

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**Y.1453**

(03/2006)

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

Aspectos del protocolo Internet – Interfuncionamiento

---

**Interfuncionamiento TDM-IP –  
Interfuncionamiento en el plano del usuario**

Recomendación UIT-T Y.1453

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y  
**INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y  
 REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN**

<b>INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN</b>	
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
<b>ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET</b>	
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
<b>Interfuncionamiento</b>	<b>Y.1400–Y.1499</b>
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
<b>REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN</b>	
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.1453**

### **Interfuncionamiento TDM-IP – Interfuncionamiento en el plano del usuario**

#### **Resumen**

En esta Recomendación se tratan las funciones requeridas para el interfuncionamiento entre redes TDM a velocidades de hasta DS3 o E3 y redes IP, con objeto de cursar tráfico TDM a través de redes IP. Se abordan asimismo los mecanismos, el multiplexado de conexión y los procedimientos del plano del usuario. Se describe detalladamente el modelo de interfuncionamiento y las funciones de interfuncionamiento requeridas. Esta Recomendación podría no ser adecuada para las empresas de explotación reconocidas debido a la posible reducción del rendimiento de la sincronización de red en comparación con la red TDM original.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T Y.1453 fue aprobada el 29 de marzo de 2006 por la Comisión de Estudio 13 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

#### **Palabras clave**

Interfuncionamiento, interfuncionamiento de red, IP, plano del usuario, TDM, UDP.

## PREFACIO

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

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

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

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

## NOTA

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

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

## PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2007

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

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias .....	1
3 Definiciones.....	3
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos.....	3
5 Convenios .....	5
6 Interfuncionamiento TDM-IP.....	5
7 Requisitos generales .....	7
7.1 Requisitos del plano de usuario.....	7
7.2 Aspectos del plano de control.....	8
7.3 Aspectos de gestión de averías .....	8
7.4 Aspectos de gestión de tráfico.....	9
7.5 Control de admisión de la conexión por la IWF.....	9
8 Consideraciones sobre la agrupación de funciones para el interfuncionamiento de redes TDM-IP.....	10
8.1 IP.....	10
8.2 UDP .....	10
8.3 Indicadores de interfuncionamiento comunes .....	10
8.4 Información de temporización facultativa.....	13
8.5 Cabida útil TDM.....	13
8.6 Resumen del formato de encapsulación .....	13
9 Formatos de cabida útil.....	16
9.1 Transporte agnóstico con respecto a la estructura.....	16
9.2 Transporte atento a la estructura.....	17
10 Aspectos de temporización .....	20
11 Aspectos de pérdida de paquetes .....	20
12 Soporte de CAS y CCS.....	21
12.1 Soporte de CAS .....	21
12.2 Soporte de CCS .....	21
13 Consideraciones sobre seguridad.....	21
Apéndice I – Tratamiento facultativo de señales CCS basadas en HDLC .....	22
Apéndice II – Medidas de calidad de funcionamiento de la red IP .....	22
II.1 Errores en la red IP que influyen en el servicio TDM.....	22
II.2 Relaciones con las medidas de degradación del servicio TDM .....	23
II.3 Requisitos de disponibilidad.....	24
II.4 Requisitos de calidad vocal .....	24

Apéndice III – Tamaños de cabida útil sugeridos para transporte agnóstico con respecto a la estructura.....	25
Apéndice IV – Cantidad sugerida de PDU de SAR AAL tipo 1 por paquete.....	25

## **Introducción**

Es necesario definir el interfuncionamiento de red, en donde el tráfico de redes síncronas convencionales o plesiócronas (en adelante designadas por redes TDM) se cursa a través de redes IP. Este interfuncionamiento asegurará que se mantengan la temporización TDM, la señalización, la calidad vocal y la integridad de las alarmas.



## Recomendación UIT-T Y.1453

### Interfuncionamiento TDM-IP – Interfuncionamiento en el plano del usuario

#### 1 Alcance

En esta Recomendación se tratan las funciones requeridas para el interfuncionamiento entre redes TDM a velocidades de hasta DS3/E3 y redes IP, con objeto de cursar tráfico TDM a través de redes IP. El soporte de servicios TDM de mayor velocidad (como SDH) por redes IP no se trata en esta Recomendación, que sí aborda los mecanismos, el multiplexado de conexión y los procedimientos relacionados con respecto al plano del usuario. Dichos mecanismos de interfuncionamiento deben asegurar que se mantengan la temporización TDM, la señalización, la calidad vocal telefónica y la integridad de las alarmas. Se describen en detalle el modelo de interfuncionamiento y las funciones de interfuncionamiento requeridas. Esta Recomendación podría no ser adecuada para las empresas de explotación reconocidas (EER) [1] debido a la posible reducción del rendimiento de la sincronización de red en comparación con el transporte TDM original.

#### 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 F.110 (1996), *Disposiciones operacionales para el servicio móvil marítimo*.
- [2] 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*.
- [3] Recomendación UIT-T Y.1413 (2004), *Interfuncionamiento de redes con conmutación por etiquetas multiprotocolo y multiplexación por división en el tiempo – Interfuncionamiento en el plano del usuario*.
- [4] Recomendación UIT-T G.809 (2003), *Arquitectura funcional de las redes de capa sin conexión*.
- [5] Recomendación UIT-T G.702 (1988), *Velocidades binarias de la jerarquía digital*.
- [6] Recomendación UIT-T G.705 (2000), *Características de los bloques funcionales de equipos de la jerarquía digital plesiócrona*.
- [7] Recomendación UIT-T G.114 (2003), *Tiempo de transmisión en un sentido*.
- [8] Recomendación UIT-T G.826 (2002), *Parámetros y objetivos de las características de error de extremo a extremo para conexiones y trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante*.
- [9] Recomendación UIT-T G.823 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 2048 kbit/s*.

- [10] Recomendación UIT-T G.824 (2000), *Control de la fluctuación de fase y de la fluctuación lenta de fase en las redes digitales basadas en la jerarquía de 1544 kbit/s.*
- [11] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol – DARPA Internet Program – Protocol Specification.*
- [12] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.*
- [13] IETF RFC 768 (1980), *User Datagram Protocol.*
- [14] Recomendación UIT-T G.703 (2001), *Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.*
- [15] Recomendación UIT-T V.36 (1988), *Módems para la transmisión síncrona de datos, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 180 kHz.*
- [16] Recomendación UIT-T V.37 (1988), *Módems para la transmisión síncrona de datos a una velocidad binaria superior a 72 kbit/s, utilizando circuitos en la banda de grupo primario de 60 a 180 kHz.*
- [17] Recomendación UIT-T I.231.1 (1988), *Categorías de servicios portadores en modo circuito: Servicio portador en modo circuito a 64 kbit/s sin restricciones, estructurado a 8 kHz.*
- [18] ANSI T1.107 (2002), *Digital Hierarchy – Formats Specifications.*
- [19] Recomendación UIT-T G.751 (1988), *Equipos múltiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34 368 kbit/s y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139 264 kbit/s y utilizan justificación positiva.*
- [20] Recomendación UIT-T G.704 (1998), *Estructuras de trama síncronas utilizadas en los niveles jerárquicos 1544, 6312, 2048, 8448 y 44 736 kbit/s.*
- [21] Recomendación UIT-T Q.700 (1993), *Introducción al sistema de señalización N.º 7 del CCITT.*
- [22] Recomendación UIT-T Q.931 (1998), *Especificación de la capa 3 de la interfaz usuario-red de la red digital de servicios integrados para el control de la llamada básica.*
- [23] Recomendación UIT-T I.363.1 (1996), *Especificación de la capa de adaptación del modo de transferencia asíncrono de la RDSI-BA: Capa de adaptación del modo transferencia asíncrono tipo 1.*
- [24] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications.*
- [25] Recomendación UIT-T Y.1540 (2002), *Servicio de comunicación de datos con protocolo Internet – Parámetros de calidad de funcionamiento relativos a la disponibilidad y la transferencia de paquetes del protocolo Internet.*
- [26] IETF RFC 2474 (1998), *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers.*
- [27] IETF RFC 3246 (2002), *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior).*
- [28] IETF RFC 2210 (1997), *The Use of RSVP with IETF Integrated Services.*
- [29] IETF RFC 2212 (1997), *Specification of Guaranteed Quality of Service.*
- [30] ATM Forum af-vtoa-0078.000 (1997), *Circuit Emulation Service 2.0.*
- [31] Recomendación UIT-T G.802 (1988), *Interfuncionamiento de redes basadas en diferentes jerarquías digitales y leyes de codificación de las señales vocales.*
- [32] Recomendación UIT-T Q.921 (1997), *Interfaz usuario-red de la RDSI – Especificación de la capa de enlace de datos.*

- [33] Recomendación UIT-T G.827 (2003), *Parámetros y objetivos de disponibilidad para trayectos digitales internacionales de extremo a extremo de velocidad binaria constante.*
- [34] Recomendación UIT-T G.1020 (2003), *Definición de parámetros de calidad de funcionamiento para aplicaciones de voz y otras aplicaciones en la banda vocal que utilizan redes del protocolo Internet.*
- [35] Recomendación UIT-T P.800 (1996), *Métodos de determinación subjetiva de la calidad de transmisión.*
- [36] Recomendación UIT-T P.862 (2001), *Evaluación de la calidad vocal por percepción: Un método objetivo para la evaluación de la calidad vocal de extremo a extremo de las redes telefónicas de banda estrecha y códecs vocales.*
- [37] Recomendación UIT-T I.231.5 (1988), *Categorías de servicios portadores en modo circuito: Servicio portador en modo circuito a  $2 \times 64$  kbit/s sin restricciones, estructurado a 8 kHz.*
- [38] Recomendación UIT-T I.231.10 (1992), *Categorías de servicios portadores en modo circuito: Servicio portador multivelocidad estructurado a 8 kHz en modo circuito sin restricciones.*
- [39] Recomendación UIT-T I.231.6 (1996), *Categorías de servicios portadores en modo circuito: Servicio portador estructurado a 8 kHz en modo circuito a 384 kbit/s sin restricciones.*

### 3 Definiciones

Esta Recomendación usa o define los términos siguientes.

- 3.1 interfuncionamiento:** Véase la Rec. UIT-T Y.1411 [2].
- 3.2 flujo de interfuncionamiento:** Par de flujos G.809 [4] capaces de transferir información simultáneamente en sentidos opuestos en una red IP con objeto de cursar tráfico TDM.
- 3.3 función de interfuncionamiento (IWF):** Véase la Rec. UIT-T Y.1411.
- 3.4 IWF de ingreso:** El punto en el que el tren TDM continuo se segmenta y encapsula en paquetes IP (en sentido TDM a IP).
- 3.5 IWF de egreso:** El punto en el que los segmentos TDM se desencapsulan de los paquetes IP y se reorganizan en un tren TDM continuo (en sentido IP a TDM).

### 4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

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

AAL	Capa de adaptación ATM ( <i>ATM adaptation layer</i> )
AIS	Señal de indicación de alarma ( <i>alarm indication signal</i> )
AP	Punto de acceso ( <i>access point</i> )
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
CAS	Señalización asociada al canal ( <i>channel associated signalling</i> )
CCS	Señalización por canal común ( <i>common channel signalling</i> )
CES	Servicio de emulación de circuitos ( <i>circuit emulation service</i> )
CP	Punto de conexión ( <i>connection point</i> )
CSI	Indicación de subcapa de convergencia ( <i>convergence sublayer indication</i> )

CSRC	Fuente contributiva ( <i>contributing source</i> )
dAIS	Defecto de AIS ( <i>AIS defect</i> )
Diffserv	Servicios diferenciados ( <i>differentiated services</i> )
dLOA	Defecto por pérdida de alineación ( <i>loss of alignment defect</i> )
dLOS	Defecto de pérdida de señal ( <i>loss of signal defect</i> )
DSn	Nivel de señal digital n ( <i>digital signal level n</i> )
EER	Empresa de explotación reconocida
EF PHB	Comportamiento por salto en reenvío expeditado ( <i>expedited forwarding per hop behaviour</i> )
En	Señal de interfaz eléctrica, nivel n ( <i>electrical interface signal, level n</i> )
FAS	Señal de alineación de trama ( <i>frame alignment signal</i> )
FCS	Secuencia de verificación de trama ( <i>frame check sequence</i> )
GS	Servicio garantizado ( <i>guaranteed service</i> )
HDLC	Control de alto nivel para enlaces de datos ( <i>high level data link control</i> )
Intserv	Servicios integrados ( <i>integrated services</i> )
IP	Protocolo Internet ( <i>Internet protocol</i> )
IWF	Función de interfuncionamiento ( <i>interworking function</i> )
LOF	Pérdida de sincronización de trama ( <i>loss of frame synchronization</i> )
LOS	Pérdida de la señal ( <i>loss of signal</i> )
MPLS	Conmutación por etiquetas multiprotocolo ( <i>multi-protocol label switch</i> )
MTU	Unidad de transporte máxima ( <i>maximum transport unit</i> )
OAM	Operación, administración y mantenimiento ( <i>operation, administration and maintenance</i> )
PDU	Unidad de datos de protocolo ( <i>protocol data unit</i> )
PDV	Variación del retardo de paquetes ( <i>packet delay variation</i> )
PLC	Ocultamiento de pérdida de paquetes ( <i>packet loss concealment</i> )
PM	Supervisión de la calidad de funcionamiento ( <i>performance monitoring</i> )
PRI	Interfaz de velocidad primaria ( <i>primary rate interface</i> )
PT	Tipo de carga útil ( <i>payload type</i> )
QoS	Calidad de servicio ( <i>quality of service</i> )
RDI	Indicación de defecto distante ( <i>remote defect indication</i> )
RDSI	Red digital de servicios integrados
RFC	Peticiones de comentarios ( <i>request for comments</i> )
RTP	Protocolo en tiempo real ( <i>real time protocol</i> )
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SAR	Segmentación y reensamblado ( <i>segmentation and reassembly</i> )
SRTS	Indicación de tiempo residual síncrono ( <i>synchronous residual time stamp</i> )

SSRC	Fuente de sincronización ( <i>synchronization source</i> )
TDM	Multiplexación por división en el tiempo ( <i>time division multiplex</i> )
TFP	Punto de flujo de terminación ( <i>termination flow point</i> )
UDP	Protocolo de datagrama de usuario ( <i>user datagram protocol</i> )

## 5 Convenios

En esta Recomendación se utiliza la terminología tradicional para señales digitales en los diversos niveles de la jerarquía de las velocidades G.702 [5]. En particular, la señal digital de primer nivel de velocidad 2048 kbit/s (P12 en la terminología de G.705 [6]), se designa por E1, y la señal del tercer nivel de velocidad 34 368 kbit/s derivada de ésta (P31), E3. De manera similar, la señal de primer nivel de velocidad 1544 kbit/s (P11) se designa por DS1, su segundo nivel derivado 6312 kbit/s (P21), por DS2, y su tercer nivel derivado 44 736 kbit/s (P32), por DS3. DS0 tiene una velocidad de señal de 64 kbit/s.

## 6 Interfuncionamiento TDM-IP

En esta Recomendación se define el interfuncionamiento con servicios TDM a velocidades de hasta DS3 o E3. El estudio de transporte de servicios TDM de mayor velocidad (como SDH) por redes IP no se trata en esta Recomendación.

Los servicios TDM son generalmente transportados por redes que funcionan en modo conmutación de circuitos.

Un cliente TDM requiere que su capa de servidor determine la precisión, el orden y las degradaciones temporales dentro de los límites definidos. Para una capa de servidor sin conexión, la relevancia de las citadas degradaciones podría aumentar de manera no lineal con la carga de la capa del servidor.

Dado que podría no saberse de antemano la carga de la capa del servidor, la cual puede variar con el tiempo, la estratificación de un cliente TDM en un servidor IP representa un importante desafío para los fabricantes de equipos y los proveedores de servicio a la hora de ajustarse a las Recomendaciones UIT-T en materia de prestaciones TDM. En concreto, el retardo y la variación del retardo, el retardo de extremo a extremo [7], el error [8], el rendimiento de la temporización [9] y [10] se degradarán con respecto a los correspondientes a una infraestructura TDM original debido a la pérdida de paquetes. En el apéndice II se trata el rendimiento de red IP.

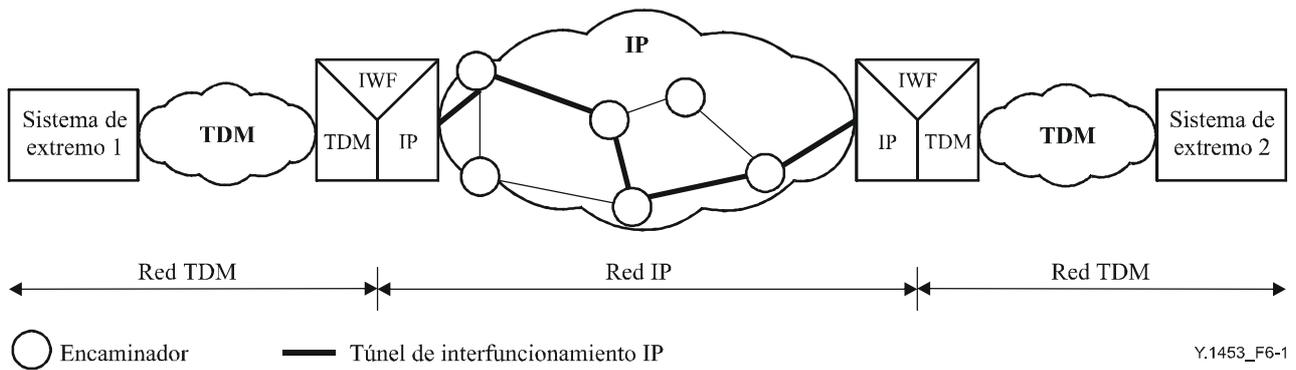
Por consiguiente, los usuarios de una implementación de esta Recomendación deberán saber que no es posible predecir o garantizar el rendimiento.

La figura 6-1 muestra una arquitectura general de red para interfuncionamiento de red TDM-IP, donde las redes TDM se interconectan por medio de una red IP [11] y [12]. Tómese nota de que el trayecto a través de la red IP cambiará con el tiempo como consecuencia de los protocolos de encaminamiento IP.

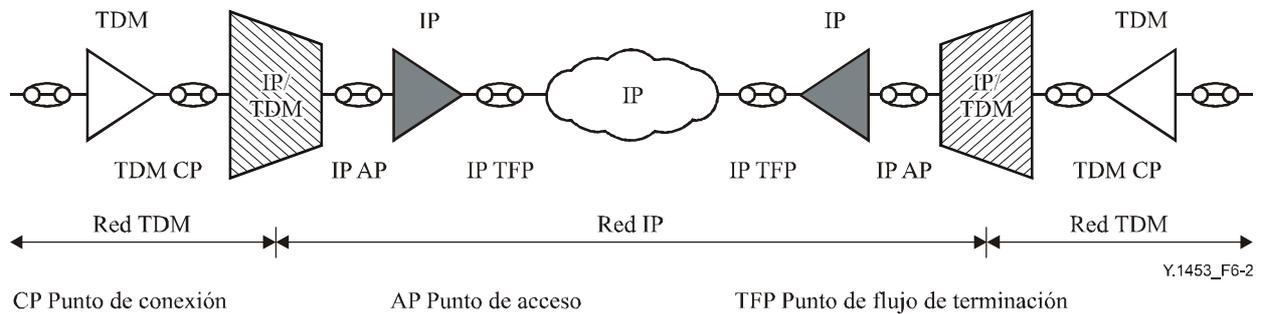
Para el sentido TDM a IP, el tren TDM continuo es segmentado y encapsulado en paquetes UDP/IP [13] por la función de interfuncionamiento (IWF). Para el sentido IP a TDM, los segmentos TDM se extraen de los paquetes UDP/IP y se reordena el tren TDM continuo.

La figura 6-2 muestra la arquitectura funcional de red del interfuncionamiento TDM-IP empleando las técnicas esquemáticas de la Rec. UIT-T G.809 [4]. En el apéndice III/Y.1413 [3] se proporcionan diversos ejemplos de casos específicos.

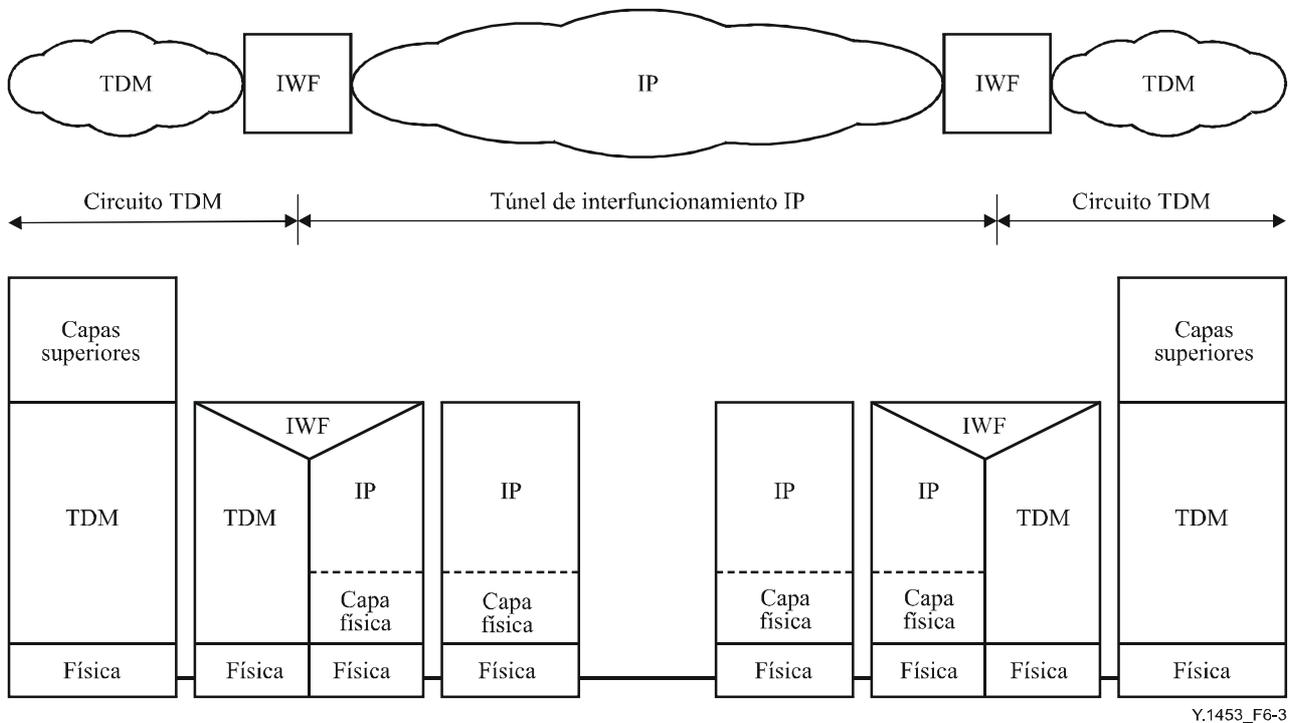
La figura 6-3 muestra el modelo de referencia de red y las capas de protocolo para el interfuncionamiento TDM-IP del plano del usuario.



**Figura 6-1/Y.1453 – Arquitectura de referencia para el interfuncionamiento de red TDM-IP**



**Figura 6-2/Y.1453 – Arquitectura funcional del interfuncionamiento de red TDM-IP representado según los convenios esquemáticos de G.809**



**Figura 6-3/Y.1453 – Modelo de referencia de red y capas de protocolo para el interfuncionamiento TDM-IP en el plano de usuario**

## 7 Requisitos generales

### 7.1 Requisitos del plano de usuario

Para la transferencia de trenes TDM en redes IP, se requieren las siguientes características:

- a) Capacidad para transportar varios trenes TDM entre dos IWF.
- b) Soporte de flujos bidireccionales con anchura de banda simétrica y vinculación al TDM dúplex.
- c) Capacidad para transportar los siguientes tipos de TDM sin estructurar:
  - 1) DS1 a 1544 kbit/s según se define en la Rec. UIT-T G.703 [14];
  - 2) E1 a 2048 kbit/s según se define en la Rec. UIT-T G.703;
  - 3) DS2 a velocidad de 6312 kbit/s según se define en la Rec. UIT-T G.703;
  - 4) datos en serie síncronos según se define en las Recs. UIT-T V.36 [15] y V.37 [16];
  - 5)  $N \times 64$  k (por ejemplo para  $N = 1$  según se define en la Rec. UIT-T I.231.1 [17], para  $N = 2$  según se define en la Rec. UIT-T I.231.5 [37], para  $N = 3$  según se define en la Rec. UIT-T I.231.10 [38] y para  $N = 6$  según se define en la Rec. UIT-T I.231.6 [39];
  - 6) DS3 a 44 736 kbit/s según se define en ANSI T1.107 [18];
  - 7) E3 a 34 368 kbit/s según se define en la Rec. UIT-T G.751 [19].
- d) Capacidad para transportar los siguientes tipos de TDM con estructuración:
  - 1) DS1 según se define en la Rec. UIT-T G.704 [20];
  - 2) DS1 fraccionario que transporta  $N$  intervalos de tiempo, tomando  $N$  valores de 1 a 23 según se define en ANSI T1.107;
  - 3) E1 según se define en la Rec. UIT-T G.704;
  - 4) E1 fraccionario que transporta  $N$  intervalos de tiempo, tomando  $N$  valores de 1 a 30 según se define en la Rec. UIT-T G.704;
  - 5) Varios DS0 síncronos;
  - 6) DS2 definido en la Rec. UIT-T G.704.
- e) Capacidad para transportar los tipos de TDM con estructuración de los puntos d 1, 2, 3, 4, 6 con señalización asociada al canal (CAS, *channel associated signalling*), según se define en ANSI T1.107 y en la Rec. UIT-T G.704.
- f) Capacidad para transportar señalización por canal común (CSS, *common channel signalling*) asociada al enlace -o la instalación-, por ejemplo, según se define en las Recs. UIT-T Q.700 [21] y Q.931 [22].
- g) Capacidad para que el IWF de egreso genere la temporización a partir de una señal de reloj externa, para que haga uso de una fuente de reloj común, o para que recupere la señalización TDM de manera adaptativa.
- h) Ajuste de la recuperación de la temporización a la fluctuación de fase y la fluctuación lenta de fase de una interfaz de tráfico [9] o [10].
- i) Capacidad para interfuncionar con servicios de emulación de circuitos (CES, *circuit emulation services*) existentes transportados en redes MPLS [3] o ATM [23].
- j) Capacidad para detectar fiablemente la pérdida y el desorden de los paquetes.
- k) Capacidad para inyectar AIS o datos de relleno como compensación por los paquetes perdidos.
- l) Capacidad para operar sobre redes IP arbitrarias, pero haciendo uso de las características QoS de las redes IP, de estar presentes.

- m) Capacidad de las IWF para mantener la sincronización de trama TDM (y la sincronización de multitrama cuando proceda) para transporte atento a la estructura.
- n) Capacidad para fijar la longitud de la cabida útil a fin de asegurarse de que el tamaño de los paquetes no excede la unidad de transporte máxima (MTU) del trayecto.

## 7.2 Aspectos del plano de control

Para la transferencia de servicios TDM en redes IP, se precisará lo siguiente:

- a) Los valores UDP del puerto fuente y destino para ambos sentidos.
- b) El tipo de tráfico TDM con arreglo a 7.1 c) y d).
- c) Para datos en serie (7.1 c) 4): la velocidad binaria.
- d) Para  $N \times 64$  k (7.1 c) 4): el valor de N.
- e) Para El fraccionario o DS1 (7.1 d) 2 ó 4): el valor de N.
- f) El formato de la cabida útil (véase la cláusula 9).
- g) Para el transporte agnóstico con respecto a la estructura: el número de octetos de cabida útil por paquete IP.
- h) Para DS1 sin estructurar: si se usa el modo con alineación de octetos DS1.
- i) Para la encapsulación enganchada a la estructura: el número de tramas por paquete IP.
- j) Para la encapsulación indicada por la estructura:
  - 1) el número de PDU de 48 octetos por paquete;
  - 2) modo AAL 1: no estructurado, estructurado o estructurado con CAS.
- k) Indicación de si se usa o no el RTP [24].
- l) Si se usa el RTP:
  - 1) si la indicación de tiempo se determina a partir de un reloj común;
  - 2) la frecuencia del reloj común dividida por 8 kHz;
  - 3) el tipo de cabida útil (PT);
  - 4) el valor de la SSRC.

## 7.3 Aspectos de gestión de averías

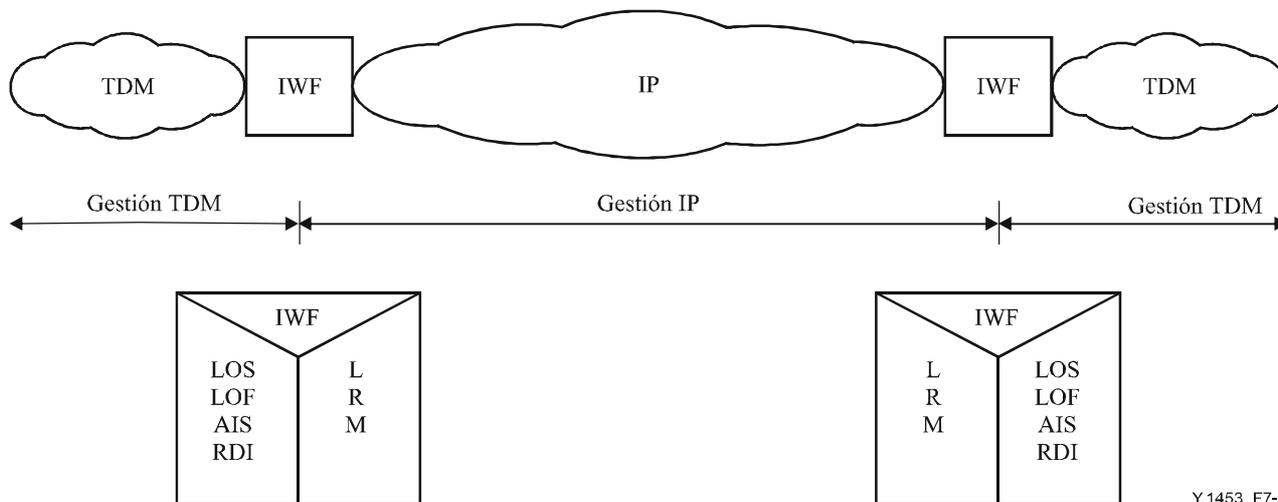
La función de interfuncionamiento soportará la transferencia de información de defecto entre redes IP y TDM, como se muestra en la figura 7-1. En concreto, los defectos TDM locales [6], tales como la pérdida de la señal o de sincronización, se señalarán de la IWF de ingreso a la de salida. Las anomalías IP [25], tales como el desorden y la pérdida de los paquetes, se detectarán por el IWF de egreso.

La función de interfuncionamiento transferirá indicaciones de defecto TDM a través de la red IP estableciendo banderas apropiadas en los indicadores de interfuncionamiento comunes. En la Rec. UIT-T G.705 [6] se definen los estados de defecto TDM y los criterios para la entrada y la salida en los citados estados. La codificación no tiene que ser unívoca, esto es, puede utilizarse un solo indicador de datos TDM no válidos para múltiples defectos TDM o indicaciones (por ejemplo dLOS, dLOA o dAIS). Además, cuando proceda, se enviará una alarma adecuada a la capa de gestión.

La IWF de ingreso detecta las anomalías IP supervisando la llegada puntual de paquetes y por medio del número de secuencia de los indicadores comunes de interfuncionamiento. Con independencia de las anomalías, la IWF de egreso asegurará la integridad de sincronización de su interfaz TDM local. La IWF de egreso mantendrá un registro estadístico de las anomalías y, cuando

la densidad de las mismas pueda representar un defecto, informará acerca del mismo a la IWF de ingreso, enviando la alarma adecuada a la capa de gestión.

Se facilitará la capacidad de distinguir entre las averías de la red IP y las de la red TDM distante.



AIS Señal de indicación de alarmas  
 LOF Pérdida de sincronización de trama (sólo detectado)  
 LOS Defecto de pérdida de señal (sólo detectado)  
 RDI Indicación de defecto distante

**Figura 7-1/Y.1453 – Representación funcional de la gestión de averías TDM-IP**

#### 7.4 Aspectos de gestión de tráfico

El flujo IP deberá ser capaz de proporcionar la QoS requerida para todas las conexiones TDM y de reunir los requisitos en materia de anchura de banda combinada de todas las conexiones TDM transportadas.

Si la red IP soporta Diffserv con arreglo a RFC 2474 [26], se recurrirá al comportamiento por salto en reenvío expeditado (EF PHB, *expedited forwarding per hop behaviour*) por RFC 3246 [27], con acondicionamiento adecuado del tráfico con objeto de proporcionar un servicio con baja latencia y mínima fluctuación de fase. Se sugiere que la red IP sea sobreaprovisionada hasta cierto punto.

Si la red IP soporta Intserv con arreglo a RFC 2210 [28], se recurrirá al servicio garantizado (GS, *guaranteed service*) por RFC 2212 [29] con reserva de anchura de banda superior a la del tráfico TDM combinada, con objeto de garantizar anchura de banda suficiente y retardo limitado.

El retardo esperado asociado a la red debe medirse con anterioridad al flujo de tráfico, a fin de estimar la latencia. Dicha medida sólo será significativa cuando el proveedor de servicio gestione la carga en la red IP.

#### 7.5 Control de admisión de la conexión por la IWF

Cuando existan garantías de anchura de banda, la IWF deberá proporcionar control de admisión de la conexión. La decisión de admisión se basará en la asignación de la anchura de banda total de la red IP, la anchura de banda ya utilizada por los flujos de interfuncionamiento y otros clientes de la red IP, y la anchura de banda solicitada. Cuando exista suficiente anchura de banda se puede aceptar la petición. Cuando la anchura de banda sea insuficiente, se deniega la petición de conexión TDM.

## 8 Consideraciones sobre la agrupación de funciones para el interfuncionamiento de redes TDM-IP

La figura 8-1 ilustra la agrupación de funciones para el interfuncionamiento de redes TDM-IP.

IP
UDP
Información de temporización facultativa
Indicadores de interfuncionamiento comunes
Cabida útil TDM

NOTA – El bit 8 es el bit más significativo.

**Figura 8-1/Y.1453 – Agrupación de funciones para el interfuncionamiento TDM-IP**

### 8.1 IP

Este campo es el encabezamiento normal IPv4 [11] o IPv6 [12].

### 8.2 UDP

Como puede ser preciso transportar varios trenes TDM emulados entre dos direcciones IP, se requerirá un método de etiquetado de los flujos TDM-IP. En esta Recomendación sólo se considera la facilitación manual de dicho etiquetado. La etiqueta puede situarse en el campo del puerto fuente UDP o en el campo del puerto destino UDP por RFC 768 [13]. Cuando se usa el campo del puerto fuente, el campo del puerto destino puede contener un identificador que indica que el paquete contiene datos TDM.

### 8.3 Indicadores de interfuncionamiento comunes

Las funciones a que hacen referencia los indicadores de interfuncionamiento comunes están relacionadas con flujo de interfuncionamiento y son independientes de todo servicio o encapsulación específicos. En general, los indicadores de interfuncionamiento comunes comprenden un campo de control, un campo de fragmentación (FRAG), un campo de longitud y un campo de número secuencial, como se representa en la figura 8-2.

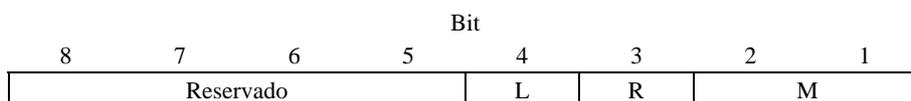
8	7	6	5	4	3	2	1
Control							
FRAG		Longitud					
Número secuencial (2 octetos)							

NOTA – El bit 8 es el más significativo.

**Figura 8-2/Y.1453 – Indicadores de interfuncionamiento comunes**

#### 8.3.1 Campo de control

El formato del campo de control se representa en la figura 8-3.



NOTA – El bit 8 es el más significativo.

**Figura 8-3/Y.1453 – Campo de control**

El campo reservado se fijará a cero.

Los campos L, R y M proporcionan un medio de transferencia de indicaciones de defecto TDM entre las IWF. Deben utilizarse de acuerdo con los principios de las Recomendaciones UIT-T pertinentes de la serie G, con respecto a la operación y mantenimiento (OAM).

**L** Fallo TDM local: el bit L puesto a uno (por ejemplo  $L = 1$ ) indica que la IWF de ingreso ha detectado o ha sido informada de un defecto TDM que afecta a los datos TDM. Cuando se ajusta el bit L a uno, el contenido del paquete no puede ser significativo, y la cabida útil puede suprimirse para conservar la anchura de banda. Una vez fijado a uno, el bit L deberá ponerse a cero si se subsana la avería TDM.

**R** Fallo del receptor distante: el bit R puesto a uno (por ejemplo  $R = 1$ ) indica que la fuente del paquete no está recibiendo paquetes de la red IP. Por tanto, la fijación de este bit a uno indica fallo en el sentido opuesto. Esta indicación puede utilizarse para señalar congestión de la red IP u otras averías relacionadas con la red. El bit R se pondrá a uno después de que haya dejado de recibirse cierto número preconfigurado de paquetes consecutivos, y se pondrá a cero cuando se comience a recibir paquetes de nuevo.

**M** Modificador de defecto: la utilización del campo M es facultativa; cuando se utiliza este campo, suplementa el significado del bit L.

Cuando el bit L está puesto a cero (lo que indica datos TDM válidos), el campo M se utiliza como sigue:

**M**

- 0 0 Indica que el defecto local no se modifica.
- 0 1 Reservado.
- 1 0 Acusa recibo de la RDI en la entrada TDM a la IWF de ingreso.
- 1 1 Reservado.

Cuando el bit L está puesto a uno (lo que indica datos TDM no válidos), el campo M se utiliza como sigue:

**M**

- 0 0 Indica un defecto TDM que debe provocar la generación de AIS en el extremo lejano.
- 0 1 Indica datos TDM en reposo, lo que no debe provocar la emisión de ninguna alarma. Si se ha suprimido la cabida útil, el código de reposo apropiado debe generarse en egreso.
- 1 0 Indica datos TDM corrompidos pero potencialmente recuperables. La utilización de esta indicación queda en estudio.
- 1 1 Reservado.

**8.3.2 Campo de fragmentación**

Este campo se utiliza para fragmentar estructuras multitrama con el fin de formar múltiples paquetes, como se describe en 9.2.1. Este campo se utiliza como sigue:

## **FRAG**

- 0 0 Indica que la totalidad de la estructura multitrama (no fragmentada) se transporta en un solo paquete.
- 0 1 Indica el paquete que transporta el primer fragmento.
- 1 0 Indica el paquete que transporta el último fragmento.
- 1 1 Indica un paquete que transporta un fragmento intermedio

### **8.3.3 Campo de longitud**

Cuando un paquete IP se transporta en Ethernet, se requiere un tamaño mínimo de paquete de 64 octetos. En este caso puede ser necesario insertar relleno en la cabida útil del paquete de interfuncionamiento, para alcanzar este tamaño mínimo del paquete. El tamaño del relleno puede determinarse a partir del campo de longitud, lo que permite extraer el relleno en egreso.

El campo de longitud indica el tamaño de la cabida útil del paquete IP, en octetos, y su valor es la suma:

- a) del tamaño de los indicadores de interfuncionamiento comunes (4 octetos);
- b) el tamaño de la información de temporización facultativa; y
- c) el tamaño de la cabida útil;

a menos que esta suma sea igual o mayor que 64 octetos, en cuyo caso el campo de longitud se fijará a cero.

### **8.3.4 Campo de número secuencial**

El campo de número secuencial está formado por dos octetos y se utiliza para detectar paquetes perdidos y paquetes en un orden incorrecto.

El espacio de números secuenciales es un espacio circular, sin signo, de 16 bits, cuyos valores se fijan y procesan como se define a continuación.

#### **8.3.4.1 Fijación de los números secuenciales**

Los siguientes procedimientos se aplican en la IWF de ingreso (sentido de TDM a IP):

- El número secuencial debe fijarse a un valor aleatorio para el primer paquete IP transmitido por el flujo de interfuncionamiento.
- Para cada paquete IP subsiguiente, el número secuencial se aumentará en una unidad, módulo  $2^{16}$ .

#### **8.3.4.2 Tratamiento de los números secuenciales**

El tratamiento del número de secuencia tiene por objeto detectar paquetes perdidos o colocados en un orden incorrecto. El tratamiento de los paquetes perdidos se examina en la cláusula 11. Los paquetes colocados en un orden incorrecto deben ponerse en el orden correcto, si es posible. El mecanismo utilizado para determinar que un paquete se ha perdido es específico de la implementación.

Los siguientes procedimientos se aplican en la IWF de egreso (sentido de IP a TDM):

- La IWF de egreso mantiene un número secuencial esperado.
- Siempre se considera que el primer paquete recibido de la red IP es el paquete esperado, y se hace que el número secuencial esperado sea igual a su número secuencial.
- Si el número secuencial es igual o mayor (en el sentido cíclico) que el número esperado el número secuencial esperado se fija al número recibido incrementado en una unidad, módulo  $2^{16}$ ; en otro caso, el número secuencial conserva su valor.

## 8.4 Información de temporización facultativa

La información de temporización facultativa puede transportarse utilizando el encabezamiento RTP definido en RFC 3550 [24].

Si se utiliza el encabezamiento RTP, aparecerá en cada paquete de interfuncionamiento inmediatamente después del encabezamiento UDP/IP e inmediatamente antes del campo de indicadores de interfuncionamiento comunes.

## 8.5 Cabida útil TDM

El formato de la cabida útil TDM se trata detalladamente en la cláusula 9.

## 8.6 Resumen del formato de encapsulación

En esta cláusula se proporcionan dos formatos de encapsulación, uno para el caso en que falta un encabezamiento RTP (véase la figura 8-4) y otro para el caso en que un encabezamiento RTP está presente (véase la figura 8-5).

Bit		Octeto						
8	7	6	5	4	3	2	1	
Versión IP				IHL				1
IP TOS								2
Longitud total								3-4
Identificación								5-6
Banderas				Desplazamiento del fragmento				7
								8
Tiempo para vivir (TTL)								9
Protocolo								10
Suma de control del encabezamiento IP								11-12
Dirección de origen IP								13-16
Dirección de destino IP								17-20
Número de puerto UDP de origen								21-22
Número de Puerto UDP de destino								23-24
Longitud UDP								25-26
Suma de control UDP								27-28
Reservado				L	R	M		29
FRAG		Longitud						30
Número secuencial								31-32
Cabida útil adaptada								33-n

NOTA – El bit 8 es el más significativo.

**Figura 8-4/Y.1453 – Formato de encapsulación sin utilización de RTP**

Los primeros veinte octetos son el encabezamiento IP; los octetos 21 a 28 son el encabezamiento UDP; los octetos 29 a 32 son los indicadores de interfuncionamiento comunes.

La descripción de los campos es la siguiente:

### Versión IP, octeto 1, bits 8 a 5

Indica el número de la versión IP; por ejemplo, para IPv4, Versión IP = 4.

### IHL, octeto 1, bits 4 a 1

Indica la longitud (en palabras de 32 bits) del encabezamiento IP; por ejemplo, IHL = 5.

**IP TOS, octeto 2**

Indica el tipo de servicio IP.

**Longitud total, octetos 3 y 4**

Indica la longitud (en octetos) del encabezamiento y la cabida útil IP.

**Identificación, octetos 5 y 6**

Campo de identificación de la fragmentación IP [11].

**Banderas, octeto 7, bits 8 a 6**

Indica las banderas de control IP, ajustándose a 010 para evitar la fragmentación.

**Desplazamiento del fragmento, octeto 7, bits 5 a 1 y octeto 8**

Indica la parte del datagrama a la que pertenece el fragmento sin ser utilizado.

**Tiempo para vivir, octeto 9**

Indica el campo TTL IP. Los datagramas con valor cero en este campo se descartan.

**Protocolo, octeto 10**

Indica el tipo de protocolo y se fijará a 0x11 (esto es, 11 en hexadecimal) para significar UDP.

**Suma de control del encabezamiento IP, octetos 11 y 12**

Indica la suma de control del encabezamiento IP.

**Dirección IP de la fuente, octetos 13 a 16**

Indica la dirección IP de origen.

**Dirección IP de destino, octetos 17 a 20**

Indica la dirección IP de destino.

**Número de puerto origen, octetos 21 y 22, y****Número de puerto destino, octetos 23 y 24**

Cualquiera de estos campos puede utilizarse para identificar unívocamente el tren TDM específico que se está transportando. El flujo UDP se configurará manualmente.

Cuando el puerto origen se usa para identificar el tren TDM, el número de puerto destino puede usarse para identificar el paquete UDP de acuerdo a esta Recomendación.

Cuando se usa el número de puerto UDP como identificador de tren TDM, se escogerá de la gama de números de puertos UDP asignados dinámicamente (49 152 a 65 535).

La decisión de usar o no el campo de puerto origen o destino como identificador del tren TDM dependerá de la implementación, si bien dicha decisión la acordarán las IWF de ingreso y egreso.

**Longitud UDP, octetos 25 y 26**

Indica la longitud en octetos del encabezamiento UDP y la cabida útil UDP.

**Suma de control UDP, octetos 27 y 28**

Indica la suma de control del encabezamiento y cabida útil UDP/IP. Si no se calcula deberá fijarse a cero.

**Reservado, octeto 29, bits 8 a 5**

Indica un campo reservado que deberá fijarse a cero.

**L, R y M, octeto 29, bits 4 a 1**

Véase 8.3.1.

**FRAG, octeto 30, bits 8 y 7**

Véase 8.3.2.

**Longitud, octeto 30, bits 6 a 1**

Véase 8.3.3.

**Número secuencial, octetos 31 y 32**

Véase 8.3.4.

Cuando aparece el encabezamiento RTP, el formato de paquete es el que se muestra en la figura 8-5.

		Bit							Octeto	
		8	7	6	5	4	3	2	1	
Versión IP				IHL						1
IP TOS										2
Longitud total										3-4
Identificación										5-6
Banderas				Desplazamiento del fragmento						7
										8
Tiempo para vivir (TTL)										9
Protocolo										10
Suma de control del encabezamiento IP										11-12
Dirección de origen IP										13-16
Dirección de destino IP										17-20
Número de puerto UDP de origen										21-22
Número de puerto UDP de destino										23-24
Longitud UDP										25-26
Suma de control UDP										27-28
RTV		P		X		CC				29
Marca	PT									30
Número secuencial RTP										31-32
Indicación de tiempo RTP										33-36
Identificador SSRC										37-40
Reservado					R	L	M			41
FRAG			Longitud							42
Número secuencial										43-44
Cabida útil adaptada										45-n

NOTA – El bit 8 es el más significativo.

**Figura 8-5/Y.1453 – Formato de encapsulación usando RTP**

La descripción de los campos no detallados anteriormente es la que sigue a continuación:

Los campos del encabezamiento RTP se usarán de la manera siguiente:

- **RTV** (versión) siempre se fija a 2.
- **P** (relleno), **X** (extensión de encabezamiento), **CC** (cuenta CSRC) y **marca** (marcador) se fijan siempre a 0. Por consiguiente, las extensiones de encabezamiento RTP, el relleno y las fuentes de sincronización contribuyentes nunca se utilizan.

- **PT** (tipo de cabida útil) se utiliza como sigue:
  - a) Para cada sentido del flujo de interfuncionamiento se asignará un valor PT que se tomará de la gama de valores dinámicos.
  - b) La IWF de ingreso fijará el campo PT del encabezamiento RTP al valor asignado.
- El **número secuencial RTP** será igual al número secuencial de los indicadores de interfuncionamiento comunes.
- **Las indicaciones de tiempo RTP** se utilizan para transportar información de temporización a través de la red:
  - a) Sus valores se generan con arreglo a las reglas establecidas en RFC 3550 [24].
  - b) La frecuencia de reloj utilizada para generar indicaciones de tiempo debe ser un múltiplo entero de 8 kHz. En el apéndice V/Y.1413 [3] se facilitan las directrices para la selección adecuada de dicha frecuencia de reloj.
- El campo del identificador SSRC (fuente de sincronización) en el encabezamiento RTP puede utilizarse para la detección de conexiones incorrectas.

## 9 Formatos de cabida útil

En la cláusula 9.1 se especifica el formato de cabida útil para transporte agnóstico con respecto a la estructura, mientras que en la cláusula 9.2 se definen dos formatos de cabida útil para transporte atento a la estructura. En la subcláusula 9.2.1 se especifica la encapsulación enganchada a la estructura y en la subcláusula 9.2.2 se especifica la encapsulación indicada por la estructura, basada en la capa AAL tipo 1, definida en la Rec. UIT-T I.363.1 [23] y en el Foro ATM CES 2.0 [30].

### 9.1 Transporte agnóstico con respecto a la estructura

El transporte agnóstico con respecto a la estructura descarta completamente cualquier estructura TDM, en particular la impuesta por el entramado TDM normalizado de la Rec. UIT-T G.704 [20].

El formato de cabida útil para transporte agnóstico con respecto a la estructura soporta todos los servicios TDM de los incisos c), d) y e) de la cláusula 7.1.

Para el transporte agnóstico con respecto a la estructura se utilizan segmentos TDM de una longitud fija arbitraria, sin que esto implique una alineación de octetos o de tramas. El número de octetos en el segmento TDM:

- se preconfigurará;
- será el mismo para ambos sentidos; y
- se mantendrá inalterado durante todo el tiempo de la conexión para datos TDM válidos.

En el apéndice III se proporcionan las directrices para la selección adecuada del número de octetos por paquete.

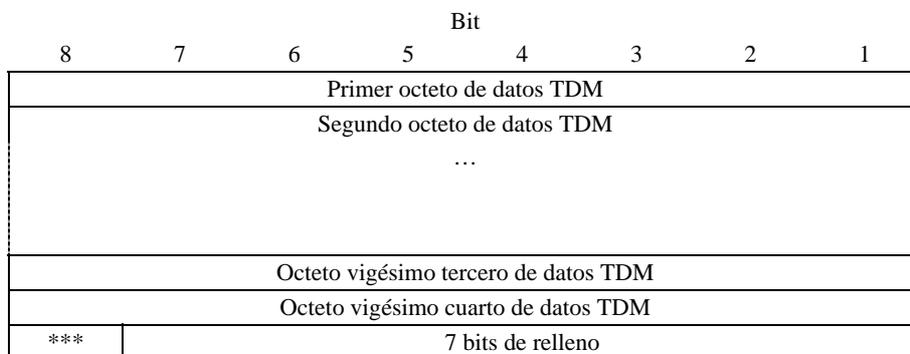
Cuando el bit L está puesto a uno, en los paquetes TDM-IP se pueden omitir las cabidas útiles TDM no válidas, a fin de conservar la anchura de banda.

Siempre que se pierda un paquete, se reciba demasiado tarde tras haber sido cursado, o se reciba con el bit L fijado a uno, la IWF de egreso generará la cantidad de AIS adecuada hacia su interfaz TDM.

NOTA – La capa AAL tipo 1 descrita en 9.2.2 que sigue a continuación puede también utilizarse para transporte agnóstico con respecto a la estructura. Los casos de interfuncionamiento con sistemas de emulación de circuitos basados en ATM, o aquellos en que se utiliza recuperación de reloj basada en SRTS, son ejemplos en los que esto puede dar resultados beneficiosos.

### 9.1.1 Formato de cabida útil DS1 con alineación de octetos

Los circuitos DS1 pueden entregarse a la IWF de ingreso rellenos hasta un número entero de octetos, como se describe en el anexo B/G.802 [31]. En este formato, la cabida útil está constituida por un número entero de subtramas de 25 octetos, cada una de las cuales comprende 193 bits de datos TDM y 7 bits de relleno, como se muestra en la figura 9-1 siguiente:



\*\*\* Último bit de datos TDM.

NOTA – El bit 8 es el más significativo.

**Figura 9-1/Y.1453 – Formato de cabida útil DS1 con alineación de octetos**

## 9.2 Transporte atento a la estructura

El transporte atento a la estructura mantiene el funcionamiento correcto de la interfaz TDM distante regenerando la señal de alineación de trama (FAS, *frame alignment signal*) en ingreso y manteniendo la integridad de la estructura TDM mediante enganche a la estructura o indicación por la estructura.

Siempre que se pierda un paquete, se reciba demasiado tarde tras haber sido cursado, o se reciba con el bit L fijado a uno, la IWF de egreso generará la cantidad adecuada de datos de relleno para mantener la temporización TDM y la FAS. Aunque la inserción de datos de relleno arbitrarios puede ser suficiente para mantener la temporización TDM, ello podría reducir la calidad percibida de los canales de voz telefónicos contenidos en la TDM. Dependiendo del porcentaje de pérdida de paquetes esperado, podría ser necesaria la utilización de mecanismos de ocultamiento de pérdida de paquetes (PLC, *packet loss concealment*).

Los formatos de cabida útil para transporte atento a la estructura soportan todos los servicios TDM de los incisos d) y e) de la cláusula 7.1.

### 9.2.1 Encapsulación enganchada a la estructura

Todos los paquetes transportarán la misma cantidad de datos TDM en ambos sentidos. Por tanto, el tiempo necesario para llenar un paquete con datos TDM es siempre el mismo.

Si la IWF de egreso sustituye datos de relleno por haber recibido un paquete con el bit L puesto a uno, se asegurará de que los bits FAS adecuados [20] se envían a la red TDM.

Para los servicios especificados en 7.1, inciso d), la cabida útil del paquete comprende un número entero de tramas y está alineada sobre el primer octeto de la primera trama. Si la cabida útil del paquete comprende M tramas, la latencia de paquetización será M veces 125 microsegundos (125  $\mu$ s).

Para los servicios especificados en 7.1, inciso e), la cabida útil del paquete está constituida por una multitrama completa. Como otra posibilidad, la multitrama puede dividirse en un número entero de fragmentos del mismo tamaño, en los que el primer octeto de cada fragmento es el primer octeto de

una trama. Cada fragmento se coloca en un paquete distinto y la fragmentación se indica por el campo FRAG en los indicadores de interfuncionamiento comunes, como se describe en 8.3.2. La información de señalización CAS se añadirá al final como una subestructura de señalización especializada, de la manera siguiente:

- los cuatro bits CAS pertenecientes a cada intervalo de tiempo consecutivo se colocan en la subestructura de señalización como se muestra en la figura 9-3;
- los bits CAS A, B, C y D, como se identifican en el cuadro 1/G.704 [20], se colocan del bit más significativo del semiocteto al menos significativo;
- si el número de intervalos de tiempo es impar, se añadirá un semiocteto de relleno para mantener la alineación de octetos;
- si la estructura de multitrama está fragmentada entre varios paquetes, la subestructura de señalización se añade siempre al último fragmento de la estructura.

Los formatos de cabida útil resultantes se muestran en las figuras 9-2 y 9-3 que siguen a continuación.

Trama	Bit							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2							
	...							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N							
2	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2							
	...							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N							
...	...							
M	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2							
	...							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N							

NOTA 1 – El bit 8 es el más significativo.

NOTA 2 – El paquete contiene tramas M TDM con N intervalos de tiempo por trama.

**Figura 9-2/Y.1453 – Formato de cabida útil para encapsulación enganchada a la estructura sin CAS (el paquete IP no transporta una subestructura de señalización)**

Trama	Bit							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2							
	...							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N							
2	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2							
	...							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N							
...	...							
M	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 1							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo 2							
	...							
	Bits pertenecientes al intervalo de tiempo N							
Subestructura de señalización	Bits de señalización para el intervalo de tiempo 1				Bits de señalización para el intervalo de tiempo 2			
	Bits de señalización para el intervalo de tiempo 3				...			
	Bits de señalización para el intervalo de tiempo N				Relleno (véase la nota 3)			

NOTA 1 – El bit 8 es el más significativo.

NOTA 2 – El paquete contiene M tramas TDM y cada trama comprende N intervalos de tiempo, más la subestructura de señalización.

NOTA 3 – Si N es impar, se añaden cuatro bits de relleno.

**Figura 9-3/Y.1453 – Formatos de cabida útil para encapsulación enganchada a la estructura con CAS (el paquete IP transporta la subestructura de señalización)**

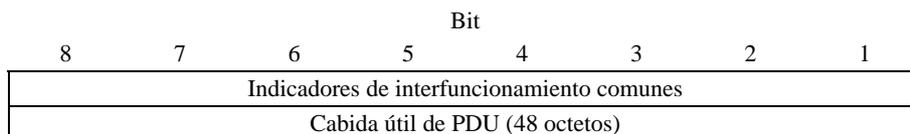
### 9.2.2 Encapsulación indicada por la estructura

Para esta encapsulación, el tren de bits TDM se adapta utilizando AAL tipo 1, como se describe en la Rec. UIT-T I.363.1 [23] y en el Foro ATM CES 2.0 [30], para formar unas PDU SAR de AAL tipo 1 de 48 octetos, como se describe en 2.4.2/I.363.1.

La cabida útil del paquete consiste en una o más PDU, representadas en las figuras 9-4 y 9-5. La cantidad de PDU que contendrá cada paquete:

- se preconfigurará;
- será la misma para ambos sentidos; y
- se mantendrá inalterado durante todo el tiempo de la conexión.

En el apéndice IV se proporcionan las directrices para la selección de la cantidad de PDU que habrá de contener cada paquete.



NOTA – El bit 8 es el más significativo.

**Figura 9-4/Y.1453 – Encapsulación indicada por la estructura con una sola PDU por paquete**

8	7	6	5	4	3	2	1
Indicadores de interfuncionamiento comunes							
Cabida útil de PDU (48 octetos)							
Cabida útil de PDU (48 octetos)							
...							
Cabida útil de PDU (48 octetos)							

NOTA – El bit 8 es el más significativo.

**Figura 9-5/Y.1453 – Encapsulación indicada por la estructura con múltiples PDU por paquete**

AAL tipo 1 distingue entre transferencia de datos estructurados y no estructurados, lo que corresponde al transporte agnóstico con respecto a la estructura y al transporte atento a la estructura de la presente Recomendación.

Para el transporte agnóstico con respecto a la estructura, AAL tipo 1 no proporciona ninguna ventaja intrínseca en comparación con el método de 9.1; sin embargo, pueden existir casos en los que sea conveniente su utilización, por ejemplo, cuando sea necesario interfuncionar con sistemas de emulación de circuitos ATM AAL tipo 1 o cuando se favorezca la recuperación de reloj basada en mecanismos específicos a AAL tipo 1.

Cada PDU SAR de 48 octetos consiste en un encabezamiento PDU SAR y una cabida útil de PDU SAR. El encabezamiento de PDU SAR contiene un bit de indicación de subcapa de convergencia (CSI, *convergence sublayer indication*) [23] que significa la aparición de un puntero a estructura para transferencia de datos estructurados, y puede utilizarse para recuperación de reloj (véase la cláusula 10.)

Para AAL tipo 1 no estructurada, los 48 octetos de cada subtrama contienen un encabezamiento de PDU SAR de un solo octeto y 47 octetos (376 bits) de datos TDM.

Para el transporte atento a la estructura, el Foro ATM CES 2.0 [30] define dos modos: estructurado, y estructurado con CAS. La AAL tipo 1 estructurada transporta TDM con alineación de octetos y mantiene la sincronización de trama TDM insertando un puntero al principio de la trama siguiente en el encabezamiento de PDU SAR. La AAL tipo 1 estructurada con CAS transporta TDM con alineación de octetos y mantiene la sincronización de trama y de multitrama TDM insertando un puntero al principio de la multitrama siguiente; contiene además una subestructura que incluye los bits de señalización CAS (véase 9.2.1).

## **10 Aspectos de temporización**

Las redes TDM distribuyen información de temporización con objeto de mantener el nivel de rendimiento requerido. Como las redes IP no tienen su propio mecanismo de distribución de la temporización, es preciso proporcionar otros métodos de distribución o recuperación de la temporización. Dichos métodos no se tratan en la presente Recomendación.

## **11 Aspectos de pérdida de paquetes**

En una red IP es inevitable cierto grado de pérdida de paquetes, por lo que habrá que emplear algún mecanismo para asegurar la integridad de los paquetes. Los paquetes mal formados y los desordenados pueden considerarse también perdidos. La retransmisión no es una opción viable en el interfuncionamiento TDM-IP, por lo que será necesario ejecutar las acciones adecuadas para compensar la pérdida de paquetes.

Cuando se detecta la pérdida de paquetes, la IWF inserta la cantidad requerida de AIS o de datos relleno en dirección al sistema de extremo, a fin de conservar la temporización TDM. Cuando se emplea la señalización CAS, se deberá cuidar que los mecanismos atentos a la estructura mantengan el estado de la señalización.

El transporte agnóstico con respecto a la estructura no puede identificar la tara de estructura, y por eso la transporta de manera transparente en los segmentos TDM. Así, los datos de relleno en general introducirán una FAS incorrecta. Es posible mejorar la integridad de la FAS alineando adecuadamente la duración del paquete con el periodo de la FAS. No obstante, la interfaz del sistema de extremo observará todavía una cantidad correspondiente de bloques con errores [8].

En el caso del transporte atento a la estructura, la IWF generará la tara de estructura. En consecuencia, la presencia de pérdida de paquetes en la red IP quedará totalmente oculta para la interfaz TDM del sistema de extremo.

Para TDM que transporta canales telefónicos, la inserción de datos de relleno puede tener por efecto una reducción de la calidad de audio percibida. Dependiendo del porcentaje de pérdida de paquetes esperado, podría ser necesaria la utilización de mecanismos de ocultamiento de pérdida de paquetes (PLC). Los mecanismos PLC no se tratan en la presente Recomendación.

## **12 Soporte de CAS y CCS**

La señalización telefónica asociada al canal (CAS) o la señalización por canal común (CCS) puede emplearse en redes TDM, teniendo que transportar dichas señalizaciones de manera fiable a través de la red IP para que los sistemas de extremo funcionen debidamente.

El tratamiento de CAS y CCS será transparente, es decir, no es necesario que la IWF comprenda detalladamente los protocolos de señalización del sistema de extremo para transportar correctamente dicha señalización.

### **12.1 Soporte de CAS**

La CAS se transporta en las tramas TDM como una secuencia de bits asociados unívocamente a intervalos de tiempo determinados.

El transporte agnóstico con respecto a la estructura de 9.1 no puede identificar los bits CAS, por lo que los transporta de manera transparente en los segmentos TDM. En consecuencia, con pérdida de paquetes, no es posible asegurar la integridad de los bits CAS, y el transporte agnóstico con respecto a la estructura se basa en que los sistemas de extremo puedan hacer frente a condiciones de error presentes en un intervalo de cierta duración.

El método de encapsulación enganchada a la estructura de 9.2.1 asegura la integridad de la CAS añadiendo al paquete una subestructura CAS explícita, como se muestra en la figura 9-3. El método de encapsulación indicada por la estructura de 9.2.2 puede añadir dicha subestructura CAS o confiar en que los bits CAS sean salvaguardados por la alineación de multitrama.

### **12.2 Soporte de CCS**

La CCS puede transportarse en uno o más intervalos de tiempo de la señal TDM como un flujo de mensajes asíncrono, frecuentemente como tramas de control de alto nivel para enlaces de datos (HDLC, *high level data link control*).

Esos canales pueden estar en reposo durante largos periodos de tiempo. En tales casos puede emplearse el modo HDLC definido en el apéndice I.

## **13 Consideraciones sobre seguridad**

En esta Recomendación no se tratan los aspectos relacionados con la seguridad.

## Apéndice I

### Tratamiento facultativo de señales CCS basadas en HDLC

El modo HDLC puede utilizarse conjuntamente con el transporte TDM atento a la estructura para transportar eficientemente CCS basada en HDLC asociada a circuito troncal, como por ejemplo SS7 [21] y la señalización PRI en la RDSI [22]. Este mecanismo no está previsto para cabidas útiles HDLC generales y sólo soporta mensajes HDLC de longitud inferior al tamaño máximo de la PDU.

El modo HDLC sólo se utiliza cuando la mayor parte de la anchura de banda del tren HDLC está ocupada por banderas de reposo. De no ser así, el canal CCS deberá tratarse como un intervalo de tiempo ordinario.

El interfuncionamiento HDLC-IP pasará transparentemente todos los datos HDLC y mensajes de control a través de un flujo de interfuncionamiento separado.

En ingreso, el transmisor supervisa las banderas hasta que detecta una trama. Se colecta el contenido de la trama y se prueba la secuencia de verificación de trama (FCS, *frame check sequence*). Si la FCS es incorrecta, se descarta la trama; si es correcta, se envía después de la bandera inicial, o la final, y de que la FCS haya sido descartada y se haya efectuado la supresión de ceros (de acuerdo con 2.6/Q.921 [32]). En egreso, se efectúa la inserción de ceros, se recalcula la FCS, y se reconstituye una trama HDLC válida.

## Apéndice II

### Medidas de calidad de funcionamiento de la red IP

En este apéndice se examinan las degradaciones del servicio TDM emulado causadas por errores que se producen en la red IP. Se tratan principalmente las relaciones entre los parámetros de calidad de la red IP subyacente y las medidas de degradación del servicio en el caso de servicios TDM, a saber, segundos con errores y segundos con muchos errores, como se define en la Rec. UIT-T G.826 [8], y tasa de disponibilidad, definida en la Rec. UIT-T G.827 [33]. Además, se examinan medidas de calidad específicas de canales vocales.

#### II.1 Errores en la red IP que influyen en el servicio TDM

Siempre que la IWF necesita generar AIS o datos de relleno por no disponer de verdaderos datos TDM, la medida de la calidad TDM se verá influenciada. Ello puede ocurrir debido a tres factores principales de degradación de la red IP, a saber:

- 1) pérdida de paquetes en la red IP;
- 2) paquetes descartados debido a la detección de errores;
- 3) paquetes descartados debido al desbordamiento o a la infrautilización de la memoria intermedia de fluctuación de fase.

Estas tres degradaciones pueden cuantificarse por medio de medidas definidas para las redes de conmutación de paquetes en otras Recomendaciones UIT, como la Rec. UIT-T G.1020 [34].

La Rec. UIT-T G.1020 define los parámetros de la red de paquetes y del funcionamiento de los terminales que reflejan la calidad percibida de la señal vocal y de otras aplicaciones en la banda vocal. Se centra principalmente en las degradaciones de calidad resultantes de la variación de retardo y la pérdida de paquetes en relación con IP y otras tecnologías basadas en la transmisión de de paquetes, y que no aparecen en las redes TDM tradicionales. Aunque en la Rec. UIT-T G.1020

no se tratan directamente los servicios TDM, algunas de las medidas definidas en ella son aplicables a los canales vocales transportados por TDM.

### **II.1.1 Tasa de pérdida de paquetes**

La tasa de pérdida de paquetes IP se define en la Rec. UIT-T Y.1540 [25]. Cada paquete perdido causará una ráfaga de errores de bit en el tren TDM reconstruido.

### **II.1.2 Variación del retardo de los paquetes**

La variación del retardo de los paquetes (PDV, *packet delay variation*) se define en la Rec. UIT-T Y.1540. Como la PDV se utiliza para fijar el tamaño de la memoria intermedia para la fluctuación de fase, estos paquetes pueden llegar demasiado tarde, o demasiado pronto, para ser acomodados. Tales paquetes se descartarán y se tratarán como perdidos, lo que a su vez provocará una ráfaga de errores de bit en el tren TDM reconstruido. En algunas implementaciones, todos los paquetes en un orden incorrecto se descartan y se tratan como perdidos.

### **II.1.3 Tasa de errores en los paquetes**

La tasa de errores en los paquetes IP se define en la Rec. UIT-T Y.1540. Los errores de bit inducidos en la red IP normalmente serán detectados por un mecanismo de detección de errores de la capa 2, lo que tiene por consecuencia que el paquete se descarte. Esto provoca una ráfaga de errores de bit en el tren TDM. Otras veces, y esta situación es más rara, un paquete que contiene errores de bit puede escapar a la detección de errores y contribuir directamente a errores de bit TDM

### **II.1.4 Pérdida global de paquetes**

La tasa de pérdida global de paquetes se define en la Rec. UIT-T G.1020 [34]. Cada uno de los errores antes mencionados (pérdida de paquetes, error en los paquetes y variación excesiva del retardo de los paquetes) puede tener como resultado paquetes perdidos o descartados, lo que produce una ráfaga de errores de bit en el servicio TDM. La Rec. UIT-T G.1020 define una medida compuesta para estos tipos de errores en una red IP, denominada "pérdida global de paquetes".

Con el fin de mantener la integridad de la temporización, la IWF de egreso inserta la cantidad adecuada de datos de relleno en el tren TDM reconstruido. Los datos que habrán de insertarse dependen de la implementación.

## **II.2 Relaciones con las medidas de degradación del servicio TDM**

La Rec. UIT-T G.826 [8] define "segundos con errores" y "segundos con muchos errores", parámetros de calidad de funcionamiento relacionados con la integridad de los datos que se transfieren a través del circuito TDM. En la exposición que sigue, estas medidas de la calidad de funcionamiento TDM se relacionan con la tasa global de pérdida de paquetes en la red IP.

### **II.2.1 Tasa de segundos con errores**

Un segundo con errores es un intervalo de un segundo en el que se han producido uno o más errores de bit. La Rec. UIT-T G.826 especifica objetivos de extremo a extremo para el porcentaje de segundos que pueden ser segundos con errores para cada tipo de TDM.

Si la mayoría de los casos de paquetes IP perdidos o descartados son aislados, cada uno de los paquetes individuales perdidos o descartados puede dar por resultado un segundo con errores y sólo una tasa de pérdida global de paquetes extremadamente pequeña es conmensurable con las restricciones G.826. Si, por otro lado, la mayoría de las pérdidas de paquetes se producen en ráfagas, muchos eventos de pérdida consecutivos contribuyen al mismo segundo con errores y se permite una tasa de pérdida de paquetes mucho más alta. Puede realizarse una modelación cuantitativa de dicho comportamiento utilizando modelos de red, como los descritos en el apéndice I/G.1020.

## **II.2.2 Requisito de segundos con muchos errores**

Un segundo con muchos errores se define como un periodo de un segundo en el que el 30% o más de los bloques de datos TDM recibidos contienen errores. La Rec. UIT-T G.826 especifica objetivos de extremo a extremo para el porcentaje de segundos que pueden ser segundos con muchos errores.

Si la mayoría de los paquetes IP perdidos o descartados se producen en ráfagas, y estas ráfagas son suficientemente largas, los segundos con muchos errores pueden tener como resultado que el tren TDM se reconstruya. Por otro lado, eventos de pérdida aislados conducen a bajas tasas de segundos con muchos errores. También en este caso, la modelación de red puede aclarar la relación numérica existente entre la pérdida de paquetes y la conformidad especificada en G.826.

## **II.3 Requisitos de disponibilidad**

Se pasa al "estado indisponible", definido en la Rec. UIT-T G.826, al principio de un periodo de 10 segundos con muchos errores consecutivos. Se retorna al "estado disponible" al comienzo de un periodo de 10 segundos consecutivos, ninguno de los cuales es un segundo con muchos errores.

La disponibilidad de una red IP se define en la Rec. UIT-T Y.1540 [25] y puede correlacionarse con la definición de la disponibilidad TDM.

## **II.4 Requisitos de calidad vocal**

Dependiendo de la tasa de pérdida de paquetes de la red IP subyacente, el tráfico TDM transportado por redes IP puede no ser conforme con los objetivos de error de la Rec. UIT-T G.826.

No obstante, el tráfico vocal transportado en trenes TDM puede, todavía, satisfacer los objetivos de calidad vocal normalizados. De particular importancia son la reducción de la calidad vocal especificada en las Recs. UIT-T P.800 [35] y P.862 [36], y los requisitos de retardo establecidos en la Rec. UIT-T G.114 [7].

Es comúnmente aceptado que la mayoría de las aplicaciones tendrán una calidad de funcionamiento aceptable cuando el retardo en un solo sentido sea inferior a 150 ms, suponiendo que se proporciona un control adecuado del eco (en algunos casos son aceptables retardos mayores). En la planificación de red y la configuración de las memorias intermedias para la fluctuación de fase hay que tener en cuenta esta restricción.

La pérdida de paquetes en el tráfico vocal puede provocar incidentes o lagunas, como resultado de los cuales las palabras son entrecortadas, deformadas o incluso ininteligibles. En la Rec. UIT-T P.800 [35] se presentan medidas subjetivas de la calidad vocal, y en la Rec. UIT-T P.862 [36] medidas objetivas. El interfuncionamiento TDM-IP asegurará que la calidad vocal perceptual sea similar a la de la RTPC incluso con una tasa global de pérdida de paquetes razonable.

## **Apéndice III**

### **Tamaños de cabida útil sugeridos para transporte agnóstico con respecto a la estructura**

Las implementaciones de transporte agnóstico con respecto a la estructura deben poder soportar los siguientes tamaños de cabida útil:

- datos serie síncronos – 64 octetos;
- E1 – 256 octetos;
- DS1 – 192 octetos;
- E3 y T3 – 1024 octetos;
- pueden utilizarse tamaños de cabida útil múltiplos de 47 octetos conjuntamente con ATM-CES [30] no estructurado.

Todo tamaño de cabida útil que no provoque una fragmentación de los paquetes podrá utilizarse después de que haya sido aceptado por las IWF de ingreso y de egreso.

Cuando se eligen tamaños que son múltiplos o divisores enteros de periodos de FAS se puede aumentar la tolerancia a la pérdida de paquetes.

## **Apéndice IV**

### **Cantidad sugerida de PDU de SAR AAL tipo 1 por paquete**

La cantidad de PDU por paquete IP está preconfigurada y suele elegirse teniendo en cuenta las restricciones en materia de latencia y anchura de banda. Si se utiliza una sola PDU, la latencia se reduce a un mínimo, pero implica utilizar la mayor tara. Los valores sugeridos se encuentran entre 1 y 8 PDU por paquete para circuitos E1 y DS1 y entre 5 y 15 PDU por paquete para circuitos E3 y DS3.

Si se utilizan ocho o más PDU por paquete, el uso del mecanismo de número secuencial de AAL tipo 1 quedará invalidado, lo que complica el interfuncionamiento con sistemas CES basados en ATM.





## SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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