

# UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

## Y.1541

### Enmienda 2

(01/2007)

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

Aspectos del protocolo Internet – Calidad de servicio y  
características de red

---

Objetivos de calidad de funcionamiento de red para  
servicios basados en el protocolo Internet

**Enmienda 2: Nuevo Apéndice XI – Requisitos de  
emulación de circuitos digitales (RDSI) basados  
en redes IP**

Recomendación UIT-T Y.1541 (2006) – Enmienda 2

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
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
<b>Calidad de servicio y características de red</b>	<b>Y.1500–Y.1599</b>
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 la 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.1541**

### **Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet**

#### **Enmienda 2**

#### **Nuevo Apéndice XI – Requisitos de emulación de circuitos digitales (RDSI) basados en redes IP**

#### **Orígenes**

La enmienda 2 a la Recomendación UIT-T Y.1541 (2006) fue aceptada el 25 de enero de 2007 por la Comisión de Estudio 12 (2005-2008) del UIT-T.

## 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 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>
Apéndice XI – Requisitos de emulación de circuitos digitales (RDSI) basados en redes IP .....	1
XI.1    Introducción.....	1
XI.2    Hipótesis de paquetización y transporte .....	1
XI.3    Gama de valores de la pérdida de paquetes.....	1
XI.4    Efecto de la corrección de errores en recepción.....	2
XI.5    Referencias .....	3



## Recomendación UIT-T Y.1541

### Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet

#### Enmienda 2

#### Nuevo Apéndice XI – Requisitos de emulación de circuitos digitales (RDSI) basados en redes IP

(Este apéndice no es parte integrante de esta Recomendación)

##### XI.1 Introducción

El objetivo del presente apéndice es determinar el valor de la pérdida de paquetes que se requiere para ofrecer el servicio transparente RDSI de I.231.1 por una red IP, de acuerdo con las prescripciones estipuladas en [UIT-T G.826] relativas a las tasas de errores en los sistemas de transmisión que transportan conexiones RDSI. Acto seguido se estudia la posibilidad de reducir el requisito de pérdida de paquetes mediante técnicas de corrección de errores en recepción (FEC, *forward error correction*).

Para emular la conexión digital TDM se recurre a un multiplexor de trenes de paquetes RTP, conexión que debe cumplir los requisitos G.826 para las conexiones digitales. Este análisis se basa en la información contenida en las Contribuciones Tardías [UIT-T COM12-D17] y [UIT-T COM12-D83].

##### XI.2 Hipótesis de paquetización y transporte

Considérese la transmisión de un solo canal B RDSI como un tren de 64 kbit/s en paquetes de 10 ms, con 100 paquetes/s por tren. El tren resultante de paquetes RTP tiene una tara POS de 9 octetos, encabezamientos RTP/UDP/IP de 40 octetos y una cabida útil de datos de usuario de 80 octetos.

Supóngase además que el canal B paquetizado se encamina con otros trenes de 64 kbit/s paquetizados (voz y RDSI) a través de una red troncal mediante sistemas de transmisión STM-1. Este sistema transmite 92,9 Mbit/s de cabida útil de datos de usuario a una velocidad de bits global de 149,76 Mbit/s. El tamaño de bloque en el STM-1 es 18 792 bits y hay 8000 bloques/s. Así pues, un determinado tren de 64 kbit/s contribuye con un paquete cada 80 bloques y el multiplexor puede transportar unos  $149\,760\,000 / (129 * 8 * 100) = 1451$  trenes de 64 kbit/s. Cada bloque contiene unos 18 paquetes de distintos trenes de 64 kbit/s.

##### XI.3 Gama de valores de la pérdida de paquetes

En esta cláusula se calcula la tasa de pérdida de paquetes UNI-UNI necesaria para cumplir diversos requisitos de precisión de transporte.

El primer método para calcular el valor de la pérdida de paquetes se basa en la especificación G.826 para una tasa de errores de bloque de fondo (BBER, *background block error ratio*) de  $2 \times 10^{-4}$ , y la pérdida de un solo paquete resulta en un error de bloque de fondo. Por consiguiente la tasa de pérdida de paquetes debe ser inferior a  $2 \times 10^{-4} / 18 = 1,1 \times 10^{-5}$  para cumplir la especificación BBER.

En el segundo se recurre a la tasa de segundos con errores (ESR, *errored second ratio*) definida G.826 de 0,16. Dado que la pérdida de un solo paquete resulta en un segundo con errores (SE), y hay 145 100 paquetes/s, la tasa de pérdida de paquetes debe ser inferior a  $0,16/145\ 100 = 1,1 \times 10^{-6}$  suponiendo que la pérdida de paquetes es aleatoria. Como 0,16 no es mucho menor que 1, hay una pequeña corrección debido a que en este cálculo aproximado no se ha tenido en cuenta la probabilidad finita de dos errores en el mismo segundo. La tasa de pérdida de paquetes obtenida a partir de ESR es unas 10 veces más restrictiva que la calculada a partir de BBER, por lo que se adoptará el requisito más estricto de los dos.

El tercer método se basa en las especificaciones G.826 para ESR y la tasa de segundos con muchos errores (SESR, *severely errored second ratio*) para las conexiones a velocidad subprimaria. Con una paquetización de 10 ms, la pérdida de un paquete se traduce en una pérdida de 640 bits de cabida útil que deben sustituirse por datos de relleno. En promedio, habrá 320 bits erróneos, y define un SES como un segundo en el cual la tasa de errores es  $1,0 \times 10^{-3}$ , por lo que se producirá un SES en las conexiones a velocidad menor o igual que 320 kbit/s ( $5 \times 64$  kbit/s, lo que significa 500 paquetes/s). La SESR para conexiones a velocidad subprimaria es  $2 \times 10^{-3}$ . Por consiguiente la tasa de pérdida de paquetes debe ser inferior a  $2 \times 10^{-3}/500 = 4 \times 10^{-6}$ , suponiendo una pérdida de paquetes aleatoria.

Por consiguiente, según los diferentes requisitos estipulados en [UIT-T G.826] se obtienen valores algo distintos de la pérdida de paquetes en el caso de una red IP internacional. Los valores calculados varían entre  $1,1 \times 10^{-6}$  y  $4 \times 10^{-6}$  dependiendo de las hipótesis adoptadas y la especificación de [UIT-T G.826]. Ahora bien, estas cifras son mucho más restrictivas que la IPLR de  $1 \times 10^{-3}$  para la QoS de clases 0 a 4 de Y.1541.

#### **XI.4 Efecto de la corrección de errores en recepción**

Otra forma de lograr la muy pequeña tasa de pérdida de paquetes necesaria para el servicio I.231.1 consiste en recurrir a la corrección de errores en recepción, en detrimento de la anchura de banda y aumentar el retardo a fin de que el requisito de pérdida de paquetes sea menos estricto. En [IETF RFC 2733] se describe un mecanismo para la transmisión protegida de trenes RTP a través de redes con pérdida de paquetes. Este mecanismo permite utilizar varios métodos de FEC en bloque.

Por ejemplo, pueden utilizarse códigos de bloque  $(n, k)$ , que generan  $n-k$  paquetes redundantes por cada  $k$  paquetes de datos y la transmisión de todos los  $n$  paquetes. Todos los  $k$  paquetes de datos pueden recuperarse siempre que se reciban sin errores ni pérdidas al menos  $k$  de los  $n$  paquetes. La probabilidad de que exista un error residual (error que no haya podido corregir este mecanismo) en un bloque,  $P_b$ , es igual a la probabilidad de perder más de  $n-k$  paquetes del bloque, lo que, por tanto, es aproximadamente igual a la probabilidad de perder  $n - k + 1$  paquetes del bloque. Si la pérdida de paquetes es aleatoria, este valor viene dado por la siguiente expresión:

$$P_b \approx \Pr(n - k + 1) = \frac{n!}{(n - k + 1)!(k - 1)!} p^{n-k+1} (1 - p)^{k-1}$$

siendo  $p$  la probabilidad de perder un solo paquete. Dado que  $p \ll 1$ , el término que contiene  $(1 - p)$  valdrá siempre casi 1 para valores pequeños de  $k$  que se prevén.

Considérese un tren de paquetes de cabida útil a una velocidad de  $R$  paquetes/s. La velocidad de generación de bloques es  $R/k$ . Así pues, la velocidad a la que en estos bloques se producen pérdidas de más de  $n-k$  paquetes es  $RP_b/k$ . Si un bloque pierde más de  $n-k$  paquetes, el caso más desfavorable es aquel en el que no puede recuperarse ningún paquete de cabida útil del bloque, es decir, la velocidad de pérdida de paquetes de cabida útil para el caso más desfavorable después de aplicar la FEC es  $kRP_b/k = RP_b$ . Este valor debe compararse con una tasa de pérdida de paquetes de cabida útil de  $(R \times p)$  cuando no se recurre a la FEC. Así pues,  $P_b$  es la probabilidad efectiva de pérdida de paquetes después de aplicar la FEC. El valor de  $P_b$  puede ser superior al de la probabilidad efectiva



de pérdida de paquetes en los casos en los que el código FEC permita recuperar alguno de los paquetes de cabida útil aun cuando se hayan perdido más de  $n-k$  paquetes del bloque transmitido.

Para cumplir los requisitos de pérdida de paquetes calculados antes, sería conveniente que la probabilidad de pérdida de paquetes después de aplicar la FEC fuera de  $1 \times 10^{-6}$  aproximadamente cuando la IPLR sea  $p = 1 \times 10^{-3}$ , lo que está garantizado en los trayectos conformes con las clases 0 a 4 de Y.1541.

Para proseguir el análisis se ha adoptado un código  $(k + 1, k)$  por su sencillez. Todo código de bloque  $(k + 1, k)$  que añade un solo paquete de paridad da lugar a una probabilidad de errores de bloque residuales igual a un factor numérico (mayor que 1) multiplicado por  $p^2$ . Los dos códigos más sencillos de este tipo son (2,1) (repetición simple, que exige el doble de ancho de banda) y (3,2) (que sólo requiere aplicar la operación OR exclusiva, lo que supone un aumento de la anchura de banda por un factor 3/2).

La probabilidad de que se produzca un error en el bloque para el código (2, 1) es por tanto  $p^2$ , mientras que en el caso del código (3,2) es  $3p^2$ . Para obtener un valor de pérdidas de  $1,1 \times 10^{-6}$  después de aplicar la corrección, el valor antes de dicha corrección es igual a  $1,05 \times 10^{-3}$  para el "código" de repetición (2,1). En el caso del código (3,2), el valor antes de la corrección es  $6,0 \times 10^{-4}$ . Obsérvese que estos valores se refieren a una pérdida de paquetes total, contando la IPLR y los paquetes que llegan demasiado tarde para reproducirse.

El valor de  $1,05 \times 10^{-3}$  es similar a los valores de IPLR para la QoS de clases 0 y 1, aunque no tiene en cuenta los paquetes que llegan demasiado tarde para reproducirlos, a diferencia del cuantil  $1 - 10^{-3}$  empleado en la especificación IPDV.

Las clases 5 y 6 provisionales de la QoS ofrecen objetivos de IPLR y cuantiles IPDV mucho más rigurosos ( $1 \times 10^{-5}$  y  $1 - 10^{-5}$ , respectivamente). A partir de la pérdida global obtenida de estos valores, resulta evidente que puede diseñarse un código FEC que cumpla el requisito de pérdidas  $1,1 \times 10^{-6}$  después de la corrección utilizando para ello una tara mucho mayor. Por ejemplo, un código (14,13) permite corregir una tasa de pérdidas de  $p = 10^{-4}$  a  $91 p^2$ , o  $9,1 \times 10^{-7}$ .

Las ventajas de tener una tara pequeña debe sopesarse con respecto al retardo que introduce el procesamiento FEC. Este retardo aumenta en un factor  $(k - 1)$  como mínimo el tiempo de paquetización.

## XI.5 Referencias

- |                   |   |
|-------------------|---|
| [UIT-T COM12-D17] | Contribución Tardía UIT-T COM12-D17 (2005), <i>IP packet loss and support for emulated I.231.1 ISDN "clearmode" service</i> . |
| [UIT-T COM12-D83] | Contribución Tardía UIT-T COM12-D83 (2005), <i>On the overall packet loss specification for ISDN emulation</i> .              |
| [IETF RFC 2733]   | IETF RFC 2733 (1999), <i>An RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction</i> .                                     |





## 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