

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

P.1010

(07/2004)

SERIE P: CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA,
INSTALACIONES TELEFÓNICAS Y REDES LOCALES

Aspectos de calidad de transmisión y de calidad de
servicio en los puntos extremos de redes de protocolo
Internet

Objetivos fundamentales de la transmisión vocal para terminales y pasarelas VoIP

Recomendación UIT-T P.1010

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE P

CALIDAD DE TRANSMISIÓN TELEFÓNICA, INSTALACIONES TELEFÓNICAS Y REDES LOCALES

Vocabulario y efectos de los parámetros de transmisión sobre la opinión de los clientes	Series	P.10
Líneas y aparatos de abonado	Series	P.30
		P.300
Patrones de transmisión	Series	P.40
Aparatos para mediciones objetivas	Series	P.50
		P.500
Medidas electroacústicas objetivas	Series	P.60
Medidas relativas a la sonoridad vocal	Series	P.70
Métodos de evaluación objetiva y subjetiva de la calidad	Series	P.80
		P.800
Calidad audiovisual en servicios multimedios	Series	P.900
Aspectos de calidad de transmisión y de calidad de servicio en los puntos extremos de redes de protocolo Internet	Series	P.1000

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

Recomendación UIT-T P.1010

Objetivos fundamentales de la transmisión vocal para terminales y pasarelas VoIP

Resumen

En la presente Recomendación se especifican los objetivos de calidad de la transmisión de voz en telefonía de 3,1 kHz para toda la gama de pasarelas y terminales basadas en paquetes, en particular los teléfonos inalámbricos y los simuladores de teléfono. La Comisión de Estudio 12 está estudiando el tema de las metodologías de medición y posiblemente se incorporará en una futura revisión o en otra nueva Recomendación. Además, en una futura versión de esta Recomendación podrán añadirse los requisitos para la telefonía de banda ancha.

Orígenes

La Recomendación UIT-T P.1010 fue aprobada el 7 de julio de 2004 por la Comisión de Estudio 12 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

PREFACIO

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

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

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

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

NOTA

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

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2005

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
Alcance	1
1 Introducción.....	1
2 Referencias	1
3 Términos y definiciones	2
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos.....	3
5 Consideraciones de extremo a extremo	3
6 Características de la transmisión	4
6.1 Algoritmo de codificación por defecto.....	4
6.2 Retardo	4
6.3 Índice de sonoridad en emisión	5
6.4 Índice de sonoridad en recepción	6
6.5 Atenuación por acoplamiento de terminal ponderada (TCLw).....	6
6.6 Nivel de eco residual	6
6.7 Otros parámetros de los dispositivos de procesamiento vocal	6
7 Consideraciones relativas a la medición.....	7

Recomendación UIT-T P.1010

Objetivos fundamentales de la transmisión vocal para terminales y pasarelas VoIP

Alcance

En la presente Recomendación se especifican los objetivos fundamentales de calidad de la transmisión de voz para la telefonía de 3,1 kHz de pasarelas y terminales basadas en paquetes; se aplica a las pasarelas de acceso y a las troncales. Se especifican los requisitos de funcionamiento del teléfono, y se sobreentiende que los correspondientes requisitos del auricular y de manos libres se obtiene realizando las conversiones adecuadas para tener en cuenta las diferencias en cuanto a los puntos de referencia acústicos.

Esta Recomendación abarca toda la gama de pasarelas y terminales IP, incluidos los teléfonos inalámbricos y los simuladores de teléfono.

La Comisión de Estudio 12 está estudiando el tema de las metodologías de medición y posiblemente se incorporará en una futura revisión de esta Recomendación o en otra nueva Recomendación.

1 Introducción

El ámbito de aplicación de esta Recomendación se limita a los objetivos fundamentales de la transmisión vocal para terminales y pasarelas VoIP con respecto a la interfaz con la red de paquetes. Por esta razón, no se han tenido en cuenta varios parámetros tradicionales, sobre todo porque quizá puedan aplicarse a estos terminales y pasarelas VoIP los correspondientes requisitos especificados en otras Recomendaciones, por ejemplo la P.310 [11] o la serie de Recomendaciones Q.55x. Se debe prestar atención especial a las consideraciones de extremo a extremo indicadas en la cláusula 5.

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 G.100 (2001), *Definiciones utilizadas en las Recomendaciones sobre características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales*.
- [2] Recomendación UIT-T G.107 (2003), *El modelo-E, un modelo informático para utilización en planificación de la transmisión*.
- [3] Recomendación UIT-T G.108 (1999), *Aplicación del modelo-E: Directrices para la planificación*, más enmienda 1 (2003): *Nuevo apéndice I – Relación e interacción entre el eco para el hablante y el retardo absoluto*, y enmienda 2 (2004): *Nuevo apéndice II – Ejemplos de planificación relativos al retardo en las redes basadas en paquetes*.
- [4] Recomendación UIT-T G.108.2 (2003), *Asuntos relativos a la planificación de la transmisión con compensadores de eco*.

- [5] Recomendación UIT-T G.109 (1999), *Definición de las categorías de calidad de transmisión vocal*.
- [6] Recomendación UIT-T G.168 (2004), *Compensadores de eco de redes digitales*.
- [7] Recomendación UIT-T G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*.
- [8] Recomendación UIT-T G.799.1/Y.1451.1 (2004), *Especificaciones de funcionalidad e interfaces para equipos de la red de transporte de la red telefónica general conmutada (RTGC) para la interconexión entre redes RTGC e IP*.
- [9] 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*, más enmienda 1.
- [10] Recomendación UIT-T P.10 (1998), *Vocabulario de términos sobre calidad de transmisión telefónica y aparatos telefónicos*, más enmienda 1 (2003): *Nuevo anexo A – Lista de parámetros psicoacústicos*.
- [11] Recomendación UIT-T P.310 (2003), *Características de transmisión para teléfonos digitales en banda telefónica (300-3400 Hz)*.
- [12] Recomendación UIT-T P.330 (2003), *Dispositivos de procesamiento de señales vocales para mejorar la acústica*.
- [13] Recomendación UIT-T P.340 (2000), *Características de transmisión y parámetros de calidad vocal de los terminales manos libres*.
- [14] Recomendación UIT-T P.380 (2003), *Medidas electroacústicas en auriculares*.
- [15] Recomendación UIT-T P.501 (2000), *Señales de prueba para utilización en telefonometría*.
- [16] Recomendación UIT-T P.502 (2000), *Métodos de prueba objetivas para los sistemas de comunicación vocal con señales de prueba complejas*.
- [17] Recomendación UIT-T Q.115.1 (2002), *Lógica para el control de los dispositivos y las funciones de control de eco*.
- [18] Recomendación UIT-T Y.1541 (2002), *Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet*.
- [19] ANSI/TIA/EIA-810-A (2000), *Transmission Requirements for Narrowband Voice over IP and Voice over PCM Digital Wireline Telephones*.

3 Términos y definiciones

Además de los definidos en las Recs. UIT-T P.10 [10] y G.100 [1], en esta Recomendación se definen los términos siguientes.

3.1 índice de sonoridad en emisión (SLR, *send loudness rating*): $SLR = SLR(\text{aparato}) +$

$$\sum_{i=1}^n CLR_i .$$

3.2 índice de sonoridad en recepción (RLR, *receive loudness rating*): $RLR = RLR(\text{aparato})$

$$+ \sum_{i=n+1}^N CLR_i .$$

3.3 índice de sonoridad global (OLR, *overall loudness rating*): $OLR = SLR + RLR$.

3.4 índice de sonoridad del circuito (CLR, *circuit loudness rating*): Pérdida de sonoridad entre dos interfaces eléctricas en una conexión o un circuito.

3.5 simulador de teléfono: Un simulador de teléfono es una implementación de un terminal VoIP realizado a través de un programa de soporte lógico y sirve para la comunicación vocal bidireccional desde un computador personal (PC, *personal computer*) o una agenda digital (PDA, *personal digital assistant*) equipados con una interfaz acústica (micrófono y auricular o altavoz).

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

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

CLR	Índice de sonoridad del circuito (<i>circuit loudness rating</i>)
IP	Protocolo Internet (<i>Internet protocol</i>)
IPDV	Variación de retardo del paquete IP (<i>IP packet delay variation</i>)
OLR	Índice de sonoridad global (<i>overall loudness rating</i>)
RCC	Red con conmutación de circuitos
RLR	Índice de sonoridad en recepción (<i>receive loudness rating</i>)
RLR(aparato)	RLR del aparato telefónico (<i>RLR of a telephone set</i>)
SLR	Índice de sonoridad en emisión (<i>send loudness rating</i>)
SLR(aparato)	SLR del aparato telefónico (<i>SLR of a telephone set</i>)
T	Retardo medio en un sentido (<i>mean one-way delay</i>)
TCLw	Atenuación por acoplamiento de terminal ponderada (<i>weighted terminal coupling loss</i>)
UNI	Interfaz usuario-red (<i>user-network interface</i>)
VAD	Detección de actividad vocal (<i>voice activity detection</i>)
VoIP	Voz sobre el protocolo Internet (<i>voice over Internet protocol</i>)

5 Consideraciones de extremo a extremo

Para lograr la calidad deseada de la transmisión de voz de extremo a extremo (boca-oído) se recomienda que en la planificación de la transmisión se emplee el modelo-E de la Rec. UIT-T G.107 [2] como se describe en la Rec. UIT-T G.108 [3]; para ello se ha de determinar *a priori* la categoría deseada de calidad de la transmisión de voz según se define en la Rec. UIT-T G.109 [5].

Aunque en la planificación según la Rec. UIT-T G.108 [3] puede suponerse que en general las características de transmisión de los elementos sencillos de red de circuitos, como conmutadores o terminales, tienen un solo valor de entrada, en los sistemas basados en paquetes esta suposición no es aplicable y, por consiguiente, el planificador de la transmisión debe tenerlo en cuenta.

En particular, el planificador de la transmisión debe encargarse de, por ejemplo, seleccionar la categoría de retardo, de acuerdo con los valores especificados en la presente Recomendación, que represente la configuración concreta.

En la Rec. UIT-T G.108 y sus enmiendas [3] se da más orientación sobre este importante asunto.

6 Características de la transmisión

Los requisitos especificados en esta cláusula se aplican a la interfaz con la red de paquetes de los terminales VoIP y las pasarelas VoIP, como se ilustra en la figura 1.

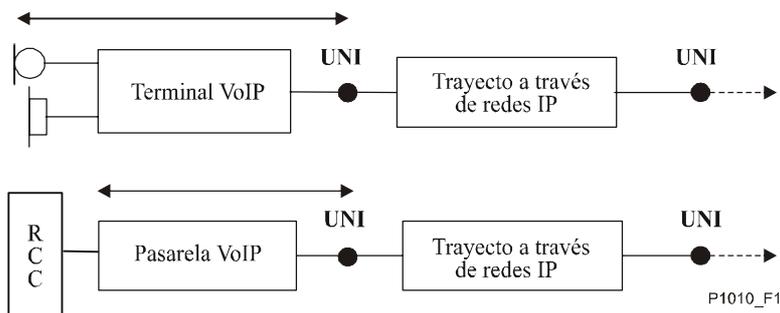


Figura 1/P.1010 – Ámbito de Aplicación de esta Recomendación

6.1 Algoritmo de codificación por defecto

Los terminales y pasarelas VoIP soportarán el algoritmo de codificación con arreglo a la Rec. UIT-T G.711 [7] (ley μ y ley A). Podrán soportar además otros algoritmos.

6.2 Retardo

Si bien el retardo que introducen los terminales tradicionales puede considerarse significativamente inferior al posible retardo de la red, esto no es así en el caso de terminales y pasarelas VoIP.

Por esa razón, en las Recomendaciones correspondientes a los terminales tradicionales (por ejemplo, Rec. UIT-T P.310) se podía especificar un único requisito relativo al retardo.

Sin embargo, los mayores retardos que introducen los terminales y pasarelas en la transmisión basada en paquetes pueden afectar sobremanera a la calidad de extremo y, por consiguiente, habrá que tenerlos debidamente en cuenta en la planificación de la transmisión. Por ejemplo, dependiendo de la variación de retardo acumulado por los paquetes que atraviesan una red IP, el diseño de la memoria antifluctuación de una pasarela o terminal IP será de vital importancia y habrá que llegar a una solución de compromiso entre el número de paquetes que pueden perderse y el retardo máximo que puede producirse (véase la figura 3/G.1020 [9]).

Por consiguiente, los terminales y pasarelas IP podrán diseñarse, en lo que respecta al parámetro retardo, para funcionar en varios modos, el cual se seleccionará en función de consideraciones de extremo a extremo, en particular el nivel de calidad de voz deseada y otras posibles configuraciones de la red.

Un punto de partida para lograr una calidad vocal aceptable en redes IP que sean conformes con la clase 0 de la Rec. UIT-T Y.1541 [18], o cuya calidad sea mayor que la de esta clase, es que los terminales y pasarelas se ajusten a una de las tres categorías de retardo que se indican en la presente Recomendación.

En otros tipos de redes, por ejemplo redes con mayores variaciones de retardo que los límites de las clases especificadas en la Y.1541, sólo podrán ser válidas las categorías A o B. Además, hay casos, como la interconexión de dos islas IP locales mediante un trayecto intercontinental a través de la RTPC, en los que sólo la categoría A tiene las características mínimas para lograr una calidad de la transmisión de voz de extremo a extremo razonable (debido al gran retardo que introduce el trayecto RTPC).

Independientemente de las configuraciones de red reinantes, la utilización de códecs de velocidad binaria algo inferior podrá disminuir la calidad vocal percibida y restringir la selección de las categorías de retardo válidas.

En las siguientes subcláusulas se especifican tres categorías de retardo para los sentidos emisión y recepción. Por lo general se sobreentiende que para ser conforme con una determinada categoría de retardo, el terminal o la pasarela VoIP ha de ser conforme con los requisitos de emisión y de recepción de esa categoría.

NOTA – Es bien sabido que, en determinadas circunstancias y por razones técnicas y prácticas, algunos terminales VoIP, por ejemplo, los simuladores de teléfono, no pueden cumplir por el momento con ninguna de las categorías mencionadas.

6.2.1 Categorías de retardo en emisión (valores provisionales)

El retardo de emisión de un terminal VoIP se define como el retardo unidireccional desde la entrada acústica (micrófono) de dicho terminal hasta su interfaz con la red de paquetes. El retardo de emisión de una pasarela VoIP se define como el retardo unidireccional desde la entrada eléctrica (TDM o analógica) de dicha pasarela hasta la interfaz con la red de paquetes. En cada caso, el retardo de emisión total es el límite superior del retardo medio y comprende las contribuciones de retardo de todos los elementos que aparecen en las figuras 2 y A.1/G.1020 [9], respectivamente.

- Categoría A: $T_s \leq 20$ ms.
- Categoría B: $T_s \leq 35$ ms.
- Categoría C: $T_s \leq 50$ ms.

6.2.2 Categorías de retardo en recepción (valores provisionales)

El retardo de recepción de un terminal VoIP se define como el retardo unidireccional desde la interfaz con la red de paquetes hasta la salida acústica (oído) de dicho terminal. El retardo de recepción de una pasarela VoIP se define como el retardo unidireccional desde la interfaz con la red de paquetes hasta la salida eléctrica (TDM o analógica) de dicha pasarela. En cada caso, el retardo de recepción total es el límite superior del retardo medio y comprende las contribuciones de retardo de todos los elementos que aparecen en las figuras 3 y A.2/G.1020 [9], respectivamente.

- Categoría A: $T_r \leq 30$ ms.
- Categoría B: $T_r \leq 65$ ms.
- Categoría C: $T_r \leq 100$ ms.

6.2.2.1 Variación de retardo del paquete IP (IPDV)

Los terminales y pasarelas VoIP deben contemplar valores IPDV de red de hasta 50 ms, lo cual es coherente con las clases 0 y 1 de la Rec. UIT-T Y.1541. Se deja a la discreción de los diseñadores la posibilidad de que los terminales o pasarelas VoIP puedan contemplar valores de IPDV superiores a éste, como puede ser el caso en otras redes.

6.3 Índice de sonoridad en emisión

Para los terminales VoIP se recomienda que el valor nominal del índice de sonoridad en emisión (SLR) sea:

- $SLR = SLR(\text{aparato}) = 8$ dB.

Para las pasarelas VoIP se recomienda que el valor nominal del índice de sonoridad en emisión (SLR) sea:

- $SLR = SLR(\text{aparato}) + CLR = 8$ dB.

Para las pasarelas ubicadas a la entrada de la red IP, el SLR nominal tiene que lograrse únicamente mediante la planificación de la transmisión, lo cual exige dimensionar adecuadamente el CLR.

6.4 Índice de sonoridad en recepción

Para los terminales VoIP se recomienda que el valor nominal del índice de sonoridad en recepción (RLR) sea:

- $RLR = RLR(\text{aparato}) = 2 \text{ dB}$.

Para las pasarelas VoIP se recomienda que el valor nominal del índice de sonoridad en recepción (RLR) sea:

- $RLR = RLR(\text{aparato}) + CLR = 2 \text{ dB}$.

Para las pasarelas ubicadas a la salida de la red IP, el RLR nominal tiene que lograrse únicamente mediante la planificación de la transmisión, lo cual exige dimensionar adecuadamente el CLR.

6.5 Atenuación por acoplamiento de terminal ponderada (TCLw)

Debido a que los terminales VoIP introducen mayores retardos que los terminales tradicionales conformes a la Rec. UIT-T P.310 [11], resulta necesario aumentar el requisito de TCLw (véase también ANSI/TIA/EIA-810-A [19]).

Para los terminales VoIP se recomienda que el valor nominal de la atenuación por acoplamiento de terminal ponderada (TCLw) sea:

- $TCLw \geq 55 \text{ dB}$.

Para mayor información véase la cláusula 10/P.310 [11]; además, el valor de la TCLw se tiene que mantener para todas las condiciones de funcionamiento. El valor del TCLw sólo puede reducirse en menos de 10 dB y únicamente en periodos de habla simultánea. Obsérvese que este valor es provisional y queda en estudio.

NOTA – La TCLw depende sobremanera de la intensidad del acoplamiento acústico en la interfaz acústica. Si no hay requisito normalizado alguno para esta interfaz, quizá no sea siempre posible lograr el valor recomendado de TCLw. Sin embargo, a fin de lograr una calidad vocal satisfactoria, los diseñadores de terminales VoIP deben esforzarse por lograr que el valor sea lo más próximo posible a éste, habida cuenta de las características de las interfaces acústicas que vayan a emplearse.

6.6 Nivel de eco residual

En las pasarelas VoIP se recomienda utilizar un compensador de eco conforme con la Rec. UIT-T G.168 [6] para compensar los ecos que pudieran originarse en la RTPC. Para mayor información sobre el control de los compensadores de eco véase el anexo A/Q.115.1 [17]. La información relativa al nivel de eco residual que puede lograrse y los aspectos de planificación de la transmisión relacionados con dispositivos de compensación de eco se tratan en la Rec. UIT-T G.108.2 [4]. En la Rec. UIT-T G.799.1/Y.1451.1 [8] se describen los aspectos funcionales de las pasarelas troncales.

6.7 Otros parámetros de los dispositivos de procesamiento vocal

Para los terminales y pasarelas VoIP que contienen dispositivos de procesamiento vocal no lineales, habrá que tener en cuenta además los siguientes parámetros que quedan en estudio en el contexto de la presente Recomendación:

- evaluación objetiva de la calidad vocal de pasarelas y terminales VoIP;
- capacidad de habla simultánea;
- funcionamiento de la conmutación;
- efectos de eco parcial;
- producción de distorsiones;
- degradaciones que varían con el tiempo.

Análogamente a los aparatos telefónicos tradicionales, se prevé que la calidad de los terminales VoIP será menor en el modo de funcionamiento manos libres y con auriculares. En las Recs. UIT-T P.340 [13] y P.380 [14] se dan más indicaciones a este respecto.

7 Consideraciones relativas a la medición

Si bien en la presente Recomendación no se tratan las metodologías de medición, la Comisión de Estudio 12 está estudiando este tema y se prevé incluir el resultado de estos estudios en una futura versión de esta Recomendación, o en una Recomendación independiente.

No obstante, se presupone que para los terminales y pasarelas VoIP que disponen de funciones no lineales y que varían con el tiempo (por ejemplo, control automático de la ganancia, memoria antifluctuación adaptativa, VAD) se habrá de tener en cuenta estas consideraciones cuando se trate el tema de la medición de las características de la transmisión. En las Recs. UIT-T P.330 [12], P.501 [15] y P.502 [16] se da más orientación a este respecto.

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