



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.1712

(01/2004)

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

**Funcionalidad de operación y mantenimiento
para el interfuncionamiento de redes con
conmutación por etiquetas multiprotocolo y
modo de transferencia asíncrono**

Recomendación UIT-T Y.1712

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

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

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

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

Recomendación UIT-T Y.1712

Funcionalidad de operación y mantenimiento para el interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono

Resumen

En esta Recomendación se describe la funcionalidad OAM para el interfuncionamiento de redes ATM y MPLS, en particular los procedimientos para el interfuncionamiento de la funcionalidad OAM ATM (descrita en la Rec. UIT-T I.610) y la OAM MPLS (descrita en la Rec. UIT-T Y.1711) para la gestión de fallos, notificación y supresión de alarmas.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Y.1712 fue aprobada el 10 de enero de 2004 por la Comisión de Estudio 13 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

ATM, interfuncionamiento, MPLS, OAM

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2004

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones y terminología	1
4 Abreviaturas.....	2
5 Modelo de gestión de interfuncionamiento de redes ATM y MPLS (descripción general)	2
6 Modelo funcional de gestión de interfuncionamiento de redes	3
7 Consideraciones relativas a los defectos, la disponibilidad y la calidad del interfuncionamiento de red	5
8 Interfuncionamiento de red: procedimientos en la IWF de egreso.....	5
9 Modelo de referencia de gestión de interfuncionamiento de red de capa.....	6
9.1 Aspectos generales	6
9.2 Interfuncionamiento de red de capa en el contexto de la Rec. UIT-T G.805	7
10 Consideraciones relativas a los defectos, disponibilidad y calidad de funcionamiento del interfuncionamiento de red de capas	8
11 Procedimientos de interfuncionamiento de red de capas en una IWF.....	8
12 Consideraciones de seguridad.....	9
Anexo A – Modificaciones de los puntos de código Y.1711.....	10
A.1 Puntos de código de los tipos de defecto adicionales a Y.1711	10
A.2 Modificaciones de los puntos de código de los tipos de defecto existentes en Y.1711	10
Apéndice I – Casos de fallos de interfuncionamiento de red ATM-MPLS	11
I.1 Detección automática de fallo	11
I.2 Indicación de fallo	12
Apéndice II – Casos de fallo de interfuncionamiento de red de capas	17
II.1 Detección/notificación/disponibilidad de fallo.....	17
II.2 Fallo LSP1-ME (ubicación de fallo 1)	17
II.3 Fallo LSP2-ME (ubicación de fallo 2)	18
II.4 Fallos LSP1-ME y LSP2-ME (ubicaciones de fallo 1 y 2)	19
II.5 Fallo en la IWF-NE (ubicación de fallo 3).....	20
II.6 Fallo en la ATM ME (ubicación de fallo 4).....	20

Recomendación UIT-T Y.1712

Funcionalidad de operación y mantenimiento para el interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono

1 Alcance

Esta Recomendación versa sobre el interfuncionamiento de la funcionalidad OAM en redes ATM (I.610) y MPLS (Y.1711) en dos casos, a saber:

El interfuncionamiento de red, según el cual el ATM se transporte (como la capa cliente) usando la MPLS (como la capa servidor), tal como se define en la Rec. UIT-T Y.1411 u otras Recomendaciones similares.

El interfuncionamiento de red de capas [5], según el cual el plano de datos de tráfico para un trayecto punto a punto está formado por particiones de plano de datos ATM y MPLS concatenadas.

Se deja para estudio ulterior lo referente a los estados de defecto y a las acciones correspondientes que resultan del interfuncionamiento de adaptación de cabida útil entre ATM y MPLS (por ejemplo, los problemas de MTU o de secuenciamiento).

2 Referencias

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

- [1] Recomendación UIT-T Y.1711 (2004), *Mecanismo de operación y mantenimiento para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- [2] Recomendación UIT-T I.610 (1999), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA*.
- [3] Recomendación UIT-T Y.1411 (2003), *Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono – Interfuncionamiento en el plano de usuario en modo célula*.
- [4] Recomendación UIT-T I.732 (2000), *Características funcionales del equipo del modo de transferencia asíncrono*.
- [5] Recomendación UIT-T G.805 (2000), *Arquitectura funcional genérica de las redes de transporte*.
- [6] Recomendación UIT-T I.357 (2000), *Disponibilidad de conexiones semipermanentes de la RDSI-BA*.
- [7] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.

3 Definiciones y terminología

En esta Recomendación se utilizan las definiciones y terminología de las Recomendaciones UIT-T G.805, I.610, I.732, Y.1411 e Y.1711.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AIS	Señal de indicación de alarma (<i>alarm indication signal</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
BDI	Indicación de defecto hacia atrás (<i>backward defect indication</i>)
CC	Verificación de continuidad (<i>continuity check</i>)
CP	Punto de conexión (<i>connection point</i>)
CV	Verificación de la conectividad (<i>connectivity verification</i>)
e-t-e	Extremo a extremo (<i>end to end</i>)
FDI	Indicación de defecto hacia adelante (<i>forward defect indication</i>)
LC	Conexión de enlace (<i>link connection</i>)
LMI	Interfaz de gestión de capas (<i>layer management interface</i>)
LSH	Salto conmutado por etiquetas (<i>label switch hop</i>)
LSP	Trayecto conmutado por etiquetas (<i>label switched path</i>)
ME	Entidad de mantenimiento (<i>maintenance entity</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multi-protocol label switching</i>)
NE	Elemento de red (<i>network element</i>)
NS	Servicio nativo (<i>native service</i>)
RDI	Indicador de defecto distante (<i>remote defect indication</i>)
TP	Trayecto de transmisión (<i>transmission path</i>)
VCC	Conexión de canal virtual (<i>virtual channel connection</i>)
VCLC	Conexión de enlace de canal virtual (<i>virtual channel link connection</i>)
VPC	Conexión de trayecto virtual (<i>virtual path connection</i>)
VPLC	Conexión de enlace de trayecto virtual (<i>virtual path link connection</i>)

5 Modelo de gestión de interfuncionamiento de redes ATM y MPLS (descripción general)

La función de interfuncionamiento ATM-MPLS se compone de dos planos de gestión, a saber el ATM y el MPLS. En esta Recomendación se trata principalmente la información OAM que se ha de comunicar entre los dos planos de datos de red, sin especificar el mecanismo de interacción entre los dos planos de gestión.

Para el interfuncionamiento de red ATM-MPLS, hay dos clases de entidades de mantenimiento (ME):

- Las ME ATM y MPLS (por ejemplo, una VPC/VCC en el caso del ATM, y un LSP para el de la MPLS).
- Las ME de interfuncionamiento de red (NI-ME, *network interworking ME*), relativas a la parte de la ME ATM que interfunciona entre los puntos de conexión IWF ATM.

Cabe observar que el camino MPLS sirve de conexión de enlace en la red de capa ATM, es decir, hay una relación cliente/servidor G.805. Es importante observar que entre otros nodos ATM (en cualquiera de las particiones de extremo) habrá caminos de otra tecnología (por ejemplo, CO-CS L1) que sirvan de conexiones de enlace entre los nodos ATM. Cabe esperar que esto también sea cierto para las conexiones de enlace entre los nodos MPLS. Estas relaciones también son ejemplos de interfuncionamiento de red.

Para el interfuncionamiento de red de capas, existe solamente una clase de ME: las entidades de mantenimiento ATM y MPLS. Ésta es una relación de interfuncionamiento de red de capas G.805 en la que ambas entidades tienen semántica común y sólo se requiere la traducción de la tara de camino en el punto de interfuncionamiento. Los caminos de servidor CO-CS pueden servir de conexiones de enlace en cualquiera de las redes de capa ATM o MPLS, como en el caso anterior (y siempre que se trate de una relación red-interfuncionamiento).

6 Modelo funcional de gestión de interfuncionamiento de redes

En la figura 6-1 se presenta un diagrama del modelo de referencia de gestión de interfuncionamiento de redes ATM y MPLS.

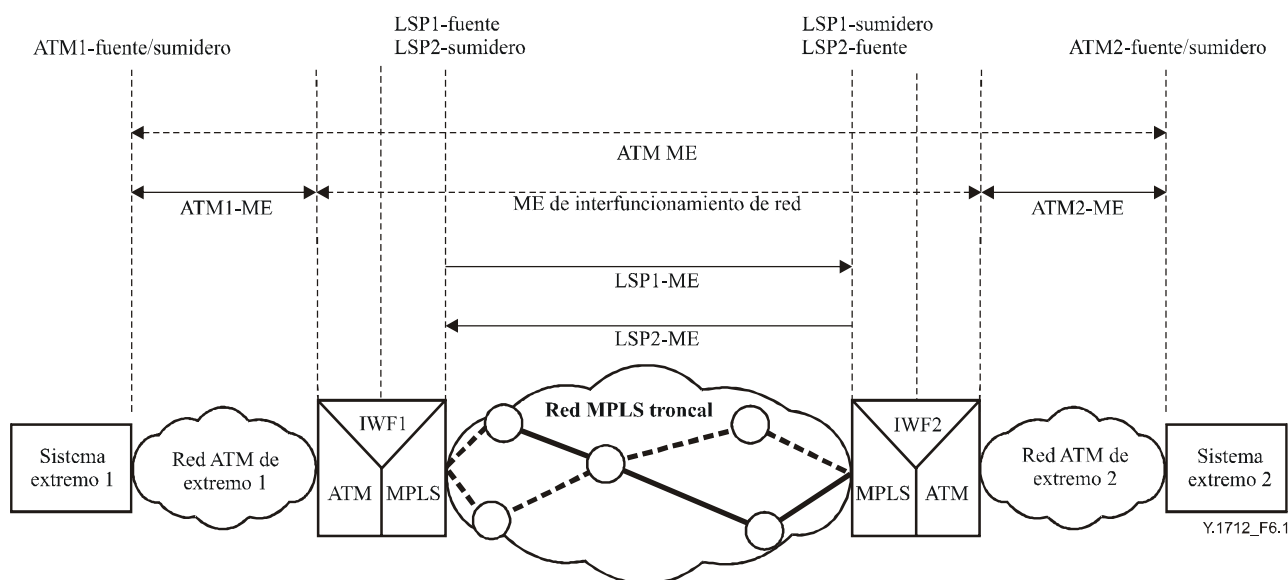


Figura 6-1/Y.1712 – Modelo de referencia de gestión de interfuncionamiento de redes ATM y MPLS

Los componentes clave del modelo son:

- ATM ME: La VCC o VPC ATM transportada entre los puntos de terminación de camino de red de capa ATM.
- Sistemas extremo 1 y 2: Las particiones de camino de capa ATM que poseen un punto de terminación de camino en el sistema extremo y un punto de conexión a la IWF.
- IWF1, IWF2: Funciones de interfuncionamiento que utilizan los procedimientos definidos en la Rec. UIT-T Y.1411 para el encapsulamiento/descapsulamiento ATM a fin de lograr el transporte por MPLS.
- LSP1-ME, LSP2-ME: Par de LSP de interfuncionamiento unidireccionales que al actuar conjuntamente suministran transporte de capa de servidor bidireccional para la conexión de enlace de cliente ATM entre IWF1 e IWF2.

- ME de interfuncionamiento de red: Porción de la ATM ME que existe entre los puntos de conexión ATM en IWF1 e IWF2.
- ATM1-ME, ATM2-ME: Elementos de la ATM ME que son exclusivos de la ME de interfuncionamiento de red. Las particiones de camino de capa ATM que tienen un punto de terminación de camino en el sistema extremo y un punto de conexión a la IWF.

En este modelo se sobreentiende que la ATM ME está dividida en un mínimo de tres segmentos OAM ATM, lo que la hace más eficiente. Hay uno o varios segmentos ATM OAM entre el sistema extremo 1 y el CP IWF1. Un segmento OAM está delimitado por los puntos de conexión (CP) coubicados con IWF1 e IWF2. Hay uno o varios segmentos ATM OAM entre el CP IWF2 y el sistema extremo 2.

Se puede encontrar una correspondencia entre este modelo y el modelo de referencia I.610. En el caso del interfuncionamiento de red, las MPLS ME se interponen como un nuevo nivel entre los niveles OAM F3 y F4, tal como se muestra en la figura 6-2. Siendo así, no conviene tomar demasiado al pie de la letra las relaciones estrictas de numeración de flujo OAM Fx, pues lo único pertinente es que un camino en la red de capa de servidor sirve de conexión de enlace en una determinada red de capa de cliente, y que los flujos OAM en cada red de capa de cliente/servidor son independientes. La VPLC/VCLC transportada por las LSP1/2-ME corresponde a la ME de interfuncionamiento de red.

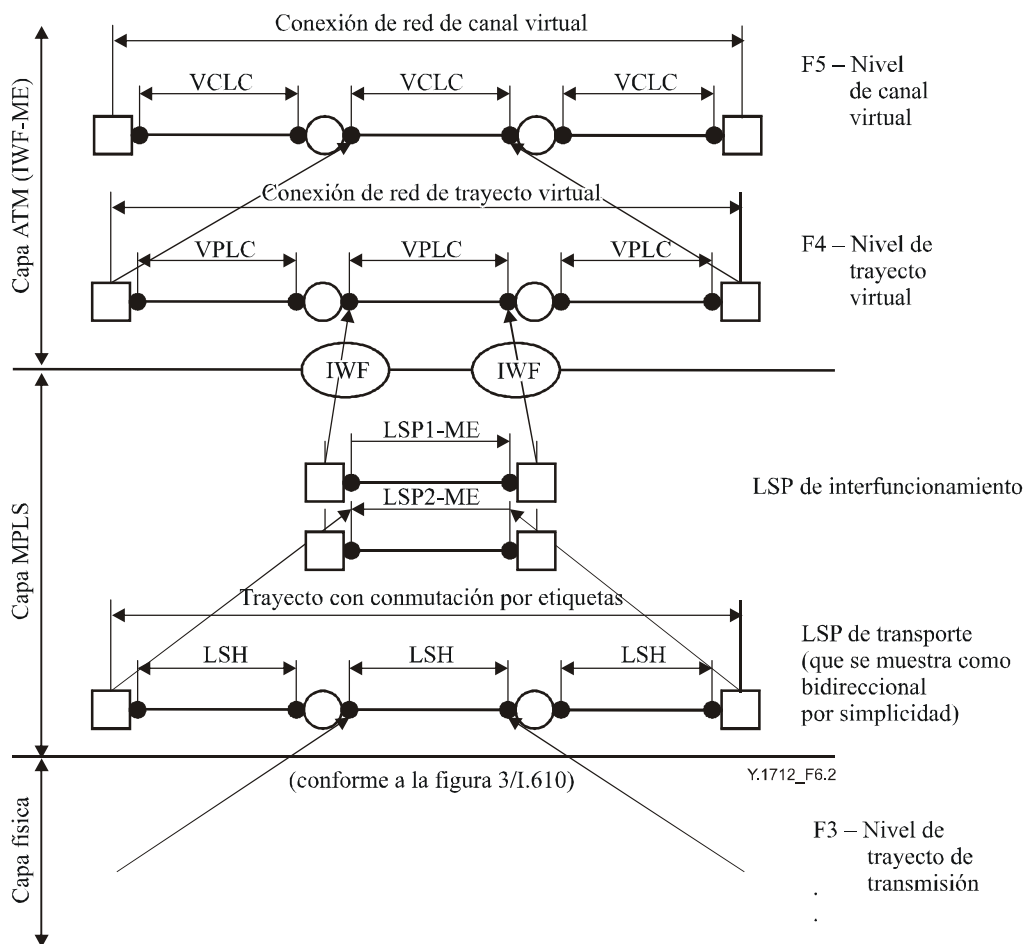


Figura 6-2/Y.1712 – Diagrama de la jerarquía: OAM I.610

También se puede ilustrar el caso de interfuncionamiento de red utilizando G.805, como en la figura 6-3.

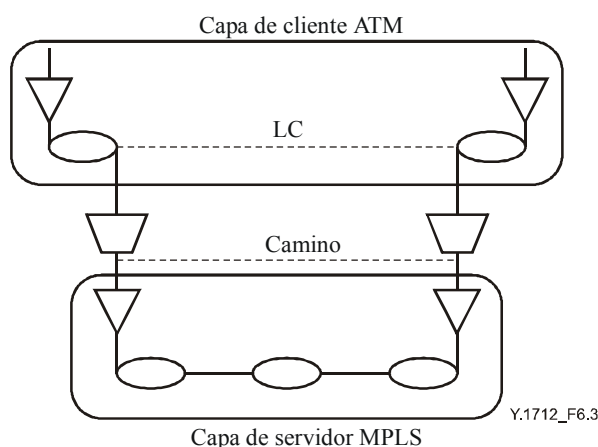


Figura 6-3/Y.1712 – Interfuncionamiento de red de ATM por MPLS: contexto G.805

7 Consideraciones relativas a los defectos, la disponibilidad y la calidad del interfuncionamiento de red

El interfuncionamiento de red de las relaciones de gestión de fallo OAM cliente/servidor son posibles siempre que la terminación de camino de capa de servidor conozca las entidades de mantenimiento de capa de cliente, de tal manera que pueda entrar y salir adecuadamente de los estados de notificación de fallo. Basándose en las Recomendaciones UIT-T I.610 e Y.1711, esto es posible en los modos uno a uno o N a uno de la Rec. UIT-T Y.1411 [3], cuando la IWF de egreso conozca las VPC y las VCC de cliente transportadas por el LSP de interfuncionamiento.

Tal como debería ocurrir en cualquier relación de red de capa cliente/servidor, la red MPLS es invisible en este caso al usuario extremo ATM. Por consiguiente, la disponibilidad y calidad de funcionamiento de la IWF se percibe en función de la disponibilidad del camino ATM extremo a extremo (es decir, de conformidad con las Recomendaciones UIT-T I.610 e I.357). No obstante, la disponibilidad y la calidad de funcionamiento del camino ATM de extremo a extremo dependen de la disponibilidad y la calidad de funcionamiento de la red MPLS y son heredadas de las capas inferiores que la constituyen a través de mecanismos de interfuncionamiento ATM-MPLS. Lo mismo ocurre con el conjunto de métricas QoS. Puesto que todo defecto de capa MPLS (o de capa CO-CS inferior) aparecerá como defecto de capa ATM, es indispensable suprimir las alarmas y realizar la notificación de fallos en todas las redes de capa por encima de aquella en la que se origina el defecto. Por esa razón, es necesario que las condiciones de fallo MPLS se comuniquen al plano de gestión ATM en la función de interfuncionamiento. En la práctica, esto significa que se debe hacer corresponder la FDI procedente del punto de terminación de camino de plano de datos de capa de servidor MPLS, o de las indicaciones de defecto de capa inferior observadas por la gestión de capa MPLS, con el plano de datos del cliente ATM soportado (en ATM las células AIS proporcionan la función FDI).

8 Interfuncionamiento de red: procedimientos en la IWF de egreso

El interfuncionamiento OAM que se especifica en esta Recomendación es una interacción entre la máquina de estado de tratamiento de defectos de extremo cercano del LSP MPLS y las VCC y/o VPC ATM transportadas.

El estado de defecto LSP MPLS es un parámetro de la función de gestión de capa ATM (tal como se señala en [4]). El defecto de capa MPLS actúa como indicador de fallo del trayecto de transmisión (TP, *transmission path*), a la función de gestión de capa ATM, a través de la función FDI OAM.

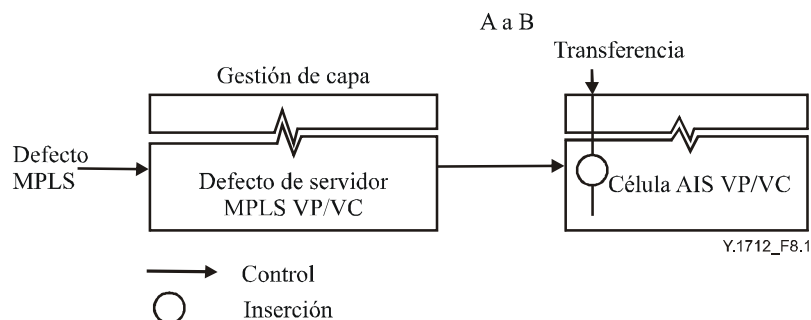


Figura 8-1/Y.1712 – Defectos MPLS como parámetro de las LMI ATM en el LSP de egreso para T VPL/VCL: contexto I.732

En la Rec. UIT-T I.732 se define un modelo de gestión de capa ATM que incluye los puntos de referencia A y B, que indican el sentido. El sentido de A a B hace referencia a los puntos de referencia definidos en la Rec. UIT-T I.732.

Obsérvese que la posible existencia de defectos de capa MPLS dTTSI_Mismerge/dTTSI_Mismatch significa que puede producirse un fallo TP sin que haya interrupción de flujos F4/F5 ni de tráfico de usuario en la capa ATM. Este problema se trata mediante la transición al "estado AIS".

- 1) Después de que la LSP-ME de extremo cercano pase al estado de defecto:
La IWF de egreso ordenará a la función de gestión de capa ATM de cada ATM ME, que sea cliente del LSP-ME no disponible, entrar en la condición extremo a extremo y (de utilizarla) seg-AIS-generation, con la correspondiente supresión del tráfico de usuario (incluido cualquier flujo OAM CC o PM) que transite por la ME de interfuncionamiento de red.
- 2) Después de que la LSP-ME de extremo cercano salga del estado de defecto:
La IWF de egreso ordenará a la función de gestión de capa ATM salir de la condición de generación de extremo a extremo y seg AIS y rehabilitar el tránsito del tráfico de interfuncionamiento de red (incluido cualquier flujo OAM CC o PM) a través de ella.
- 3) LMI ATM:
Ninguna otra función de interfaz de gestión de capa ATM definida en la Rec. UIT-T I.732 se verá afectada.

9 Modelo de referencia de gestión de interfuncionamiento de red de capa

9.1 Aspectos generales

El interfuncionamiento de red de capa de las VCC y/o VPC ATM con los LSP PW MPLS requiere el interfuncionamiento de las funciones de gestión de fallos OAM. En el caso de una VCC, la función de interfuncionamiento de cabida útil habrá de ser específica del cliente, mientras que en el caso de una VPC cabe esperar que el cliente sea una VCC ATM que podría transportarse mediante MPLS utilizando los procedimientos Y.1411, definidos en el modo "muchos a uno". Esto es independiente de cómo se adapte la cabida útil ATM en el LSP MPLS. La VCC/VPC ATM es una

entidad de mantenimiento que se concatena con el LSP como entidad de nivel par de mantenimiento MPLS.

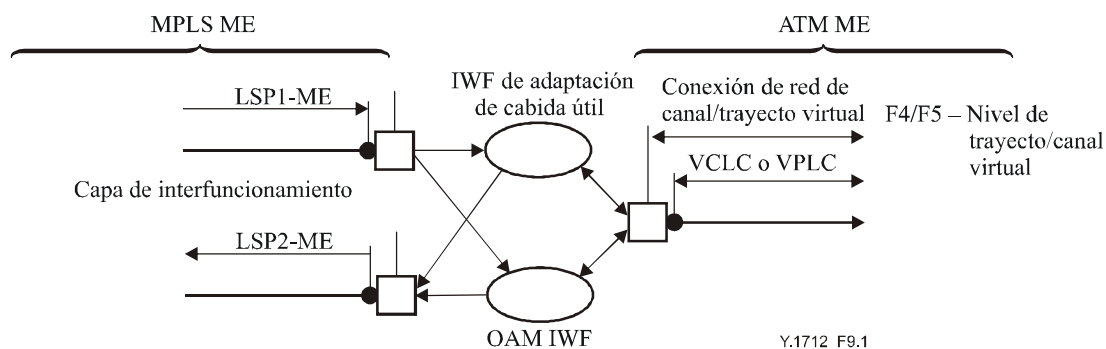


Figura 9-1/Y.1712 – Interfuncionamiento de red de capa ATM-MPLS-LSP a VCC/VPC

Aunque no existe como tal el interfuncionamiento de protocolos de gestión de fallo OAM, sí hay una traducción/interacción funcional entre los puntos de conexión de terminación y su correspondiente manejo del estado de defecto en la frontera entre las distintas entidades de mantenimiento.

La terminación de camino ATM también se considera una frontera de segmento en este modelo. Obsérvese que los puntos de terminación de camino ATM ya no están en cada uno de los sistemas extremo (como ocurría en el caso anterior de interfuncionamiento de red), sino en el sistema extremo y en la IWF. Esto también es cierto en el otro lado para los puntos de terminación de camino LSP.

9.2 Interfuncionamiento de red de capa en el contexto de la Rec. UIT-T G.805

En la figura 9-2 se utiliza la Rec. UIT-T G.805 para describir el interfuncionamiento de red de capas ATM-MPLS según el cual el camino que transporta la capa de cliente está formado por una concatenación de caminos ATM y MPLS conectados mediante funciones de interfuncionamiento unidireccional.

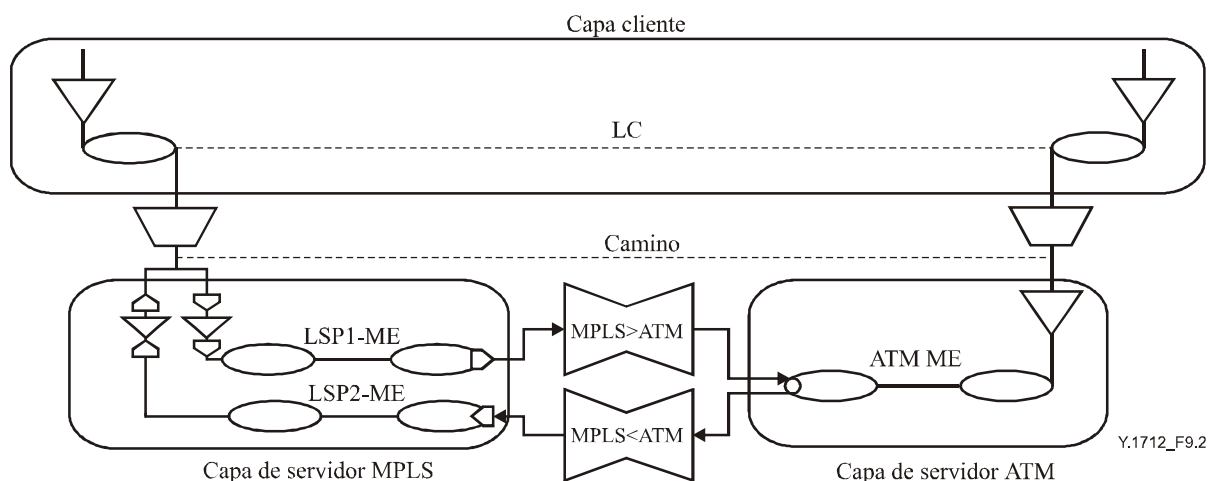


Figura 9-2/Y.1712 – Interfuncionamiento de red de capa ATM-MPLS: contexto G.805

10 Consideraciones relativas a los defectos, disponibilidad y calidad de funcionamiento del interfuncionamiento de red de capas

Al ser posible el interfuncionamiento de red de capa para la gestión de fallos OAM (como se define más adelante), también se puede realizar el control del conjunto de métricas QoS para el servicio basado en la disponibilidad de todos los componentes de servicio que lo constituyen (tanto las entidades de mantenimiento ATM como MPLS). Obsérvese que hay que poner atención en que las definiciones de defecto y disponibilidad sean idénticas en ATM y en MPLS, a fin de que se puedan crear SLA simples cuando se utilice el interfuncionamiento de red de capa.

Al igual que en el caso anterior de interfuncionamiento de red ATM/MPLS, aún existe el interfuncionamiento de red cliente/servidor de las conexiones de enlace entre los nodos adyacentes ATM o MPLS, tal como lo proporcionan los caminos de capa de servidor en una tecnología CO-CS.

11 Procedimientos de interfuncionamiento de red de capas en una IWF

- 1) Transición de una terminación de extremo cercano de MPLS desde un estado sin defectos a uno con defectos

La transición desde un estado sin defectos a uno con defectos, debido a un defecto de capa MPLS (o incluso un defecto de capa inferior), en el punto de conexión de terminación MPLS causará que el punto de terminación ATM:

- entre en la condición de generación de célula AIS, conforme a la Rec. UIT-T I.610, y suspenda el tráfico y cualquier generación de célula CC o PM de extremo a extremo, si las hubiere;
- suspenda toda generación de célula seg-CC o PM, si el OAM seg está habilitado.

- 2) Transición de una terminación de extremo cercano MPLS desde un estado con defectos hasta un estado sin defectos

La transición desde un estado con defectos hasta un estado sin defectos, debido a la corrección del defecto de capa MPLS (o incluso de un defecto de capa inferior), en el punto de conexión de terminación de extremo cercano MPLS causará que el punto de terminación ATM libere AIS, y reinicie el tráfico y cualquier generación de células CC/PM (si estuvieran activadas en la ME).

- 3) Transición de una terminación de extremo lejano MPLS desde un estado sin defectos hasta un estado con defectos

Tras la transición desde un estado sin defectos a un estado con defectos, debido a la detección/notificación de un defecto de capa MPLS (o inferior), el punto de conexión de terminación de extremo lejano MPLS enviará una BDI en el LSP en el sentido opuesto, es decir hacia la IWF. Esto se hará corresponder a través de la IWF indicando al punto de terminación ATM que entre en la condición de generación e-t-e_RDI_cell.

- 4) Transición de la terminación de extremo lejano MPLS desde un estado con defectos hasta un estado sin defectos

Tras una transición desde un estado con defectos hasta un estado sin defectos, debido a la ausencia de notificación de una MPLS de un defecto de capa MPLS (o inferior), el punto de conexión de terminación de extremo lejano MPLS dejará de enviar BDI en el LSP en el sentido opuesto, es decir hacia la IWF. Esto causará que el punto de terminación ATM libere la condición de generación e-t-e_RDI.

- 5) Entrada de la terminación ATM en los estados de extremo cercano e2e-AIS-state o seg_AIS_state (si se utilizara)

Como resultado de la detección de un defecto de capa ATM a través de una CC (o un defecto de capa inferior transmitido hacia capas superiores), la terminación ATM de extremo cercano entrará en el estado e2e-AIS-state o seg_AIS_state (si se utilizara). Esto causará que el MPLS LSP en el mismo sentido en el otro lado de la IWF inicie la generación de una FDI y suspenda el tráfico y generación de CV. Se fija el campo tipo de defecto en la FDI a dPeerME (0x0102) para indicar que el problema no reside en el dominio de la entidad de mantenimiento de MPLS (capa MPLS o cualquier capa de servidor MPLS). La terminación ATM en el otro sentido en la IWF PUEDE entrar el estado e2e-RDI-generation. "Puede" se utiliza aquí a fin de tener en cuenta lo siguiente: la recepción de MPLS FDI en el punto de terminación de camino del LSP (en el sentido opuesto a la IWF) causa que se devuelva una BDI, lo que a su vez hace corresponder a través de la IWF con la partición ATM en la forma de una señal RDI (véase el caso 3 anterior). Existe entonces una función lógica "o" respecto a cómo se genera la RDI de partición ATM.

- 6) Liberación de los estados de extremo cercano e2e-AIS-state y seg_AIS_state en la terminación ATM

Tras la recuperación de defecto de capa ATM (o capa inferior), la terminación ATM de extremo cercano liberará los estados e2e-AIS-state y seg_AIS_state (si se utilizara). Esto causará que el LSP MPLS en el mismo sentido en el otro extremo de la IWF, interrumpa la generación de FDI y reinicie el tráfico y generación CV (si estuviera configurado para ello).

- 7) Entrada de una terminación ATM de extremo lejano en el estado e2e-RDI-state o seg_RDI_state

Debido a la detección de un defecto en la partición ATM en el sentido contrario hacia la IWF, la terminación ATM en el sentido hacia la IWF entrará en los estados e2e-RDI-state y seg_RDI_state (si se utilizara) y la RDI entrante en la IWF causará que el LSP MPLS en el mismo sentido, en el otro extremo de la IWF, inicie la generación de BDI. En este caso también se utilizará el tipo de defecto dPeerME (0x0102) para indicar que el problema no reside en el dominio de la entidad de mantenimiento de MPLS (capa MPLS o cualquier capa de servidor MPLS). Obsérvese que no hay ningún efecto sobre el flujo CV en este LSP.

- 8) Liberación de estados e2e-RDI-state y seg_RDI_state

Tras la recuperación del defecto detectado en la partición ATM en el sentido contrario hacia la IWF, la terminación ATM en el sentido hacia la IWF saldrá de los estados e2e-RDI-state y seg_RDI_state (si se utilizara), e interrumpirá el envío de RDI hacia la IWF. Esto causará que el LSP MPLS en el mismo sentido, en el otro extremo la IWF, deje de enviar generación BDI. Obsérvese que esto no incide sobre el flujo CV en LSP.

12 Consideraciones de seguridad

La presente Recomendación no trata sobre aspectos de seguridad que no hayan sido ya considerados en las arquitecturas MPLS o en las ATM. El nivel general de seguridad es el del menor denominador común en los casos de interfuncionamiento de red de capas y de red. En la arquitectura MPLS se supone que todas las terminaciones de camino dentro de determinada capa son de confianza, y proporciona una jerarquía de árbitro de tal manera que se puedan aislar los clientes en los que no se confía de la red con confianza. La arquitectura ATM está orientada a la conexión y abarca explícitamente la conectividad del camino ATM a pares autenticados. Esto es crítico en el caso de OAM, puesto que ingresos sin confianza podrían causar que los mecanismos OAM realizaran ataques de negación de servicio en la infraestructura de red.

Anexo A

Modificaciones de los puntos de código Y.1711

A.1 Puntos de código de los tipos de defecto adicionales a Y.1711

Tipo de defectos	Código DT (hex)	Significado
dPeerME	01 02	Cualquier defecto de entidad de mantenimiento par que surja fuera de la subred MPLS. No se sugiere que éstos sean identificados individualmente y definidos para cada tipo de red par. Por consiguiente, sólo es necesaria una indicación de que no se trata de un defecto en la subred MPLS. Obsérvese que este defecto no se genera por mecanismos OAM MPLS, sino que se trata de una entrada OAM MPLS procedente de la función de interfuncionamiento de red de capa.

A.2 Modificaciones de los puntos de código de los tipos de defecto existentes en Y.1711

Tipo de defectos	Código DT (hex)	Significado
dLOCV	02 01	Verificación simple de pérdida de conectividad debida a la pérdida de paquetes CV OAM con la TTSI esperada. Obsérvese que: – Si la causa de dLOCV es la capa servidor (es decir, también hay una señal FDI entrante procedente de la capa servidor) entonces se utiliza el punto de código DT 01 01 Hex. – Si la causa de dLOCV es la entidad de mantenimiento par (es decir, si hay también una señal FDI entrante proveniente de la IWF con un punto de código DT 01 02) entonces se utiliza el punto de código DT 01 02 Hex. – El punto de código dLOCV 02 01 Hex sólo se utiliza para los fallos de conectividad simple de la capa MPLS.

Apéndice I

Casos de fallos de interfuncionamiento de red ATM-MPLS

El mantenimiento de la ATM ME hace necesaria la utilización de las siguientes funciones de mantenimiento:

- Detección automática de fallo.
- Acciones automáticas resultantes (conforme al tipo de defecto).
- Indicación de fallo.
- Funciones de diagnóstico para la investigación del fallo (por ejemplo, búsqueda de conexiones en bucle y trayectos).
- Mediciones de la calidad de funcionamiento (aunque sean sólo necesarias ad hoc).
- Funciones de recuperación de fallo (por ejemplo, conmutación de protección).

I.1 Detección automática de fallo

La detección automática de fallo se logra mediante la CC F4/F5 ATM en la ATM ME o en la ME de interfuncionamiento de red (si estuviera definida unívocamente como un segmento ATM), conforme a la Rec. UIT-T I.610.

- i) La ATM ME se supervisa por la CC F4/F5 e-t-e. En el sentido hacia adelante, el flujo CC F4/F5 se establece entre los puntos extremos de conexión VPC/VCC ATM. Las células OAM CC ATM se insertan en el 1-fuente de sistema extremo ATM. La célula CC se encapsula en el IWF1-CP, conforme a la Rec. UIT-T Y.1411, y se transporta a través de la red MPLS. En el IWF2-CP se desencapsula la CC y se envía al 2-sumidero del sistema extremo ATM.
- ii) Los segmentos ATM se supervisan mediante los flujos CC F4/F5 de segmento. Si se definen los CP ATM en la IWF1 y IWF2 como fronteras de segmento, la CC de segmento proporciona un mecanismo de detección de fallo de máxima cobertura de componentes de interfuncionamiento de red (que puede utilizarse con o sin los flujos OAM ATM e-t-e).

Cabe observar que es posible utilizar el flujo Seg_CC que circula por la ME de interfuncionamiento de red para determinar aproximadamente la disponibilidad y calidad de funcionamiento de la red MPLS allí donde no se supervisen los LSP-ME. (Véase la figura I.1.)

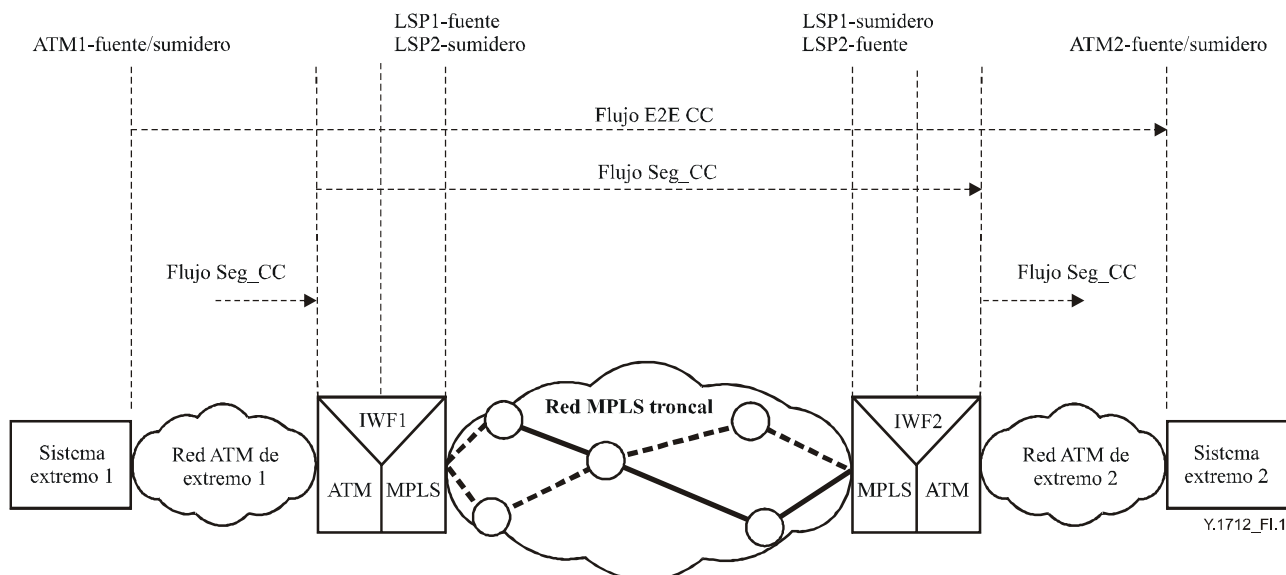


Figura I.1/Y.1712 – Flujos CC en el sentido hacia adelante en el interfuncionamiento de red

I.2 Indicación de fallo

En la figura I.2 se presentan diversos casos de fallo en el interfuncionamiento de red. Cada uno se analiza como se indica a continuación.

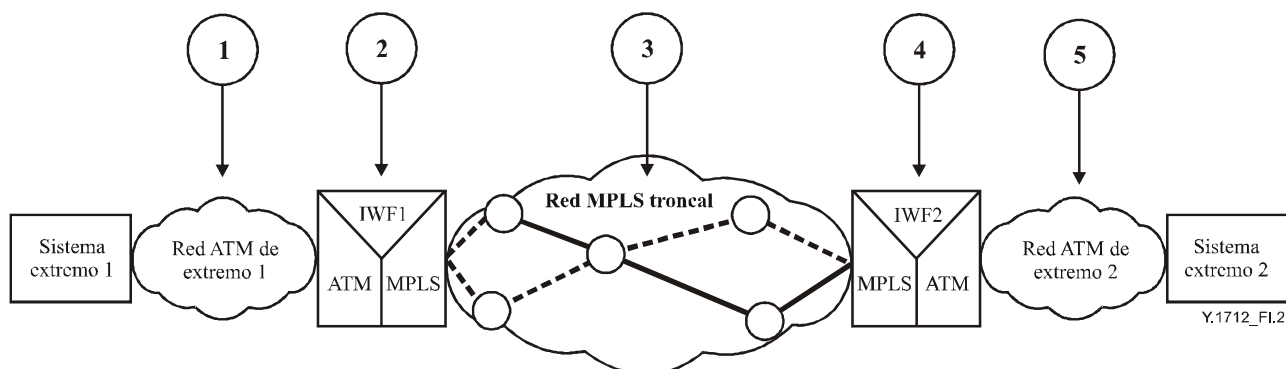


Figura I.2/Y.1712 – Ubicaciones de fallos importantes

I.2.1 Fallo en la red ATM ascendente (ubicación de fallo 1)

La detección de un fallo (incluido LOC) en la red ATM ascendente (red ATM de extremo 1) produce un flujo de células e-t-e_VP-AIS/e-t-e_VC-AIS en el sentido hacia adelante. La célula e-t-e_AIS se encapsula en la IWF1, conforme a la Rec. UIT-T Y.1411, y se transporta a través de la red MPLS. En la IWF2 se desencapsula y se envía a la ATM ME del sumidero en el sistema extremo 2.

La llegada de la célula AIS en la ATM ME del sumidero, en el sistema extremo 2, causa la generación de células e-t-e_RDI en el sentido hacia atrás. Se encapsula la célula e-t-e_RDI en la IWF2, conforme a la Rec. UIT-T Y.1411, y se transporta a través de la red MPLS. En la IWF1 se desencapsula y se envía a la ATM ME del sumidero en el sistema extremo 1.

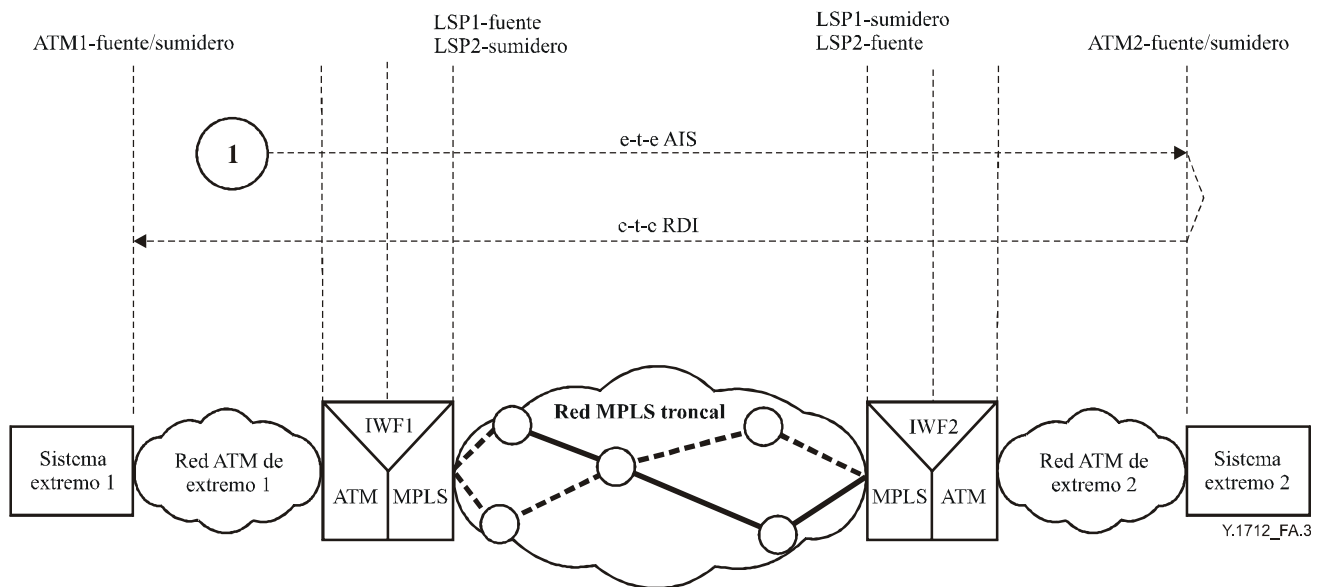


Figura I.3/Y.1712 – Fallo en la red ATM ascendente

I.2.2 Fallo en la IWF ascendente (ubicación de fallo 2)

Siempre que se produce un fallo en la IWF1, las células OAM e-t-e_CC que se originan en ATM1-fuente no llegarán a su destino, lo que causa la detección de dLOC en la ATM ME del sumidero en el sistema extremo 2. Se generan entonces células e-t-e_VP-RDI/e-t-e_VC-RDI en el sentido opuesto. En IWF2 se encapsula la RDI, conforme a la Rec. UIT-T Y.1411, y se transporta a través de la red MPLS. Si el fallo es unidireccional, la célula e-t-e_RDI se desencapsula en la IWF1 y se envía a la ATM ME del sumidero en el sistema extremo 1 (de lo contrario, se supone que el defecto afecta a los dos sentidos del trayecto, y la ATM ME del sumidero en el sistema extremo 1 detectará también dLOC y generará una e-t-e_RDI hacia la IWF1). Esta situación se ilustra en la figura I.4.

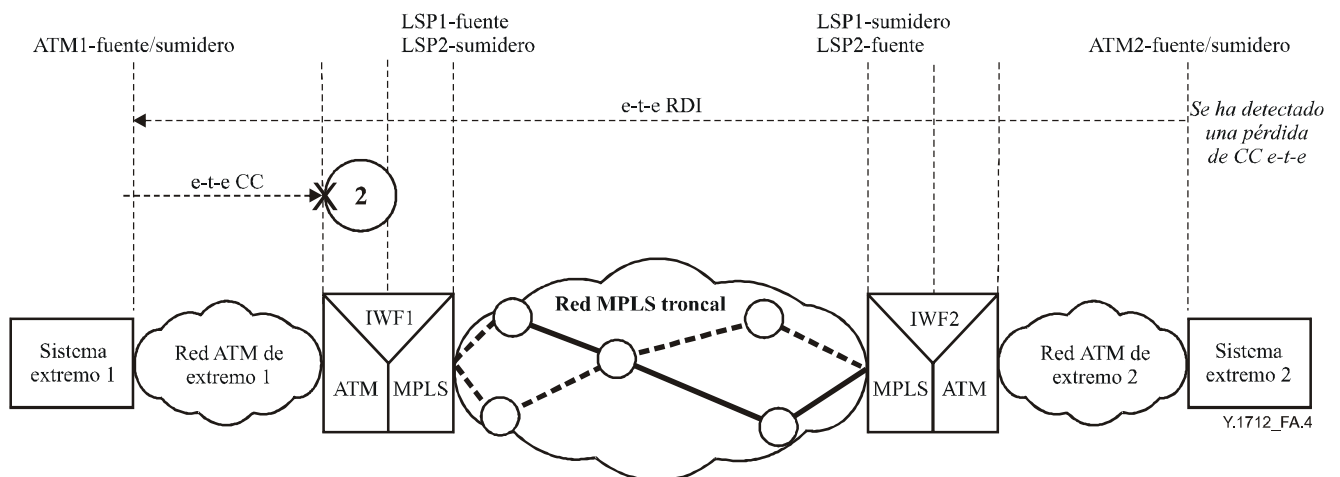


Figura I.4/Y.1712 – Fallo en la IWF ascendente (sin efecto sobre la LSP1-ME)

Obsérvese que un fallo IWF también podrá perturbar los flujos Seg_CC (si se utilizaran) a través de la ME de interfuncionamiento de red, siempre y cuando las IWF estén definidas como fronteras de segmento. En este caso, la función de gestión de capa ATM en la IWF2 detectará la pérdida de CC y entrará en el estado de generación seg/e-t-e_AIS.

Un fallo en la IWF1 podría perturbar la inserción CV de capa MPLS, lo que causaría que el procesamiento OAM de extremo cercano LSP1-ME en la IWF2 entre en un estado de defecto dLOCV. La IWF2 comunica este defecto a través de la LMI ATM local y se inserta la señal e-t-e_AIS en la ATM ME hacia el sistema extremo 2. La terminación de camino ATM en el sistema extremo 2 entra en el estado AIS, lo que debería producir una correspondencia de la FDI adecuada con los clientes de capa superior que transporte. Asimismo, el sistema extremo 2 debe enviar células e-t-e_VP-RDI/e-t-e_VC-RDI (cuando corresponda) en el sentido opuesto. Se encapsula la célula RDI en la IWF2, conforme a la Rec. UIT-T Y.1411, y se transporta por la red MPLS. Si el fallo es unidireccional, se desencapsula la célula e-t-e_RDI en la IWF1 y se envía a la ATM-ME en el sistema extremo 1 (de lo contrario, se supone que el defecto afecta a ambos sentidos del trayecto, y la ATM-ME de destino en el sistema extremo 1 detectará también dLOC y generará e-t-e_RDI hacia la IWF1). Esto se muestra en la figura I.5.

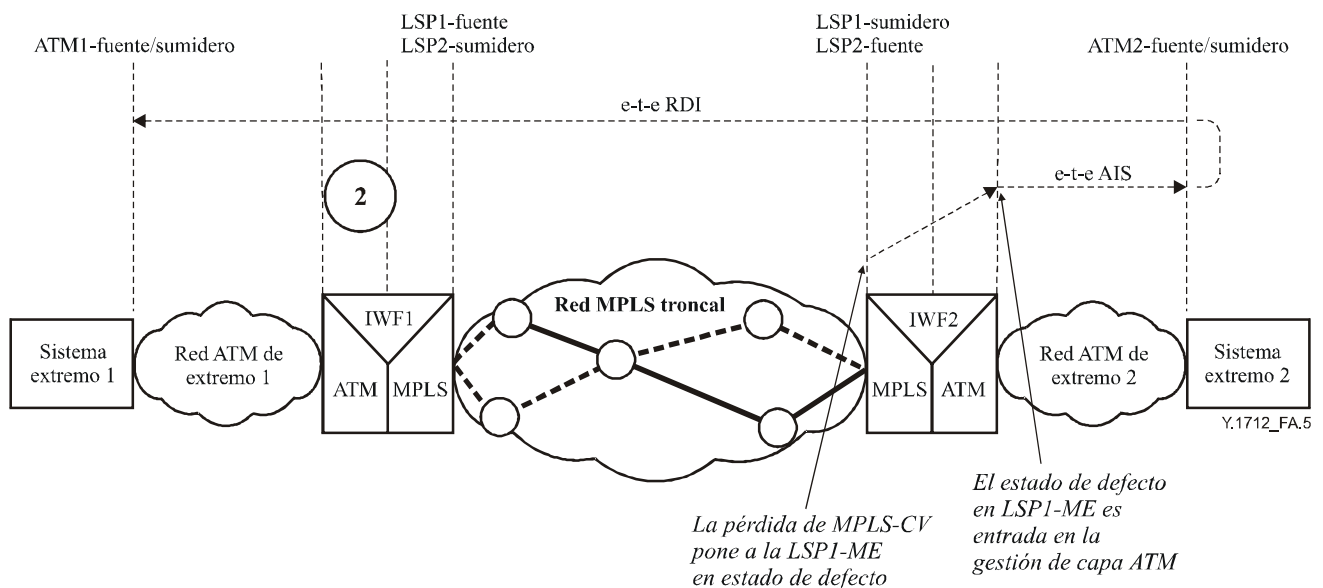


Figura I.5/Y.1712 – Fallo en la IWF ascendente (que afecta la LSP1-ME)

I.2.3 Fallo en el LSP de interfuncionamiento (ubicación de fallo 3)

Si los flujos CV Y.1711 se supervisan en el LSP de interfuncionamiento, se detectarán fallos en la capa MPLS en la terminación de camino de extremo cercano LSP1-ME. Los defectos de la capa servidora se detectan y pueden indicarse a la terminación de camino de extremo cercano LSP1-ME, a través de los flujos FDI o de las indicaciones a la función de gestión de capa MPLS directamente desde la capa servidora, cuando el defecto sea local a la terminación de extremo cercano LSP-ME.

Los defectos de capa servidora (figura I.6) y capa MPLS (figura I.7) se comunican a la LMI ATM local. Tras la recepción de una notificación de defecto de capa de servidor, las funciones de gestión de capa ATM locales a la IWF2 generarán y enviarán (en el sentido hacia adelante) células e-t-e_VP-AIS/e-t-e_VC-AIS en todas las VPC/VCC activas afectadas.

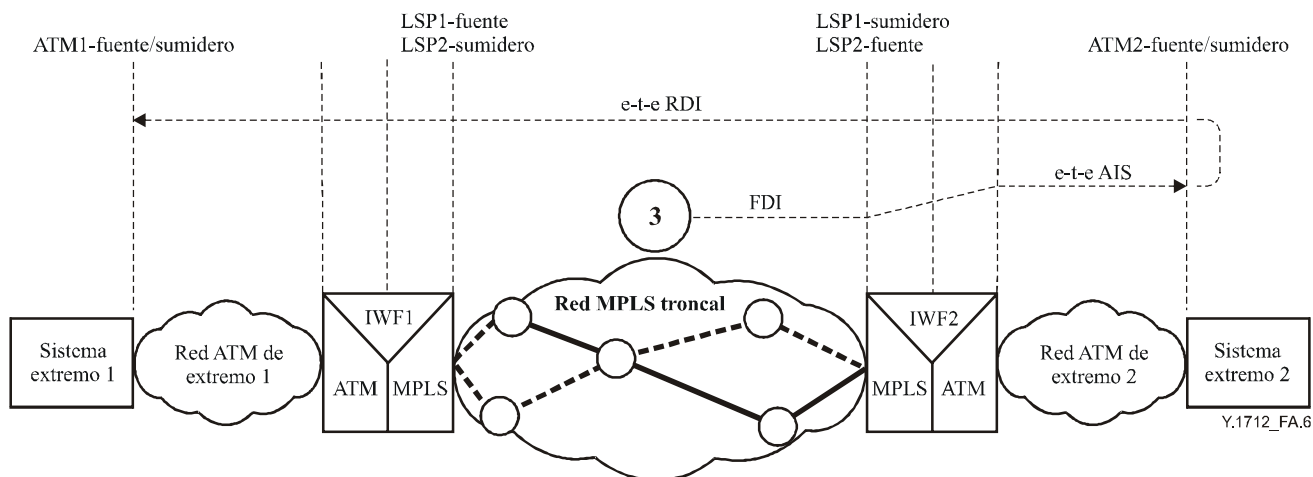


Figura I.6/Y.1712 – Fallo en la red MPLS (fallo en la capa de servidor)

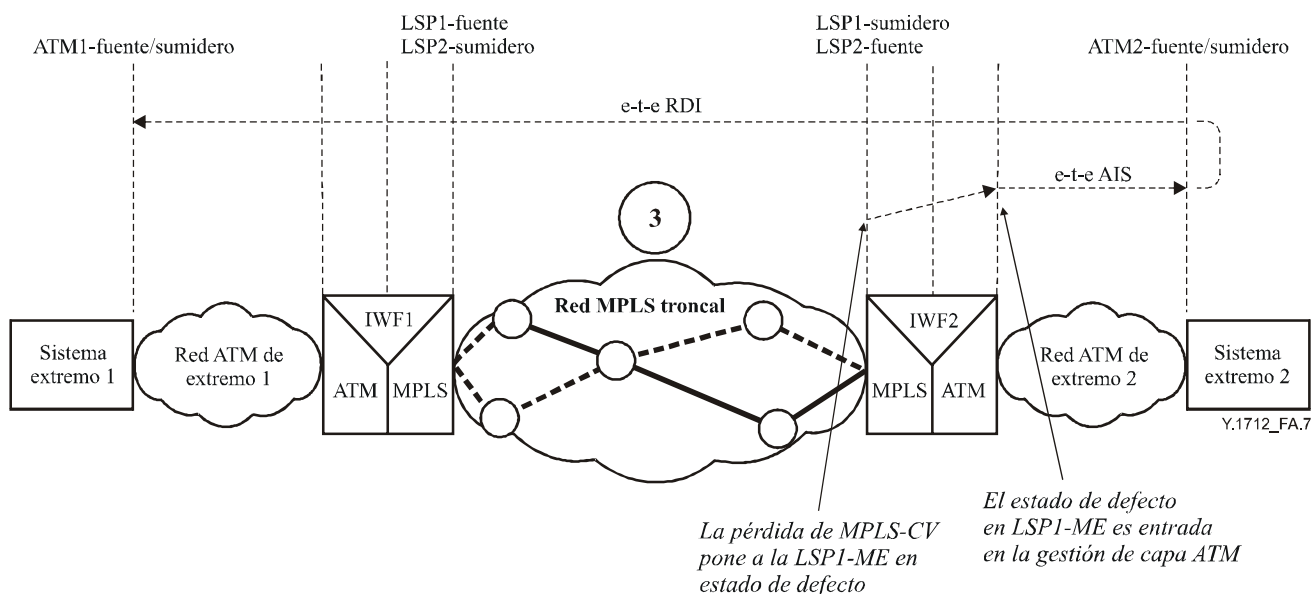


Figura I.7/Y.1712 – Fallo en la red MPLS (fallo de capa MPLS)

I.2.4 Fallo en la IWF descendente (ubicación de fallo 4)

Si se detecta el fallo sin que haya efecto sobre las funciones locales de gestión de capa ATM y se comunica a través de la LMI ATM local, la IWF2 generará las AIS e-t-e y (si se utilizaran) seg F4/F5 (como se explicó en el caso anterior) puesto que éste es el elemento de red que ha detectado el fallo. De lo contrario, puede ocurrir que la IWF no sea capaz de generar una AIS. Cuando hay un fallo en la IWF2, las células OAM e-t-e & Seg_CC no llegan a su destino. En ese caso, se detecta dLOC en el punto extremo de conexión de sistema extremo 2 ATM y las células e-t-e_VP-RDI/e-t-e_VC-RDI se generan en el sentido hacia atrás. La célula RDI se encapsula en la IWF2, conforme a la Rec. UIT-T Y.1411, y se transporta por la MPLS. La célula RDI se desencapsula en la IWF1 y se envía al ATM de destino en el sistema extremo 1. (Véase la figura I.8.)

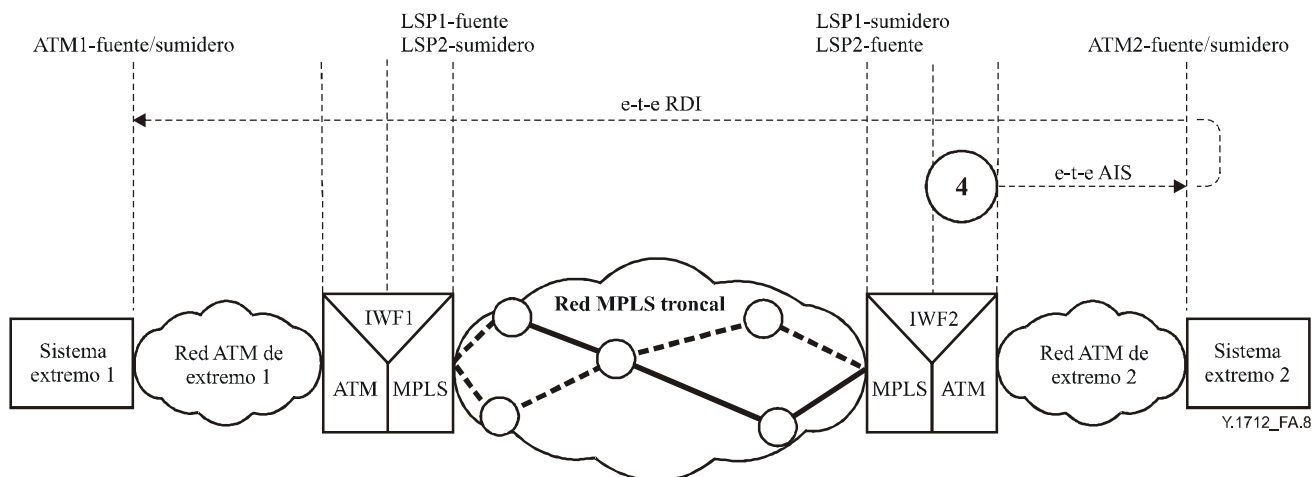


Figura I.8/Y.1712 – Fallo en la IWF descendente

I.2.5 Fallo en la red ATM descendente (ubicación de fallo 5)

El elemento de red ATM que detecte un fallo genera e-t-e_VP-AIS/e-t-e_VC-AIS, lo que generará una RDI de extremo a extremo en el sentido hacia atrás. La célula RDI se encapsula en la IWF2, conforme a la Rec. UIT-T Y.1411, y se transporta a través de la red MPLS. En la IWF1 se desencapsula y se envía a la ATM-ME de destino en el sistema extremo 1. (Véase la figura I.9.)

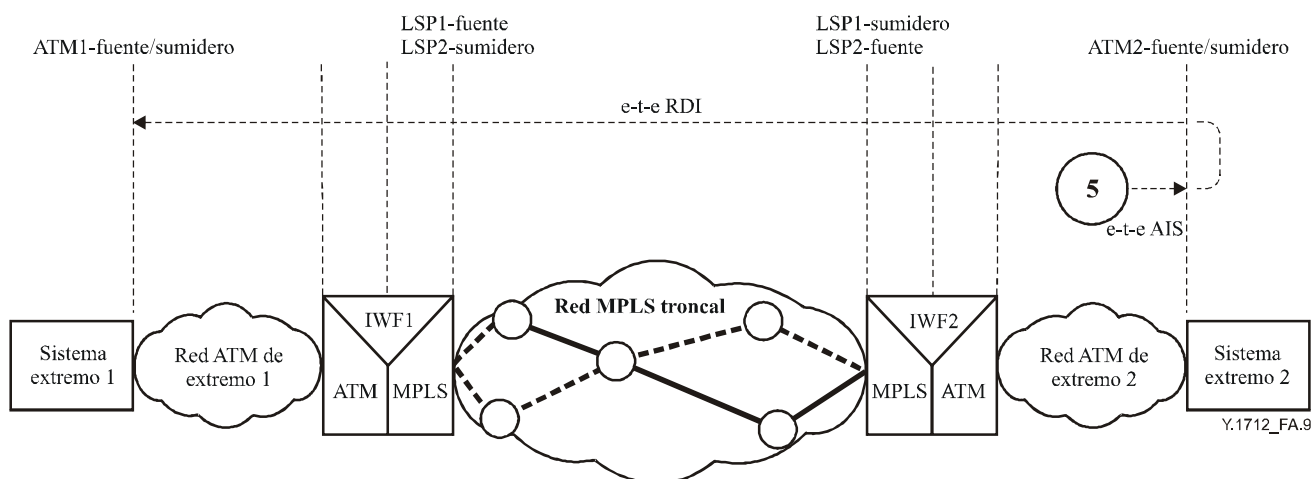


Figura I.9/Y.1712 – Fallo en la red ATM descendente

Apéndice II

Casos de fallo de interfuncionamiento de red de capas

II.1 Detección/notificación/disponibilidad de fallo

La detección automática de fallo se logra mediante la supervisión continua de sondas de verificación (CC, I.610 o CV, Y.1711) y las indicaciones de fallo de capas inferiores en las correspondientes entidades de mantenimiento, así como los estados de defecto entre las entidades de mantenimiento, de tal manera que la disponibilidad del camino concatenado (y el conjunto correspondiente de métricas QoS) es la función lógica "OR" de cada una de las entidades de mantenimiento que transitan por él.

En la figura II.1 se ilustran las cuatro ubicaciones de defecto fundamentales en el modelo de interfuncionamiento de capa de red, las cuales se describen con detalle en las siguientes cláusulas.

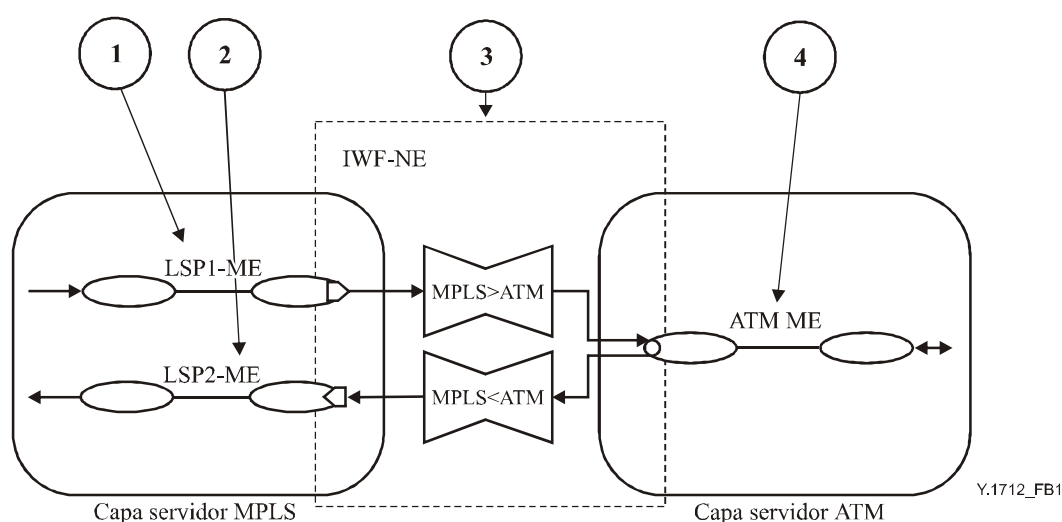


Figura II.1/Y.1712 – Ubicaciones de fallos importantes

II.2 Fallo LSP1-ME (ubicación de fallo 1)

El fallo LSP1-ME puede deberse a un fallo en la capa de servidor o en la capa MPLS. En el primer caso, se notifica a la terminación de extremo cercano a través de la FDI. Si se trata de un fallo en la capa MPLS (o de un fallo de capa de servidor sin FDI), la pérdida de CV observada causa que la LSP1-ME entre en el estado de defecto.

La IWF OAM pasa el estado de defecto LSP1-ME como parámetro de la función de gestión de capa ATM-ME, que a su vez entra en el estado de generación AIS.

La ATM ME que pasa al estado AIS devuelve seg_RDI y e-t-e_RDI a la terminación ATM ME IWF. La entrada de la terminación ATM ME IWF-NE en el estado RDI obliga a que la terminación de extremo lejano LSP2-ME comience la generación BDI a través de la IWF OAM. El procesamiento OAM de extremo cercano de la LSP2-ME notifica el conjunto de métricas QoS de extremo lejano LSP1-ME del estado de defecto. (Véase la figura II.2.)

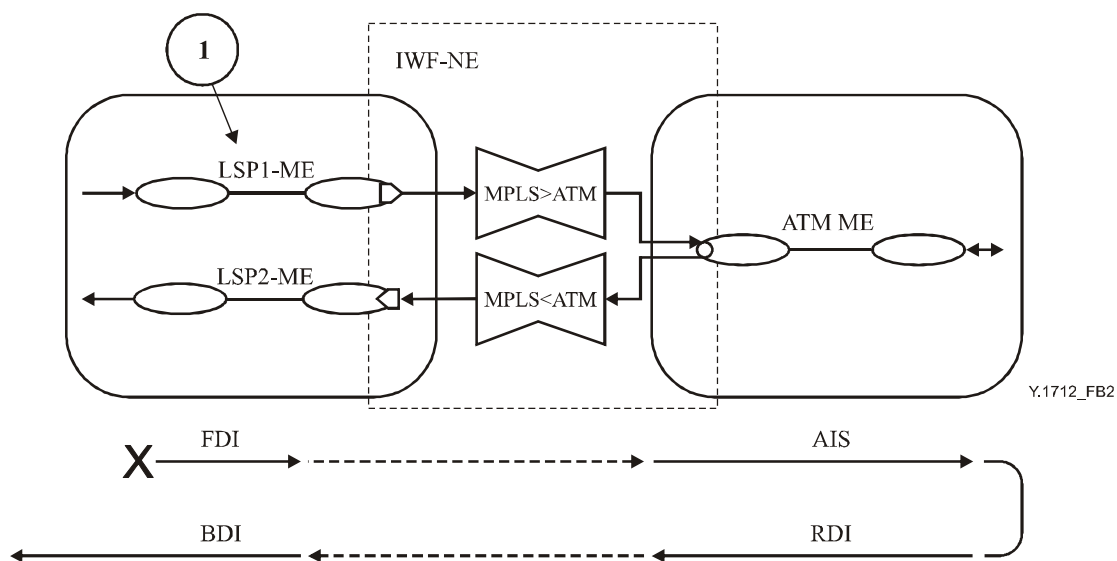


Figura II.2/Y.1712 – Fallo LSP1-ME (ubicación de fallo 1)

II.3 Fallo LSP2-ME (ubicación de fallo 2)

El fallo LSP2-ME puede deberse a un fallo en la capa de servidor o en la capa MPLS. En el primer caso, se notifica a la terminación de extremo cercano a través de la FDI. Si se trata de un fallo en la capa MPLS, o de un fallo en la capa servidor sin FDI, la pérdida de CV observada causa que el LSP1-ME entre en el estado de defecto.

La terminación de camino extremo cercano LSP2-ME causa que la terminación de camino de extremo lejano LSP1-ME comience la generación BDI, que hace propagar la notificación de defecto hacia la terminación de extremo cercano LSP1-ME en la IWF-NE.

La IWF-NE causa que la función de gestión de capa ATM-ME correspondiente empiece la generación seg y e-t-e_RDI.

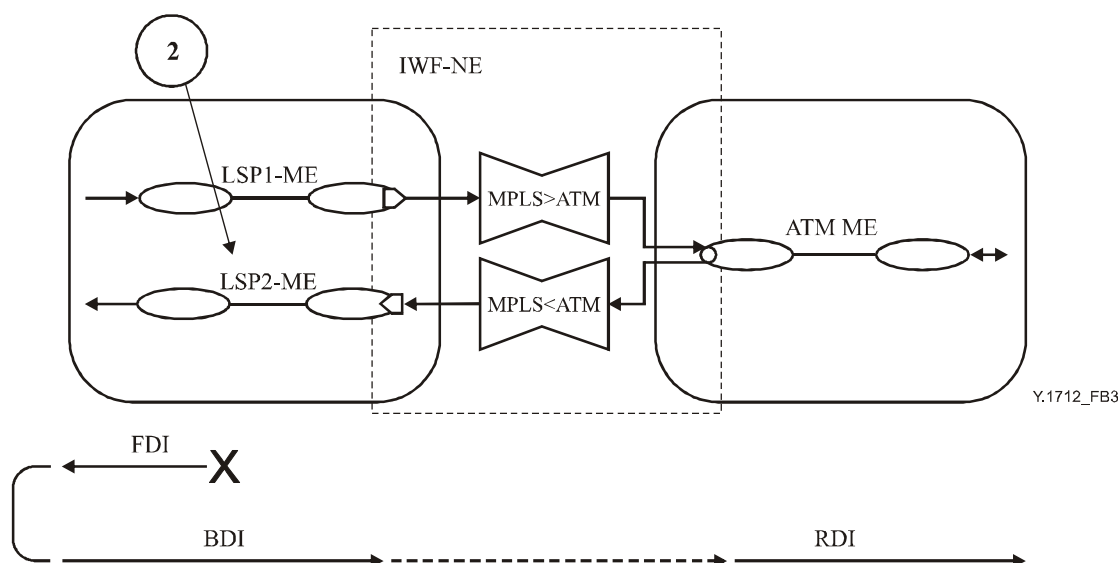


Figura II.3/Y.1712 – Fallo LSP2-ME (ubicación de fallo 2)

II.4 Fallos LSP1-ME y LSP2-ME (ubicaciones de fallo 1 y 2)

En algunos casos, puede ocurrir que el mismo fallo afecte a la LSP1-ME y a la LSP2-ME, en cuyo caso los procedimientos de notificación para la IWF-NE (terminación de camino de extremo cercano LSP1-ME y de extremo lejano LSP2-ME) y la ATM ME corresponden a los de la ubicación de fallo 1. Por otra parte, los procedimientos de notificación para la terminación de camino de extremo lejano LSP1-ME y de extremo cercano LSP2-ME son los de la ubicación de fallo 2.

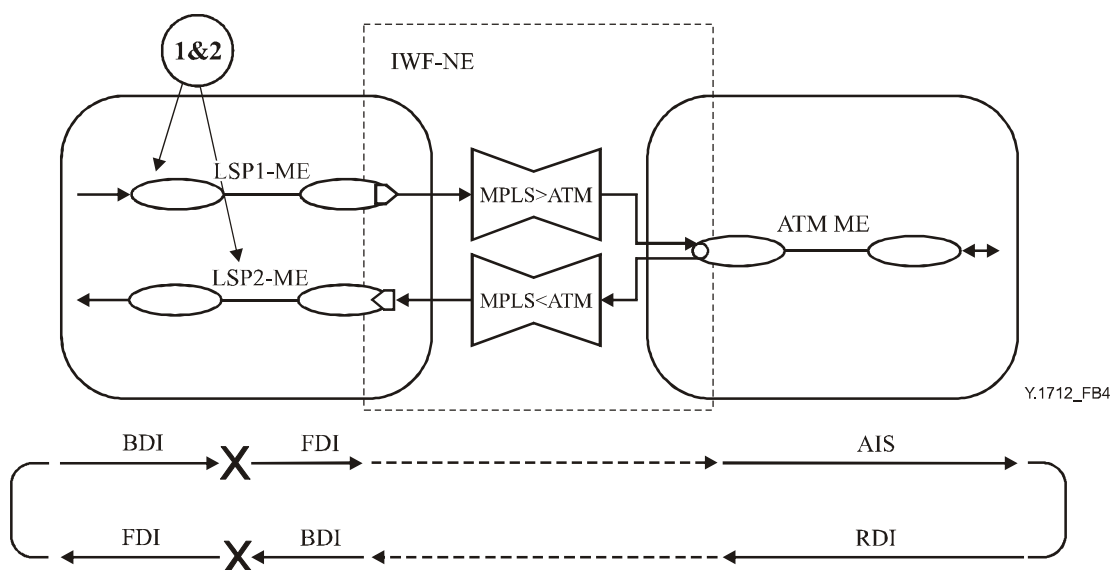


Figura II.4/Y.1712 – Fallo LSP1-ME y LSP2-ME (ubicación de fallo 1 y 2)

II.5 Fallo en la IWF-NE (ubicación de fallo 3)

Un fallo en la IWF-NE PUEDE ocurrir de una manera "silenciosa", es decir sin afectar a ninguna de las entidades de mantenimiento correspondientes y es posible que sólo se detecte a través de mecanismos OAM de la capa cliente. Cuando se detecta el fallo, bien a través de la interrupción de las funciones de la fuente de camino o de fallo en la función del sumidero, se comportará de la misma manera que si fueran fallos en cada ME.

II.6 Fallo en la ATM ME (ubicación de fallo 4)

Puede presentarse de tres maneras distintas: unidireccional en cada sentido o que afecta a los dos sentidos de la ATM ME.

Cuando es unidireccional y ha sido detectado por la terminación distante de camino ATM ME de la terminación de camino IWF-NE, mediante pérdida de CC, o se notifica mediante una AIS e-t-e, la terminación de camino distante ATM-ME indicará seg y e-t-e_RDI a la terminación ATM ME IWF-NE. Se ordena a la función OAM de extremo lejano LSP2-ME, a través de la OAM-IWF, empezar la generación BDI, como se muestra en la figura II.5.

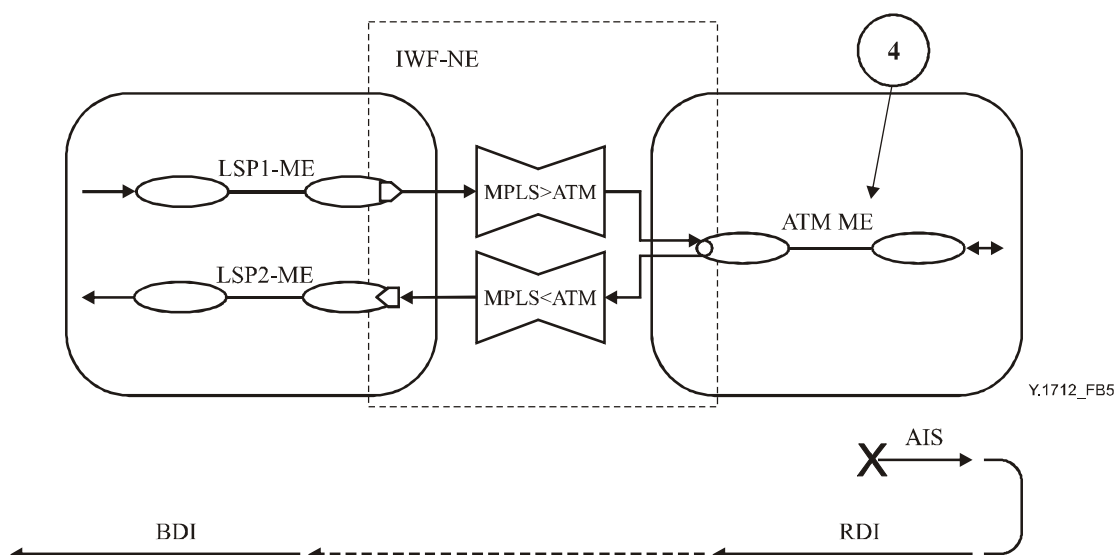


Figura II.5/Y.1712 – Fallo unidireccional ATM ME (ubicación de fallo 4)

Cuando el fallo es unidireccional y ha sido detectado por la terminación de camino ATM ME en la IWF-NE, mediante la pérdida de CC, o notificado mediante la recepción de seg o e-t-e AIS, la ATM ME notificará a la terminación de extremo lejano LSP2-ME que empiece la generación FDI. Tras la recepción de una FDI, la terminación de extremo cercano LSP2-ME indicará a la terminación de extremo cercano LSP1-ME que empiece la generación BDI. Tras la recepción de la BDI, la terminación de extremo cercano LSP1-ME (coubicada con la IWF-NE) indicará (a través de la IWF OAM) a la terminación de camino ATM ME que comience la generación RDI, como se muestra en la figura II.6.

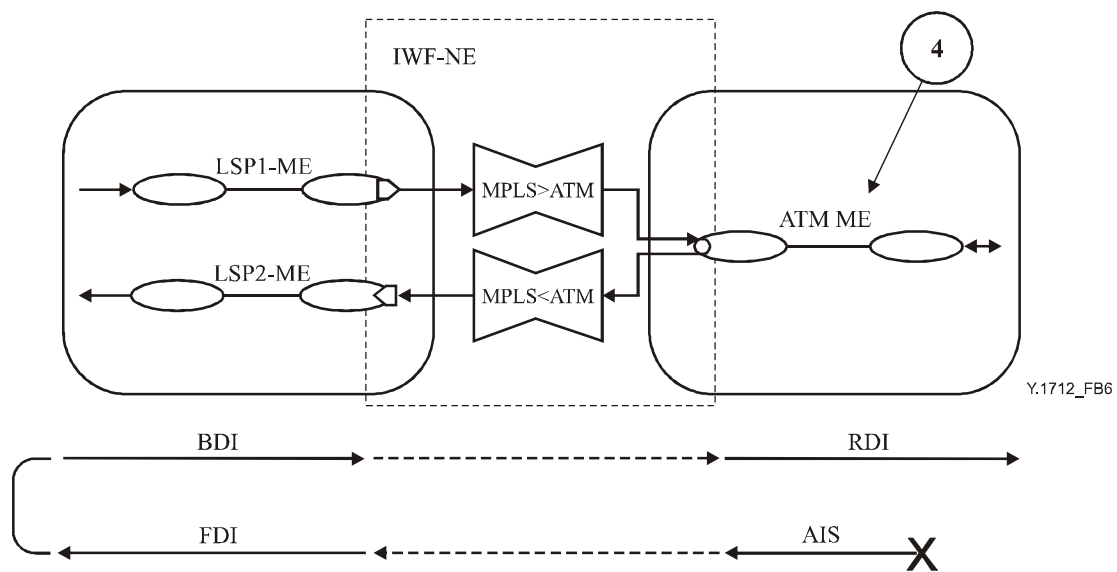


Figura II.6/Y.1712 – Fallo unidireccional ATM ME (ubicación de fallo 4)

Si se trata de un fallo bidireccional que afecta a los dos sentidos de la ATM ME, el sistema responde con un híbrido de los casos unidireccionales descritos antes, como se muestra en la figura II.7.

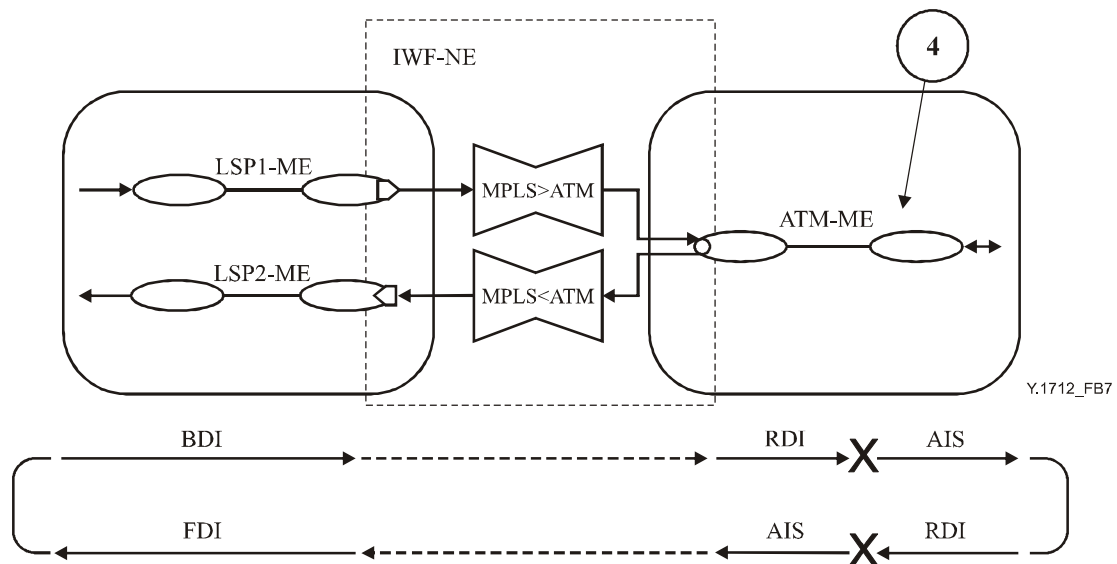


Figura II.7/Y.1712 – Fallo bidireccional ATM ME (ubicación de fallo 4)

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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