puede ser una secuencia pseudoaleatoria de bits (PRBS) ($2^{31}-1$) conforme a la cláusula 5.8 de [UIT-T O.150], una serie todo '0', etc.

9.3.2 Formato de la PDU para LBM

En la Figura 9.3-1 se representa el formato de la PDU para LBM, que un MEP utiliza para transmitir información LBM.

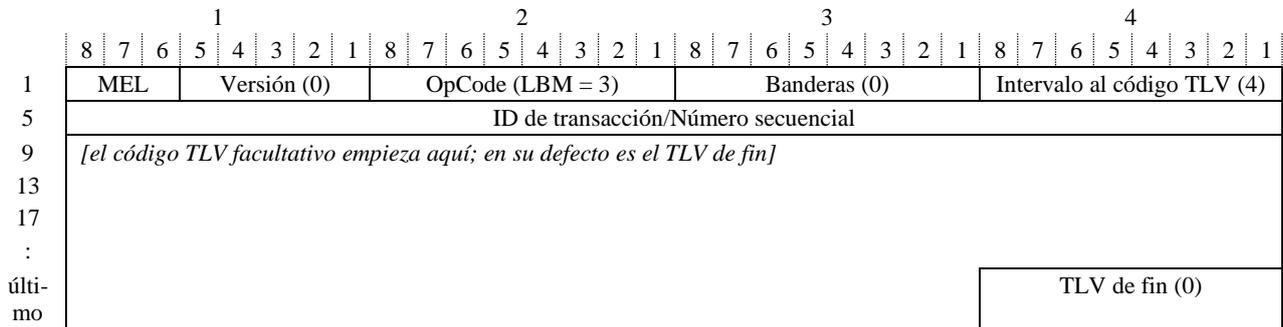


Figura 9.3-1 – Formato de la PDU para LBM

Campos del formato de la PDU para LBM:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es LBM (3).
- Banderas: se pone todo a CEROS.

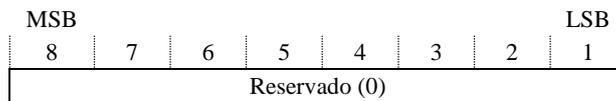


Figura 9.3-2 – Formato de banderas en la PDU para LBM

- Intervalo al código TLV: se pone a 4.
- ID de transacción/número secuencial: valor de 4 octetos que contiene el número de transacción de la PDU para LBM sin modelo de prueba, o un número secuencial que aumenta en las sucesivas PDU para LBM con un modelo de prueba.
- TLV facultativo: en su caso, es un código TLV de datos o de prueba conforme a las Figuras 9.3-3 ó 9.3-4 respectivamente.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

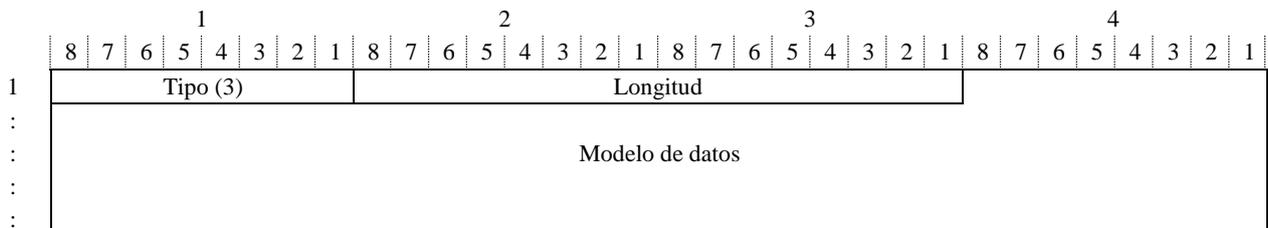


Figura 9.3-3 – Formato del código TLV de datos

Campos del formato del código TLV de datos:

- Tipo: indica el tipo de TLV; el valor para este tipo de TLV es Datos (3).
- Longitud: indica el tamaño en octetos del campo de valor que contiene el modelo de prueba. En una trama cuya PDU está limitada a 1 492 octetos, el valor de longitud máximo es 1 480 (porque son necesarios 12 bytes para 8 octetos de tara de la PDU para LBM, 3 octetos de tara del código TLV de datos, y 1 octeto para el TLV de fin). Si hay otros TLV en la trama LBM, la longitud máxima de 1 480 se reduce consiguientemente.
- Modelo de datos: un modelo de bits arbitrario de n-octetos (n = longitud). El receptor no debería tener en cuenta este campo.

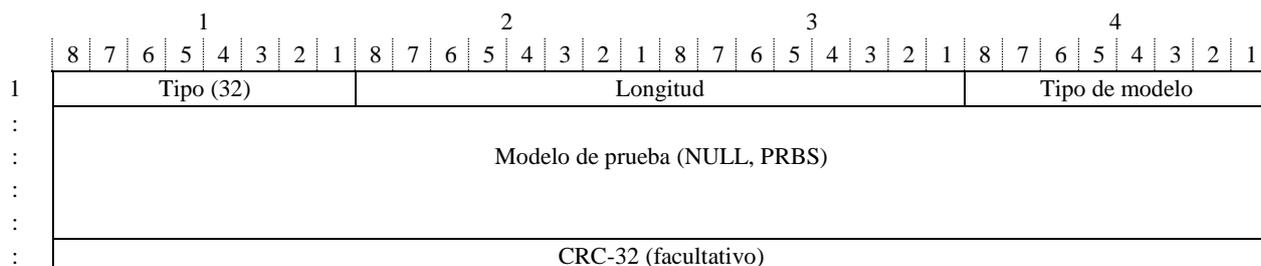


Figura 9.3-4 – Formato del código TLV de prueba

Campos del formato del código TLV de prueba:

- Tipo: indica el tipo de TLV; el valor para este tipo de TLV es Prueba (32).
- Longitud: indica el tamaño en octetos del campo de valor que contiene el tipo modelo, modelo de prueba y CRC-32. En una trama cuya PDU está limitada a 1 492 octetos, el valor de longitud máximo es 1 480 (porque son necesarios 12 bytes para 8 octetos de tara de la PDU para LBM, 3 octetos de tara del código TLV de prueba, y 1 octeto para el TLV de fin). Si hay otros TLV en la trama LBM, la longitud máxima de 1 480 se reduce consiguientemente. (Como se utiliza un Byte para Tipo de modelo, hay 1 479 bytes disponibles para el Modelo de prueba).
- Tipo de modelo: indica el tipo de modelo de prueba con uno de los siguientes valores:
 - 0 'Señal nula sin CRC-32'
 - 1 'Señal nula con CRC-32'
 - 2 'PRBS $2^{31}-1$ sin CRC-32'
 - 3 'PRBS $2^{31}-1$ con CRC-32'
 - 4-255 Reservado para futura normalización
- Modelo de prueba: un modelo de bits de n-octetos ($n \leq$ longitud): PRBS $2^{31}-1$ o Nulo (todo ceros).
- CRC-32: vale para todos los campos (desde Tipo hasta el último octeto que precede a CRC-32)

9.4 PDU para la trama LBR

La trama LBR se utiliza para soportar la respuesta ETH-LB, como se describe en la cláusula 7.2.

9.4.1 Elementos de información de LBR

Los elementos de información de la trama LBR son:

- ID de transacción/número secuencial: el ID de transacción/número secuencial es un campo de 4 octetos que se copia del campo ID de transacción/número secuencial de la trama LBM.

- Datos: el campo Datos se copia del campo del mismo nombre de la trama LBM.

9.4.2 Formato de la PDU para LBR

En la Figura 9.4-1 se representa el formato de la PDU para LBR, que un MEP o un MIP utiliza para transmitir información LBR.

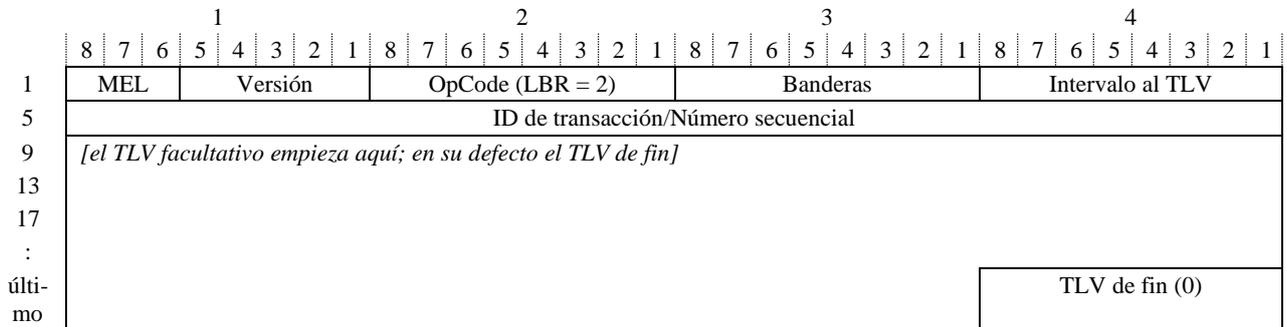


Figura 9.4-1 – Formato de la PDU para LBR

Campos del formato de la PDU para LBR:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits cuyo valor se copia de la PDU para LBM recibida.
- Versión: campo de 5 bits cuyo valor se copia de la PDU para LBM.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es LBR (2).
- Banderas: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la PDU para LBM.
- Intervalo al TLV: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la PDU para LBM.
- ID de transacción/número secuencial: campo de 4 octetos cuyo valor se copia de la PDU para LBM.
- TLV facultativo: se copia de la PDU para LBM, en su caso.
- TLV de fin: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la PDU para LBM.

9.5 PDU para la trama LTM

La trama LTM se utiliza para soportar la petición ETH-LT, como se describe en la cláusula 7.3.

9.5.1 Elementos de información de la trama LTM

Los elementos de información de la trama LTM son:

- ID de transacción: el ID de transacción es un campo de 4 octetos que contiene este número para la trama LTM. La norma de procedimiento es que el receptor copia el ID de transacción en la PDU para LTR, como se describe en la cláusula 9.6.
- TTL: TTL es un campo de 1 octeto que se utiliza para indicar si el receptor debe o no terminar una trama LTM. El MIP que recibe una trama LTM que tiene TTL = 1, esa LTM no se retransmite. El elemento de red que recibe una trama LTM resta uno del valor TTL y copia el resultado en el campo TTL de la PDU para LTR, como se describe en la cláusula 9.6, y también en la trama LTM que retransmite al siguiente salto.
- TargetMAC: TargetMAC es un campo de 6 octetos que se utiliza para transportar la dirección MAC del punto extremo de destino. Un MIP intermedio copia este campo en la trama LTM que retransmite al siguiente salto.

- OriginMAC: OriginMAC es un campo de 6 octetos que se utiliza para transportar la dirección MAC del MEP de origen. Un MIP intermedio copia este campo en la trama LTM que retransmite al siguiente salto.

9.5.2 Formato de la PDU para LTM

En la Figura 9.5-1 se representa el formato de la PDU para LTM que un MEP o un MIP utiliza para transmitir información LTM.

NOTA – Los MIP sólo transmiten información LTM en respuesta a la información LTM recibida.

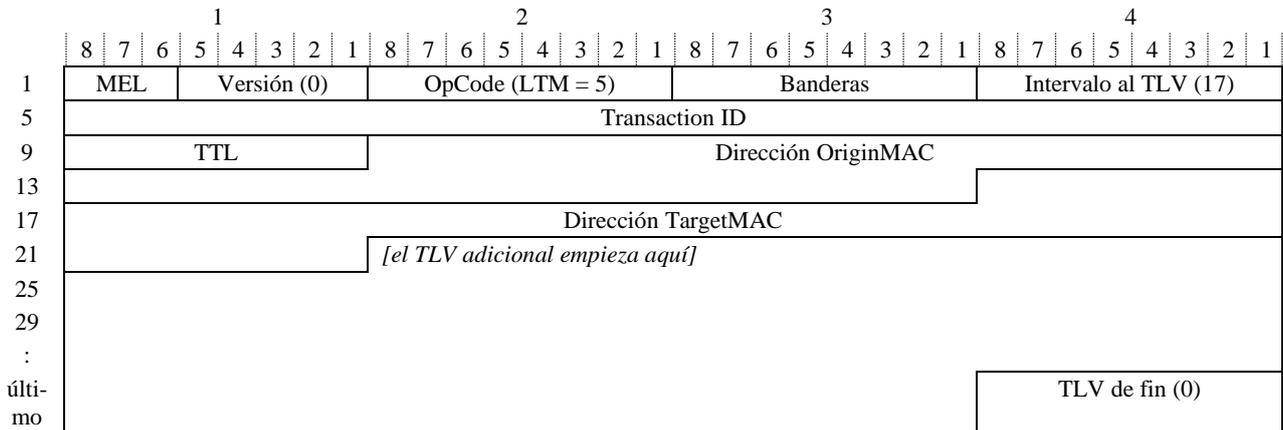


Figura 9.5-1 – Formato de la PDU para LTM

Campos del formato de la PDU para LTM:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor de este tipo de PDU es LTM (5).
- Banderas: el formato está representado en la Figura 9.5-2.

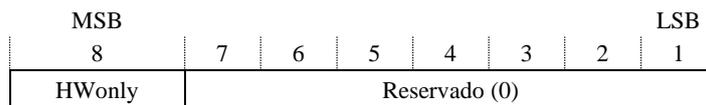


Figura 9.5-2 – Formato de banderas en la PDU para LTM

- HWonly: el bit 8 se pone a 1. El valor 1 indica que sólo deben utilizarse las direcciones MAC que aparecen en las tablas de retransmisión de datos activas del puente, para retransmitir la trama LTM al siguiente salto. Al retransmitir una trama LTM recibida se copia HWonly del valor de la LTM entrante.
- Intervalo al TLV: se pone a 17.
- ID de transacción: valor de 4 octetos que contiene el ID de transacción de la PDU para LTM.
- TTL: campo de 1 octeto que se utiliza para transportar un valor TTL especificado en la cláusula 9.5.1.
- Dirección OriginMAC: la dirección OriginMAC de 6 octetos especificada en la cláusula 9.5.1.
- Dirección TargetMAC: la dirección TargetMAC de 6 octetos especificada en la cláusula 9.5.1.

- TLV adicional: TLV identificador salida LTM, como se especifica en la Figura 9.5-3.
- TLV de fin: valor de un octeto todo CEROS.

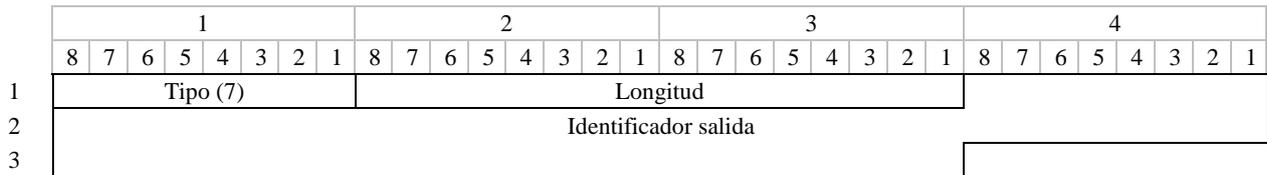


Figura 9.5-3 – Formato de TLV identificador salida LTM

El formato de TLV identificador salida LTM tiene los siguientes campos:

- Tipo: identifica el tipo de TLV; el valor de este tipo de TLV es identificador salida LTM (7).
- Longitud: identifica el tamaño, en bytes, del campo Valor que contiene el identificador salida. Se pone a 8.
- Identificador salida: identifica el MEP que inicia la trama LTM o el respondedor ETH-LT que remite la trama LTM modificada. Los bytes 4 y 5 son CEROS, mientras que los seis bytes restantes, 6-11, contienen una dirección MAC IEEE de 48 bits exclusiva del elemento de red en que residen el MEP o el respondedor ETH-LT.

9.6 PDU para la trama LTR

La trama LTR se utiliza para soportar la respuesta ETH-LT, como se describe en la cláusula 7.3.

9.6.1 Elementos de información de la trama LTR

Los elementos de información de la trama LTR son:

- ID de transacción: el identificador de transacción es un campo de 4 octetos que se copia del campo ID de transacción en LTM.
- TTL: TTL es un campo de 1 octeto que contiene el valor del mismo campo TTL de la trama LTM correspondiente a esta respuesta LTR, menos uno.

9.6.2 Formato de la PDU para LTR

En la Figura 9.6-1 se representa el formato de la PDU para LTR, que un MEP o un MIP utilizan para transmitir información LTR.

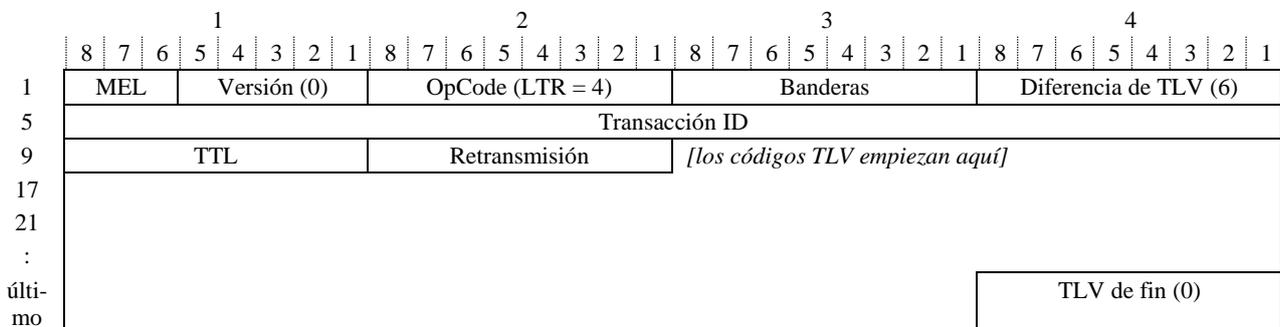


Figura 9.6-1 – Formato de la PDU para LTR

Campos del formato de la PDU para LTR:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits cuyo valor se copia de la PDU para la LTM recibida.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es LTR (4).
- Banderas: el formato es el que se muestra en la Figura 9.6-2.

MSB						LSB	
8	7	6	5	4	3	2	1
HWonly	FwdYes	TerminalMEP	Reservado (0)				

Figura 9.6-2 – Formato de Banderas en la PDU LTR

- HWonly: el bit 8 (HWonly) se copia del valor LTM entrante.
- FwdYes: el bit 7 se pone a 1 si la trama LTM modificada se ha reenviado o a 0 si no se han reenviado tramas LTM.
- TerminalMEP: el bit 6 se pone a 1 si el TLV salida respuesta (o el TLV entrada respuesta, si no hay TLV salida respuesta) es un MEP o a 0 en caso contrario.
- Intervalo al TLV: se pone a 6.
- ID de transacción: campo de 4 octetos cuyo valor se copia de la PDU para LTM.
- TTL: campo de 1 octeto igual al valor de la PDU para LTM menos uno.
- Retransmisión: campo de 1 octeto que indica cómo la trama de datos de interés para LTM se transmitirá por la entidad de retransmisión MAC al puerto puente de egreso, como se indica en la cláusula 21.9.5 de [IEEE 802.1Q]. El valor se define en el Cuadro 21-27 de [IEEE 802.1Q].
- Códigos TLV: TLV identificador salida LTR, TLV entrada de respuesta y/o salida de respuesta presentados en las Figuras 9.6-3, 9-6.4 y 9.6-5 respectivamente.
- TLV de fin: campo de 1 octeto todo CEROS.

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Tipo (8)								Longitud																							
2	Último identificador salida																															
3																																
4	Siguiete identificador salida																															
5																																

Figura 9.6-3 – Formato de TLV identificador salida LTR

El formato de TLV identificador salida LTR tiene los siguientes campos:

- Tipo: identifica el tipo de TLV; el valor para este tipo de TLV es identificador salida LTR (8).
- Longitud: identifica el tamaño, en bytes, del campo Valor que contiene el último identificador salida y el siguiente identificador salida. Se pone a 16.
- Último identificador salida: identifica el MEP que inicia, o el respondedor ETH-LT que retransmite, la trama LTM a la que responde esta trama LTR. Este campo es idéntico al identificador salida en el TLV identificador salida LTM de la trama LTM entrante.

- Siguiendo el identificador salida: identifica al respondedor ETH-LT que transmite esta trama LTR y que puede retransmitir una trama LTM modificada al siguiente salto. Si el bit FwdYes del campo Banderas es 0, el contenido de este campo es indefinido y el receptor de la trama LTR lo ignora. Cuando no es indefinido, los bytes 12 y 13 son CEROS, mientras que los seis bytes restantes, 14-19, contienen una dirección MAC IEEE de 48 bits exclusivo del elemento de red en que reside el respondedor ETH-LT.

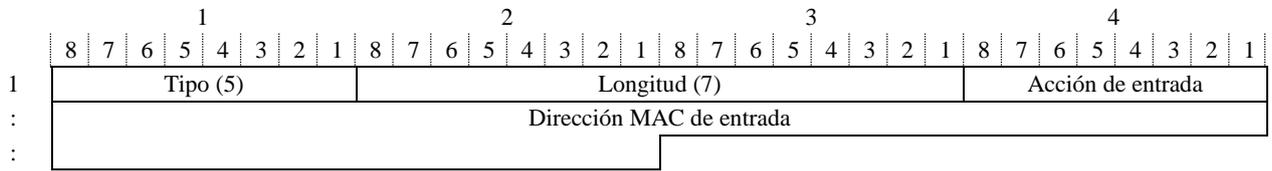


Figura 9.6-4 – Formato del código TLV de entrada de respuesta

Campos del formato del código TLV de entrada de respuesta:

- Tipo: indica el tipo de TLV; el tipo de este TLV es Entrada de respuesta (5).
- Longitud: indica el tamaño (octetos) del campo Valor. Se pone a 7.
- Acción de entrada: campo de un octeto reservado que será definido por IEEE 802.1.
- Dirección MAC de entrada: campo de 6 octetos reservado que será definido por IEEE 802.1.

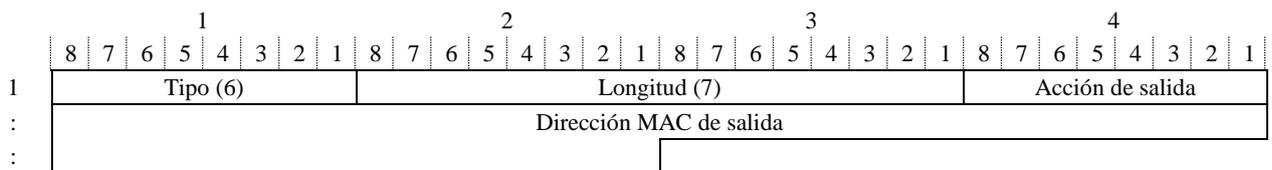


Figura 9.6-5 – Formato del código TLV de salida de respuesta

Campos del formato del código TLV de salida de respuesta:

- Tipo: indica el tipo de TLV; el tipo de este TLV es Salida de respuesta (6).
- Longitud: indica el tamaño (octetos) del campo Valor. Se pone a 7.
- Acción de salida: campo de un octeto reservado que será definido por IEEE 802.1.
- Dirección MAC de salida: campo de 6 octetos reservado que será definido por IEEE 802.1.

9.7 PDU para la trama AIS

La PDU para AIS se utiliza para soportar la función ETH-AIS, como se describe en la cláusula 7.4.

9.7.1 Elementos de información de la trama AIS

La trama AIS tiene el siguiente elemento de información:

- Periodo: es un elemento de información de 3 bits transportado en los tres bits menos significativos del campo Banderas. Especifica el valor de periodicidad de transmisión de tramas AIS. Los valores del elemento Periodo de AIS se indican en el Cuadro 9-4.

9.7.2 Formato de la PDU para AIS

En la Figura 9.7-1 se representa el formato de la PDU para la trama AIS, que un MEP utiliza para transmitir información AIS.

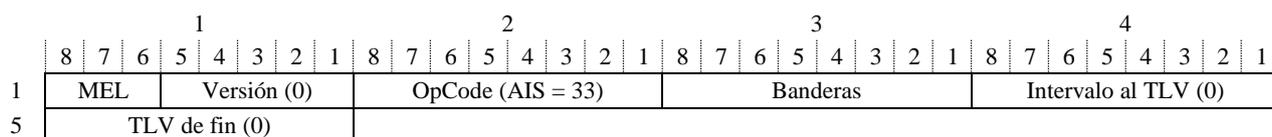


Figura 9.7-1 – Formato de la PDU para AIS

Campos del formato de la PDU para AIS:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits que especifica el nivel del MEG cliente.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es AIS (33).
- Banderas: el elemento de información del campo Banderas en la PDU para la trama AIS es Periodo:

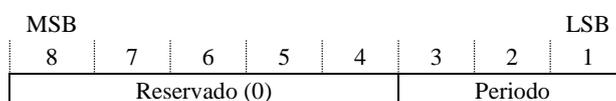


Figura 9.7-2 – Formato de banderas en la PDU para AIS

- Periodo: los bits 3 a 1 indican el periodo de transmisión con la codificación del Cuadro 9-4.

Cuadro 9-4 – Valores de periodos AIS/LCK

Banderas[3:1]	Valores de periodos	Comentarios
000-011	Valor no válido	Valor no válido para las PDU AIS/LCK
100	1 s	1 trama por segundo
101	Valor no válido	Valor no válido para las PDU AIS/LCK
110	1 min	1 trama por minuto
111	Valor no válido	Valor no válido para las PDU AIS/LCK

- **Intervalo al TLV:** se pone a 0.
- **TLV de fin:** campo de 1 octeto todo CEROS.

9.8 Trama LCK

La PDU para LCK se utiliza para soportar la función ETH-LCK, como se describe en la cláusula 7.6.

9.8.1 Elementos de información de la trama LCK

Los elementos de información transportados en la trama LCK son:

- **Periodo:** es un elemento de información de 3 bits transportado en los tres bits menos significativos del campo Banderas. Especifica el valor de periodicidad de transmisión de tramas LCK. Los valores del elemento Periodo de LCK se indican en el Cuadro 9-4.

9.8.2 Formato de la PDU para LCK

En la Figura 9.8-1 se representa el formato de la PDU para la trama LCK, que un MEP utiliza para transmitir información LCK.

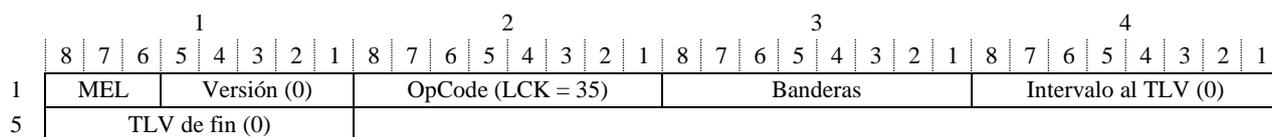


Figura 9.8-1 – Formato de la PDU para LCK

Campos del formato de la PDU para LCK:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits que especifica el nivel del MEG cliente.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es LCK (35).
- Banderas: el elemento de información del campo Banderas en la PDU para la trama LCK es Periodo:

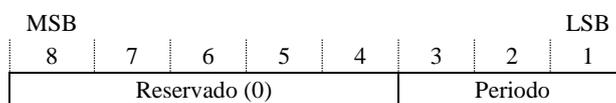


Figura 9.8-2 – Formato de banderas en la PDU para LCK

- Periodo: los bits 3 a 1 indican el periodo de transmisión con la codificación del Cuadro 9-4.
- Intervalo al TLV: se pone a 0.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.9 PDU para la trama TST

La PDU TST se utiliza para soportar la función unidireccional ETH-Test, como se describe en la cláusula 7.7.

9.9.1 Elementos de información de la trama TST

Los elementos de información transportados en la trama TST son:

- Número secuencial: es un campo de 4 octetos que contiene el número secuencial de las tramas TST.
- Test: campo facultativo cuya longitud y contenido están determinados en el MEP transmisor. Este campo contiene un modelo de prueba y un total de control (facultativo). El modelo de prueba puede ser una secuencia pseudoaleatoria de bits (PRBS) ($2^{31}-1$) especificada en la cláusula 5.8 de [UIT-T O.150], todo '0', etc.

9.9.2 Formato de la PDU para TST

En la Figura 9.9-1 se especifica el formato de la PDU para TST, que un MEP utiliza para transmitir información TST.

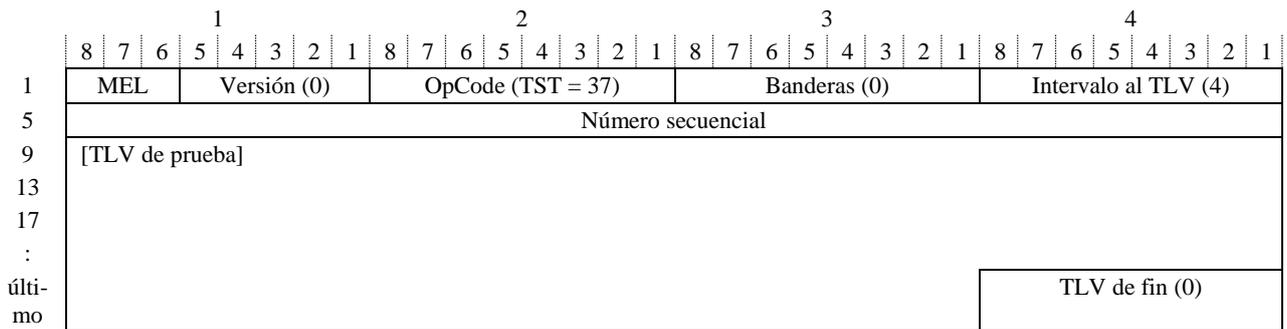


Figura 9.9-1 – Formato de la PDU para TST

Campos del formato de la PDU para TST:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es TST (37).
- Banderas: se pone todo a CEROS.

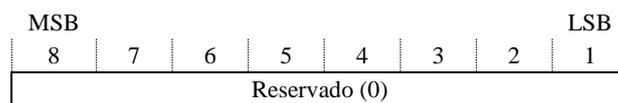


Figura 9.9-2 – Formato de banderas en la PDU para TST

- Intervalo al TLV: se pone a 4.
- Número secuencial: valor de 4 octetos; este número aumenta en cada PDU para TST.
- TLV de prueba: el código TLV especificado en la Figura 9.3-4.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.10 PDU para la trama APS

La trama APS se utiliza para soportar la función ETH-APS descrita en la cláusula 7.8.

9.10.1 Elementos de información de la trama APS

No entra en el alcance de esta Recomendación especificar los elementos de información de la trama APS.

9.10.2 Formato de la PDU para APS

En la Figura 9.10-1 se especifica el formato de la PDU APS utilizada por las entidades especificadas en [UIT-T G.8031] y [UIT-T G.8032] para transmitir información APS.

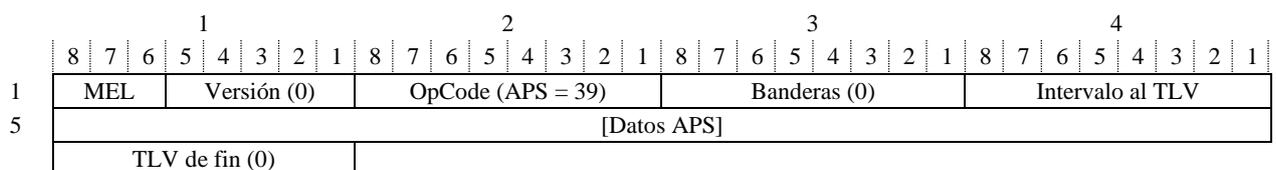


Figura 9.10-1 – Formato de la PDU para APS

Campos del formato de la PDU para APS:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor queda fuera del alcance de esta Recomendación y se define en [UIT-T G.8031] para APS lineal y en [UIT-T G.8032] para APS anular.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU (39) para APS lineal y (40) para APS anular.
- Banderas: Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar un valor para la trama APS.
- Intervalo al TLV: campo de un octeto. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar un valor para la trama APS.
- Datos APS: Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar el formato y la longitud de este campo.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.11 PDU para la trama MCC

La PDU para MCC se utiliza para soportar la función ETH-MCC descrita en la cláusula 7.9.

9.11.1 Elementos de información de la trama MCC

Los elementos de información transportados en la trama MCC son:

- OUI: campo de 3 octetos que contiene un identificador único determinante de la organización que define el formato de los datos MCC y los valores del código SubOpCode.
- SubOpCode: campo de 1 octeto que se utiliza para interpretar los otros campos de la PDU para MCC.
- Datos MCC: según la capacidad funcional indicada por el campo OUI y el código específico de la organización SubOpCode, la trama Datos MCC puede transportar uno o más códigos TLV. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar los datos MCC.

9.11.2 Formato de la PDU para la trama MCC

En la Figura 9.11-1 se especifica el formato de la PDU para MCC, que un MEP utiliza para transmitir información MCC.

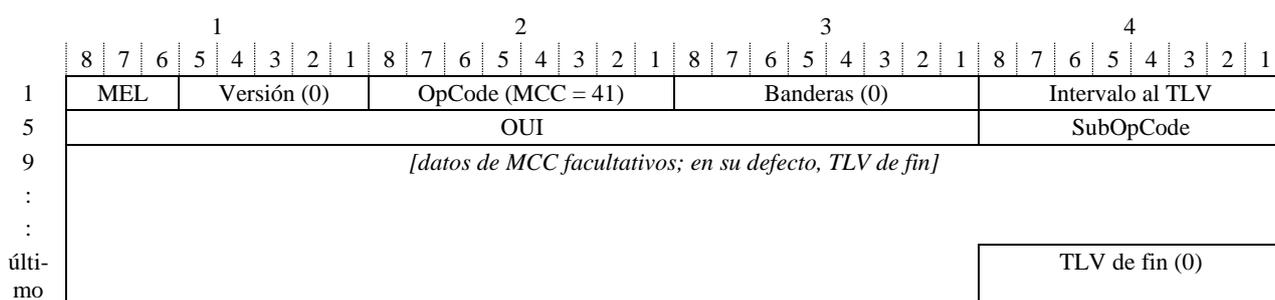


Figura 9.11-1 – Formato de la PDU para MCC

Campos del formato de la PDU para MCC:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: ETH-ED utiliza este campo como se describe en la cláusula 9.26. Otras utilidades de este campo quedan fuera del alcance de esta Recomendación, pero deben ajustarse a la cláusula 9.1.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es MCC (41).

- Banderas: ETH-ED utiliza este campo como se describe en la cláusula 9.26. Otras utilizaciones de este campo quedan fuera del alcance de esta Recomendación, pero, a menos que se especifique lo contrario, se pone todo a CEROS:

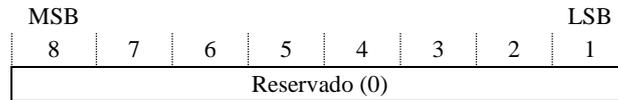


Figura 9.11-2 – Formato de banderas en la PDU para MCC

- Intervalo al TLV: ETH-ED utiliza este campo como se describe en la cláusula 9.26. Otras utilizaciones de este campo quedan fuera del alcance de esta Recomendación, pero deben ajustarse a la cláusula 9.1.
- OUI: campo de 3 octetos que contiene el identificador exclusivo de la organización que define el formato de Datos MCC y los valores SubOpCode.
- SubOpCode: campo de 1 octeto. Cuando el campo OUI contiene el UIT-T OUI (00-19-A7), ETH-ED utiliza SubOpCode (1) como se muestra en la cláusula 9.26 y los demás valores están reservados. Cuando se utiliza un OUI distinto, los valores de SubOpCode quedan fuera del alcance de esta Recomendación.
- Datos MCC: ETH-ED utiliza este campo como se describe en la cláusula 9.26. Otras utilizaciones de este campo quedan fuera del alcance de esta Recomendación.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.12 PDU para la trama LMM

La trama LMM se utiliza para soportar la petición ETH-LM de un extremo proactiva y por demanda descrita en la cláusula 8.1.2.

9.12.1 Elementos de información de la trama LMM

Los elementos de información transportados en la trama LMM son:

- TxFCf: campo de 4 octetos que transporta el valor del contador de tramas de datos conformes a la norma, transmitidas por el MEP hacia el MEP par al transmitir la trama LMM.

9.12.2 Formato de la PDU para la trama LMM

En la Figura 9.12-1 se especifica el formato de la PDU para la trama LMM, que un MEP utiliza para transmitir información LMM.

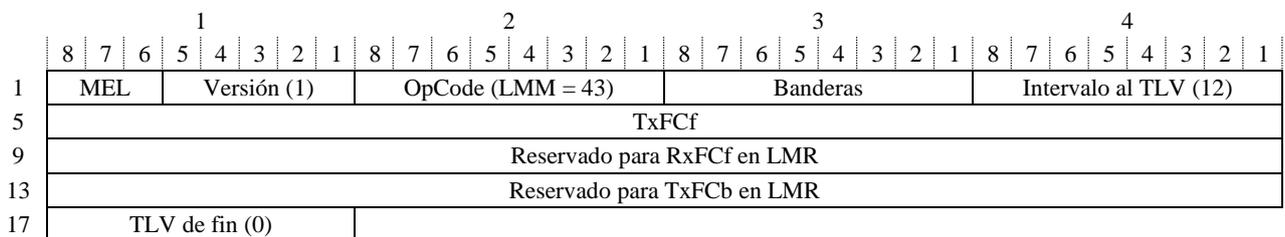


Figura 9.12-1 – Formato de la PDU para LMM

Campos del formato de la PDU para LMM:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor para la PDU LMM en esta versión se pone a 1.

- OpCode: el valor para este tipo de PDU es LMM (43).
- Banderas: un elemento de información en el campo Banderas, el bit LSB (Tipo), se utiliza para indicar el tipo de funcionamiento LMM de la siguiente manera:

MSB							LSB
8	7	6	5	4	3	2	1
Reservado (0)							Tipo

Figura 9.12-2 – Formato de banderas en la PDU para LMM

- Tipo: el bit 1 se pone a 1 si el funcionamiento es proactivo y se pone a 0 si el funcionamiento es por demanda.
- Intervalo al TLV: se pone a 12.
- TxFCf: valores enteros de 4 octetos con muestras de los contadores de tramas, conforme a la cláusula 9.12.1.
- Reservado: los campos reservados se ponen todo a CEROS.
- TLV de fin: valor de un octetos todo a CEROS.

9.13 PDU para la trama LMR

La PDU para LMR se utiliza para soportar la respuesta ETH-LM de un solo extremo proactiva y por demanda descrita en la cláusula 8.1.2.

9.13.1 Elementos de información de la trama LMR

Los elementos de información transportados en la trama LMR son:

- TxFCf: campo de 4 octetos que contiene el valor del campo TxFCf en la última PDU de trama LMM recibida por el MEP del MEP par.
- TxFCb: campo de 4 octetos que contiene el valor del contador de tramas de datos conformes a la norma, transmitidas por el MEP hacia el MEP par al transmitir las tramas LMR.
- RxFCf: campo de 4 octetos que contiene el valor del contador de tramas de datos conformes a la norma, recibidas por el MEP del MEP par al recibir las tramas LMM de ese MEP par.

9.13.2 Formato de la PDU para la trama LMR

En la Figura 9.13-1 se especifica el formato de la PDU para la trama LMR, que un MEP utiliza para transmitir información LMR.

	1	2	3	4
	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1
1	MEL	Versión	OpCode (LMR = 42)	Banderas
5	TxFCf			
9	RxFCf			
13	TxFCb			
17	TLV de fin (0)			

Figura 9.13-1 – Formato de la PDU para la trama LMR

Campos del formato de la PDU para la trama LMR:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits cuyo valor se copia de la última PDU para LMM recibida.
- Versión: campo de 5 bits cuyo valor se copia de la última PDU para LMM recibida.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es LMR (42).

- Banderas: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la última PDU para LMM.
- Intervalo al TLV: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la última PDU para LMM.
- TxFCf: campo de 4 octetos cuyo valor se copia de la última PDU para LMM.
- RxFCf: valores enteros de 4 octetos con muestras de los contadores de tramas, como se especifica en la cláusula 9.13.1.
- TxFCb: valores enteros de 4 octetos con muestras de los contadores de tramas, como se especifica en la cláusula 9.13.1.
- TLV de fin: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la PDU para LMM.

9.14 PDU para la trama 1DM

La PDU para 1DM se utiliza para soportar la función ETH-DM con dos extremos proactiva y a por demanda descrita en la cláusula 8.2.1.

9.14.1 Elemento de información en la trama 1DM

El elemento de información transportado en la trama 1DM es:

- TxTimeStampf: TxTimeStampf es un campo de 8 octetos que contiene el intervalo de tiempo de transmisión de la trama 1DM. El campo TxTimeStampf tiene el mismo formato de TimeRepresentation en [IEEE 1588].

9.14.2 Formato de la PDU para la trama 1DM

En la Figura 9.14-1 se especifica el formato de la PDU para la trama 1DM que un MEP utiliza para transmitir información 1DM.

		1								2								3								4							
		8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1		MEL		Versión (1)						OpCode (1DM=45)				Banderas				Intervalo al TLV (16)															
5		TxTimeStampf																															
9																																	
13		Reservado para equipo receptor de tramas 1DM (0)																															
17		<i>(para RxTimeStampf)</i>																															
21		<i>[TLV facultativo empieza aquí; en caso contrario, TLV de fin]</i>																															
25																																	
29																																	
:																																	
último		TLV de fin (0)																															

Figura 9.14-1 – Formato de la PDU para la trama 1DM

Campos del formato de la PDU para la trama 1DM:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor para PDU 1DM en esta versión se pone a 1.
- OpCode: el valor de este tipo de PDU es 1DM (45).
- Banderas: un elemento de información en el campo Banderas, el bit LSB (Tipo), se utiliza para indicar el tipo de funcionamiento 1DM de la siguiente manera.

MSB							LSB
8	7	6	5	4	3	2	1
Reservado (0)							Tipo

Figura 9.14-2 – Formato de banderas en la PDU para 1DM

- Tipo: el bit 1 se pone a 1 si el funcionamiento es proactivo y se pone a 0 si el funcionamiento es por demanda
- Intervalo al TLV: se pone a 16.
- TxTimeStampf: campo de 8 octetos con el intervalo de tiempo, descrito en la cláusula 9.14.1.
- Reservado: campo reservado de 8 bytes puesto a todo CEROS.
- TLV facultativo: de estar presente, un TLV ID de prueba, como se especifica en la Figura 9.14-3, y/o un TLV Datos, como se especifica en la Figura 9.3-3, con tamaño configurable, en bytes. Cuando se incluye en esta zona el TLV ID de prueba, se recomienda poner primero el TLV ID de prueba (antes del TLV Datos). A los efectos de la ETH-DM, no se especifica la parte valor del TLV Datos.
- TLV de fin: valor de 1 octeto todo a CEROS.

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Tipo (36)								Longitud																ID de prueba							
5	ID de prueba																															

Figura 9.14-3 – Formato del TLV ID de prueba

El formato de TLV ID de prueba tiene los siguientes campos:

- Tipo: identifica el tipo de TLV; el valor para este tipo de TLV es ID de prueba (36).
- Longitud: identifica el tamaño. Debe ser 32.
- ID de prueba: el ID de prueba es un campo de 4 bytes configurado por el MEP transmisor cuando se utiliza para realizar múltiples pruebas entre MEP.

9.15 PDU para la trama DMM

La trama DMM se utiliza para soportar la petición ETH-DM con dos extremos proactiva o por demanda descrita en la cláusula 8.2.2.

9.15.1 Elementos de información de la trama DMM

Los elementos de información transportados en la trama DMM son:

- TxTimeStampf: es un campo de 8 octetos que contiene el intervalo de tiempo de transmisión de la trama DMM. El campo TxTimeStampf tiene el mismo formato de TimeRepresentation en [IEEE 1588].

9.15.2 Formato de la PDU para la trama DMM

En la Figura 9.15-1 se especifica el formato de la PDU para la trama DMM, que un MEP utiliza para transmitir información DMM.

		1								2								3								4							
		8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	MEL	Versión (1)								OpCode (DMM=47)								Banderas								Intervalo al TLV (32)							
5	TxTimeStampf																																
9	Reservado para equipos que reciben tramas DMM (0) (para RxTimeStampf)																																
13	Reservado para DMR (0) (para TxTimeStampb)																																
17	Reservado para equipos que reciben tramas DMR (0)																																
21	[TLV facultativo empieza aquí; en caso contrario, TLV de fin]																																
25																																	
29																																	
33																																	
37																																	
41																																	
45																																	
:																																	
último																															TLV de fin (0)		

Figura 9.15-1 – Formato de la PDU para la trama DMM

Campos del formato de la PDU para la trama DMM:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: véase la cláusula 9.1; el valor para la PDU DMM se pone a 1.
- OpCode: el valor de este tipo de PDU es DMM (47).
- Banderas: se pone todo a CEROS. Un elemento de información en el campo Banderas, el bit LSB (Tipo), se utiliza para indicar el tipo de funcionamiento DMM de la siguiente manera:

MSB							LSB
8	7	6	5	4	3	2	1
Reservado (0)							Tipo

Figura 9.15-2 – Formato de banderas en la PDU para DMM

- Tipo: el bit 1 se pone a 1 si el funcionamiento es proactivo y se pone a 0 si el funcionamiento es por demanda.
- Intervalo al TLV: se pone a 32.
- TxTimeStampf: campo de 8 octetos con el intervalo de tiempo de transmisión, descrito en la cláusula 9.15.1.
- Reservado: los campos reservados de 24 bytes se ponen todos a CEROS.
- TLV facultativo: de estar presente, un TLV ID de prueba, como se especifica en la Figura 9.14-3, y/o un TLV Datos, como se especifica en la Figura 9.3-3, con tamaño configurable, en bytes. Cuando se incluye en esta zona el TLV ID de prueba, se recomienda poner primero el TLV ID de prueba (antes del TLV Datos). A los efectos de la ETH-DM, no se especifica la parte valor del TLV Datos.
- TLV de fin: valor de 1 octeto todo a CEROS.

9.16 PDU para la trama DMR

La trama DMR se utiliza para soportar la respuesta ETH-DM con un solo extremo descrito en la cláusula 8.2.2.

9.16.1 Elementos de información de la trama DMR

Los elementos de información transportados en la trama DMR son:

- TxTimeStampf: un campo de 8 octetos que contiene la copia del campo TxTimeStampf en la trama DMM recibida.
- RxTimeStampf: un campo facultativo de 8 octetos que contiene el intervalo de tiempo de recepción de la trama DMM. El formato de RxTimeStampf es el mismo de TimeRepresentation en [IEEE 1588]. Cuando no se utiliza se completa con un valor todo 0.
- TxTimeStampb: un campo facultativo de 8 octetos que contiene el intervalo de tiempo de transmisión de la trama DMR. El formato de TxTimeStampb es el mismo de TimeRepresentation en [IEEE 1588]. Cuando no se utiliza se completa con un valor todo 0.

9.16.2 Formato de la PDU para la trama DMR

En la Figura 9.16-1 se especifica el formato de la PDU para la trama DMR, que un MEP utiliza para transmitir información DMR.

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	MEL			Versión					OpCode (DMR=46)								Banderas								Intervalo al TLV							
5	TxTimeStampf																															
9	RxTimeStampf																															
13	TxTimeStampb																															
17	Reservado para equipos que reciben tramas DMR (0)																															
21	<i>(para RxTimeStampb)</i>																															
25	<i>[TLV facultativo empieza aquí; en caso contrario TLV de fin]</i>																															
29																																
33																																
37																																
41																																
45																																
:																																
últ																																
im																																
o																																
	TLV de fin (0)																															

Figura 9.16-1 – Formato de la PDU para DMR

Campos del formato de la PDU para DMR:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits cuyo valor se copia de la última PDU para DMM recibida.
- Versión: campo de 5 bits cuyo valor se copia de la última PDU para DMM recibida.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es DMR (46).
- Banderas: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la última PDU para DMM recibida.
- Intervalo al TLV: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la última PDU para DMM recibida.
- TxTimeStampf: campo de 8 octetos cuyo valor se copia de la última PDU para DMM recibida.
- RxTimeStampf: campo de 8 octetos con el intervalo de tiempo de transmisión, descrito en la cláusula 9.16.1.
- TxTimeStampb: campo de 8 octetos con el intervalo de tiempo de transmisión, descrito en la cláusula 9.16.1.

- Reservado: los campos reservados se ponen todo a CEROS.
- TLV facultativo: de estar presente en la PDU DMM, se copia de la PDU DMM. Se preserva el orden de los TLV facultativos.
- TLV de fin: campo de 1 octeto cuyo valor se copia de la PDU para DMM.

9.17 PDU para la trama EXM

La trama EXM se utiliza como PDU de petición OAM experimental.

9.17.1 Elementos de información de la trama EXM

Elementos de información transportados en la trama EXM:

- OUI: campo de 3 octetos que contiene el identificador único de la organización que utiliza la trama EXM.
- SubOpCode: campo de 1 octeto que se utiliza para interpretar los otros campos de la trama EXM.
- Datos EXM: según la capacidad funcional indicada por el campo OUI y el código específico de la organización SubOpCode, la trama EXM puede transportar uno o más códigos TLV. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar los datos EXM.

9.17.2 Formato de la PDU para la trama EXM

En la Figura 9.17-1 se especifica el formato de la PDU para la trama EXM, que un MEP utiliza para transmitir información EXM.

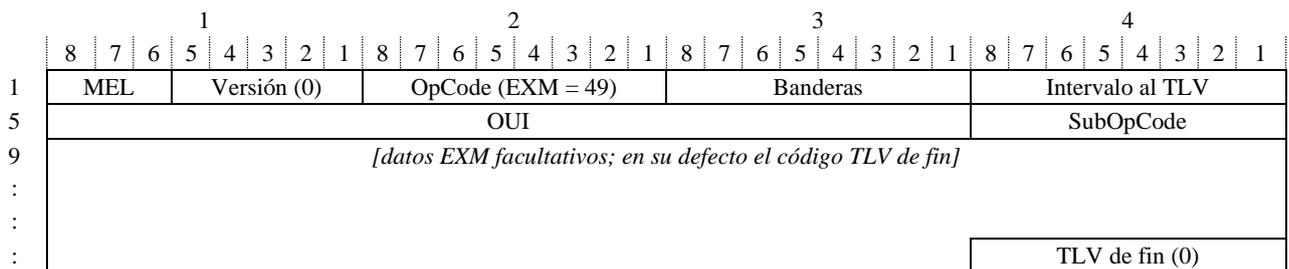


Figura 9.17-1 – Formato de la PDU para la trama EXM

Campos del formato de la PDU para la trama EXM:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: El valor específico para EXM queda fuera del alcance de esta Recomendación, pero debe ser conforme con la cláusula 9.1.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es EXM (49).
- Banderas: fuera del alcance de esta Recomendación.
- Intervalo al TLV: campo de un byte. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar un valor para la trama EXM, pero debe garantizarse la conformidad con la cláusula 9.1.
- OUI: campo de 3 octetos; está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos valores.
- SubOpCode: campo de 1 octeto; está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos valores.
- Datos EXM: está fuera del alcance de esta Recomendación especificar el formato y la longitud de este campo.

- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.18 PDU para la trama EXR

La trama EXR se utiliza como PDU de respuesta OAM experimental.

9.18.1 Elementos de información de la trama EXR

Los elementos de información transportados en la trama EXR son:

- OUI: campo de 3 octetos que contiene el identificador único de la organización que utiliza la trama EXR.
- SubOpCode: campo de 1 octeto que se utiliza para interpretar los otros campos de la trama EXR.
- Datos EXR: según la capacidad funcional indicada por el campo OUI y el código específico de la organización SubOpCode, la trama Datos EXR puede transportar uno o más códigos TLV. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar los datos EXR.

9.18.2 Formato de la PDU para la trama EXR

En la Figura 9.18-1 se especifica el formato de la PDU para la trama EXR, que se utiliza para transmitir información EXR.

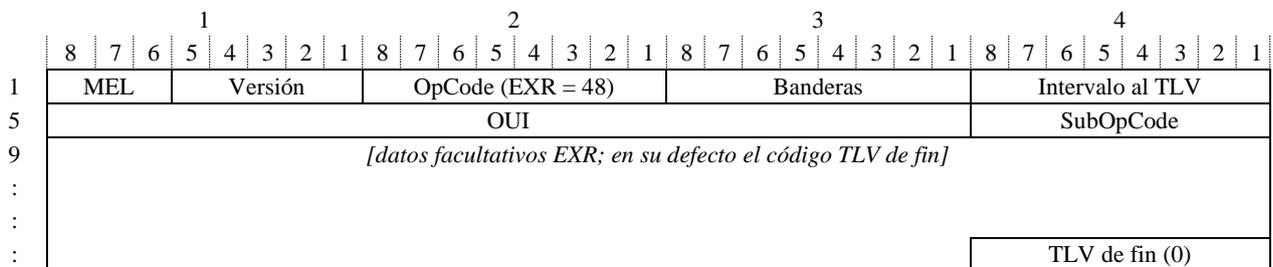


Figura 9.18-1 – Formato de la PDU para EXR

Campos del formato de la PDU para la trama EXR:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits cuyo valor se copia de la última PDU para EXM recibida.
- Versión: campo de 5 bits cuyo valor se copia de la última PDU para EXM recibida.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es EXR (48).
- Banderas: fuera del alcance de esta Recomendación.
- Intervalo al TLV: campo de un byte. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar un valor para la trama EXR, pero debe garantizarse la conformidad con la cláusula 9.1.
- OUI: campo de 3 octetos cuyo valor se copia de la última PDU para EXM recibida.
- SubOpCode: campo de 1 octeto; está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos valores.
- Datos EXR: está fuera del alcance de esta Recomendación especificar el formato y la longitud de este campo.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.19 PDU para la trama VSM

La trama VSM se utiliza como PDU para una petición OAM específica del proveedor.

9.19.1 Elementos de información de la trama VSM

Elementos de información transportados en la trama VSM:

- OUI: campo de 3 octetos que contiene el identificador único de la organización que utiliza la trama VSM.
- SubOpCode: campo de 1 octeto que se utiliza para interpretar los otros campos de la trama VSM.
- Datos VSM: según la capacidad funcional indicada por el campo OUI y el código específico de la organización SubOpCode, la trama Datos VSM puede transportar uno o más códigos TLV. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar los datos VSM.

9.19.2 Formato de la PDU para la trama VSM

En la Figura 9.19-1 se especifica el formato de la PDU para la trama VSM, que un MEP utiliza para transmitir información VSM.

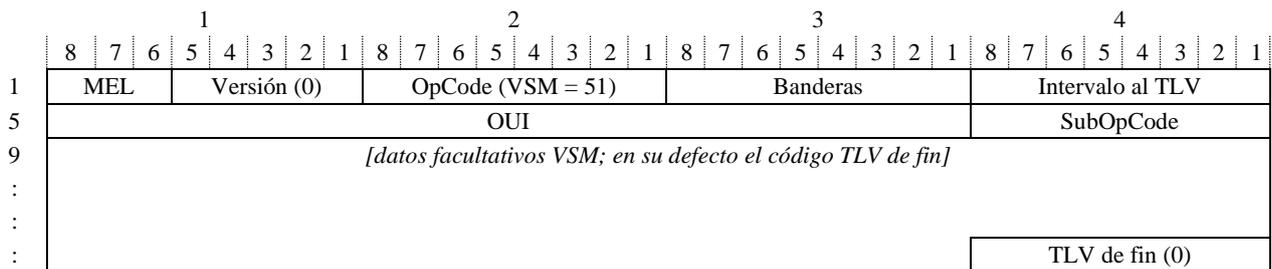


Figura 9.19-1 – Formato de la PDU para la trama VSM

Campos del formato de la PDU para VSM:

- Nivel de MEG: véase 9.1.
- Versión: Queda fuera del alcance de esta Recomendación especificar un valor para VSM, pero debe ser conforme con la cláusula 9.1.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es VSM (51).
- Banderas: fuera del alcance de esta Recomendación.
- Intervalo al TLV: campo de un byte. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar un valor para la trama VSM, pero debe garantizarse la conformidad con la cláusula 9.1.
- OUI: campo de 3 octetos; está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos valores.
- SubOpCode: campo de 1 octeto; está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos valores.
- Datos VSM: está fuera del alcance de esta Recomendación especificar el formato y la longitud de este campo.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.20 PDU para la trama VSR

La trama VSR se utiliza como PDU de repuesta OAM específica del proveedor.

9.20.1 Elementos de información de la trama VSR

Los elementos de información transportados en la trama VSR son:

- OUI: campo de 3 octetos que contiene el identificador único de la organización que utiliza la trama VSR.

- SubOpCode: campo de 1 octeto que se utiliza para interpretar los otros campos de la trama VSR.
- Datos VSR: según la capacidad funcional indicada por el campo OUI y el código específico de la organización SubOpCode, la trama Datos VSR puede transportar uno o más códigos TLV. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar los datos VSR.

9.20.2 Formato de la PDU para la trama VSR

En la Figura 9.20-1 se especifica el formato de la PDU para la trama VSR, que se utiliza para transmitir información VSR.

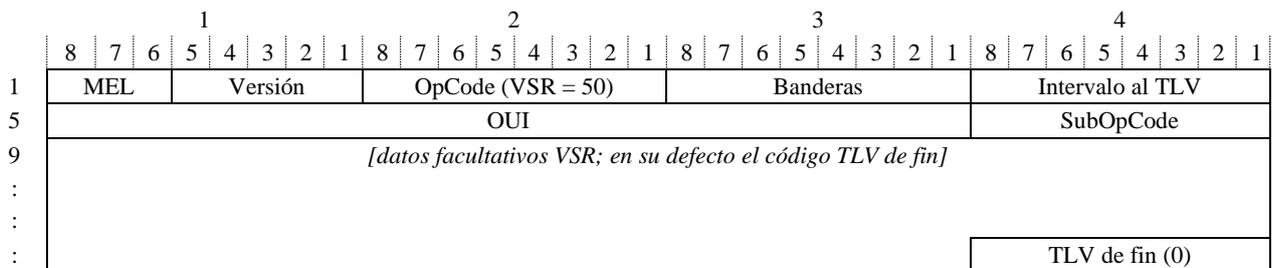


Figura 9.20-1 – Formato de la PDU para la trama VSR

Campos del formato de la PDU para VSR:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits cuyo valor se copia de la última PDU para VSM recibida.
- Versión: campo de 5 bits cuyo valor se copia de la última PDU para VSM recibida.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es VSR (50).
- Banderas: fuera del alcance de esta Recomendación.
- Intervalo al TLV: campo de un byte. Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar un valor para la trama EXR, pero debe garantizarse la conformidad con la cláusula 9.1.
- OUI: campo de 3 octetos cuyo valor se copia de la última PDU para VSM recibida.
- SubOpCode: campo de 1 octeto; está fuera del alcance de esta Recomendación especificar estos valores.
- Datos VSR: está fuera del alcance de esta Recomendación especificar el formato y la longitud de este campo.
- TLV de fin: valor de un octeto todo a CEROS.

9.21 Fallo de la señal cliente (CSF)

La PDU CSF se utiliza para soportar la función ETH-CSF, como se describe en la cláusula 7.12.

En la Figura 9.21-1 se muestra el formato de la PDU CSF.

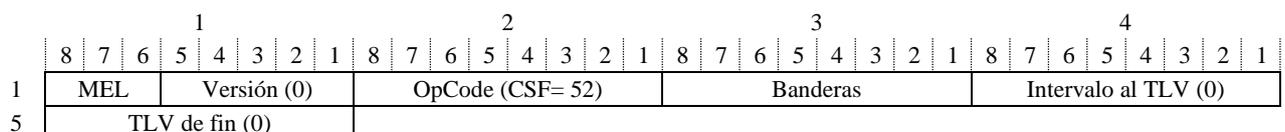


Figura 9.21-1 – Formato de la PDU CSF

El formato de la PDU CSF tiene los siguientes campos:

- Nivel MEG: campo de 3 bits que se utiliza para transportar el nivel MEG local.
- Versión: Véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es CSF (52).
- Banderas: un elemento de información en el campo Banderas para la PDU CSF. Está formado por un subelemento Tipo de 3 bits y un subelemento Periodo de 3 bits con el siguiente formato:

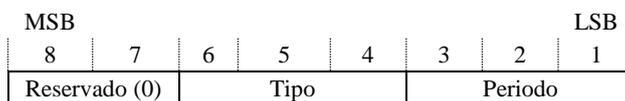


Figura 9.21-2 – Formato del campo Banderas en la PDU CSF

- Tipo: los bits 6 a 4 indican el tipo CSF con la codificación del Cuadro 9-5.

Cuadro 9-5 – Valores del tipo CSF

Banderas [6:4]	Tipo	Observaciones
000	LOS	Pérdida de la señal por el cliente
001	FDI/AIS	Indicación de defecto en recepción del cliente
010	RDI	Indicación de defecto inverso del cliente
011	DCI	Indicación de ausencia de defecto del cliente

- Periodo: los bits 3 a 1 indican el periodo de transmisión con la codificación del Cuadro 9-6.

Cuadro 9-6 – Valores del periodo CSF

Banderas [3:1]	Valor del periodo	Observaciones
000	Valor inválido	Valor inválido para la PDU CSF
001	En estudio	En estudio
010	En estudio	En estudio
011	En estudio	En estudio
100	1s	1 trama por segundo
101	En estudio	En estudio
110	1 min	1 trama por minuto
111	En estudio	En estudio

- Intervalo al TLV: se pone a 0.
- TLV de fin: valor de un byte todo a CEROS.

9.22 PDU SLM

SLM se utiliza para soportar las peticiones ETH-SLM con un solo extremo, como se describe en la cláusula 8.4.1.

9.22.1 Elementos de información SLM

Los elementos de información transportados en las tramas SLM son:

- ID MEP de origen: campo de 2 bytes cuyos 13 últimos bits menos significativos se utilizan para identificar el MEP que transmite la trama SLM. El ID MEP es único dentro del MEG.
- ID de prueba: campo de 4 bytes configurado por el MEP transmisor y utilizado para identificar una prueba cuando se realizan múltiples pruebas simultáneamente entre MEP, incluidas las pruebas por demanda y proactivas coincidentes.
- TxFCf: campo de 4 bytes que transporta el número de tramas SLM transmitidas por el MEP hacia su MEP par.

9.22.2 Formato de la PDU SLM

En la Figura 9.22-1 se muestra el formato de la PDU SLM que utiliza el MEP para transmitir información SLM.

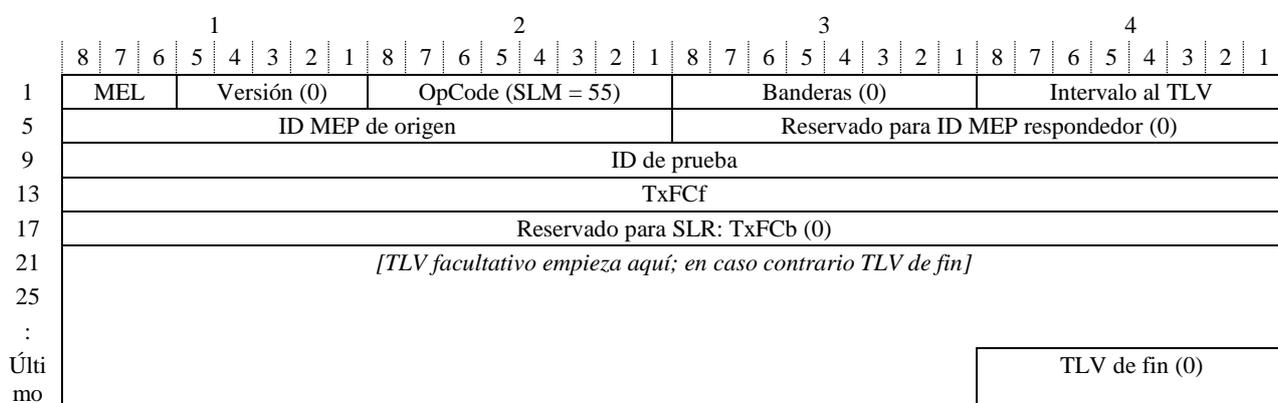


Figura 9.22-1 – Formato de la PDU SLM

El formato de la PDU SLM contiene los siguientes campos:

- Nivel MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: Véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es SLM (55).
- Banderas: se pone todo a CEROS.
- Intervalo a TLV: se pone a 16.
- Reservado: los campos reservados se ponen todos a CEROS.
- ID MEP de origen: campo de 2 bytes utilizado para identificar el MEP que transmite la trama SLM, como se especifica en la cláusula 9.22.1.
- ID de prueba: campo de 4 bytes utilizado para identificar una prueba única entre MEP, como se especifica en la cláusula 9.22.1.
- TxFCf: valor entero de 4 bytes que representa el número de tramas SLM transmitidas, como se especifica en la cláusula 9.22.1.
- TLV facultativo: TLV Datos (Figura 9.3-3) que puede incluirse en cualquier SLM transmitida. A los efectos de la ETH-SLM, no se especifica el valor del TLV Datos.
- TLV de fin: valor de un byte todo a CEROS.

9.23 PDU SLR

SLR se utiliza para soportar la respuesta ETH-SLM con un solo extremo, como se describe en la cláusula 8.4.1.

9.23.1 Elementos de información SLR

Los elementos de información transportados en la trama SLR son los siguientes:

- ID MEP de origen: campo de 2 bytes que contiene la copia del campo ID MEP de origen de la trama SLM recibida.
- ID MEP respondedor: campo de 2 bytes cuyos 13 últimos bits menos significativos se utilizan para identificar el MEP transmisor de la trama SLR. El ID MEP es único dentro del MEG.
- ID de prueba: campo de 4 bytes que contiene la copia del campo ID de prueba de la trama SLM recibida.
- TxFCf: campo de 4 bytes que contiene la copia del campo TxFCf de la trama SLM recibida.
- TxFCb: campo de 4 bytes que transporta el número de tramas SLR transmitidas por el MEP hacia su MEP par.

9.23.2 Formato de la PDU SLR

En la Figura 9.23-1 se muestra el formato de la PDU SLR que utiliza el MEP para transmitir información SLR.

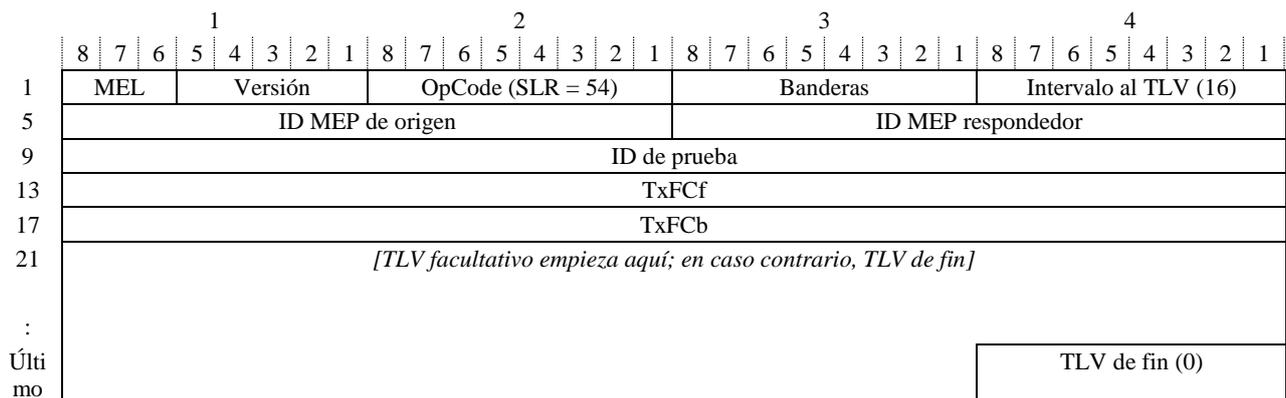


Figura 9.23-1 – Formato de la PDU SLR

El formato de la PDU SLR contiene los siguientes campos:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits cuyo valor se copia de la última PDU SLM recibida.
- Versión: campo de 5 bits cuyo valor se copia de la última PDU SLM recibida.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es SLR (54).
- Banderas: campo de 1 byte cuyo valor se copia de la PDU SLM.
- Intervalo al TLV: campo de 1 byte cuyo valor se copia de la PDU SLM.
- Reservado: los campos reservados se ponen a todo CEROS.
- ID MEP de origen: campo de 2 bytes cuyo valor se copia de la PDU SLM.
- ID MEP respondedor: campo de 2 bytes utilizado para identificar el MEP transmisor de la trama SLR, como se especifica en la cláusula 9.22.1.
- ID de prueba: campo de 4 bytes cuyo valor se copia de la PDU SLM.
- TxFCf: campo de 4 bytes cuyo valor se copia de la PDU SLM.

- TxFCb: valor entero de 4 bytes que representa el número de tramas SLR transmitidas, como se especifica en la cláusula 9.22.1.
- TLV facultativo: de estar presente en la PDU SLM, se copia de la PDU SLM.
- TLV de fin: campo de 1 byte cuyo valor se copia de la PDU SLM.

9.24 PDU 1SL

1SL se utiliza para soportar ETH-SLM con dos extremos proactiva y por demanda, como se describe en la cláusula 8.4.2.

9.24.1 elementos de información 1SL

Los elementos de información transportados en 1SL son los siguientes:

- ID MEP de origen: campo de 2 bytes cuyos 13 últimos bits menos significativos se utilizan para identificar el MEP transmisor de la trama 1SL. El ID MEP es único dentro del MEG.
- ID de prueba: campo de 4 bytes configurado por el MEP transmisor y utilizado para identificar las pruebas ejecutadas simultáneamente en dirección e distintos MEP, incluidas las pruebas proactivas y por demanda coincidentes.
- TxTCf: campo de 4 bytes que transporta la trama 1SL transmitida por el MEP hacia su MEP par.

9.24.2 Formato de la PDU 1SL

En la Figura 9.24-1 se muestra el formato de la PDU 1SL utilizado por el MEP para transmitir información 1SL.

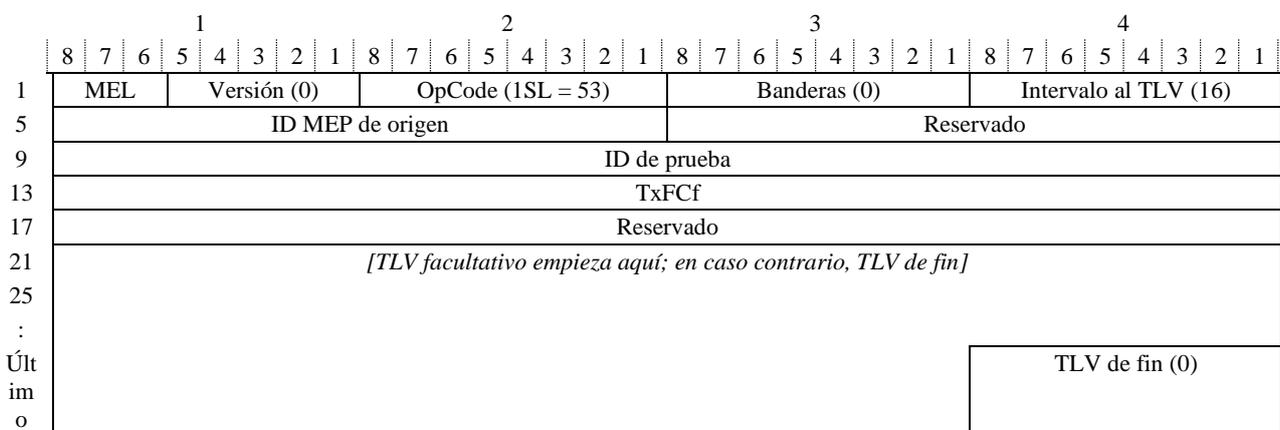


Figura 9.24-1 – Formato de la PDU 1SL

El formato de la PDU 1SL contiene los siguientes campos:

- Nivel de MEG: véase la cláusula 9.1.
- Versión: Véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es 1SL (53).
- Banderas: se pone a todo CEROS.
- Intervalo al TLV: se pone a 16.
- Reservado: los campos reservados se ponen a todo CEROS.
- ID MEP de origen: campo de 2 bytes que se utiliza para identificar el MEP transmisor de la trama 1SL, como se especifica en la cláusula 9.24.1.

- ID de prueba: campo de 4 bytes que se utiliza para identificar inequívocamente una prueba entre MEP, como se especifica en la cláusula 9.24.1.
- TxFCf: valor entero de 4 bytes que representa el número de tramas 1SL transmitidas, como se especifica en la cláusula 9.24.1.
- TLV facultativo: en cualquier trama 1SL transmitida se puede incluir un TLV Datos (Figura 9.3-3). A los efectos de la ETH-SLM, no se especifica la parte valor del TLV Datos.
- TLV de fin: valor de 1 bytes a todo CEROS.

9.25 PDU BNM

La PDU BNM se utiliza para soportar la función ETH-BNM, como se describe en la cláusula 7.13.

9.25.1 Elementos de información BNM

Los elementos de información transportados en la trama BNM son los siguientes:

- Periodo: elemento de información de 3 bits transportado en los tres bits menos significativos del campo Banderas. Contiene el valor de la periodicidad de transmisión de la trama BNM. Los valores del periodo BNM se especifican en el Cuadro 9-7.
- Ancho de banda nominal: ancho de banda total del enlace, expresado en enteros Mb/s.
- Ancho de banda actual: ancho de banda corriente del enlace, expresado en enteros Mb/s.
- ID de Puerto: identificador exclusivo distinto de cero del Puerto o cero, si no se utiliza este identificador.

Los valores del ancho de banda total nominal y el ancho de banda actual representan el ancho de banda disponible de la capa servidora.

9.25.2 Formato de la PDU BNM

En la Figura 9.25-1 se muestra el formato de la PDU BNM que utiliza un MEP servidor para transmitir la información BNM.

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	MEL				Versión (0)				OpCode (GNM=32)								Banderas				Intervalo al TLV (13)											
5	SubOpCode (BNM=1)								Ancho de banda nominal																							
9	Ancho de banda nominal (cont)								Ancho de banda actual																							
13	Ancho de banda actual (Cont)								ID de puerto																							
17	ID de puerto (Cont)								TLV de fin (0)																							

Figura 9.25-1 – Formato de la PDU BNM

El formato de la PDU BNM contiene los siguientes campos:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits que se utiliza para transportar el Nivel de MEG del MEG cliente.
- Versión: Véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es GNM (32).
- Banderas: un elemento de información en el campo Banderas de la PDU BNM, Periodo, de la siguiente manera:

MSB				LSB			
8	7	6	5	4	3	2	1
Reservado (0)				Periodo			

Figura 9.25-2 – Formato del campo Banderas de la PDU BNM

- Periodo: los bits 3 a 1 indican el periodo de transmisión con la codificación del Cuadro 9-7.

Cuadro 9-7 – Valores del periodo BNM

Banderas [3:1]	Valor del periodo	Observaciones
000	Valor inválido	Valor inválido para la PDU BNM
001	En estudio	En estudio
010	En estudio	En estudio
011	En estudio	En estudio
100	1s	1 trama por segundo
101	10s	1 trama por cada 10 segundos
110	1 min	1 trama por minuto
111	Valor inválido	Valor inválido para la PDU BNM

- Intervalo al TLV: se pone a 13.
- SubOpCode: el valor para este tipo de PDU es BNM (1).
- Ancho de banda nominal: ancho de banda total nominal del enlace, expresado en enteros Mb/s.
- Ancho de banda actual: ancho de banda corriente del enlace, expresado en enteros Mb/s.
- ID de Puerto: identificador de 32 bits distinto de cero facultativo del Puerto al que pertenece la información del ancho de banda. Este valor debe ser exclusivo en todos los enlaces servidores dentro del MEG cliente. De no utilizarse este identificador, el valor debe ser cero.
- TLV de fin: valor de un byte a todo CEROS.

9.26 PDU EDM

La PDU EDM se utiliza para soportar la función ETH-ED, como se describe en la cláusula 7.14.

9.26.1 Elementos de información EDM

En la trama EDM se transportan los siguientes elementos de información:

- ID MEP: campo de 2 bytes cuyos 13 bits menos significativos se utilizan para identificar el MEP transmisor de la trama EDM. El ID MEP es exclusivo dentro del MEG.
- Duración prevista: periodo durante el cual está previsto que se solicite al MEP par que suprima los defectos de pérdida de continuidad.

9.26.2 Formato de la PDU EDM

En la Figura 9.26-1 se muestra al formato utilizado por el MEP para transmitir información EDM.

	1								2								3								4							
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	MEL		Versión (0)						OpCode (MCC=41)						Banderas (0)						Intervalo al TLV (10)											
5	OUI																SubOpCode(EDM=1)															
9	ID MEP								Duración prevista																							
13	Duración prevista (cont)								TLV de fin (0)																							

Figura 9.26 – Formato de la PDU EDM

El formato de la PDU EDM contiene los siguientes campos:

- Nivel de MEG: campo de 3 bits que se utiliza para transportar el Nivel de MEG del MEG cliente.
- Versión: Véase la cláusula 9.1; el valor es 0 en la actual versión de esta Recomendación.
- OpCode: el valor para este tipo de PDU es MCC (41).
- Banderas: se pone a todo CEROS.
- Intervalo al TLV: se pone a 10.
- OUI: se pone a UIT-T OUI, 00-19-A7.
- SubOpCode: el valor para este tipo de PDU es EDM (1).
- ID MEP: entero de 13 bits que identifica el MEP transmisor dentro del MEG. Los tres MSB del primer byte no se utilizan y se ponen a CERO.
- Duración prevista: periodo, en segundos, durante el cual se prevé que dure la pérdida de continuidad (a partir de la primera trama EMD transmitida).
- TLV de fin: valor de un byte a todo CEROS.

10 Direcciones de tramas OAM

Las tramas OAM se identifican mediante el valor EtherType único 0x8902. El procesamiento y el filtro de tramas OAM en un MEP están basados en el EtherType OAM y en los campos de nivel de MEG en las direcciones MAC de destino (DA) unidifusión y multidifusión.

Como se ha dicho en las cláusulas 7 y 8, la dirección DA de una trama OAM puede ser unidifusión o multidifusión, según la capacidad funcional OAM específica. La dirección MAC de origen (SA) en una trama OAM siempre es "Unidifusión".

Esta cláusula completa las explicaciones sobre la elección de direcciones DA en determinadas funciones OAM. En el Cuadro 10-1 se resumen las DA que pueden utilizarse en distintos tipos de OAM.

NOTA – La elección de DA MAC para las tramas OAM Ethernet es específica de la aplicación. No es obligatorio que las implementaciones soporten todas las direcciones especificadas en esta Recomendación, aunque sí se deben soportar todas las direcciones especificadas en [UIT-T G.8021].

10.1 Direcciones de destino multidifusión

Son necesarios los siguientes tipos de direcciones multidifusión, según el tipo de función OAM:

- DA multidifusión Clase 1: tramas OAM destinadas a todos los MEP pares en un MEG (por ejemplo CCM, LBM multidifusión, AIS, etc.).
- DA multidifusión Clase 2: tramas OAM destinadas a todos los MIP y los MEP pares en un MEG (por ejemplo LTM).
- DA multidifusión para APS anular: tramas OAM utilizadas para la protección anular Ethernet.

Normalmente es suficiente una dirección DA multidifusión Clase 1 y una dirección DA multidifusión Clase 2. Ahora bien, cuando se realiza un sistema OAM Ethernet a corto plazo en equipos Ethernet existentes, puede crearse una DA multidifusión que también transporte implícitamente el nivel de MEG, y entonces serían necesarias 8 direcciones diferentes en las Clases 1 y 2 de la dirección DA multidifusión, para los 8 niveles de MEG.

Los valores específicos de las 8 direcciones multidifusión para la Clase 1 y las 8 direcciones multidifusión para la Clase 2 son 01-80-C2-00-00-3x y 01-80-C2-00-00-3y respectivamente. X representa el nivel de MEG, siendo x un valor de la gama 0-7. Y representa el nivel de MEG, siendo y un valor de la gama 8-F.

Además, para las tramas APS anular se utiliza una gama específica de DA multidifusión con UIT OUI (01-19-A7). Pueden consultarse más detalles al respecto en [UIT-T G.8032].

10.2 Tramas CCM

Las tramas CCM se generan con una dirección DA multidifusión Clase 1 en un MEG multipunto y suelen generarse con una DA multidifusión en un MEG punto a punto, excepto como se describe a continuación.

Cuando se utiliza una dirección DA multidifusión, las tramas CCM permiten conocer las direcciones MAC asociadas con los MEP pares del MEP receptor. Una dirección DA multidifusión también permite detectar fallos de conexión en los fragmentos del dominio de flujo. En la cláusula 7.1 se describe el proceso de detección de fallos de conexión.

Si es importante detectar estas situaciones hay que utilizar una DA multidifusión para las tramas CCM. Si estas situaciones son poco probables o no es importante detectarlas, y las tramas de datos en distintos ejemplares de servicios se distinguen mediante DA unidifusión (como se prevé en los entornos de conexión punto a punto), las tramas CCM se generan con la DA unidifusión del MEP par.

10.3 Tramas LBM

Es posible generar tramas LBM con direcciones DA unidifusión o multidifusión Clase 1, conforme a las funciones ETH-LB unidifusión o ETH-LB multidifusión, respectivamente.

10.4 Tramas LBR

Las tramas LBR se producen siempre con direcciones DA unidifusión.

10.5 Tramas LTM

Las tramas LTM se generan con una dirección DA multidifusión Clase 2.

En las tramas LTM se utiliza una dirección DA multidifusión en vez de una DA unidifusión porque los MIP de los puentes actuales no pueden interceptar tramas con direcciones DA unidifusión que no sean su propia dirección. Por tanto, los MIP no podrían responder y simplemente retransmitirían una trama LTM que tenga una DA unidifusión. La causa de esta limitación es que los puertos actuales no examinan el EtherType antes de consultar la DA.

10.6 Tramas LTR

Las tramas LTR se producen siempre con direcciones DA unidifusión.

10.7 Tramas AIS

Las tramas AIS se generan con direcciones DA multidifusión Clase 1 en un MEG multipunto y suelen generarse con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG punto a punto, excepto como se describe a continuación.

En los entornos configurados para la conexión punto a punto, donde las tramas de datos de distintas instancias de servicio se distinguen mediante DA unidifusión, las tramas AIS se generan con la DA unidifusión del siguiente MEP.

10.8 Tramas LCK

Las tramas LCK se generan con direcciones DA multidifusión Clase 1 en un MEG multipunto y suelen generarse con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG punto a punto, excepto como se describe a continuación.

En entornos configurados para conexiones punto a punto, donde las tramas de datos de distintas instancias de servicio se distinguen mediante DA unidifusión, las tramas AIS se generan con la DA unidifusión del siguiente MEP.

10.9 Tramas TST

Las tramas TST se producen con direcciones DA unidifusión. Es posible generar estas tramas con una dirección DA multidifusión Clase 1 si se quiere un diagnóstico multipunto.

10.10 Tramas APS

Para la APS lineal, véase [UIT-T G.8031]. Para la APS anular, véase, [UIT-T G.8032].

10.11 Tramas MCC

Las tramas MCC se producen con direcciones DA unidifusión. Es posible generar estas tramas con una dirección DA multidifusión Clase 1 si se utiliza un VLAN punto a punto.

10.12 Tramas LMM

Las tramas LMM se producen con direcciones DA unidifusión. Es posible generar estas tramas con una dirección DA multidifusión Clase 1 si se quieren hacer mediciones multipunto.

10.13 Tramas LMR

Las tramas LMR se producen siempre con direcciones DA unidifusión.

10.14 Tramas IDM

Las tramas IDM se producen con direcciones DA unidifusión. Es posible generar estas tramas con una dirección DA multidifusión Clase 1 si se quieren hacer mediciones multipunto.

10.15 Tramas DMM

Las tramas DMM se producen con direcciones DA unidifusión. Es posible generar estas tramas con una dirección DA multidifusión Clase 1 si se quieren hacer mediciones multipunto.

10.16 Tramas DMR

Las tramas DMR se producen siempre con direcciones DA unidifusión.

10.17 Tramas EXM

Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar las direcciones DA para las tramas EXM.

10.18 Tramas EXR

Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar las direcciones DA para las tramas EXR.

10.19 Tramas VSM

Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar las direcciones DA para las tramas VSM.

10.20 Tramas VSR

Está fuera del alcance de esta Recomendación especificar las direcciones DA para las tramas VSR.

10.21 Tramas CSF

Las tramas CSF se generan con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG multipunto y suelen generarse con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG punto a punto, excepto como se describe a continuación.

En los entornos configurados para conexiones punto a punto, donde las tramas de datos de distintas instancias de servicio se distinguen con una DA unidifusión, las tramas CSF se generan con la DA unidifusión del siguiente MEP.

10.22 Tramas SLM

Las tramas SLM se generan con DA unidifusión. Las tramas SLM pueden generarse con una DA multidifusión Clase 1 si se desean mediciones multipunto.

10.23 Tramas SLR

Las tramas SLR siempre se generan con DA unidifusión.

10.24 Tramas 1SL

Las tramas 1SL se generan con DA unidifusión. Las tramas 1SL pueden generarse con DA multidifusión Clase 1 si se desean mediciones multipunto.

10.25 Tramas BNM

Las tramas BNM se generan con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG multipunto y suelen generarse con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG punto a punto, excepto como se describe a continuación.

En los entornos configurados para conexiones punto a punto, donde las tramas de datos de distintas instancias de servicio se distinguen con DA unidifusión, las tramas BNM se generan con la DA unidifusión del siguiente MEP.

10.26 Tramas EDM

Las tramas EDM se generan con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG multipunto y suelen generarse con una DA multidifusión Clase 1 en los MEG punto a punto, excepto como se describe a continuación.

En los entornos configurados para conexiones punto a punto, donde las tramas de datos de distintas instancias de servicio se distinguen con DA unidifusión, las tramas EDM se generan con la DA unidifusión del siguiente MEP.

Cuadro 10-1 – Direcciones DA de las tramas OAM

Tipo de OAM	DA para tramas con una PDU OAM
CCM	DA multidifusión Clase 1 o DA unidifusión
LBM	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
LBR	DA unidifusión
LTM	DA multidifusión Clase 2
LTR	DA unidifusión
AIS	DA multidifusión Clase 1 o DA unidifusión
LCK	DA multidifusión Clase 1 o DA unidifusión
TST	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
APS lineal	Véase [UIT-T G.8031]
APS anular	Véase [UIT-T G.8032]
MCC	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
LMM	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
LMR	DA unidifusión
1DM	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
DMM	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
DMR	DA unidifusión
EXM, EXR, VSM, VSR	Fuera del alcance de esta Recomendación
CSF	DA multidifusión Clase 1 o DA unidifusión
SLM	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
SLR	DA unidifusión
1SL	DA unidifusión o DA multidifusión Clase 1
BNM	DA multidifusión Clase 1 o DA unidifusión
EDM	DA multidifusión Clase 1 o DA unidifusión

11 Validación y determinación de la versión de la PDU OAM

En esta cláusula se describen las reglas para la validación y la determinación de la versión de la PDU OAM, diseñada para garantizar que la implementación de esta Recomendación podrá interoperar con las implementaciones de futuras versiones de esta Recomendación. Además, estas reglas permiten a las implementaciones añadir extensiones privadas no normalizadas al protocolo de manera que no se ponga en peligro la interoperabilidad con futuras versiones de esta Recomendación ni se restrinja la capacidad de futuras versiones de esta Recomendación para ampliar su funcionalidad.

NOTA 1 – El cambio del formato LTM entre las versiones de 2006 y 2008 de esta Recomendación no cambió el número de versión, pero las futuras revisiones de esta Recomendación deberán ajustarse a estas reglas.

NOTA 2 – Las reglas descritas a continuación sólo se aplican a la interpretación de las PDU con distintas versiones. Pueden encontrarse más detalles sobre el procesamiento posterior de las PDU, si procede, en las definiciones de la función atómica en [UIT-T G.8021] y [UIT-T G.8032].

NOTA 3 – Estas reglas no se aplican a partes de la PDU no especificadas en las Recomendaciones UIT-T, por ejemplo, los campos de datos de las PDU VSM, VSR, EXM y EXR.

11.1 Transmisión de la PDU OAM

La transmisión de la PDU OAM debe ajustarse a los siguientes requisitos:

- Los campos de encabezamiento fijos deben transmitirse exactamente como se especifica en esta Recomendación.
- Todos los bits definidos como "reservados" en esta Recomendación se transmitirán como 0.
- No se añadirán campos adicionales a los encabezamientos fijos especificados en esta Recomendación.
- No se transmitirán en las PDU OAM los puntos de código reservados en esta Recomendación o en [IEEE 802.1]; por ejemplo, los valores reservados del campo OpCode (Cuadro 9-1), el campo Tipo de TLV (Cuadro 9-2) o el campo formato de ID MEG (Cuadro A.1).
- No se añadirán campos adicionales a los TLV especificados en esta Recomendación.

11.2 Validación de la PDU OAM en recepción

Las PDU OAM se someten a diversas pruebas de validación y se descartan sin ulterior procesamiento si no superan dichas pruebas. En esta cláusula no se proporciona una lista exhaustiva de esas pruebas, sino que sólo se tratan los aspectos más importantes para la compatibilidad futura. Además de las pruebas indicadas aquí, puede asumirse que, si una PDU OAM con un OpCode particular no se ajusta a la correspondiente descripción de la cláusula 9, no supera la prueba. La prueba de validación inicial tiene por objetivo garantizar que la PDU OAM es suficientemente larga para contener los campos Nivel de MEG y Versión. Las PDU OAM que no superan esta prueba se descartan.

A continuación las PDU OAM se procesan en función del número más bajo entre 1) el campo Versión de la PDU OAM y 2) el número de versión más alto conocido de la implementación receptora. Quiere esto decir que una implementación versión 1 que reciba una PDU OAM versión 0, la procesará de acuerdo con la versión 0 y procesará las PDU OAM versión 1 en función de la versión 1. Cabe señalar que se impone a futuras versiones de esta Recomendación que todas las implementaciones de versiones anteriores puedan procesar correctamente las PDU OAM recibidas, es decir, que las PDU OAM especificadas por versiones posteriores de esta Recomendación deben seguir siendo válidas cuando se procesen en función de la versión 0.

Como se indica anteriormente, en función de la versión seleccionada, se utilizan las siguientes pruebas de validación:

- La longitud del encabezamiento fijo, determinado por el campo Intervalo al TLV, no es inferior a la longitud especificada por la versión seleccionada.
- La PDU OAM es suficientemente larga para contener un encabezamiento fijo de la longitud especificada por la versión seleccionada.

Si la PDU OAM contiene un TLV que se ha de procesar, en función de la versión seleccionada, como se describe anteriormente, se utilizan las siguientes pruebas de validación:

- La PDU OAM es suficientemente larga para contener un campo Valor de TLV cuya longitud está especificada por el campo Longitud de TLV.
- El campo Longitud de TLV no indica una longitud inferior a la longitud mínima especificada para TLV en la versión seleccionada.

No se utilizarán para la validación de una PDU OAM los siguientes criterios:

- El encabezamiento fijo puede ser superior a la longitud especificada en la versión seleccionada.
- Los bits pueden configurarse en los bits reservados del campo Banderas.
- Un TLV puede tener un campo Tipo no especificado por la versión seleccionada de la norma.

- El campo Longitud de TLV puede ser superior al valor (de haberlo) especificado por la versión seleccionada de la norma.
- El campo Intervalo al TLV o el campo Longitud del último TLV de la PDU OAM pueden indicar una posición para el primer (siguiente) TLV que coincide con el final de la PDU OAM. Es decir que el TLV de fin puede estar ausente de la PDU OAM.
- Los TLV pueden aparecer en cualquier orden en la PDU OAM, a menos que en la cláusula 9 se especifique lo contrario.

NOTA – La selección de la versión utilizada para el procesamiento de una PDU OAM recibida no afecta al requisito de copia de versión, si se ha de generar una respuesta PDU OAM. Esto implica que una implementación versión 0 que reciba una solicitud PDU OAM versión 1 la interpreta de acuerdo con la versión 0, pero responde en función de las reglas aplicables en este sentido, a menos que la regla sea dependiente de la versión. En tal caso, no puede utilizarse la recepción de una respuesta PDU OAM versión 1 como indicación de que la petición PDU OAM se ha procesado de acuerdo con la versión 1.

11.3 Recepción de PDU OAM tras la validación

Las PDU OAM recibidas que superen las pruebas de validación descritas más arriba deben procesarse de acuerdo con la misma versión seleccionada para las pruebas de validación (es decir, el número más bajo entre el campo Versión de la PDU OAM y la versión más alta conocida de la implementación receptora).

- Sólo se procesan aquellos campos de la porción de encabezamiento fijo de la PDU OAM definidos por la versión seleccionada; todo byte adicional del encabezamiento fijo, si éste es superior a la longitud especificada por la versión seleccionada, se ignora.
- Todo TLV con un campo Tipo no especificado por la versión seleccionada se ignora, excepto si la PDU OAM se reenvía o retransmite (con o sin modificaciones) o si se trata de una nueva PDU OAM enviada en respuesta a la PDU OAM recibida, el TLV se copia sin modificación en la PDU reenviada o retransmitida o en la PDU de respuesta.
- Se ignora toda parte de la PDU OAM posterior al TLV de fin (la ausencia de TLV de fin no es un error).
- Si el campo Longitud de TLV es más grande que el valor (de haberlo) especificado por la versión seleccionada, se ignoran los bytes posteriores a los especificados por la versión seleccionada.
- Se ignoran todos los bits no definidos en esta Recomendación, por ejemplo, los bits reservados en el campo Banderas.

Anexo A

Formato del identificador de MEG

(Este anexo forma parte integrante de la presente Recomendación)

Características de los identificadores de los grupos de entidades de mantenimiento (ID de MEG):

- Cada ID de un MEG ha de ser único globalmente.
- Si es probable que se utilice el MEG para establecer un camino a través de una frontera entre operadores, el ID de MEG ha de estar disponible para otros operadores de redes.
- El ID de MEG no debería cambiar mientras exista el MEG.
- El ID de MEG debería identificar el operador de red responsable del MEG.

En la Figura A.1 se indica el formato genérico de los ID de MEG específicos de esta Recomendación.

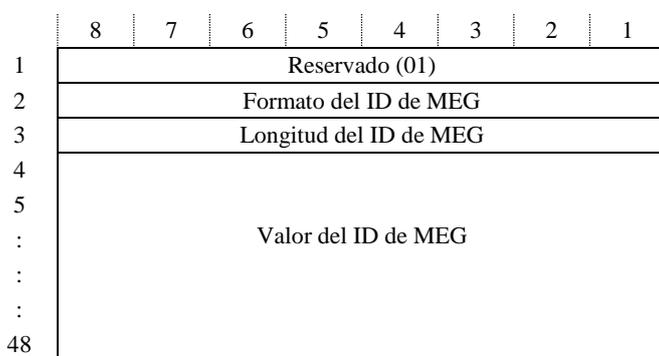


Figura A.1 – Formato genérico del ID de MEG

El campo Formato del ID de MEG precisa el tipo de formato utilizado. En el Cuadro A.1 se especifican los valores del tipo de formato del ID de MEG, que se describen en las cláusulas A.1 y A.2 siguientes.

Cuadro A.1 – Tipo de formato del ID de MEG

Valores correspondientes al tipo de formato del ID de MEG	Nombre del TLV
00, 5-31, 64-255	Reservado (Nota 1)
1-4	Véase (Nota 2)
Tipos específicos de esta Recomendación	
32	Formato basado en ICC
33	Formato basado en ICC y CC
34-63	Reservado (Nota 3)
NOTA 1 – Reservado, será definido por IEEE 802.1. NOTA 2 – Los valores se han de utilizar como se define en el Cuadro 21-20 de [IEEE 802.1Q] NOTA 3 - Reservado para futura normalización del UIT-T.	

A.1 Formato de ID de MEG basado en ICC

En la Figura A.2 se representa el formato que utiliza el código de operador UIT (*ICC*, *ITU carrier code*). El código ICC identifica un operador de red/proveedor de servicio y es controlado por la Oficina de Normalización de la UIT (TSB) conforme a [UIT-T M.1400].

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Reservado (01)							
2	Formato del ID de MEG (32)							
3	Longitud del ID de MEG (13)							
4	0	Valor del ID de MEG[1]						
5	0	Valor del ID de MEG[2]						
15	0	Valor del ID de MEG[12]						
16	0	Valor del ID de MEG[13]						
19	No se utiliza (= todo CEROS)							
20								
47								
48								

Figura A.2 – Formato del ID de MEG basado en el código ICC

El valor del ID de MEG identificado por el Tipo 32 consiste en 13 caracteres codificados conforme a [UIT-T T.50] (Alfabeto internacional de referencia – Juego de caracteres codificados de 7 bits para el intercambio de información).

Téngase en cuenta que el ID de MEG Tipo 32 puede no ser globalmente exclusivo porque, como se indica en [UIT-T M.1400], el mismo ICC puede existir en distintos países. Así, el ID de MEG Tipo 32 ofrece la exclusividad únicamente dentro de un mismo país.

En la Figura A.3 se muestra la estructura de un valor ID de MEG basado en ICC.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ICC	UMC											
ICC	UMC											
ICC	UMC											
ICC	UMC											
ICC	UMC											
ICC	UMC											

Figura A.3 – Estructura de un valor ID de MEG basado en ICC

Tiene dos subcampos: el código de operador UIT (ICC) seguido de un ID de MEG único (UMC).

El código de operador UIT está formado por uno a seis caracteres alfabéticos (es decir, A-Z) y/o numéricos (es decir, 0-9) justificados a la izquierda. El código UMC viene inmediatamente después del ICC y debe consistir en 7-12 caracteres con CEROS al final, que completen los 13 caracteres del identificador del MEG. El UMC lo definirá la organización a la que se ha asignado el ICC, pero ha de ser único dentro de un mismo país.

A.2 Formato de ID de MEG global basado en CC e ICC

En la Figura A.4 se muestra el formato que utiliza el código de operador UIT (ICC) con el indicativo de país (CC). El valor ID de MEG se identifica con el Tipo 33 y está formado por 15 caracteres codificados de conformidad con [UIT-T T.50].

En la Figura A.5 se muestra la estructura del valor ID de MEG identificada por CC e ICC. Está formada por tres subcampos: el indicativo de país (CC), el código de operador UIT (ICC) y un código ID de MEG único (UMC). El indicativo de país (alfa-2) es una cadena de 2 caracteres alfabéticos representados por letras mayúsculas (es decir, A-Z). El formato del indicativo de país está definido en [ISO 3166-1]. El código de operador UIT está formado por uno a seis caracteres alfabéticos (es decir, A-Z) y/o numéricos (es decir, 0-9) justificados a la izquierda.

El código UMC va inmediatamente después del ICC y estará formado por entre siete y doce caracteres con una cola de CEROS hasta completar el valor ID de MEG de 15 caracteres. El UMC empezará con el carácter "/", si el ICC tiene menos de seis caracteres (como se muestra en la Figura A.5) y será único en el contexto de la organización a la que se ha asignado el código de operador UIT.

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Reservado (01)							
2	Formato de ID de MEG (33)							
3	Longitud de ID de MEG (15)							
4	0	Valor de ID de MEG [1]						
5	0	Valor de ID de MEG [2]						
17	0	Valor de ID de MEG [14]						
18	0	Valor de ID de MEG [15]						
19	No utilizado (= todo CEROS)							
20								
47								
48								

Figura A.4 – Formato de ID de MEG global basado en CC e ICC

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC	/	UMC											
CC	ICC		/	UMC										
CC	ICC			/	UMC									
CC	ICC				/	UMC								
CC	ICC					UMC								

Figura A.5 – Estructura del valor ID de MEG global basado en CC e ICC

Anexo B

Consideraciones sobre la interoperabilidad de la función de rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT) de [UIT-T Y.1731]

(Este anexo forma parte integrante de la presente Recomendación)

En este Anexo se describe el interfuncionamiento de los MEP y MIP Ethernet que soportan distintos tipos de la función de rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT) (a saber, la ETH-LT definida en [UIT-T Y.1731] y la especificada en esta Recomendación) y se identifican los requisitos básicos para el soporte del interfuncionamiento en los ME donde hay dos tipos de MEP o MIP.

B.1 Función de rastreo de enlace Ethernet (ETH-LT) definida en [UIT-T Y.1731]

La ETH-LT definida en [UIT-T Y.1731] difiere de la definida en esta Recomendación en los siguientes aspectos:

- La transmisión LTM y su PDU, como se indica en la cláusula 7.3.1 y la cláusula 9.5 de [UIT-T Y.1731], no define el TLV identificador de salida LTM y su formato, mientras que en esta Recomendación se considera obligatorio.
- La transmisión LTR y su PDU, como se indica en la cláusula 7.3.2 y la cláusula 9.6 de [UIT-T Y.1731], no define el TLV identificador de salida LTR y su formato, mientras que en esta Recomendación se considera obligatorio. Además, en [UIT-T Y.1731] el TLV de entrada respuesta y el TLV de salida respuesta son facultativos, mientras que en esta Recomendación se consideran obligatorios.
- En la cláusula 9.6.2 de esta Recomendación FwdYes y TerminalMEP se definen en el bit 7 y el bit 6 de la descripción de los campos del formato de la PDU LTR, mientras que no se definen en [UIT-T Y.1731].
- La ETH-LT respondedora no se definía en un MIP y tanto el puerto de ingreso como el de egreso podían configurarse en un MIP con equipo v2006, mientras que en esta Recomendación la ETH-LT respondedora se define de manera que sólo puede haber un MIP por equipo.

B.2 Interfuncionamiento con [UIT-T Y.1731]

En el caso de los ME formados por un MEP v2006 que transmite ETH-LTM y varios MIP v2008 o en el caso de un ME formado por un MEP v2006 que transmite ETH-LTM y un MEP v2008 que recibe ETH-LTM y transmite ETH-LTR, el MIP v2008 o el MEP v2008 pueden descartar la ETH-LTM del MEP v2006 debido a la ausencia de TLV identificador de salida LTM. En tal caso, para mantener la interoperabilidad, el MIP v2008 puede reenviar la ETH-LTM y transmitir la ETH-LTR reconociendo que la ETH-LTM no tiene el TLV y comportándose como un MIP v2006. Del mismo modo, el MEP v2008 puede transmitir la ETH-LTR reconociendo que la ETH-LTM no tiene el TLV y comportándose como un MEP v2006. Véase la Figura B.1.

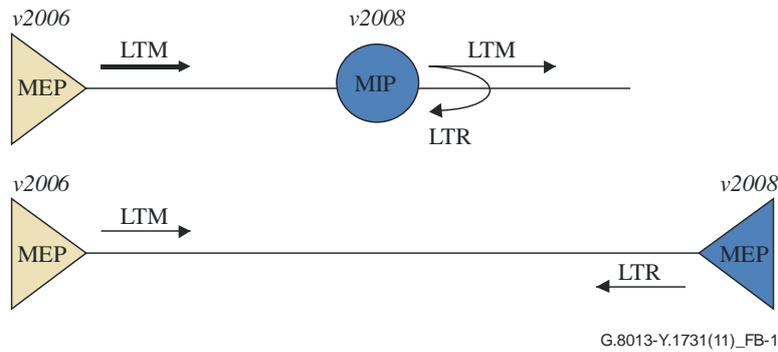


Figura B.1 – Caso 1 de interoperabilidad

En el caso de un ME formado por un MEP v2008 que transmite la ETH-LTM y varios MIP v2006 y/o en el caso de un MEP v2008 que recibe la ETH-LTM y transmite la ETH-LTR, el MEP v2008 que recibe la ETH-LTR sin TLV identificador de salida LTR y sin TLV de ingreso respuesta o TLV de egreso respuesta generado por los MIP v2006 y/o el MEP. En ausencia de esos TLV se considera que la ETH-LTR es inválida en la versión v2008. Para mantener la interoperabilidad, la versión v2008 puede configurarse para identificar como válida esta ETH-LTR. Véase la Figura B.2.

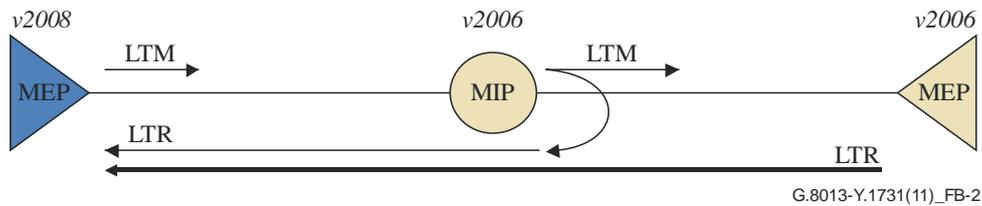


Figura B.2 – Caso 2 de interoperabilidad

En el caso de un ME formado por un MEP v2008 que transmite ETH-LTM y varios MIP v2006 ubicados en los puertos de ingreso y de egreso del equipo, el equipo puede transmitir dos ETH-LTR al MEP v2008. Al recibir las ETH-LTR, el MEP v2008 se comporta como en el caso expuesto anteriormente (véase la Figura B.3). Cabe señalar que este comportamiento es compatible con el análisis LTR conforme al Anexo J.5 de [IEEE 802.1Q], siempre y cuando cada uno de los MP que decrementan el campo TTL de LTM también devuelvan una LTR.

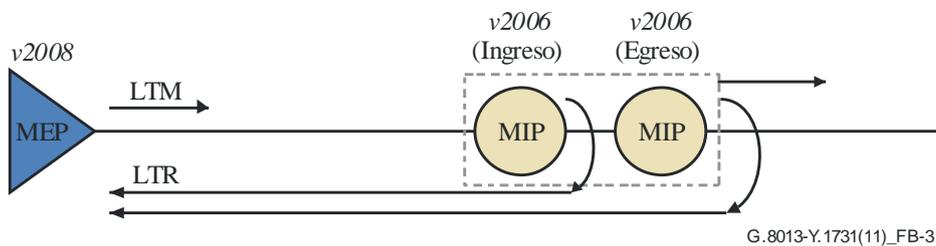


Figura B.3 – Caso 3 de interoperabilidad

Apéndice I

Casos de redes Ethernet

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación)

I.1 Ejemplo de niveles de MEG asignados distinguiendo entre cometidos

La Figura I.1 es un ejemplo con la asignación de niveles de MEG por defecto entre los cometidos de cliente, proveedor y operador. Los triángulos representan los MEP, los círculos son los MIP y los rombos son los TrCP.

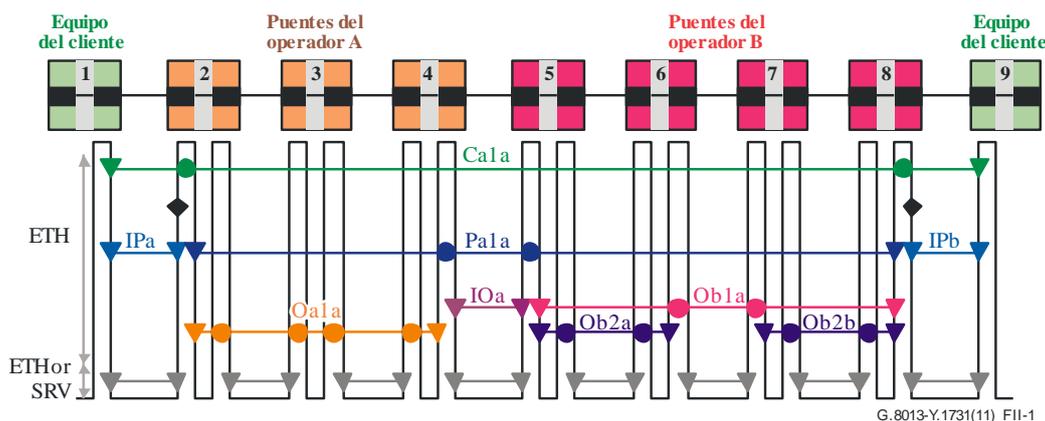


Figura I.1 – Ejemplo de asignación de niveles de MEG distinguiendo entre cometidos

- Se puede asignar el nivel de MEG 5 Cliente a la entidad de mantenimiento (ME) cliente (Ca1a). Así es posible crear otras ME cliente en niveles de MEG superiores es decir, 6 y 7, si fuera necesario tener estas ME en otros niveles de MEG cliente.
- Se puede asignar el nivel de MEG 4 Proveedor a la entidad de mantenimiento (ME) proveedor (Pa1a). Así es posible crear otras ME Proveedor en niveles de MEG inferiores es decir, 3, si fuera necesario tener estas ME en otros niveles de MEG.
- Se puede asignar el nivel de MEG 2 Operador a la entidad de mantenimiento (ME) Operador extremo a extremo (Oa1a y Ob1a). Así es posible crear otras ME Operador en niveles de MEG inferiores es decir, 1 y 0, si fuera necesario tener estas ME en otros niveles de MEG en cada red de operador.
- Lo anterior permite asignar un nivel de MEG inferior, por ejemplo 1, a entidades de mantenimiento (ME) Operador de segmento en la red del Operador B (Ob2a y Ob2b), si el Operador B necesita estas ME.
- Se puede asignar el nivel de MEG 0 a las entidades de mantenimiento (ME) MEs entre el cliente y el proveedor (IPa y IPb). Esto permite al proveedor filtrar estas tramas OAM en UNI_N, porque el proveedor sólo tiene que ofrecer procedimientos transparentes a los niveles de MEG cliente 7, 6 y 5.
- Se puede asignar el nivel de MEG 0 a las entidades de mantenimiento (ME) entre operadores (IOa). Esto permite al operador filtrar estas tramas OAM, porque el operador sólo tiene que ofrecer procedimientos transparentes a los niveles de MEG cliente y proveedor.

I.2 Ejemplo de niveles de MEG independientes

En el ejemplo de la Figura I.2 no se asignan los niveles de MEG distinguiendo entre los cometidos de cliente y de proveedor de servicio. Ahora bien, para el proveedor y el operador sí se han armonizado los niveles de MEG. Los triángulos representan los MEP, los círculos son los MIP y los rombos son los TrCP.

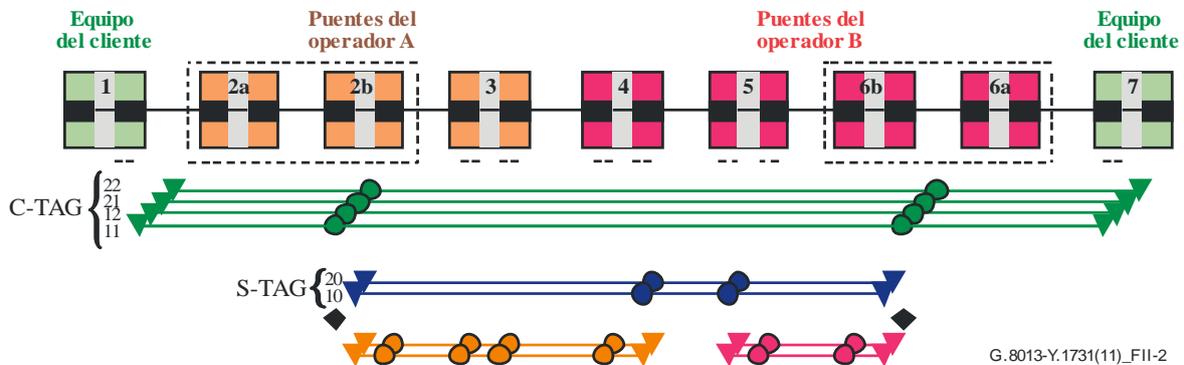


Figura I.2 – Ejemplo de asignación de niveles de MEG independientes

- En este ejemplo hay cuatro VLAN de cliente (11, 12, 21 y 22) y los correspondientes MEG cliente (C-TAG en la figura) que son totalmente independientes de los dos VLAN de proveedor de servicio (20 y 10) y de los correspondientes MEG de proveedor de servicio (S-TAG en la figura).
- Por tanto, el cliente y el proveedor de servicio pueden utilizar de forma independiente los ocho niveles de MEG.
- Ahora bien, el proveedor de servicio y el operador sí tienen niveles de MEG armonizados, como en la situación de la Figura I.1. En este caso, el proveedor de servicio y el operador pueden determinar por mutuo acuerdo los ocho niveles de MEG.
- En el ejemplo anterior el cliente debe marcar las tramas OAM como tramas VLAN o tramas con prioridad para utilizar los ocho niveles de MEG de forma independiente. Si el cliente utiliza tramas OAM no marcadas, no será posible tener niveles de MEG independientes y el cliente y el proveedor tendrán que determinar por mutuo acuerdo sus niveles de MEG.

Apéndice II

Medidas de pérdida de tramas

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación)

A la hora de calcular la pérdida de tramas han de tenerse en cuenta los siguientes cuatro casos:

- a) Los contadores de transmisión y de recepción no han iniciado un nuevo ciclo.
- b) Solo el contador de transmisión ha iniciado un nuevo ciclo.
- c) Sólo el contador de recepción ha iniciado un nuevo ciclo.
- d) Los contadores de transmisión y de recepción han iniciado un nuevo ciclo.

En las siguientes líneas se explica el cálculo de pérdida de tramas.

- a) Los contadores de transmisión y de recepción no han iniciado un nuevo ciclo.

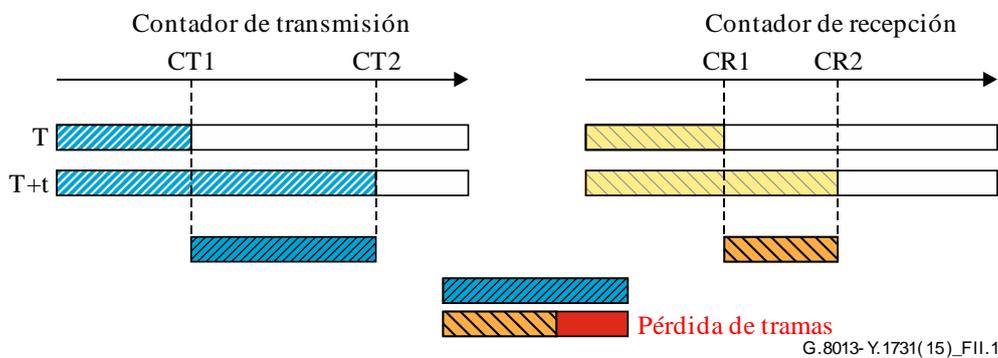


Figura II.1 – Los contadores no han iniciado un nuevo ciclo

El cálculo de pérdida de tramas en este caso es simple:

$$\text{Pérdida de tramas} = (\text{CT2} - \text{CT1}) - (\text{CR2} - \text{CR1})$$

- b) Solo el contador de transmisión ha iniciado un nuevo ciclo.

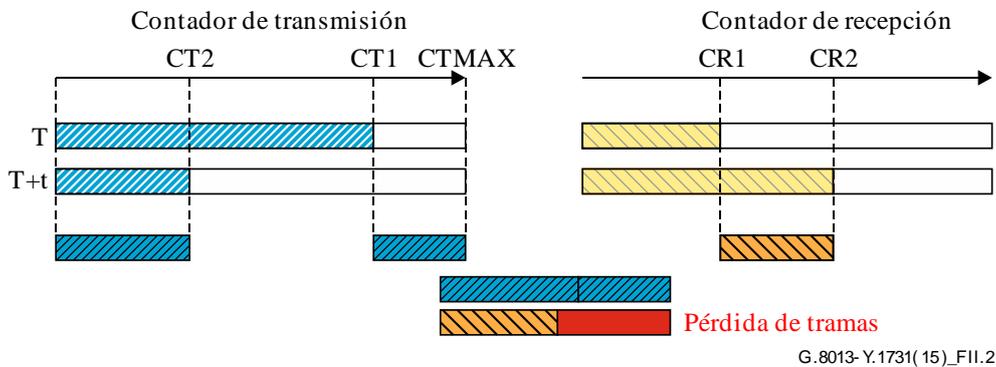


Figura II.2 – El contador de transmisión ha iniciado un nuevo ciclo

Para estimar la pérdida de tramas en este caso se realiza el siguiente cálculo, como se describe en la cláusula anterior:

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de tramas} &= ((CTMAX - CT1) + CT2 + 1) - (CR2 - CR1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) \end{aligned}$$

- c) Sólo el contador de recepción ha iniciado un nuevo ciclo.

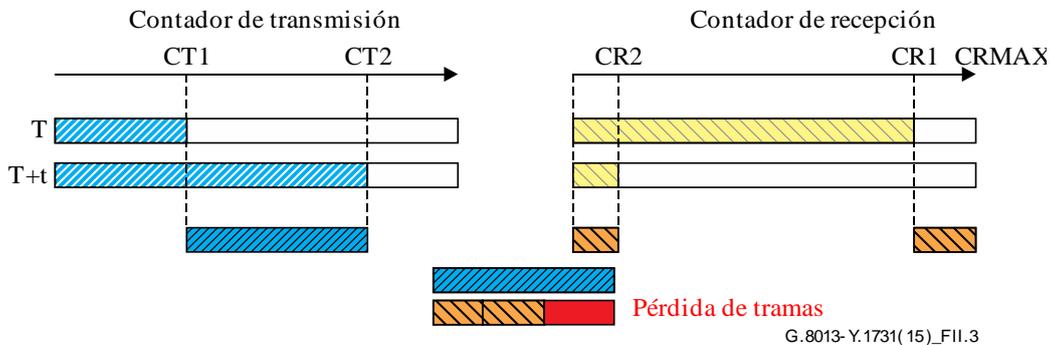


Figura II.3 – El contador de recepción ha iniciado un nuevo ciclo

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de tramas} &= (CT2 - CT1) - ((CRMAX - CR1) + CR2 + 1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) - (CRMAX + 1) \end{aligned}$$

- d) Los contadores de transmisión y de recepción han iniciado un nuevo ciclo.

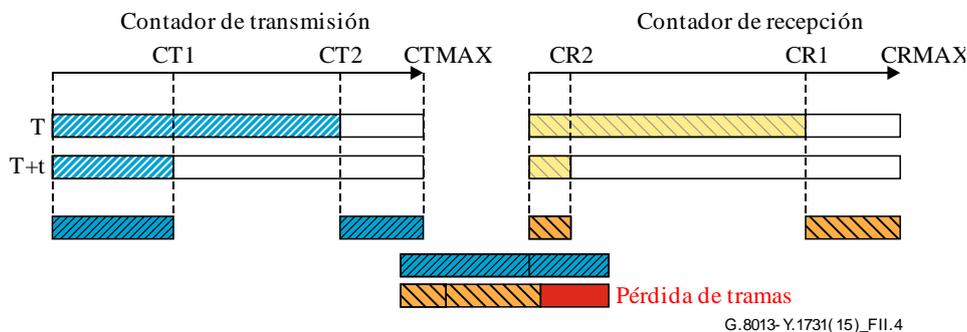


Figura II.4 – Ambos contadores han iniciado un nuevo ciclo

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de tramas} &= ((CTMAX - CT1) + CT2 + 1) - ((CRMAX - CR1) + CR2 + 1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) - (CRMAX + 1) \end{aligned}$$

II.1 Cálculo de pérdida de tramas simplificado

Si se hace el cálculo con valores sin signo, la fórmula de pérdida de tramas puede simplificarse mucho introduciendo las siguientes características:

$$N + (MAX + 1) \equiv N \text{ mod}(MAX + 1)$$

$$N - (MAX + 1) \equiv N \text{ mod}(MAX + 1)$$

Las fórmulas de pérdida de tramas (descritas en las cláusulas 8.1.1 y 8.1.2) quedarían modificadas así:

- a) Pérdida de tramas = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$

- b) Pérdida de tramas = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + CTMAX + 1$
= $((CT2 + (CTMAX+1)) - CT1) - (CR2 - CR1)$
= $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- c) Pérdida de tramas = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) - (CRMAX + 1)$
= $(CT2 - CT1) - ((CR2 + CRMAX + 1) - CR1)$
= $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- d) Pérdida de tramas = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) - (CRMAX + 1)$
= $((CT2 + (CTMAX + 1)) - CT1) - ((CR2 + (CRMAX + 1)) - CR1)$
= $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$

Como puede verse, una sola fórmula permite calcular la pérdida de tramas en todos los casos cuando se hace con valores sin signo.

II.2 Periodicidad de los ciclos del contador de tramas

En esta cláusula se especifica la periodicidad del ciclo de cuenta de los contadores de tramas de 4 octetos con distintas velocidades de interfaz (1 Gbit/s, 10 Gbit/s y 100 Gbit/s) y distintos tamaños de trama: 64 octetos (trama mínima de Ethernet) y 1522 octetos (trama máxima de Ethernet).

Cuadro II.1 – Ciclos del contador de tramas

Veloc. interfaz	Tamaño trama	Ciclos del contador de tramas de 4 octetos
1 Gbit/s	64 octetos	$(2^{32})/((10^9)/((64+12)*8)) = 2611$ segundos
1 Gbit/s	1522 octetos	$(2^{32})/((10^9)/((1522+12)*8)) = 52707$ segundos
10 Gbit/s	64 octetos	$(2^{32})/(((10*(10^9))/((64+12)*8)) = 261$ segundos
10 Gbit/s	1522 octetos	$(2^{32})/(((10*(10^9))/((1522+12)*8)) = 5270$ segundos
100 Gbit/s	64 octetos	$(2^{32})/(((100*(10^9))/((64+12)*8)) = 26$ segundos
100 Gbit/s	1522 octetos	$(2^{32})/(((100*(10^9))/((1522+12)*8)) = 527$ segundos

Apéndice III

Interfuncionamiento OAM en redes

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación)

Requisitos para el interfuncionamiento de redes de capas:

- Al detectar una situación de defecto en la capa de servidor, la función de adaptación entre las capas de servidor y cliente debería estar en condiciones de introducir una trama AIS en la capa de cliente.
- Esta AIS tiene un formato específico de la capa de cliente.

Por ejemplo, si la capa de cliente es Ethernet se utilizará un MEP servidor.

Apéndice IV

Limitación de la detección del error de empalme

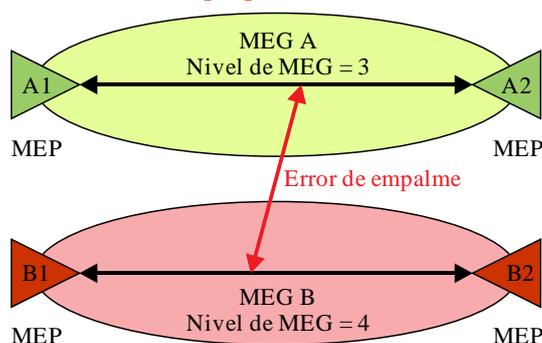
(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación)

Cuando se trata de detectar defectos, los MEP sólo consideran las tramas CCM que tienen su nivel de MEG o un nivel inferior. Las tramas CCM que tienen un nivel superior se retransmiten por motivos de transparencia de OAM, como se define en la cláusula 5.4. Esta característica limita la detección de situaciones de error de empalme como se indica en la Figura IV.1.

Si hay un error de empalme entre dos MEG que tienen niveles diferentes, los MEP del MEG de nivel más bajo no detectarán el defecto porque los MEP retransmiten de forma transparente las tramas CCM enviadas por el otro MEG de nivel más alto. Los MEP de este último MEG detectarán el defecto de nivel de MEG imprevisto.

No se detectará ningún error de empalme unidireccional del MEG que tiene el nivel más alto hacia otro MEG que tiene un nivel más bajo.

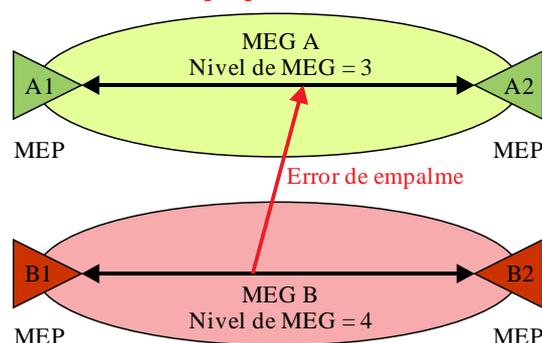
Los MEP del MEG A no detectan el defecto porque solo se consideran los niveles de MEG 3 e inferiores!



Los MEP del MEG B detectan una situación de nivel de MEG imprevisto

a) Error de empalme bidireccional

Los MEP del MEG A no detectan el defecto porque solo se consideran los niveles de MEG 3 e inferiores!



No se detecta ningún error porque no hay error de empalme hacia el MEG B

b) Error de empalme unidireccional

G.8013-Y.1731(15) FIV-1

Figura IV.1 – Limitación de detección de errores de empalme

Apéndice V

Armonización de terminología con [IEEE 802.1Q]

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación)

En el siguiente cuadro se precisa la correspondencia de terminología de esta Recomendación y [IEEE 802.1Q].

Cuadro V.1 – Términos equivalentes

Term. UIT-T G.8013/Y.1731	Term. IEEE 802.1Q	Comentarios
MEG	MA	
ID de MEG	MAID (Nombre de dominio + Nombre abreviado de MA)	A diferencia de [IEEE 802.1Q], el ID de MEG de [UIT-T Y.1731] no distingue entre el nombre de dominio y un nombre abreviado de MEG.
Nivel de MEG	Nivel de MA	

Apéndice VI

Ejemplos de precisión para la medición de la ETH-SLM

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

La medición de la pérdida sintética es una técnica de muestreo para medir la pérdida de tramas, por lo que la FLR medida se distribuirá en torno al valor de pérdida real siguiendo una distribución binomial. La FLR medida media siempre será igual a la FLR real, mientras que la desviación típica dependerá del número de muestras. Así, se puede utilizar la desviación típica para ilustrar la precisión de la FLR medida resultante. En el Cuadro VI.1 se muestra la desviación típica de diversos valores de pérdida y números de muestras reales (es decir, el número de tramas SLM enviadas). Cuando se emplea la ETH-SLM, se escogerá el número de muestras de manera que la desviación típica sea baja en comparación con el umbral FLR utilizado para desencadenar una acción. De este modo se garantiza una baja probabilidad de obtener falsos positivos.

Cuadro VI.1 – Desviación típica para diversos valores de pérdida y números de muestras reales

FLR real	Número de muestras	Intervalo de transmisión	Des. Típ. (FLR en puntos %)
50%	10	100 ms	15,81%
50%	100	10 ms	5,00%
50%	1000	1 ms	1,58%
10%	10	100 ms	9,49%
10%	100	10 ms	3,00%
10%	1000	1 ms	0,95%
1%	10	100 ms	3,15%
1%	100	10 ms	0,99%
1%	1000	1 ms	0,31%
0,1%	10	100 ms	1,00%
0,1%	100	10 ms	0,31%
0,1%	1000	1 ms	0,1%

Téngase en cuenta que, si el número de muestras aumenta por un factor n , la desviación típica disminuye por un factor \sqrt{n} .

Apéndice VII

ETH-LM y agregación de enlace

(Este apéndice no forma parte integrante de esta Recomendación.)

La agregación de enlace (LAG), especificada en [b-IEEE 802.1AX], puede repercutir en la eficacia de los mecanismos OAM especificados en esta Recomendación, en [UIT-T G.8021] y en [IEEE 802.1Q]. Estos mecanismos OAM basados en tramas de servicio, como ETH-LM, exigen que se preserve el orden de las tramas, mientras que los basados en tramas sintéticas, como ETH-DM y ETH-SLM (y ETH-CC), presumen un muestreo conveniente de todos los enlaces/trayectos de transmisión viables. Aunque este Apéndice se centra en la ETH-LM, otros mecanismos OAM pueden encontrar problemas semejantes cuando supervisan una fracción del flujo previsto. Esos problemas pueden evitarse, por ejemplo, si se utiliza la LAG para la conmutación de protección (es decir, una LAG con dos enlaces agregados donde todo el tráfico se reenvía hacia la entidad de transporte activa) o si se emplea la LAG con segmentación de flujo (es decir, que todo el tráfico de un flujo determinado se sitúa en el mismo enlace agregado).

Si se considera concretamente la medición de la pérdida de tramas Ethernet, el mecanismo ETH-LM es, en principio, capaz de detectar con precisión eventos de pérdida de tramas en una conexión ETH punto a punto entre dos MEP de terminación (por ejemplo, los MEP A y Z de la Figura VII.1, que ilustra el caso que se trata a continuación). Sin embargo, la precisión puede verse afectada por un reordenamiento de tramas en la conexión ETH. El orden de las PDU ETH-LM con respecto a las tramas contadas es importante.

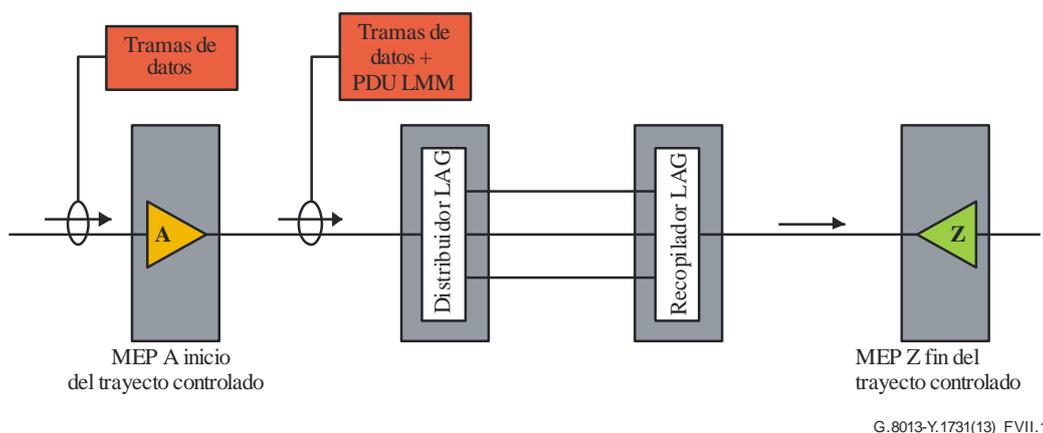


Figura VII.1 – Trayecto en que se mide la pérdida de tramas entre dos MEP de terminación

El método de medición de la ETH-LM se basa en el supuesto de que la posición de las PDU ETH-LM en el flujo de tramas contadas es siempre la misma entre el MEP fuente y el MEP sumidero. De este modo se obtiene la necesaria sincronización de los contadores a ambos extremos del enlace. Una propiedad característica del reenvío por puentes Ethernet es la preservación del orden de tramas del servicio MAC. Sin embargo, es posible que algunas implementaciones de la agregación de enlaces (LAG) no garanticen la preservación del orden de las tramas en todo el ancho de banda agregado. LAG evita el reordenamiento de tramas asignando todas las tramas de una "conversación" dada a un único enlace agregado. De este modo se garantiza el mantenimiento del orden de las tramas de cada "conversación", pero no necesariamente entre "conversaciones".

Las implementaciones comunes de la función de distribución de tramas LAG (el "distribuidor") funcionan de manera prácticamente autónoma y detectan "conversaciones" por la segmentación no sólo del identificador VLAN (VID) y la prioridad de las PDU ETH-LM intercambiadas y las tramas contadas, sino más bien, por ejemplo, de las direcciones MAC y/o IP de origen y de destino. El conjunto de PDU ETH-LM y de tramas que se han de contar contendrá generalmente valores diversos en los campos en que el distribuidor basa el valor de segmentación asignado y, por ende, la asignación del enlace agregado.

Suponiendo que la sección/agregación LAG deba atravesarse en algún punto a lo largo del trayecto entre dos MEP de terminación, es posible reenviar las PDU ETH-LM y las tramas contadas a distintos enlaces agregados. Esto ocurre aun en el caso de que todas se transmitan con el mismo VID y la misma prioridad, porque el distribuidor puede considerar más campos de las tramas para decidir de la asignación del enlace agregado. Las mismas tramas contadas pueden repartirse por distintos enlaces agregados si pertenecen a distintas "conversaciones". El reordenamiento también depende de otros factores, como la cantidad de tráfico en la sección LAG, la diversidad de longitudes de trama o el número de "conversaciones" que el distribuidor puede detectar.

La función de recopilación de tramas LAG (el "recopilador") es relativamente simple, si la comparamos con el distribuidor, pues depende de este último para la ordenación de tramas (dentro de las "conversaciones"). Así, simplemente transmiten las tramas recibidas de los enlaces agregados en el orden que las recibe. Por este motivo, las tramas con el mismo VID y la misma prioridad reenviadas a distintos enlaces agregados por el distribuidor y que el recopilador no reordena pueden tener un orden distinto antes y después de atravesar la sección LAG.

El MEP sumidero lee su contador local exactamente cuando se recibe una PDU LMM y compara su resultado con el contador de la PDU LMM misma, obteniendo así el recuento equivalente del MEP fuente. Como se muestra en la Figura VII.2, si la PDU LMM cambia de posición con respecto a las tramas que la rodean, la comparación dará como resultado una pérdida (o ganancia) de tramas artificial, aunque en la realidad no se hayan perdido (ni ganado) tramas. Esto limita la precisión que puede lograrse con este método de medición de la pérdida de tramas.

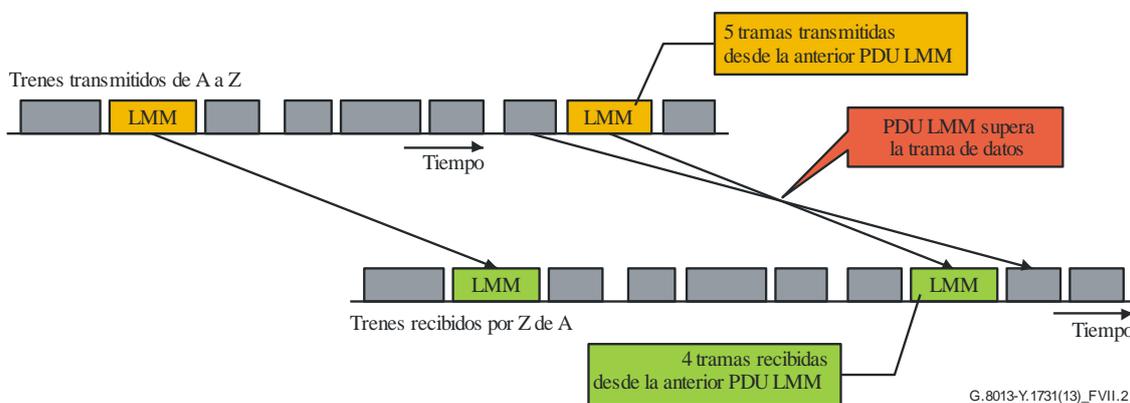


Figura VII.2 – PDU LMM adelanta a la trama de datos causando una pérdida (o ganancia) de tramas artificial

Por los muchos factores que afectan al ordenamiento en una sección LAG, resulta difícil predecir con qué frecuencia se dan los errores. Probablemente el error sea de unas pocas tramas de más o de menos. Dado que la PDU ETH-LM es corta, suele adelantar a tramas más largas en la sección LAG; de ahí que se pueda medir una pérdida de tramas artificial antes de medir la ganancia de tramas artificial compensatoria. Asimismo, puede haber intervalos de medición en que el tráfico de usuario extremo sea muy escaso (por ejemplo, en las conexiones en reposo). En tales intervalos el error (relativo) de la tasa de pérdida de tramas causada por el reordenamiento puede aumentar notablemente. Téngase en cuenta que una sección LAG suele tratar mucho más tráfico que simplemente el flujo medido por

la ETH-LM, de modo que la probabilidad de reordenamiento puede no depender mucho de la cantidad de tráfico en el flujo supervisado por la ETH-LM.

En la práctica, dado que los contadores de tramas de servicio funcionan de manera continua, la pérdida o ganancia de tramas artificial se anula en la siguiente LMR, pero puede verse sustituida por un nuevo error si el orden sigue siendo erróneo. Si las últimas PDU LMM y LMR utilizadas en un intervalo de medición determinado (generalmente 15 minutos o 24 horas) no están sujetas a reordenamiento, se compensarán todos los errores constatados hasta ese punto. Cuando el intervalo de medición es largo, los errores pueden ser menores, en comparación con el número de tramas de servicio. Sin embargo, en los intervalos cortos en que se mide la disponibilidad puede haber unas pocas tramas de servicio, por lo que el error de reordenamiento podrá bastar para que se rebase el umbral FLR de disponibilidad por exceso o por defecto, lo que causará incorrectamente periodos de indisponibilidad.

Bibliografía

- [b-IEEE 802.1AX] IEEE 802.1AX (2008), *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Link Aggregation*.
- [b-IETF RFC 2544] IETF RFC 2544 (1999), *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*.
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2544.txt>>

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
TVIP por NGN	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 próxima generación	Y.2250–Y.2299
Numeración, denominación y direccionamiento	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Redes de paquetes	Y.2600–Y.2699
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899
Entorno de clase operador abierto	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.

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	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación