



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.1411

(02/2003)

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN Y ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET

Aspectos del protocolo Internet – Interfuncionamiento

**Interfuncionamiento de redes con conmutación
por etiquetas multiprotocolo y modo de
transferencia asíncrono – Interfuncionamiento
en el plano de usuario en modo célula**

Recomendación UIT-T Y.1411

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN Y ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET

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

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

Recomendación UIT-T Y.1411

Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono – Interfuncionamiento en el plano de usuario en modo célula

Resumen

Esta Recomendación trata sobre las funciones requeridas para el interfuncionamiento entre las redes con modo de transferencia asíncrono y las redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo, en particular los mecanismos y procedimientos de interfuncionamiento en el plano de usuario. Uno de los aspectos fundamentales del interfuncionamiento de redes es permitir la introducción de servicios ATM a medida que evolucionan las redes. Se describen precisamente el modelo de interfuncionamiento y las funciones de interfuncionamiento requeridas.

Orígenes

La Recomendación UIT-T Y.1411, preparada por la Comisión de Estudio 13 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 22 de febrero de 2003.

Palabras clave

ATM, interfuncionamiento, MPLS, plano de usuario, red.

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.

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 2003

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

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas.....	3
5 Interfuncionamiento ATM-MPLS	4
6 Requisitos generales	5
6.1 Requisitos del plano de usuario	5
6.2 Asuntos relacionados con el plano de control	6
6.3 Asuntos relacionados con el plano de gestión.....	7
6.4 Asuntos relacionados con la gestión de tráfico	8
7 Métodos de transporte ATM en MPLS	8
7.1 Modo uno-a-uno	8
7.2 Modo N a uno	9
7.3 Agrupación funcional para el interfuncionamiento de redes ATM-MPLS....	11
8 Encapsulado en modo uno-a-uno.....	13
8.1 Etiqueta de transporte	13
8.2 Etiqueta de interfuncionamiento.....	13
8.3 Campo común indicadores de interfuncionamiento	14
8.4 Encabezamiento específico de interfuncionamiento ATM-MPLS.....	14
8.5 Cabida útil ATM.....	15
8.6 Encapsulado.....	15
9 Encapsulado en modo N a uno	17
9.1 Etiqueta de transporte	17
9.2 Etiqueta de interfuncionamiento.....	17
9.3 Campo común indicadores de interfuncionamiento	17
9.4 Encabezamiento específico de interfuncionamiento ATM-MPLS.....	18
9.5 Cabida útil ATM.....	18
9.6 Encapsulado.....	18
10 Tratamiento de células OAM y RM	20
10.1 Sentido ATM a MPLS.....	20
10.2 Sentido MPLS a ATM.....	21

Introducción

Es necesario estudiar las funciones requeridas para el interfuncionamiento entre las redes ATM y MPLS, en particular los mecanismos y procedimientos de interfuncionamiento del plano de usuario. Uno de los aspectos fundamentales del interfuncionamiento de redes es permitir la introducción de servicios ATM a medida que evolucionan las redes.

Recomendación UIT-T Y.1411

Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y modo de transferencia asíncrono – Interfuncionamiento en el plano de usuario en modo célula

1 Alcance

Esta Recomendación se centra en las funciones necesarias para el interfuncionamiento entre redes ATM y MPLS, en particular en los mecanismos y procedimientos de interfuncionamiento en el plano de usuario para el transporte en modo célula. Especifica especialmente una lista de requisitos, hipótesis de interfuncionamiento y formato de encapsulado y semántica para el interfuncionamiento de redes ATM-MPLS en modo célula.

Esta Recomendación permite el transporte de conexiones virtuales permanentes (PVC, *permanent virtual connection*) ATM o de conexiones virtuales conmutadas (SVC, *switched virtual connection*) ATM en una red MPLS. En los trayectos conmutados por etiquetas (LSP, *label switched path*) de la MPLS se pueden transportar conexiones de canal virtual (VCC, *virtual channel connection*) ATM o conexiones de trayecto virtual (VPC, *virtual path connection*) ATM encapsuladas. La aplicación de esta Recomendación también permite soportar todos los tipos de capa de adaptación ATM (AAL), así como las células OAM y RM, y encapsular una o varias células ATM en una sola trama MPLS.

2 Referencias

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

- [1] Recomendación UIT-T I.510 (1993), *Definiciones y principios generales del interfuncionamiento de la red digital de servicios integrados*.
- [2] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol label switching architecture*.
- [3] Recomendación UIT-T I.610 (1999), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA*.
- [4] Recomendación UIT-T I.610 (1999)/ Corr. 1 (2000), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA – Corrigendum 1*.
- [5] Recomendación UIT-T I.610 (1999)/Enm. 1 (2000), *Principios y funciones de operaciones y mantenimiento de la RDSI-BA – Enmienda 1*.
- [6] Recomendación UIT-T Y.1710 (2002), *Requisitos de la funcionalidad operación y mantenimiento para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- [7] Recomendación UIT-T Y.1711 (2002), *Mecanismo de operación y administración para redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo*.
- [8] Recomendación UIT-T I.371 (2000), *Control de tráfico y control de congestión en RDSI-BA*.

- [9] Recomendación UIT-T I.371.1 (2000), Capacidad de transferencia en el modo de transferencia asíncrono con velocidad de trama garantizada.
- [10] Recomendación UIT-T I.356 (2000), *Calidad de funcionamiento en la transferencia de células en la capa de modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA*.
- [11] IETF RFC 3270 (2002), *Support of Differentiated Services*.
- [12] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- [13] Recomendación UIT-T I.732 (2000), *Características funcionales del equipo del modo transferencia asíncrono*.
- [14] ATM Forum, af-sec-0100.002 (2001), *ATM Security Specification Version 1.1*.
- [15] Recomendación UIT-T I.361 (1999), *Especificación de la capa modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA*.
- [16] IETF RFC 2475 (1998), *An Architecture for Differentiated Services*.
- [17] IETF RFC 3260 (2002), *New terminology and clarifications for DiffServ*.

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 concatenación de células: Proceso de agrupamiento en una trama MPLS de un conjunto de células que forman parte de las VCC o de las VPC. Obsérvese que no se trata de la segmentación y del reensamblado de capa de adaptación ATM.

3.2 interfuncionamiento: Se utiliza para expresar las interacciones entre redes, entre sistemas extremos o parte de los mismos, con objeto de proporcionar una entidad funcional capaz de soportar una comunicación de extremo a extremo. Las interacciones necesarias para proporcionar una entidad funcional se basan en funciones y en los medios para seleccionar esas funciones [1].

3.3 función de interfuncionamiento (IWF, *interworking function*): Funciones a las que se hace referencia en la definición de interfuncionamiento, que comprenden la conversión entre protocolos y la correspondencia de un protocolo a otro. La funcionalidad requerida entre redes puede ser independiente de la funcionalidad requerida entre los sistemas extremos, en su caso. Las IWF necesarias como consecuencia de un requisito de un servicio para el interfuncionamiento, se clasifican como IWF dependientes de la conexión (es decir, necesarias para la interconexión de dos redes) o IWF dependientes de la comunicación (es decir, aquellas que son necesarias, además de las dependientes de la conexión, para establecer una comunicación específica extremo a extremo y que pueden variar de una aplicación a otra) [1]. La IWF abarca el interfuncionamiento entre las funciones de los planos de usuario, control y gestión.

3.4 función de interfuncionamiento de ingreso/elemento de red: Punto donde se encapsulan las células ATM en una trama MPLS (sentido ATM-a-MPLS).

3.5 función de interfuncionamiento de egreso/elemento de red: Punto donde se desencapsulan las células ATM de la trama MPLS (sentido MPLS-a-ATM).

3.6 modo uno a uno: Método de encapsulado que hace corresponder una VCC del ATM (o una VPC del ATM) a un LSP de interfuncionamiento.

3.7 modo N a uno: Método de encapsulado que hace corresponder una o varias VCC del ATM (o una o varias VPC del ATM) a un LSP de interfuncionamiento.

4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

AAL	Capa de adaptación ATM (<i>ATM adaptation layer</i>)
AINI	Interfaz entre redes con modo de transferencia asíncrono (<i>ATM inter-network interface</i>)
ATC	Capacidad de transferencia ATM (<i>ATM transfer capability</i>)
ATM	Modo de transferencia asíncrono (<i>asynchronous transfer mode</i>)
ATM-F	Foro ATM (<i>ATM Forum</i>)
CES	Servicio de emulación de circuitos (<i>circuit emulation service</i>)
CLP	Prioridad de pérdida de célula (<i>cell loss priority</i>)
DSS2	Sistema de señalización digital de abonado N.º 2 (<i>digital subscriber signalling system no. 2</i>)
E-LSP	LSP de PSC inferida por EXP (<i>EXP-inferred-PSC LSP</i>)
EXP	Bits experimentales (<i>experimental bits</i>)
FIFO	Primero en entrar, primero en salir (<i>first in first out</i>)
GFC	Control de flujo genérico (<i>generic flow control</i>)
HEC	Control de errores del encabezamiento (<i>header error control</i>)
ILMI	Interfaz de gestión local integrada (<i>integrated local management interface</i>)
ISH	Encabezamiento específico de interfuncionamiento (<i>interworking specific header</i>)
IWF	Función de interfuncionamiento (<i>interworking function</i>)
L-LSP	LSP de PSC inferida sólo por etiqueta (<i>label-only-inferred-PSC LSP</i>)
LSP	Trayecto conmutado por etiquetas (<i>label switched path</i>)
LSR	Encaminador de conmutación de etiqueta (<i>label switching router</i>)
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo (<i>multi-protocol label switching</i>)
MTU	Unidad de transporte máxima (<i>maximum transport unit</i>)
NNI	Interfaz red-red (<i>network-to-network interface</i>)
OAM	Operación y mantenimiento (<i>operation and maintenance</i>)
PHB	Comportamiento por salto (<i>per hop behaviour</i>)
PM	Supervisión de la calidad de funcionamiento (<i>performance monitoring</i>)
PNNI	Interfaz red-red privada (<i>private network-to-network interface</i>)
PSC	Clase de planificación del comportamiento por salto (<i>PHB scheduling class</i>)
PTI	Identificador de tipo de carga útil (<i>payload type identifier</i>)
PU-RDSI-BA	Parte usuario de la RDSI de banda ancha
PVC	Conexión virtual permanente (<i>permanent virtual connection</i>)
QoS	Calidad de servicio (<i>quality of service</i>)
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BA	RDSI de banda ancha

RFC	Peticiones de comentarios (<i>request for comments</i>)
RM	Gestión de recursos (<i>resource management</i>)
S-bit	bit de pila (<i>stack bit</i>)
SPVC	PVC lógico (<i>soft PVC</i>)
SVC	Conexión virtual conmutada (<i>switched virtual connection</i>)
TTL	Tiempo para vivir (<i>time to live</i>)
UNI	Interfaz usuario-red (<i>user-network interface</i>)
VC	Canal virtual (<i>virtual channel</i>)
VCC	Conexión de canal virtual (<i>virtual channel connection</i>)
VCI	Identificador de canal virtual (<i>virtual channel identifier</i>)
VP	Trayecto virtual (<i>virtual path</i>)
VPC	Conexión de trayecto virtual (<i>virtual path connection</i>)
VPI	Identificador de trayecto virtual (<i>virtual path identifier</i>)

5 Interfuncionamiento ATM-MPLS

La tecnología de conmutación por etiquetas multiprotocolo (MPLS, *multi-protocol label switching*) [2] permite soportar servicios en una infraestructura única de red. Estos servicios son los tradicionales de transmisión de datos, tales como ATM, retransmisión de tramas, IP y servicios de emulación de circuitos (CES, *circuit emulation services*). En la figura 1 se muestra un ejemplo de arquitectura general de red para el interfuncionamiento de redes ATM-MPLS, en el que la(s) red(es) se interconecta(n) mediante una red MPLS. En el sentido ATM a MPLS, la función de interfuncionamiento (IWF, *interworking function*) encapsula las células ATM en una trama MPLS. En el sentido MPLS a ATM, se reconstruyen las células ATM.

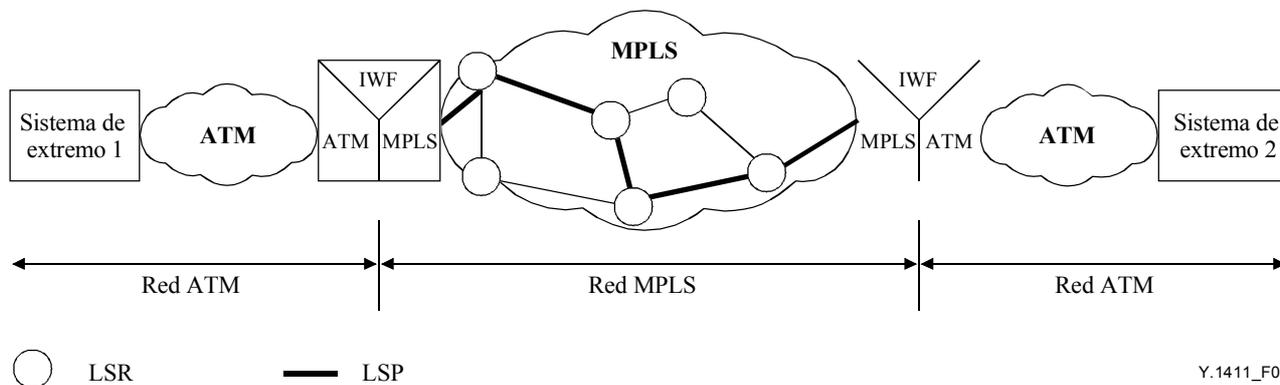


Figura 1/Y.1411 – Arquitectura de red de referencia para el interfuncionamiento de redes ATM-MPLS

En esta Recomendación se definen dos métodos para el encapsulado de células ATM en una trama MPLS:

- 1) Modo uno a uno: una conexión ATM a un LSP de interfuncionamiento.
- 2) Modo N a uno: N conexiones ATM a un LSP de interfuncionamiento.

El modo uno a uno especifica un método de encapsulado que hace corresponder una VCC del ATM o una VPC del ATM a un LSP de interfuncionamiento. Si se trata de una VCC,

no se incluye el VPI/VCI, mientras que para las VPC no se incluye el VPI. Las células de una VCC o de una VPC pueden estar concatenadas.

El modo N a uno especifica un método de encapsulado que hace corresponder una o varias VCC del ATM (o una o varias VPC del ATM) a un LSP de interfuncionamiento. Tanto para las VCC como para las VPC se incluye siempre el VPI/VCI. Las células de una o varias VCC (o de una o varias VPC) pueden estar concatenadas.

En esta Recomendación se define solamente el encapsulado de células ATM que utiliza el formato NNI [15]. Queda en estudio el encapsulado de células ATM que utiliza el formato UNI, que incluye el campo GFC.

6 Requisitos generales

6.1 Requisitos del plano de usuario

A fin de garantizar la transferencia transparente de los servicios relacionados con el ATM en el plano de transferencia (de usuario), se requiere lo siguiente:

- a) La capacidad de multiplexar múltiples conexiones ATM (es decir, las VPC y/o las VCC) en los LSP de interfuncionamiento.
- b) El soporte de los contratos de tráfico y los compromisos de calidad de servicio (QoS, *quality of service*) suscritos para las conexiones ATM.
- c) La capacidad de transportar transparentemente todos los tipos AAL.
- d) La capacidad de transportar transparentemente todas las células OAM, que incluye la garantía de funcionamiento adecuado de las células PM OAM.
- e) El transporte de células de gestión de recursos (RM, *resource management*).
- f) El transporte de indicaciones de prioridad de pérdida de célula (CLP, *cell loss priority*) y de indicaciones de tipo de carga útil (PTI, *payload type indication*) desde el encabezamiento de célula ATM.
- g) La capacidad de encapsular una sola célula ATM o varias células ATM concatenadas en una trama MPLS.
- h) Poder conservar la integridad de secuencia de todas las VCC y todas las VPC entre las IWF.
- i) Soporte de conexiones ATM punto a punto y punto a multipunto.
- j) Soporte de conexiones ATM unidireccionales.
- k) Soporte de conexiones ATM punto a punto bidireccionales con ancho de banda simétrico o asimétrico.

La figura 2 representa el modelo de referencia de red y las capas de protocolo para el interfuncionamiento de plano de usuario ATM-MPLS.

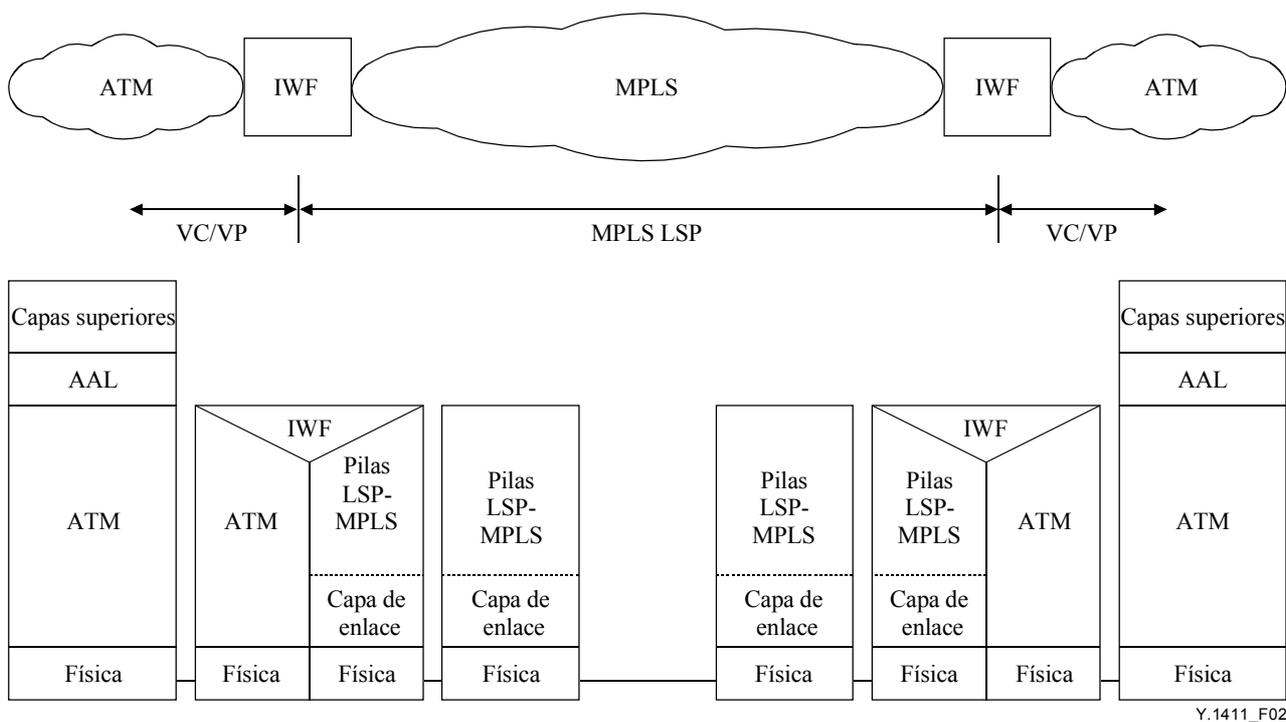


Figura 2/Y.1411 – Modelo de referencia de red y capas de protocolo para el interfuncionamiento del plano de usuario ATM-MPLS

6.2 Asuntos relacionados con el plano de control

Para la transferencia transparente de servicios relativos al ATM es necesario señalar o configurar los siguientes aspectos:

- a) Intercambio de etiqueta(s) de interfuncionamiento entre las IWF.
- b) Correlación de las etiquetas de interfuncionamiento para una o varias conexiones bidireccionales por cada LSP de interfuncionamiento. Se han de definir los mecanismos apropiados.
- c) Funcionamiento en el modo uno a uno o N a uno.
- d) Número máximo de células concatenadas para un LSP de interfuncionamiento dado entre las IWF.
- e) Indicación de los modos de encapsulación de células (una sola o concatenadas).
- f) Presencia del campo indicadores de interfuncionamiento común.
- g) Soporte de la conexión virtual conmutada (SVC, *switched virtual connection*) y la conexión de circuito virtual permanente flexible (SPVC, *soft permanent virtual connection*).
- h) Soporte de las conexiones ATM punto a punto y punto a multipunto.
- i) Soporte de las conexiones ATM punto a punto bidireccionales con ancho de banda simétrico o asimétrico.
- j) Transporte transparente de los protocolos de señalización ATM (por ejemplo DSS2, PU-RDSI-BA, UNI del ATM-F, PNNI del ATM-F, AINI del ATM-F), de los protocolos de encaminamiento ATM (por ejemplo PNNI del ATM-F) y de los protocolos de gestión ATM (por ejemplo ILMI del ATM-F), que controlan las conexiones ATM en la red MPLS.
- k) Control de los LSP de interfuncionamiento sobre redes MPLS por la IWF, mediante protocolos de control ATM, para las SVC y SPVC del ATM.

- l) Control de los LSP de transporte o de interfuncionamiento sobre redes MPLS por las IWF mediante protocolos de control MPLS.
- m) Un mecanismo que permita asociar los dos LSP de transporte, uno en cada sentido, para que funcionen como puertos ATM lógicos a fines de señalización y encaminamiento ATM, y capaz de transportar conexiones ATM entre dos IWF.

6.3 Asuntos relacionados con el plano de gestión

Las células OAM del ATM transportan información de calidad de funcionamiento, de defectos, y de conmutación de protección para las VCC y las VPC, de extremo a extremo y para cada segmento, para el soporte del plano de gestión ATM [3], [4] y [5]. Las Recomendaciones UIT-T Y.1710 [6] e Y.1711 [7] describen la funcionalidad OAM en las redes MPLS y el mecanismo OAM para estas redes.

Para la transferencia transparente de servicios relativos al ATM en el plano de gestión, es necesario que la función de interfuncionamiento soporte la transferencia o la correspondencia transparente de información de calidad de funcionamiento, de defectos, y de conmutación de protección entre los flujos OAM del MPLS y las células OAM del ATM.

La función de interfuncionamiento transferirá, como mínimo, información OAM del ATM a través de la red troncal MPLS mediante el encapsulado de células OAM en paquetes MPLS. El mecanismo de encapsulado soporta la entrega ordenada de células OAM, respecto al flujo de células de dicha conexión.

Si es necesario un mecanismo OAM extremo a extremo, es posible que la función de interfuncionamiento tenga que correlacionar la información OAM del MPLS con la OAM del ATM. Esta parte del interfuncionamiento del OAM con el MPLS no se trata en la presente Recomendación.

La figura 3 es una representación funcional del plano de gestión ATM-MPLS.

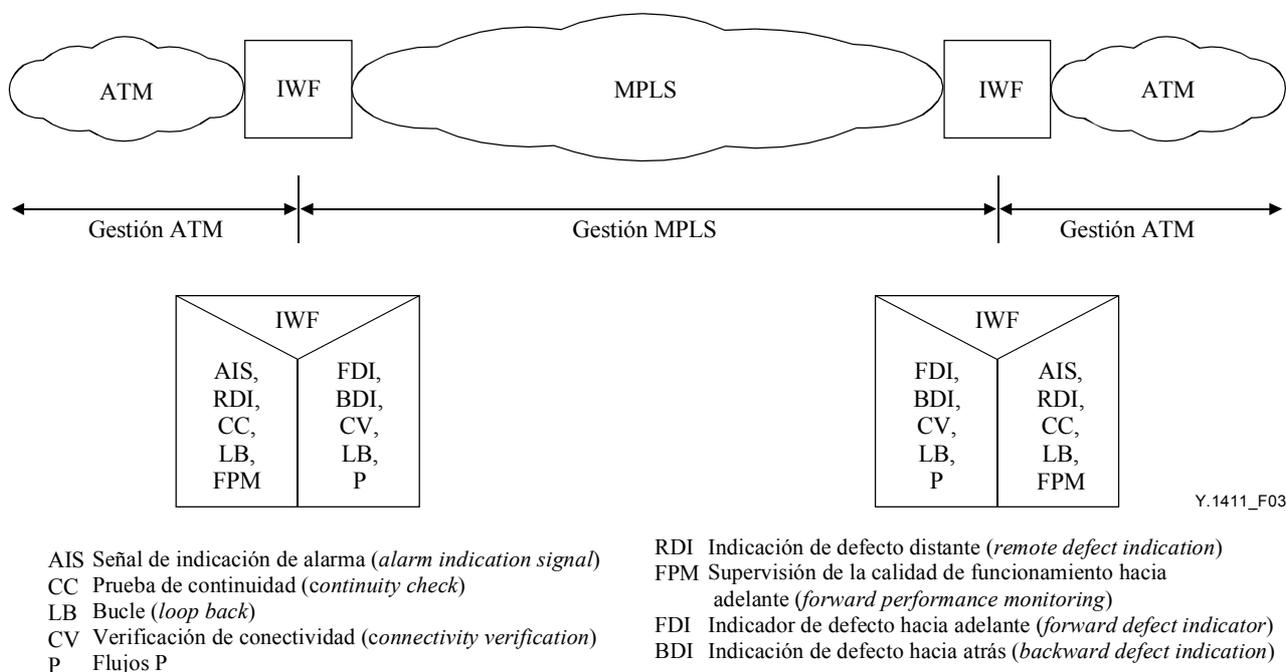


Figura 3/Y.1411 – Representación funcional del interfuncionamiento de plano de gestión ATM-MPLS

6.4 Asuntos relacionados con la gestión de tráfico

En el ATM se definen varias capacidades de transferencia ATM (ATC, *ATM transfer capability*) [8], [9] y varias clases de calidad de servicio (QoS) [10]. Cada modelo de servicio de capa ATM está soportado por una combinación de una ATC y su clase QoS correspondiente.

Cuando se utiliza un LSP de transporte para transportar múltiples conexiones ATM con distintas combinaciones de ATC y clases QoS, el LSP de transporte será capaz de proporcionar la QoS requerida para todas las conexiones ATM. Si una red MPLS no soporta la diferenciación de QoS paquete por paquete, el LSP cumplirá los requisitos de QoS más exigentes para las conexiones ATM que transporta.

6.4.1 Utilización de servicios diferenciados para el interfuncionamiento ATM-MPLS

Si la red MPLS soporta la agrupación de comportamiento de servicios diferenciados (DiffServ) definidos en [16], se pueden tratar los paquetes MPLS con prioridades diferentes en un comportamiento por salto (PHB, *per hop behaviour*). De ser así, se definen dos tipos diferentes de LSP [11], que se pueden utilizar como LSP de transporte:

- LSP de PSC inferida sólo por etiqueta (L-LSP, *label-only-inferred-PSC LSP*).
- LSP de PSC inferida por EXP (E-LSP, *EXP-inferred-PSC LSP*).

Si se utiliza un L-LSP como LSP de transporte, la clase de planificación del comportamiento por salto (PSC, *PHB scheduling class*) [17] de cada paquete se deduce de la etiqueta, sin necesidad de ninguna otra información (por ejemplo, si tener en cuenta el valor del campo EXP). En este caso, el LSP cumplirá con los requisitos de QoS más exigentes de las conexiones ATM transportadas por el LSP.

Si se utiliza un E-LSP como LSP de transporte, el PHB que ha de aplicarse a cada paquete está determinado por el campo EXP de la etiqueta de transporte es decir, se pueden asignar diferentes QoS a los distintos paquetes de un LSP. El campo EXP de 3 bits de la etiqueta de transporte puede representar 8 combinaciones diferentes de comportamiento por salto (PHB) y nivel de precedencia para extracción. La correspondencia de los campos PHB y EXP se señala explícitamente al establecer la etiqueta o bien se utiliza una correspondencia preconfigurada.

Queda en para estudio la correspondencia entre las clases QoS del ATM y el PHB del MPLS.

6.4.2 Control de admisión de conexión para la IWF

Se han de gestionar las conexiones virtuales (VPC, VCC, LSP) en ambos lados, ATM y MPLS, de la IWF. La IWF vincula una conexión ATM con una conexión MPLS. La conexión MPLS consta de una combinación de un LSP de interfuncionamiento y un LSP de transporte. El control de admisión de conexión por IWF se aplica a la atribución de ancho de banda del LSP de transporte.

Sólo se aceptará una petición de conexión cuando se disponga de recursos suficientes para establecerla a través de toda la red (red ATM y red MPLS), para garantizar la QoS requerida y mantener la QoS acordada en las conexiones existentes.

De no existir suficiente capacidad para aceptar una nueva conexión ATM, la red podría aumentar el ancho de banda del LSP de transporte.

7 Métodos de transporte ATM en MPLS

7.1 Modo uno-a-uno

En el interfuncionamiento de redes con modo célula uno-a-uno, un LSP de interfuncionamiento transporta una conexión ATM (VPC o VCC). Al ser el trayecto conmutado por etiqueta (LSP, *label switched path*) de interfuncionamiento unidireccional, serán necesarios dos de éstos para el caso de conexiones ATM bidireccionales, uno para cada sentido de la conexión.

La figura 4 representa el funcionamiento uno-a-uno.

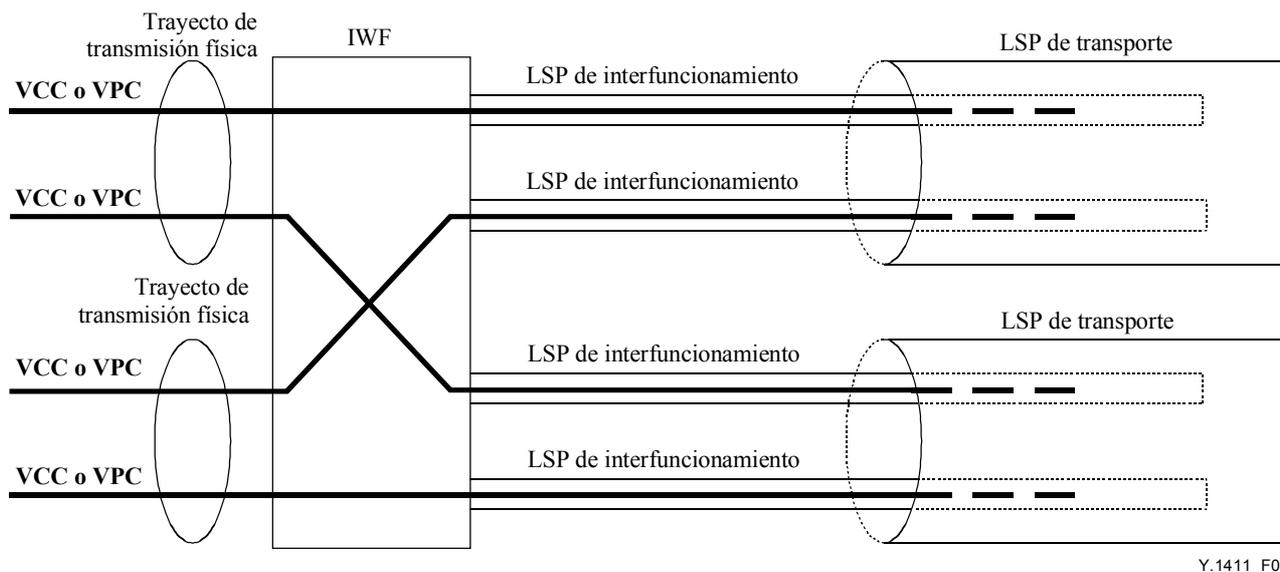


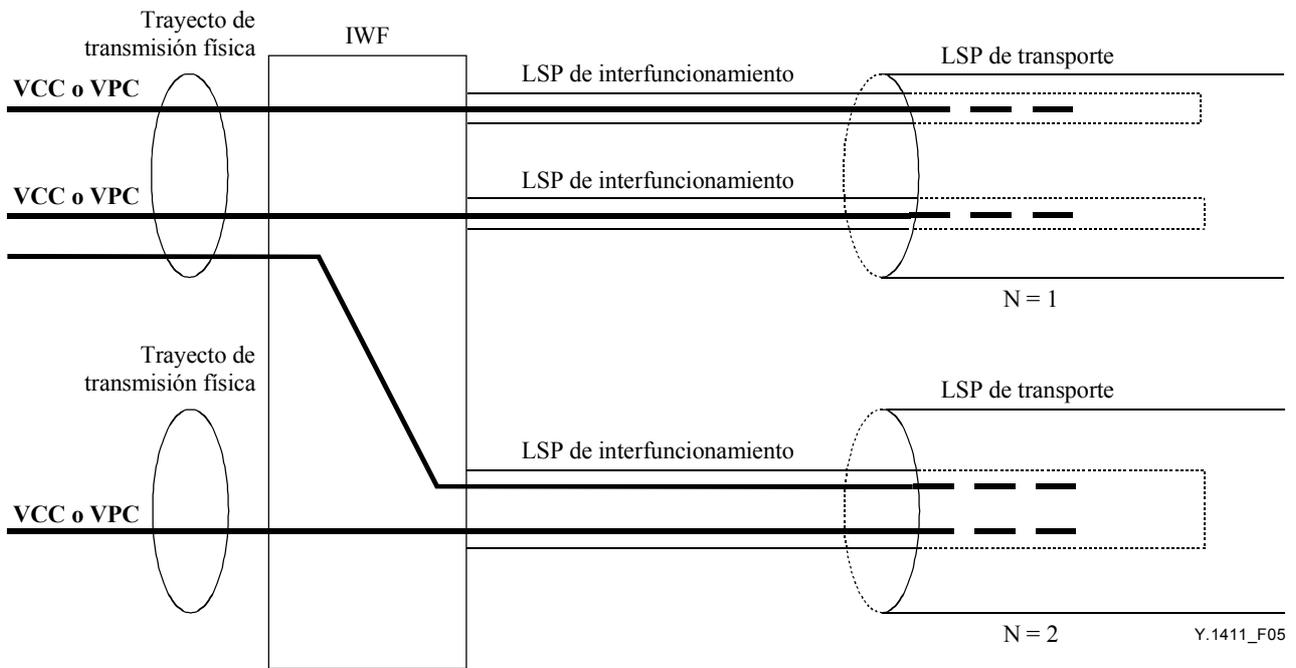
Figura 4/Y.1411 – Modo uno-a-uno

7.2 Modo N a uno

El modo N a uno especifica un método de encapsulado que hace corresponder una o varias VCC del ATM (o una o varias VPC del ATM) a un LSP de interfuncionamiento. Siempre se incluye el VPI/VCI (para las VCC y las VPC). Se pueden concatenar células de una o varias VCC (o una o varias VPC). Como el LSP de interfuncionamiento es unidireccional, habrá dos LSP de interfuncionamiento diferentes en el caso de conexiones ATM bidireccionales, uno para cada sentido de la conexión.

En la figura 5 se muestra el modo N a uno. Cuando $N = 1$, se encapsula una VCC o una VPC en un LSP de interfuncionamiento, lo que equivale al modo uno-a-uno. Si $N = 2$, se encapsulan dos VCC o dos VPC en un LSP de interfuncionamiento.

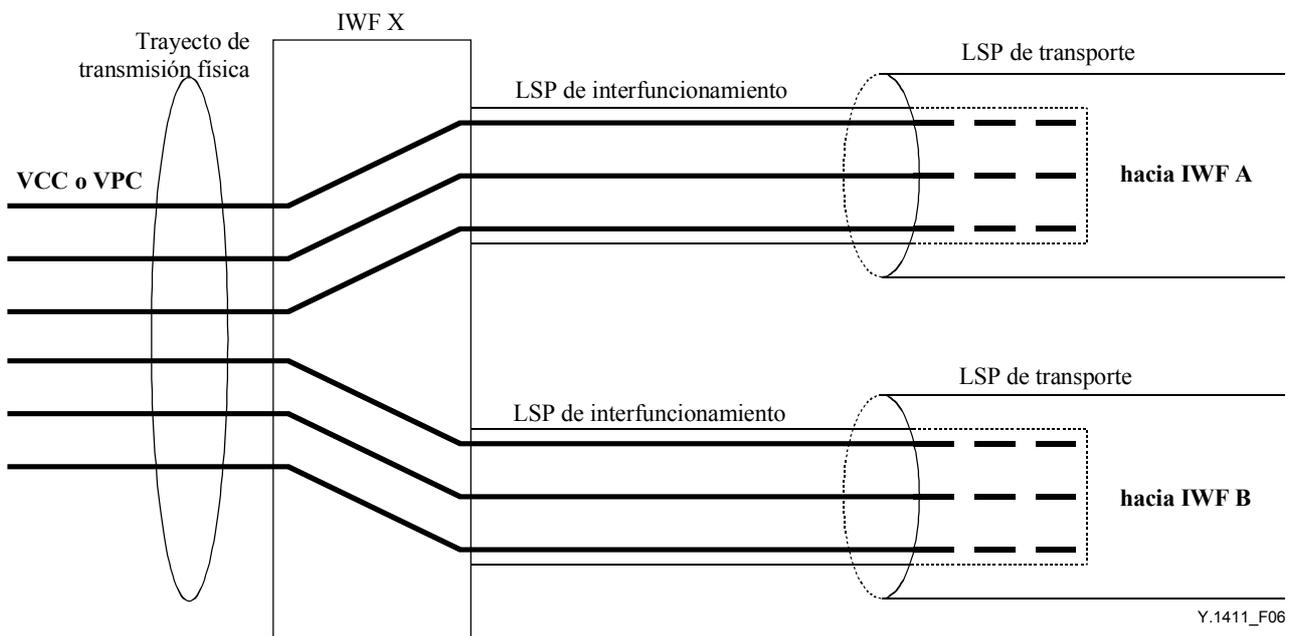
En la figura 6 se muestra el agrupamiento de conexiones ATM con atributos similares mediante el modo N a uno a varias IWF.



Y.1411_F05

NOTA – Cuando se transportan varias VCC o VPC en un LSP de interfuncionamiento, los valores de VPI/VCI serán únicos. Si las distintas VCC o VPC provienen de diferentes trayectos de transmisión física, probablemente habrá que asignar valores únicos de VPI/VCI a las conexiones ATM. Si provienen del mismo trayecto de transmisión física, los valores de VPI/VCI son únicos.

Figura 5/Y.1411 – Modo N a uno



Y.1411_F06

Figura 6/Y.1411 – Agrupamiento en el modo N a uno

7.3 Agrupación funcional para el interfuncionamiento de redes ATM-MPLS

En la figura 7 se muestra un ejemplo de agrupamiento funcional para el interfuncionamiento de redes ATM-MPLS.

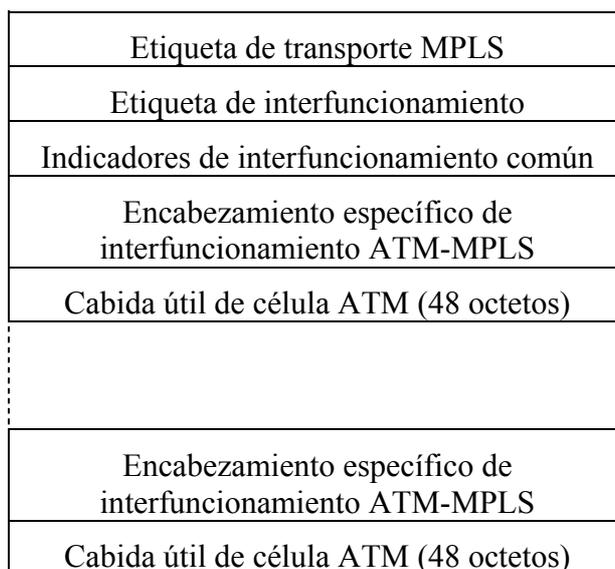


Figura 7/Y.1411 – Grupos funcionales de interfuncionamiento ATM-MPLS

7.3.1 Etiqueta de transporte MPLS

La etiqueta de transporte MPLS de cuatro octetos identifica un LSP utilizado para transportar tráfico entre dos IWF para ATM-MPLS. La etiqueta de transporte es del tipo encabezamiento complementario MPLS normalizado [12], y se procesa en cada LSR. Al ser los LSP del MPLS unidireccionales, para crear un transporte bidireccional se requiere un par de LSP de transporte que lleven el tráfico en direcciones opuestas. No está dentro del alcance de esta Recomendación determinar los valores de los campos EXP y TTL de la etiqueta de transporte. Para esta etiqueta, el bit S se pone a 0 para indicar que no es el fondo de la pila de etiquetas. Entre cualquier par de IWF ATM-MPLS puede haber más de un LSP de transporte en cada dirección en cualquier momento.

7.3.2 Etiqueta de interfuncionamiento

La etiqueta de interfuncionamiento de 4 octetos identifica unívocamente un LSP de interfuncionamiento transportado en un LSP de transporte MPLS. La etiqueta de interfuncionamiento tiene la estructura de un encabezamiento complementario MPLS normalizado [12]. Un LSP de transporte del MPLS podría soportar más de un LSP de interfuncionamiento.

Al ser los LSP del MPLS unidireccionales, habrá dos LSP de interfuncionamiento diferentes, uno para cada sentido de la conexión, para el caso de las VCC o las VPC bidireccionales del ATM. Estos LSP pueden tener diferentes valores de etiqueta.

La función de interfuncionamiento mantiene información de contexto que asocia las conexiones ATM con el LSP de interfuncionamiento.

7.3.3 Indicadores de interfuncionamiento comunes

Las funciones de los indicadores de interfuncionamiento comunes afectan a los LSP de interfuncionamiento y son independientes de cualquier servicio o encapsulado específico. Esto no implica que haya formatos de encapsulado idénticos en los modos uno-a-uno y N a uno.

En general, los indicadores de interfuncionamiento comunes constan de un campo de control, un campo longitud y un campo número de secuencia.

7.3.3.1 Campo de control

El campo de control no existe para el modo uno-a-uno. Sólo existe en el modo N a uno.

Siempre que haya indicadores de interfuncionamiento comunes, en el modo N a uno este campo estará presente. No obstante, su utilización es facultativa (véase 9.3.1).

7.3.3.2 Campo longitud

Indica la longitud de la cabida útil. Si el trayecto LSP incluye un enlace Ethernet, se requiere un tamaño mínimo de paquete de 64 octetos, y podría ser necesario rellenar la cabida útil de paquete de interfuncionamiento para obtener este tamaño mínimo de paquete. Se puede determinar el tamaño del relleno a partir del campo longitud, de tal manera que se pueda extraer el relleno en el egreso.

Siempre que haya indicadores de interfuncionamiento comunes deberá aparecer este campo. No obstante, su utilización es facultativa (véanse 8.3.2 y 9.3.2).

Se dejan para uso futuro los dos bits más significativos del campo longitud. En esta Recomendación se les fija a cero tanto para el modo uno-a-uno como para el modo N a uno. Los seis bits restantes se denominan indicador de longitud.

7.3.3.3 Campo número de secuencia

Se utiliza para verificar la integridad de secuencia de las tramas MPLS enviadas desde la IWF de ingreso a la IWF de egreso. En general, para los servicios ATM se requiere mantener la integridad de secuencia de células en una VCC o una VPC. Cuando se transporten servicios ATM en una red subyacente basada en MPLS, es necesario que la red MPLS intente mantener la integridad de secuencia de las células ATM encapsuladas en tramas MPLS.

Aun en el caso del funcionamiento normal "primero en entrar, primero en salir" (FIFO, *first in first out*) las tramas podrían quedar desordenadas. La IWF puede fijar el campo número de secuencia en la dirección ATM MPLS facultativo. El número de secuencia es un campo de 2 octetos que se puede utilizar para supervisar la entrega ordenada de paquetes. El espacio de número de secuencia es un espacio circular de 16 bits y sin signo.

Siempre que haya indicadores de interfuncionamiento comunes deberá aparecer este campo. No obstante, su utilización es facultativa (véanse 8.3.3 y 9.3.3).

7.3.3.3.1 Fijación de los números de secuencia

Cuando se utilice el campo número de secuencia, se aplicarán los siguientes procedimientos en el sentido ATM a MPLS:

- Se fijará el número de secuencia a 1 para la primera trama MPLS transmitida sobre el LSP de interfuncionamiento.
- Para cada trama MPLS siguiente se incrementará el número de secuencia en una unidad.
- Si el resultado de dicho incremento es 65 535 para la trama MPLS en cuestión, se fijará de nuevo el número de secuencia a 1 para la siguiente trama MPLS.

Si la IWF de ingreso no utiliza el número de secuencia, este campo se fijará a cero.

7.3.3.3.2 Procesamiento de los números de secuencia

Cuando la IWF sea capaz de supervisar la integridad de secuencia, se aplicarán los siguientes procedimientos:

- Si el número de secuencia es el 0, las IWF no pueden determinar la integridad de secuencia de los paquetes. En este caso, se considera que el paquete recibido está ordenado.
- De lo contrario, si el número de secuencia es igual al número esperado o superior, y el número de secuencia menos el número de secuencia esperado es $< 32\,768$, se considera que el paquete recibido está ordenado.

- De lo contrario, si el número de secuencia es menor que el número esperado, y el número de secuencia esperado menos el número de secuencia es ≥ 32768 , se considera que el paquete recibido está ordenado.
- En otros casos, el paquete recibido no está ordenado.
- Si el paquete recibido está ordenado, el número de secuencia esperado es igual al número de secuencia $+1 \bmod 2^{16}$.
- Si el número de secuencia esperado es $= 0$, el número de secuencia (esperado) es $= 1$.

NOTA – El número de secuencia esperado inicial se fija a 1.

7.3.4 Encabezamiento específico de interfuncionamiento ATM-MPLS

Este encabezamiento contiene la información que se utiliza para reconstruir las células ATM a partir de una trama MPLS en el sentido MPLS a ATM en la IWF.

8 Encapsulado en modo uno-a-uno

8.1 Etiqueta de transporte

La etiqueta de transporte es un encabezamiento complementario MPLS de 4 octetos, como se especifica en [12]. Véase 7.3.1 para más información.

8.2 Etiqueta de interfuncionamiento

La etiqueta de interfuncionamiento es un encabezamiento complementario MPLS de 4 octetos, como se especifica en [12]. Véase 7.3.2 para más información.

La función de interfuncionamiento mantiene información de contexto que asocia las conexiones ATM con el LSP de interfuncionamiento. Se hace referencia a esta información mediante el campo de etiqueta de 20 bits de la etiqueta de interfuncionamiento.

El contexto del campo etiqueta de interfuncionamiento da a conocer:

- El tipo de conexión: VCC o VPC.
- Para los tipos de conexión VPC, el valor VPI que se debe insertar en los encabezamientos de célula ATM en el sentido MPLS a ATM.
- Para tipos de conexión VCC, los valores VPI y VCI que se deben insertar en los encabezamientos de célula ATM en el sentido MPLS a ATM.

Esto no excluye la inclusión de otra información de contexto.

Los procedimientos para la generación y análisis gramatical de la etiqueta de interfuncionamiento son los siguientes:

Sentido ATM a MPLS

Para una VPC, traducción del VPI al campo etiqueta de 20 bits. En el caso de una VCC, traducción del VPI y el VCI al campo etiqueta de 20 bits. Esta asociación se establece por señalización o está configurada entre dos IWF pares.

Se fija el bit S a 1 para indicar el fondo de la pila de etiquetas.

Al ser la etiqueta de interfuncionamiento relevante solamente para las funciones de interfuncionamiento ATM-MPLS en los extremos del LSP de interfuncionamiento, para las IWF es como si estuvieran directamente conectadas por un salto.

Se fija el valor TTL en la etiqueta de interfuncionamiento a 2.

Queda en estudio la fijación de los bits EXP.

Sentido MPLS a ATM

En el caso de una VPC, traducción del campo etiqueta de 20 bits al VPI. Para una VCC, se traduce el campo etiqueta de 20 bits al VPI y al VCI. Esta asociación se establece por señalización o está configurada entre dos IWF pares. Se descartan las tramas MPLS recibidas con una etiqueta de interfuncionamiento no válida o sin asignar.

8.3 Campo común indicadores de interfuncionamiento

La presencia y utilización de estos indicadores es facultativa.

En el modo uno-a-uno, el campo común indicadores de interfuncionamiento, si lo hubiere, está formado por un campo longitud y un campo número de secuencia.

En el sentido MPLS a ATM se deberá indicar a la IWF si se utiliza un campo común indicadores de interfuncionamiento (es decir, todos los campos al mismo tiempo). Véase 6.2, ítem f).

8.3.1 Campo de control

No existe en el modo uno-a-uno.

8.3.2 Campo longitud

Estará presente siempre que se incluya el campo común indicadores de interfuncionamiento. No se requiere la utilización de la función indicador de longitud en el modo uno-a-uno. Se reservan los dos bits más significativos del campo longitud y se fijan a cero. Los otros seis bits se denominan indicador de longitud.

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, pero no se utiliza el campo indicador de longitud, este campo se pone todo a cero en la IWF en el sentido ATM a MPLS y no se procesa en la IWF en el sentido MPLS a ATM.

8.3.3 Campo número de secuencia

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, hay que incluir el campo número de secuencias. No obstante, su utilización es facultativa. El número de secuencia es un campo de 2 octetos que se puede utilizar para controlar la entrega ordenada de tramas MPLS y que la IWF fija en el sentido ATM a MPLS. El espacio número de secuencia es un espacio circular de 16 bits sin signo.

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, pero no se utiliza la función número de secuencia, este campo se pone todo a cero en la IWF en el sentido ATM a MPLS.

8.3.3.1 Procedimientos para la fijación del número de secuencia en el sentido ATM a MPLS

Véase 7.3.3.3.1.

8.3.3.2 Procesamiento del número de secuencia en el sentido MPLS a ATM

Véase 7.3.3.3.2.

Queda en estudio el tratamiento de los paquetes que se reciben desordenados.

8.4 Encabezamiento específico de interfuncionamiento ATM-MPLS

El encabezamiento específico de interfuncionamiento (ISH, *interworking specific header*) ATM-MPLS especifica si se ha de efectuar un encapsulado para células ATM o tramas AAL 5. También forman parte de este encabezamiento otros elementos de la información de control de protocolo.

8.5 Cabida útil ATM

Consta de la cabida útil de una célula ATM (es decir, 48 octetos).

8.6 Encapsulado

Hay dos métodos de encapsulado de célula: el encapsulado de célula única y el encapsulado de células concatenadas. Ambos son permitidos en el modo uno-a-uno.

Para el primero de ellos, se encapsula una célula ATM en una única trama MPLS.

Para el segundo, se encapsulan múltiples células ATM en una sola trama MPLS. Estas células deben formar parte de la misma VCC o VPC. Si se trata de una VPC, las células concatenadas pueden pertenecer a diferentes VCC.

Se determina el número máximo de células ATM concatenadas teniendo en cuenta aspectos como el tamaño MTU del medio de transporte y los requisitos de QoS para la conexión ATM.

Se puede determinar la IWF mediante configuración o mediante señalización para transmitir y recibir tramas MPLS que contengan células concatenadas.

De haber una configuración errónea, un receptor que no haya sido configurado para soportar la concatenación de células descartará una trama MPLS que contenga cabida útil de más de una célula ATM (es decir, 48 octetos). Esto debe ser informado al plano de gestión.

En las figuras 8 y 9 se muestra el formato de trama MPLS para el encapsulado de célula única y células concatenadas respectivamente.

8	7	6	5	4	3	2	1
Etiqueta de transporte (4 octetos)							
Etiqueta de interfuncionamiento (4 octetos)							
Reservado (nota)			Indicador de longitud (nota)				
Número de secuencia (2 octetos) (nota)							
MODE	VCIP	RES	PTI			CLP	
VCI (2 octetos)							
Cabida útil ATM (48 octetos)							

NOTA – La existencia y utilización de un campo común indicadores de interfuncionamiento es facultativa.

Figura 8/Y.1411 – Encapsulado de célula única (modo uno-a-uno)

8	7	6	5	4	3	2	1
Etiqueta de transporte (4 octetos)							
Etiqueta de interfuncionamiento (4 octetos)							
Reservado (nota)		Indicador de longitud (nota)					
Número de secuencia (2 octetos) (nota)							
MODE	VCIP	RES	PTI			CLP	
VCI (2 octetos)							
Cabida útil ATM (48 octetos)							
MODE	VCIP	RES	PTI			CLP	
VCI (2 octetos)							
Cabida útil ATM (48 octetos)							
.....							
MODE	VCIP	RES	PTI			CLP	
VCI (2 octetos)							
Cabida útil ATM (48 octetos)							

NOTA – La existencia y utilización de un campo común indicadores de interfuncionamiento es facultativa.

Figura 9/Y.1411 – Formato de encapsulado de células concatenadas (modo uno-a-uno)

A continuación se describen los campos del encabezamiento específico para el interfuncionamiento ATM-MPLS:

MODE (bit 8) (Modo)

Identifica la cabida útil como célula (= 0), tal como se fijó para este caso, o trama (= 1). En esta Recomendación siempre se pone a "0".

VCI Presente (bit 7)

Se fija a "1" cuando hay un campo VCI, de lo contrario a "0".

Para las VPC, el campo VCI está presente para cada célula en la trama MPLS. Si los valores de los VCI son idénticos, se puede utilizar la optimización VCIP para obtener una utilización más eficaz del ancho de banda. Cuando se utiliza la optimización VCIP, el campo VCI estará presente en los casos siguientes:

- Si la célula es la primera en una trama MPLS.
- Si la célula anterior en la trama MPLS forma parte de otra VCC.

No obstante, el modo por defecto es aquel en que no hay optimización VCIP.

REServado (bits 6 & 5)

Estos bits se reservan y se fijan a "0".

PTI (bits 4-2)

El identificador de tipo de cabida útil incorpora la codificación PTI de capa ATM de cada célula encapsulada. La IWF en el sentido ATM-MPLS transporta sin modificar los bits PTI desde el encabezamiento de célula ATM. Esto no excluye que la función ATM del elemento de red en el que reside la IWF modifique los bits PTI, conforme a la Rec. UIT-T I.371 [8], antes de la conversión de interfuncionamiento.

CLP (bit 1)

La prioridad de pérdida de célula indica el valor CLP de cada célula encapsulada. La IWF en sentido ATM-MPLS transporta sin modificar el bit CLP desde el encabezamiento de célula ATM. Esto no excluye que la función ATM del elemento de red en que reside la IWF, modifique el bit CLP, conforme a la Rec. UIT-T I.371 [8], antes de la conversión de interfuncionamiento.

VCI (2 octetos)

Si lo hubiere, el valor VCI es idéntico al de la célula ATM encapsulada.

9 Encapsulado en modo N a uno

9.1 Etiqueta de transporte

La etiqueta de transporte es un encabezamiento complementario MPLS de cuatro octetos, como se especifica en [12]. Véase 7.3.1 para más información.

9.2 Etiqueta de interfuncionamiento

La etiqueta de interfuncionamiento es un encabezamiento complementario MPLS de 4 octetos, como se especifica en [12]. Véase 7.3.2 para más información.

Se fija el bit S a 1 para indicar el fondo de la pila de etiquetas.

Al ser la etiqueta de interfuncionamiento significativa solamente para las funciones de interfuncionamiento ATM-MPLS en los extremos del LSP de interfuncionamiento, es como si las IWF estuvieran conectadas directamente por un salto. Se debe fijar el valor TTL en la etiqueta de interfuncionamiento a 2.

Queda en estudio la fijación de los bits EXP.

9.3 Campo común indicadores de interfuncionamiento

Su presencia y utilización es facultativa.

Si en el modo N a uno se incluye un campo común indicadores de interfuncionamiento, estará formado por un campo de control, un campo longitud y un campo número de secuencia.

En el sentido MPLS a ATM se deberá indicar a la IWF si se utilizan estos indicadores (es decir, todos los campos al mismo tiempo). Véase 6.2, ítem f).

9.3.1 Campo de control

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, se deberá incluir el campo de control. Si lo hubiere, se pone todo a cero en la IWF en sentido ATM a MPLS y no se procesa en la IWF en sentido MPLS a ATM.

9.3.2 Campo longitud

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, se deberá incluir el campo longitud. No se requiere la utilización de la función indicador de longitud en el modo N a uno. Se reservan los dos bits más significativos del campo de longitud y se fijan a cero. Los otros seis bits se denominan indicador de longitud.

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, pero no se utiliza el campo indicador de longitud, este campo se pone todo a cero en la IWF en sentido ATM a MPLS y no se procesa en la IWF en sentido MPLS a ATM.

9.3.3 Campo número de secuencia

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, se deberá incluir el campo número de secuencia. No obstante, su utilización es facultativa. El número de secuencia es un campo de dos octetos que se puede utilizar para supervisar la entrega ordenada de tramas MPLS y que fija la IWF en la dirección ATM a MPLS. El espacio de número de secuencia es un espacio circular de 16 bit sin signo.

Si se incluye el campo común indicadores de interfuncionamiento, pero no se utiliza la función de número de secuencia, este campo se pone todo a cero en la IWF en sentido ATM a MPLS.

9.3.3.1 Procedimientos para la fijación del número de secuencia en el sentido ATM a MPLS

Véase 7.3.3.3.1.

9.3.3.2 Procesamiento del número de secuencia en el sentido MPLS a ATM

Véase 7.3.3.3.2.

El procesamiento de paquetes que se reciben desordenados queda en estudio.

9.4 Encabezamiento específico de interfuncionamiento ATM-MPLS

En el modo N a uno, el encabezamiento específico de interfuncionamiento ATM-MPLS está compuesto por el encabezamiento de célula ATM menos el campo HEC [15].

9.5 Cabida útil ATM

Consta de la cabida útil de una célula ATM (es decir 48 octetos.)

9.6 Encapsulado

Hay dos métodos de encapsulado de células: el encapsulado de célula única y el encapsulado de células concatenadas. Ambos métodos son permitidos en el modo N a uno.

En el primero de ellos, se encapsula una célula ATM en una trama MPLS.

En el segundo, se encapsulan múltiples células ATM en una trama MPLS. Estas células provienen de una o varias VCC y/o VPC. Es decir, se pueden concatenar células de una sola VCC (o VPC) o de múltiples VCC (o VPC).

Se determina el número máximo de células ATM concatenadas teniendo en cuenta aspectos como el tamaño MTU del medio de transporte y los requisitos de QoS para la conexión ATM.

Se puede determinar la IWF mediante configuración o señalización para transmitir y recibir tramas MPLS que incluyan células concatenadas.

De haber una configuración errónea, un receptor que no haya sido configurado para soportar la concatenación de células descartará una trama MPLS recibida que contenga cabida útil de más de una célula ATM. Esto se informará al plano de gestión.

En las figuras 10 y 11 se muestra el formato de trama MPLS para el encapsulado de célula única y células concatenadas, respectivamente.

8	7	6	5	4	3	2	1
Etiqueta de transporte (4 octetos)							
Etiqueta de interfuncionamiento (4 octetos)							
Control (nota)							
Reservado (nota)		Indicador de longitud (nota)					
Número de secuencia (2 octetos) (nota)							
VPI							
VPI				VCI			
VCI							
VCI				PTI		CLP	
Cabida útil ATM (48 octetos)							

NOTA – La existencia y utilización de un campo común indicadores de interfuncionamiento es facultativa.

Figura 10/Y.1411 – Encapsulado de célula única (modo N a uno)

8	7	6	5	4	3	2	1
Etiqueta de transporte (4 octetos)							
Etiqueta de interfuncionamiento (4 octetos)							
Control (nota)							
Reservado (nota)		Indicador de longitud (nota)					
Número de secuencia (2 octetos) (nota)							
VPI							
VPI				VCI			
VCI							
VCI				PTI		CLP	
Cabida útil ATM (48 octetos)							
VPI							
VPI				VCI			
VCI							
VCI				PTI		CLP	
Cabida útil ATM (48 octetos)							

NOTA – La existencia y utilización de un campo común indicadores de interfuncionamiento es facultativa.

Figura 11/Y.1411 – Formato de encapsulado de células concatenadas (modo N a uno)

A continuación se describen los campos del encabezamiento específico de interfuncionamiento ATM-MPLS:

VPI

La IWF de ingreso copiará el campo VPI de la célula entrante en este campo. Véase la nota en la figura 5. La IWF de egreso podrá generar un nuevo VPI.

VCI

La IWF de ingreso copiará el campo VCI del encabezamiento de célula ATM entrante en este campo. Véase la nota en la figura 5. La IWF de egreso podrá generar un nuevo VCI.

PTI

El identificador de tipo de cabida útil incorpora la codificación PTI de capa ATM de cada célula encapsulada. La IWF de ingreso en sentido ATM-MPLS transporta sin modificar los bits PTI desde el encabezamiento de célula ATM. Esto no excluye que la función ATM del elemento de red en que reside la IWF modifique los bits PTI, conforme a la Rec. UIT-T I.371 [8], antes de la conversión de interfuncionamiento.

CLP

La prioridad de pérdida de célula indica el valor CLP de cada célula encapsulada. La IWF de ingreso en sentido ATM-MPLS transporta los bits CLP desde el encabezamiento de célula ATM sin modificación. Esto no excluye que la función ATM del elemento de red en que reside la IWF modifique los bits CLP, conforme a la Rec. UIT-T I.371 [8], antes de la conversión de interfuncionamiento.

10 Tratamiento de células OAM y RM

10.1 Sentido ATM a MPLS

10.1.1 Células OAM

En [3] se definen varios tipos de células OAM. Algunas aplicaciones, tales como las definidas en [14], utilizan estas células OAM, que se clasifican como:

- Células de gestión de averías.
- Células de supervisión de calidad de funcionamiento e informe, en los dos sentidos.
- Células OAM de usuario (por ejemplo, células OAM de seguridad).

En la capa ATM se identifican dos tipos de flujos de célula OAM: F4 (flujo OAM en el nivel de trayecto virtual) y F5 (flujo OAM en el nivel de canal virtual). Las células OAM F4 y F5 son flujos de segmento para comunicar información relativa al OAM en la frontera de la VPC o VCC, o bien flujos extremo a extremo para información relativa a las operaciones VPC o VCC extremo a extremo. Desde el punto de vista de la OAM, el elemento de red en que reside la IWF se comporta como un conmutador ATM.

Para el encapsulado en modo célula de datos de usuario, se encapsulan las células OAM de la misma manera que las células de datos de usuario.

En la figura 4-2/I.732 de [13] se presenta la arquitectura funcional general de un elemento de red ATM. A continuación se utiliza dicho modelo funcional para describir el tratamiento de las células OAM F4 y F5 en el elemento de red en que reside la IWF.

Este elemento de red efectúa la conmutación en el trayecto virtual (VP) o el canal virtual (VC).

Conmutación en el trayecto virtual

El elemento de red en que reside la IWF puede insertar o extraer células OAM F4. Estas células se envían a través del LSP conforme a los procedimientos especificados en [13]. Aquí no se insertan ni extraen células OAM F5, que simplemente se encapsulan y envían a través del LSP.

Conmutación en el canal virtual

En la terminación de enlace VP se pueden insertar o extraer células OAM F4; dichas células no se ven en la terminación de enlace VC y por ende no se envían a través del LSP. En la terminación de enlace VC o en la terminación VC se insertan o extraen células OAM F5, que se envían a través del LSP conforme a los procedimientos especificados en [13].

10.1.2 Células RM

Las células RM VC se identifican mediante un valor PTI de 110, mientras que las células RM VP mediante un valor VCI de 6 [15]. Las células RM VP/VC se tratan de la misma manera que las células OAM F4/F5 respectivamente, para conservar el ordenamiento de célula.

10.2 Sentido MPLS a ATM

Se reciben las células OAM y RM como células encapsuladas únicas. El elemento de red en que reside la IWF trata estas células conforme a los procedimientos descritos en [3], [4], [5] y [8].

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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	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 y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación