UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T G.114

(05/2000)

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Conexiones y circuitos telefónicos internacionales – Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa

Tiempo de transmisión en un sentido

Recomendación UIT-T G.114

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G

SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
Definiciones generales	G.100–G.109
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	**G.110–G.119**
Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales	G.120–G.129
Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.130–G.139
Características generales de la cadena a cuatro hilos de los circuitos internacionales; tránsito internacional	G.140–G.149
Características generales de los circuitos telefónicos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.150–G.159
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga distancia	G.160–G.169
Aspectos del plan de transmisión relativos a los circuitos especiales y conexiones de la red de conexiones telefónicas internacionales	G.170–G.179
Protección y restablecimiento de sistemas de transmisión	G.180–G.189
Herramientas de soporte lógico para sistemas de transmisión	G.190–G.199
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999

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

Recomendación UIT-T G.114

Tiempo de transmisión en un sentido

Resumen

La presente Recomendación UIT-T proporciona especificaciones relativas al tiempo de transmisión, incluido el retardo debido al tiempo de procesamiento en los equipos, y el retardo de propagación, en conexiones con eco controlado adecuadamente. Reconociendo que en las redes modernas el retardo tiene que ser limitado, la presente Recomendación UIT-T tiene por objeto prestar asistencia a los operadores de red y planificadores de transmisión, así como a los fabricantes de equipos para el control de los efectos negativos del retardo puro (aun si el eco está perfectamente controlado) sobre la calidad de transmisión vocal de extremo a extremo. Se consideran todas las aplicaciones cuya calidad de funcionamiento global depende de la interactividad con el usuario o el terminal.

Orígenes

La Recomendación UIT-T G.114, revisada por la Comisión de Estudio 12 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la CMNT el 18 de mayo de 2000.

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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), 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 CMNT.

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

NOTA

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

PROPIEDAD INTELECTUAL

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

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

© UIT 2001

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

Página

1 Introducción 1

2 Referencias 1

3 Límites para el tiempo de transmisión de extremo a extremo 2

4 Asignación del tiempo de transmisión 3

Anexo A – Estimación del retardo en los circuitos 3

A.1 Valores de planificación del tiempo de transmisión 5

A.2 Circuitos nacionales de prolongación 5

A.3 Circuitos internacionales 6

A.4 Retardo del códec 6

A.4.1 Retardo en un entorno alámbrico 7

A.4.2 Retardo en un entorno móvil e inalámbrico 7

A.4.3 Retardo en un entorno IP (una trama por paquete) 7

A.4.4 Retardo en un entorno IP (múltiples tramas por paquete) 7

A.5 Retardo debido a la memoria intermedia de variación del retardo IP 8

Anexo B – Consideraciones relativas a la aparición de retardo importantes en los circuitos telefónicos, de videotelefonías y de videoconferencia 9

B.1 Introducción 9

B.2 Efecto en los abonados de los retardos de transmisión largos 10

B.2.1 Efectos de los compensadores de eco 10

B.2.2 Efectos del retardo en la dinámica de la conversación 10

B.2.3 Interacción entre el retardo y las aplicaciones de usuario 13

B.3 Resumen y conclusiones 15

Apéndice I – Retraso introducido por el procesamiento correspondiente al codificador 16

Apéndice II – Bibliografía 19

Introducción

El tiempo de transmisión para las conexiones con segmentos digitales incluye un retardo vinculado al procesamiento en los equipos y un retardo de propagación, que en conjunto pueden constituir una parte importante del tiempo de transmisión global. Se necesitan orientaciones al respecto, especialmente para el diseño de equipos de telecomunicación cuyos métodos de procesamiento de señales impliquen un aumento del tiempo de transmisión; incluidos los retardos resultantes de la paquetización, efectuada por los sistemas ATM, con retransmisión de tramas, voz sobre el protocolo Internet (VoIP), etc., así como los retardos de procesamiento introducidos por el códec.

En la época del protagonismo de la calidad de transmisión vocal se consideraba que 400 ms constituía un límite significativo a efectos de planificación de las redes. Este valor, sin embargo, no podía ser orientativo para los diseñadores de equipo, que, cada vez más, pueden influir considerablemente en el tiempo de transmisión en función del mayor o menor procesamiento de señales previsto en el diseño.

El tiempo de transmisión es un parámetro de gran importancia para todas aquellas aplicaciones cuya efectividad global depende del usuario o de la interactividad en el terminal. Aplicaciones tales como voz, datos en banda vocal, datos digitales o videotelefonía pueden conllevar tareas para el usuario o características del equipo terminal cuya sensibilidad al tiempo de transmisión difiera considerablemente. Puesto que los proveedores de redes y de servicios no pueden alterar las características del tiempo de transmisión ni los medios de transmisión entre dos Administraciones, en previsión de todas las posibles tareas y aplicaciones del usuario, algunas tareas altamente interactivas pueden experimentar degradaciones incluso con retardos del orden de 100 ms. Por lo tanto, es esencial considerar el retardo (tiempo de transmisión) como un recurso vital que debe ser consumido con prudencia, y solamente en aquellos casos en que comporte una clara mejora desde el punto de vista del servicio. Esto se aplica especialmente a los retardos vinculados al procesamiento de señales.

Esta Recomendación UIT-T tiene por objeto ayudar a los diseñadores de equipos y planificadores de red a que realicen servicios aceptables para los usuarios que efectúen una gran diversidad de tareas con múltiples aplicaciones. Se reconoce la imposibilidad de predecir todas las posibles aplicaciones de usuario y configuraciones de red, y que para ciertas aplicaciones de usuario y configuraciones de red pueden acumularse retardos de procesamiento y tiempos de propagación tales que el tiempo de transmisión total sobrepase 400 ms.

Uno de los objetivos de esta Recomendación UIT-T consiste pues en marcar el acento en la necesidad de tener en cuenta el efecto del retardo sobre las aplicaciones de telecomunicaciones en evolución, así como la conveniencia de evitar siempre que sea posible cualquier aumento del retardo, especialmente los debidos al tiempo de procesamiento.

Recomendación UIT-T G.114

Tiempo de transmisión en un sentido

1 Introducción

El tiempo de transmisión para las conexiones con segmentos digitales incluye un retardo vinculado al procesamiento en los equipos y un retardo de propagación, que en conjunto pueden constituir una parte importante del tiempo de transmisión global. Se necesitan orientaciones al respecto, especialmente para el diseño de equipos de telecomunicación cuyos métodos de procesamiento de señales impliquen un aumento del tiempo de transmisión; incluidos los retardos resultantes de la paquetización, efectuada por los sistemas ATM, con retransmisión de tramas, voz sobre el protocolo Internet (VoIP, *voice over Internet protocol*), etc., así como los retardos de procesamiento introducidos por el códec.

En la época del protagonismo de la calidad de transmisión vocal se consideraba que 400 ms constituía un límite significativo a efectos de planificación de las redes. Este valor, sin embargo, no podía ser orientativo para los diseñadores de equipo, que, cada vez más, pueden influir considerablemente en el tiempo de transmisión en función del mayor o menor procesamiento de señales previsto en el diseño.

El tiempo de transmisión es un parámetro de gran importancia para todas aquellas aplicaciones cuya efectividad global depende del usuario o de la interactividad en el terminal. Aplicaciones tales como voz, datos en banda vocal, datos digitales o videotelefonía pueden conllevar tareas para el usuario o características del equipo terminal cuya sensibilidad al tiempo de transmisión difiera considerablemente. Puesto que los proveedores de redes y de servicios no pueden alterar las características del tiempo de transmisión ni los medios de transmisión entre dos Administraciones, en previsión de todas las posibles tareas y aplicaciones del usuario, algunas tareas altamente interactivas pueden experimentar degradaciones incluso con retardos del orden de 100 ms. Por lo tanto, es esencial considerar el retardo (tiempo de transmisión) como un recurso vital que debe ser consumido con prudencia, y solamente en aquellos casos en que comporte una clara mejora desde el punto de vista del servicio. Esto se aplica especialmente a los retardos vinculados al procesamiento de señales.

Esta Recomendación UIT-T tiene por objeto ayudar a los diseñadores de equipos y planificadores de red a que realicen servicios aceptables para los usuarios que efectúen una gran diversidad de tareas con múltiples aplicaciones. Se reconoce la imposibilidad de predecir todas las posibles aplicaciones de usuario y configuraciones de red, y que para ciertas aplicaciones de usuario y configuraciones de red pueden acumularse retardos de procesamiento y tiempos de propagación tales que el tiempo de transmisión total sobrepase 400 ms.

Uno de los objetivos de esta Recomendación UIT-T consiste pues en marcar el acento en la necesidad de tener en cuenta el efecto del retardo sobre las aplicaciones de telecomunicaciones en evolución, así como la conveniencia de evitar siempre que sea posible cualquier aumento del retardo, especialmente los debidos al tiempo de procesamiento.

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.

[1] Recomendación CCITT E.171 (1988), *Plan de encaminamiento telefónico internacional*.

[2] Recomendación UIT-T G.100 (1993), *Definiciones utilizadas en las Recomendaciones sobre características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales*.

[3] Recomendación UIT-T G.103 (1998), *Conexiones ficticias de referencia.*

[4] Recomendación UIT-T G.131 (1996), *Control del eco para el hablante*.

[5] Recomendación UIT-T G.165 (1993), *Compensadores de eco*.

[6] Recomendación UIT-T G.763 (1998), *Equipo de multiplicación de circuitos digitales que emplea modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (Recomendación G.726) e interpolación digital de la palabra*.

[7] Recomendación CCITT G.764 (1990), *Paquetización de voz – Protocolo de voz paquetizada*.

[8] Recomendación UIT-T G.766 (1996), *Demodulación/remodulación facsímil para equipo de multiplicación de circuitos digitales*.

[9] Recomendación UIT-T G.767 (1998), *Equipo de multiplicación de circuitos digitales que emplea predicción lineal con excitación por código de bajo retardo a 16 kbit/s, interpolación digital de la palabra y demodulación/remodulación facsímil*.

[10] Recomendación CCITT G.801 (1988), *Modelos de transmisión digital*.

[11] Recomendación CCITT P.82 (1988), *Método para la evaluación del servicio desde el punto de vista de calidad de transmisión de la palabra*.

[12] Recomendación UIT-T Q.551 (1996), *Características de transmisión de las centrales digitales*.

3 Límites para el tiempo de transmisión de extremo a extremo

Atendiendo a las consideraciones precedentes, el UIT-T *recomienda* los siguientes límites para el tiempo de transmisión en un sentido, en conexiones que cuenten con un control de eco adecuado (véase la nota 1) conforme a la Recomendación UIT-T G.131 [4]:

– de 0 a 150 ms: aceptable para la mayoría de las aplicaciones de usuario (véase la nota 2);

– 150 a 400 ms: aceptable siempre y cuando las Administraciones conozcan la influencia del tiempo de transmisión en la calidad de transmisión de las aplicaciones de usuario (véase la nota 3);

– por encima de 400 ms: inaceptable a efectos de planificación general de la red; se acepta, sin embargo, que este límite pueda ser rebasado en ciertos casos excepcionales (véase la nota 4).

NOTA 1 – A fin de lograr una calidad de transmisión aceptable, podría ser necesario controlar la utilización de los equipos de control de eco que causen otros tipos de degradaciones, por ejemplo, recorte vocal o contraste de ruido.

NOTA 2 – Algunas aplicaciones de voz y datos altamente interactivas pueden experimentar degradación para valores inferiores a 150 ms. Por consiguiente, será desaconsejable todo aumento del tiempo de procesamiento en conexiones con tiempos de transmisión muy por debajo incluso de 150 ms, a menos que los beneficios obtenidos desde el punto de vista del servicio y de la aplicación sean evidentes.

NOTA 3 – Así, por ejemplo, se consideran aceptables conexiones internacionales con saltos de satélite cuyos tiempos de transmisión sean inferiores a 400 ms.

NOTA 4 – Como excepción, se puede citar por ejemplo: los saltos de satélite dobles inevitables, la utilización de satélites para restaurar rutas terrenales, las interconexiones del servicio fijo por satélite y el servicio celular

digital, la videotelefonía por circuitos de satélite o las conexiones internacionales de gran longitud con dos sistemas celulares digitales conectados mediante facilidades terrenales de larga distancia.

La información del anexo B permitirá interpretar más adecuadamente los límites aquí recomendados. Así, por ejemplo, los resultados de las pruebas de calidad vocal indican que, incluso en ausencia absoluta de eco, un 10% o más de los hablantes puede tener dificultades causadas por la presencia de retardos de 400 ms. Todo aumento del retardo por encima de este valor causará a su vez un aumento de conexiones inaceptables, especialmente para conversaciones altamente interactivas. Excepcionalmente, para la prestación de servicios con diversidad de rutas y capacidades de restauración, las Administraciones podrían decidirse a superar los 400 ms. Los datos del anexo A permiten hacerse una idea de las repercusiones sobre la calidad de servicio vinculadas a esta decisión.

4 Asignación del tiempo de transmisión

Dado que el tiempo de transmisión se convierte cada vez más en un recurso limitado en las modernas redes digitales, es importante hacer un esfuerzo para minimizar el aumento de dicho tiempo de transmisión, causado por la introducción de nuevas tecnologías propensas al retardo.

Las reglas de asignación de los retardos aquí recomendadas se aplican únicamente al tiempo de procesamiento y no incluyen la componente del retardo total de la conexión correspondiente al tiempo de propagación. El tiempo de propagación está determinado por la distancia y la velocidad de la señal en el medio de transmisión y los planificadores de red sólo pueden controlarlo de un modo muy limitado. El factor predominante es la distancia geográfica que varía notablemente dentro de los diversos países y entre ellos. Además, en la práctica en las redes nacionales e internacionales las razones que determinan la elección del encaminamiento a menudo son distintas de las relacionadas con el funcionamiento (por ejemplo, aspectos económicos, y de tráfico) ya que las facilidades tales como satélites o radioenlaces utilizados comúnmente para asegurar la diversidad de encaminamiento, representan una gran inversión que no se puede sustituir fácilmente.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se recomienda limitar a 50 ms el tiempo de procesamiento en un sentido para cada uno de los sistemas nacionales y para la cadena internacional de circuitos de una conexión internacional (terrenal o por satélite) que transmite señales vocales. Si bien el tiempo de procesamiento total en cada una de estas tres partes de la conexión internacional debe mantenerse por debajo de 50 ms, será generalmente mucho menor a este valor. Por ejemplo, para la conexión de referencia que figura en la Recomendación UIT-T G.801 [10] (véase la figura 2/G.801 [10]), el tiempo de procesamiento total asociado con conmutadores, distribuidores-multiplexores, multiplexores, etc., sería de aproximadamente 6 ms para un sistema nacional y 3 ms para la cadena internacional. Debe señalarse que con la tecnología actual los valores recomendados se pueden superar si se encuentra un escenario que incluya codificadores a baja velocidad binaria (por ejemplo, un circuito con codificación a baja velocidad binaria conforme con la Recomendación UIT-T G.729A a 8 kbit/s).

ANEXO A

Estimación del retardo en los circuitos

Al establecer el plan general de interconexión dentro de los límites de esta Recomendación UIT-T, debe tenerse en cuenta el tiempo de transmisión en un solo sentido de los circuitos nacionales de prolongación y de los circuitos internacionales. El tiempo de transmisión de los circuitos y conexiones es una suma de varios componentes: por ejemplo, el retardo de grupo en los cables, los tiempos de procesamiento de los equipos (por ejemplo, las centrales digitales, codificadores a baja velocidad binaria), etc.

Pueden utilizarse los valores de planificación generales indicados en el cuadro A.1 y los indicados en el apéndice I de retardo producido a causa del procesamiento correspondiente al codificador para

evaluar el tiempo de transmisión total de conjuntos específicos de elementos que pueden constituir circuitos o conexiones.

Cuadro A.1/G.114

Sistema de transmisión o de procesamiento	Contribución al tiempo de transmisión en un sentido	Observaciones
Sistema de cable coaxial terrenal o radioenlace; transmisión FDM y digital	4 µs/km	Se tiene en cuenta el retardo en repetidores y regeneradores
Sistema de cable de fibra óptica; transmisión digital	5 µs/km (nota 1)	
Sistema de cable coaxial submarino	6 µs/km	
Sistema de fibra óptica submarino: – terminal transmisor – terminal receptor	 13 ms 10 ms	Caso más desfavorable
Sistema por satélite: – 1400 km altitud – 14 000 km altitud – 36 000 km altitud	 12 ms 110 ms 260 ms	Propagación en el espacio exclusivamente (entre estaciones terrenas)
Equipo de modulación o demodulación de canal FDM	0,75 ms (nota 2)	Semisuma de los tiempos de transmisión en ambos sentidos de transmisión
Sistema móvil terrestre público (PLMS) – objetivo 40 ms	80-110 ms	
Codificadores y decodificadores de vídeo de la serie de Recomendaciones H.260	En estudio (nota 3)	
DCME (Recomendación UIT-T G.763 [6]) por par: para señales vocales, datos en la banda vocal y facsímil sin remodulación	30 ms	
DCME (Recomendación UIT-T G.767) por par: para señales vocales, datos en la banda vocal y facsímil sin remodulación	30 ms	
DCME (Recomendación UIT-T G.766 [8] en unión de G.763 [6] o G.767 [9]), por par: para facsímil con remodulación	200 ms	
Equipo MIC (Recomendación UIT-T G.764 [7]), por par: – con señales vocales y datos en la banda vocal sin remodulación – con datos en la banda vocal con remodulación	 35 ms 70 ms	
Transmultiplexor	1,5 ms (nota 4)	
Central de tránsito digital, digital-digital	0,45 ms (nota 5)	
Central local digital, analógico-analógico	1,5 ms (nota 5)	

Cuadro A.1/G.114 *(fin)*

Sistema de transmisión o de procesamiento	Contribución al tiempo de transmisión en un sentido	Observaciones
Central local digital, línea de abonado analógica-enlace digital	0,975 ms (nota 5)	
Central local digital, línea de abonado digital-enlace digital	0,825 ms (nota 5)	
Compensadores de eco	0,5 ms (nota 6)	
Modo de transferencia asíncrono ATM (CBR utilizando AAL1)	6,0 ms (nota 7)	

NOTA 1 – Este valor es provisional y queda en estudio.

NOTA 2 – Estos valores tienen en cuenta la distorsión por retardo de grupo en frecuencias próximas a la de máxima potencia de las señales vocales, y también el retardo introducido por los equipos múltiplex y de transferencia intermedios de orden superior.

NOTA 3 – Queda en estudio. El retardo de estos dispositivos no es normalmente constante, y su magnitud varía con la implementación. Las implementaciones actuales están en el orden de varios cientos de milisegundos por lo que se suma un considerable retardo a los canales de audio a fin de conseguir la sincronización con los labios. Se alienta a los fabricantes a reducir su contribución al tiempo de transmisión, de acuerdo con esta Recomendación UIT-T.

NOTA 4 – Para comunicaciones digitales por satélite en las que el transmultiplexor está instalado en la estación terrena, este valor puede aumentarse a 3,3 ms.

NOTA 5 – Estos son valores medios; según la carga de tráfico pueden encontrarse valores mayores, por ejemplo, 0,75 ms (1,950 ms, 1,350 ms o 1,250 ms, respectivamente) con una probabilidad de no ser rebasado del 0,95. (Véanse los detalles en la Recomendación UIT-T Q.551 [12].)

NOTA 6 – Equivale al promedio de ambos sentidos de transmisión.

NOTA 7 – Este valor corresponde al retardo de formación de la célula de flujo 64 kbit/s cuando se rellena completamente la célula [un canal vocal por canal virtual (VC, *virtual channel*)]. En las aplicaciones prácticas aparecerá un retardo adicional, por ejemplo por la detección de pérdida de células y almacenamiento en memoria. Otros retardos pueden ser aplicables a otras capas de adaptación ATM (AAL, ATM *adaptation layer*) y a otras disposiciones de mapeado de célula, y las cuales quedan en estudio.

A.1 Valores de planificación del tiempo de transmisión

A título provisional, pueden utilizarse los valores de planificación del tiempo de transmisión indicados en el cuadro A.1 junto con los correspondientes a los codificadores indicados en el apéndice I.

A.2 Circuitos nacionales de prolongación

Las arterias principales de la red nacional deben estar constituidas por líneas de propagación de alta velocidad binaria y baja latencia que normalmente no introducen codificadores adicionales a baja velocidad binaria. En estas condiciones, el tiempo de transmisión entre el centro internacional y el abonado más distante en una red nacional puede calcularse de la siguiente manera:

a) En redes totalmente analógicas el tiempo de transmisión no excederá probablemente de:

$$12 + (0{,}004 \times \text{distancia en kilómetros}) \text{ ms}$$

En esta fórmula, el coeficiente 0,004 se basa en la hipótesis de que los circuitos interurbanos nacionales se encaminarán por líneas de gran velocidad de propagación (250 km/ms). En el término constante de 12 ms se tienen en cuenta los equipos terminales y la presencia probable en la red nacional de cierto número de cables cargados (por ejemplo, tres paredes de equipos de modulación de canal más unos 160 km de cables cargados H 88/36). En un país de extensión media (véase la figura 5/G.103 [3]), el tiempo de propagación en un solo sentido será inferior a 18 ms.

b) En redes mixtas analógico/digitales, el tiempo de transmisión puede calcularse generalmente con la ecuación dada para redes totalmente analógicas. Sin embargo, en determinadas condiciones desfavorables, el retardo puede ser mayor que en el caso de las redes totalmente analógicas. Esto ocurre, en particular, cuando las centrales digitales se conectan a sistemas de transmisión analógicos por medio de equipos MIC/FDM en cascada o de transmultiplexores. Con el grado creciente de digitalización, el tiempo de transmisión se aproximará gradualmente a la condición de las redes totalmente digitales.

c) En redes totalmente digitales entre centrales locales, basadas en sistemas de fibra óptica (por ejemplo, una RDI), el tiempo de transmisión no excederá probablemente de:

$$3 + (0{,}005\ 0 \times \text{distancia en kilómetros}) \text{ ms}$$

En el término constante de 3 ms se tiene en cuenta un par codificador y decodificador MIC y para cinco centrales de conmutación digital.

NOTA – El valor de 0,005 es un valor medio para sistemas de fibra óptica; para sistemas de cables coaxiales y sistemas de radioenlaces deberá utilizarse 0,004.

d) En redes totalmente digitales entre abonados (por ejemplo, una RDSI), el tiempo indicado en el apartado c) tiene que aumentarse hasta 3,6 ms si se utiliza la transmisión en el modo ráfaga (multiplexación con compresión en el tiempo) por líneas de abonado locales a dos hilos.

Estos valores no cubren los retardos adicionales introducidos por las centralitas privadas y las redes privadas.

A.3 Circuitos internacionales

Los circuitos internacionales utilizarán sistemas de transmisión de gran velocidad, por ejemplo sistemas de cables terrenales o radioenlaces, sistemas de cables submarinos, sistemas por satélite. Pueden utilizarse los valores de planificación indicados en el cuadro A.1; como retraso introducido debido al procesamiento correspondiente al códec, pueden utilizarse los valores indicados en el apéndice I.

El valor medio del tiempo de transmisión en un solo sentido en los circuitos establecidos mediante sistemas por satélite de gran altitud aconseja imponer ciertas restricciones de encaminamiento en el empleo de dichos circuitos. La Recomendación UIT-T E.171 [1] contiene informaciones detalladas sobre esas restricciones.

A.4 Retardo del códec

Los modernos códecs vocales actúan sobre conjuntos de muestras vocales conocidos como tramas. Cada bloque de muestras vocales de entrada se procesa para convertirlo en una trama comprimida. La trama vocal codificada no se genera hasta que todas las tramas vocales del bloque de entrada hayan sido recogidas por el codificador. De este modo, hay un retardo de una trama antes de que pueda comenzar el procesamiento. Además, muchos codificadores también miran a la trama siguiente para mejorar la eficacia de compresión. La longitud de esta indagación se sabe que es igual al tiempo de indagación del codificador. El tiempo requerido para procesar una trama de entrada se supone que es el mismo que la longitud de trama, ya que el uso eficiente de los recursos de

procesador se conseguirá cuando un par codificador/decodificador (o múltiples pares codificador/decodificador que actúan en paralelo sobre trenes de entrada múltiples) utiliza totalmente la potencia de procesamiento disponible (uniformemente distribuida en el dominio del tiempo). Por tanto, el retardo a través de un par codificador/decodificador se supone que es normal:

$$2 \times \text{tamaño de trama} + \text{indagación}$$

A.4.1 Retardo en un entorno alámbrico

Si la facilidad de salida funciona a la misma velocidad que el códec vocal (por ejemplo, una facilidad a 8 kbit/s para la Recomendación UIT-T G.729), se produce entonces una trama adicional de retardo cuando se sincroniza la trama comprimida a la facilidad. Por tanto, el máximo retardo atribuible al procesamiento correspondiente al códec en los sistemas alámbricos convencionales (es decir, la RTPC) es:

$$3 \times \text{tamaño de trama} + \text{indagación}$$

A.4.2 Retardo en un entorno móvil e inalámbrico

Si la facilidad de salida es una red móvil o una facilidad sin cordón, la salida de trama por el codificador funcionará de manera similar al funcionamiento en un entorno alámbrico, pero se produce un retardo adicional para afectar la trama comprimida al trayecto aéreo (se supone de nuevo que la facilidad móvil funciona a la misma velocidad que el códec vocal). Por tanto, el máximo retardo atribuible al procesamiento correspondiente al códec en los sistemas móviles e inalámbricos es:

$$3 \times \text{tamaño de trama} + \text{indagación} + \text{ajuste de trama a la interfaz aérea}$$

A.4.3 Retardo en un entorno IP (una trama por paquete)

Si la facilidad de salida es una red IP, la salida de trama del codificador se excluirá instantáneamente en un paquete IP. El retardo adicional requerido para un ensamblado de paquetes IP y la presentación a la capa de enlace subyacente dependerá de la capa de enlace. Cuando la capa de enlace es una LAN (por ejemplo, Ethernet), este tiempo adicional será normalmente bastante pequeño. Por tanto, el máximo retardo atribuible al procesamiento correspondiente al códec en los sistemas basados en IP es:

$$2 \times \text{tamaño de trama} + \text{indagación}$$

Cuando la capa de enlace es una capa con velocidad de temporización inferior (por ejemplo, conexión del módem) o una con alta carga de tráfico (por ejemplo, una LAN congestionada), el retardo adicional aumentará sustancialmente. A fin de sincronizar las tramas comprimidas al menos con la misma velocidad a la facilidad que se recogen las tramas vocales a la entrada del codificador, el retardo adicional no debe ser superior a un tamaño de trama. Por tanto, el máximo retardo atribuible al procesamiento correspondiente al códec en los sistemas basados en IP que funcionan en tiempo real es:

$$3 \times \text{tamaño de trama} + \text{indagación}$$

A.4.4 Retardo en un entorno IP (múltiples tramas por paquete)

Si se agrupan múltiples tramas de voz en un único paquete IP, se añade más retardo a la señal vocal. Este retardo será al menos igual a la duración de una trama de voz extra en el codificador para cada trama de voz adicional añadida al paquete IP. Por tanto, el mínimo retardo atribuible al procesamiento correspondiente al códec en los sistemas basados en IP con múltiples tramas por paquete es:

$$(N + 1) \times \text{tamaño de trama} + \text{indagación}$$

donde N es el número de tramas en cada paquete.

Cuando la capa de enlace es una capa con velocidad de temporización inferior (por ejemplo, conexión del módem) o una con alta carga del tráfico (por ejemplo, LAN congestionada), se producirá retardo adicional al entregar el paquete a la facilidad. A fin de sincronizar las tramas comprimidas al menos con la misma velocidad a la facilidad que se recogen las tramas vocales a la entrada del codificador, el retardo adicional no debe, en caso de múltiples tramas por paquete, ser superior a la longitud de las tramas contenidas en un paquete. Debe señalarse que la sincronización de un paquete a la facilidad IP no puede empezar antes de que estén disponibles todas las tramas vocales para este paquete. Por tanto, el máximo retardo atribuible al procesamiento correspondiente al códec en los sistemas basados en IP que funcionan en tiempo real con múltiples tramas por paquete es:

$$(2N + 1) \times \text{tamaño de trama} + \text{indagación}$$

donde N es el número de tramas en cada paquete.

La figura A.1 siguiente proporciona un ejemplo para N = 2:

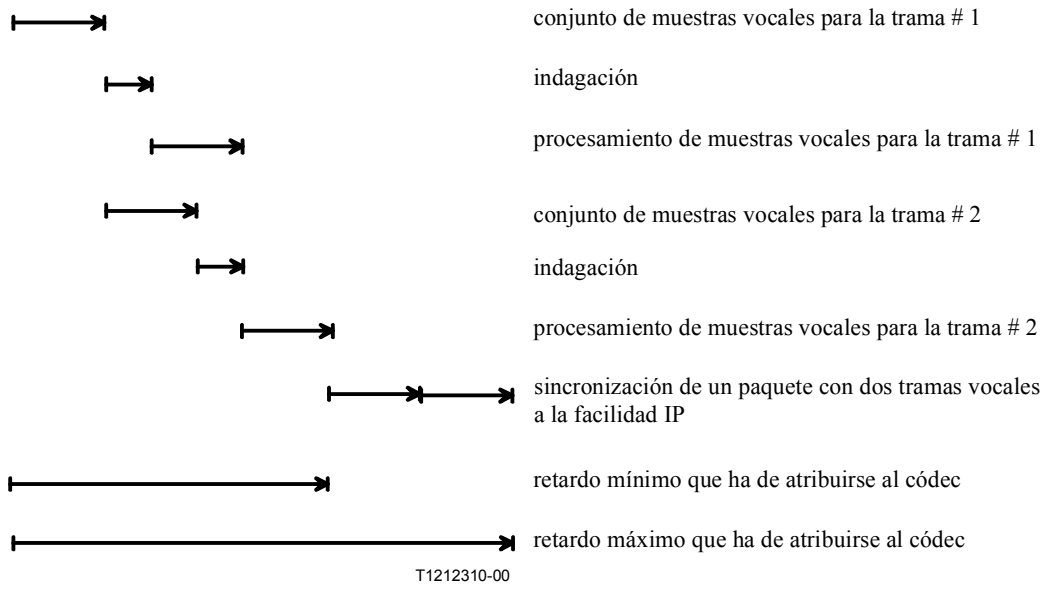


Figura A.1/G.114 – Ejemplo: Composición del retardo total correspondiente al códec en un entorno IP para N = 2

A.5 Retardo debido a la memoria intermedia de variación del retardo IP

Los sistemas de transmisión paquetizada presentan retardo variable en el tiempo de entrega, lo cual se debe a que diferentes paquetes que transportan muestras vocales de la misma conversación telefónica pueden ser transportados a través de rutas distintas dentro de la red. Los detalles de este efecto dependen en gran medida de los mecanismos específicos de transporte, puesta en cola o priorización, que pueden implementarse en dicho sistema.

Los paquetes que han sido transportados a través de una red de funcionamiento por paquetes son recogidos en una memoria intermedia en el lado recepción. Esta memoria intermedia funciona como el ejemplar que reorganiza el orden oportuno de los paquetes. Si el tiempo de entrega de un paquete es superior a la longitud de la memoria intermedia de recepción, este paquete "llega demasiado tarde" con relación al tamaño de esta memoria intermedia, y será descartado. Por tanto, la señal vocal transportada en este paquete se pierde para el proceso de decodificación. Esta "pérdida de paquete" repercute en la calidad de transmisión vocal. Un método para reducir al mínimo el porcentaje de

dichos paquetes perdidos es la adaptación dinámica de la longitud de la memoria intermedia de recepción.

Una memoria intermedia de recepción con longitud adaptativa controla su longitud efectiva por medio de su nivel de relleno:

- si aumenta el número de paquetes que están en un momento determinado dentro de la memoria intermedia, se aumentará entonces la longitud de la memoria intermedia y al mismo tiempo a la salida de la memoria intermedia se suprimirán cortas secuencias de pausa con respecto a la señal original a fin de drenar la memoria intermedia con una velocidad más rápida;
- si aumenta el número de paquetes que están en un momento determinado dentro de la memoria intermedia, se disminuirá entonces la longitud de la memoria intermedia y al mismo tiempo a la salida de la memoria intermedia se insertarán cortas secuencias de pausa con respecto a la señal original a fin de drenar la memoria intermedia con una velocidad más lenta.

Por consiguiente, habrá un valor variable del retardo unidireccional medio de extremo a extremo entre la boca del hablante y el oído del oyente. Es importante distinguir claramente este efecto de otros análisis de variación del retardo que se refieren a procesos internos de red solamente. La repercusión de una variación de retardo de extremo a extremo – que se explica en esta subcláusula – es muy dependiente de la longitud de los elementos de pausa excluidos o insertados; queda dar más importancia a la correcta implementación a los procesos de adaptación dinámicos, por ejemplo la inserción de elementos de pausa en una sílaba tendrá mayor repercusión que la inserción de elementos de pausa en una secuencia de pausa.

ANEXO B

Consideraciones relativas a la aparición de retardo importantes en los circuitos telefónicos, de videotelefonías y de videoconferencia

B.1 Introducción

En las conexiones internacionales (véase la figura 1/G.103 [3]) que incluyen cables submarino, el tiempo de transmisión máximo en un sentido puede alcanzar unos 170 ms.

Una conexión de un solo salto por satélite, incluso con un enlace entre satélites (ISL, *inter-satellite link*) de longitud moderada, introduce un retardo de transmisión en un sentido que no rebasa el límite recomendado de 400 ms. Sin embargo, un detenido análisis de las contribuciones adicionales al retardo probables debidas, entre otras cosas, al procesamiento de la señal digital [por ejemplo, acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, *time division multiple access*), interpolación digital de la palabra (DSI, *digital speech interpolation*), DCME, codificación a velocidades binarias de 16 kbit/s, 32 kbit/s, y más bajas, regeneración digital, conmutación de paquetes, etc.], muestra que, en algunos casos, podría rebasarse el límite recomendado de 400 ms para el tiempo medio de transmisión en un sentido.

A la luz de las últimas mejoras de las técnicas de control de eco y teniendo en cuenta que en algunos sistemas de diseño actual (por ejemplo, los sistemas móviles digitales de baja velocidad binaria) los retardos de procesamiento fijos pueden alcanzar cientos de milisegundos, es importante comprender también los efectos del retardo, en ausencia de eco, en las comunicaciones. En este anexo se aborda este tema.

Los circuitos a cuatro hilos constituyen una buena aproximación de las conexiones libres de eco, suponiendo una pérdida de acoplamiento acústico adecuada en el microteléfono. Se espera que a largo plazo aumente el uso de circuitos a cuatro hilos, al generalizarse la implementación de las RDSI. Pero los circuitos a dos hilos con sus correspondientes conexiones híbridas y otros

componentes que causan eco subsistirán probablemente, en un grado variable, durante el futuro previsible. Así pues, el empleo de compensadores de eco modernos en circuitos por satélite se considera actualmente como el método más eficaz para resolver el problema del eco, siempre y cuando las características del trayecto de eco que tenga que modelar el compensador de eco sean lineales e invariables en el tiempo, o sólo varíen lentamente en comparación con la velocidad de convergencia del compensador de eco.

A continuación se analiza brevemente el efecto del retardo en ausencia de eco sobre la calidad de la las comunicaciones.

B.2 Efecto en los abonados de los retardos de transmisión largos

B.2.1 Efectos de los compensadores de eco

En 1987 una serie de pruebas se efectuaron para determinar la eficacia de los compensadores de eco en los circuitos terrenales y por satélite, utilizando compensadores de eco que cumplen lo especificado en la Recomendación UIT-T G.165 [5] y según el procedimiento de la entrevista con retorno de llamada conforme al Anexo A/P.82 [11]. En la figura B.1 se resumen los resultados, representándose el porcentaje de entrevistas con dificultades en función del tiempo de transmisión en un sentido. Se tomó como referencia un valor de retardo en un sentido de 45 ms en circuitos terrenales y se evaluaron los efectos de incrementar el valor del retardo a 300 ms y 500 ms en los enlaces terrenales y por satélite.

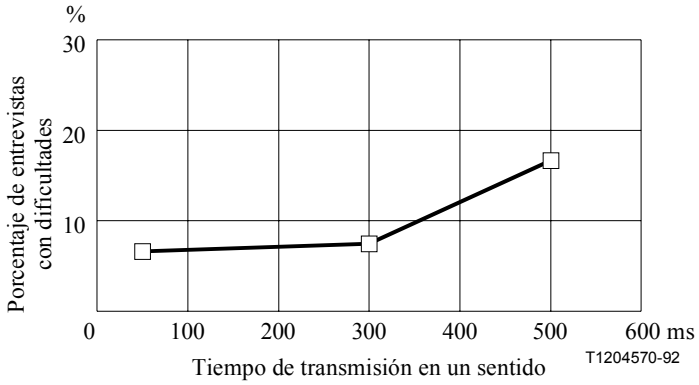


Figura B.1/G.114 – Efecto de los tiempos de transmisión largos en un sentido sobre la dificultad de conversación cuando hay compensadores de eco en el circuito

Estos resultados muestran que no hay gran diferencia del "porcentaje con dificultad" entre 45 ms y 300 ms de retardo. Con un retardo de 500 ms, el porcentaje con dificultad casi se duplicaba (de 7,3% a 15,8%) pero este valor es todavía notablemente menor que el de resultados previos, en que se situaba por encima del 60%, obtenidos con supresores del eco.

Los resultados anteriores corroboran la opinión de que podrían aceptarse conexiones con retardos algo superiores a 400 ms, siempre y cuando se utilicen compensadores de eco conformes a las especificaciones de la Recomendación UIT-T G.165 [5], u otros dispositivos de compensación de eco de características equivalentes.

B.2.2 Efectos del retardo en la dinámica de la conversación

Pruebas recientes presentadas por algunas Administraciones sugieren que la degradación de la calidad de funcionamiento debida a la degradación de la dinámica de la conversación es notable incluso por debajo del límite de 400 ms de retardo en un sentido. Este efecto puede observarse

cuando en la experimentación subjetiva se emplean tareas interactivas estructuradas y medidas sensibles seleccionadas.

En 1989 una serie de experimentos subjetivos para determinar las repercusiones del retardo en las características relativas a la conversación consideradas importantes en un entorno de tipo comercial. En el experimento se formularon y utilizaron tareas estructuradas relativas a la conversación, junto con medidas objetivas y subjetivas de la dinámica temporal de la conversación. Las medidas subjetivas incluían notas sobre la facilidad de interrupción, la necesidad de repetir palabras, la atención, la sensibilidad y la amabilidad del interlocutor. En la figura B.2 se muestran los resultados de este experimento.

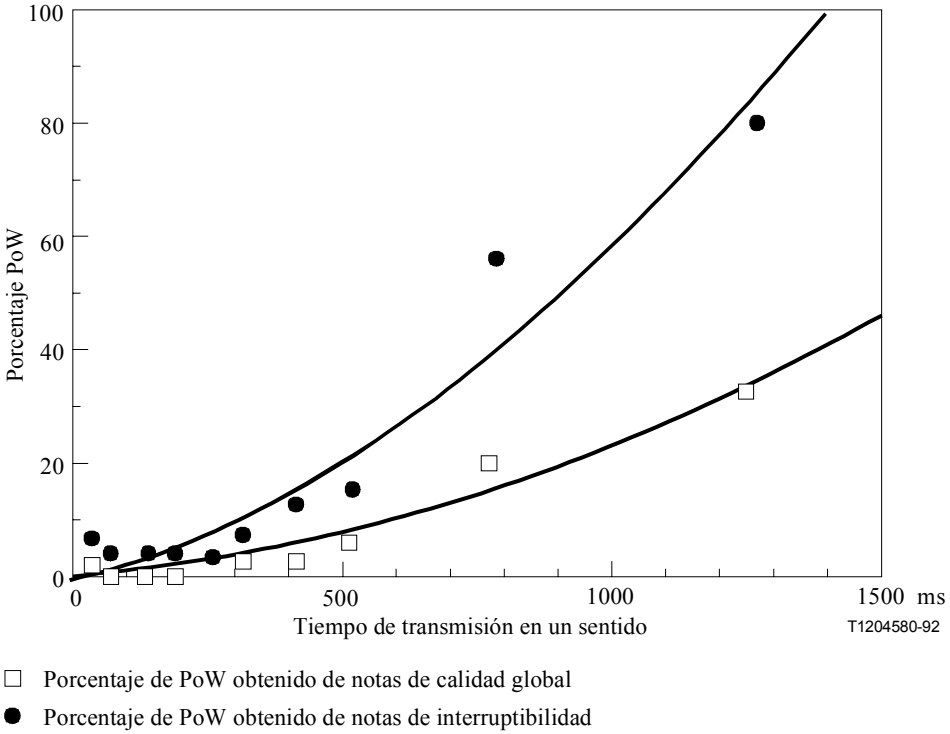


Figura B.2/G.114 – Comparación de PoW para la calidad global y la facilidad de interrupción

En 1990 se concluyó una prueba subjetiva destinada a evaluar los efectos del retardo puro sobre la calidad vocal. La prueba fue diseñada para obtener reacciones subjetivas, sobre la facilidad de interrupción y la calidad, con circuitos telefónicos libres de eco en los cuales se introdujeron distintos retardos. Los resultados indican que los retardos largos no reducen considerablemente las notas medias de opinión en la gama de retardo analizada, es decir, de 0 a 1000 ms en un sentido. Además, la medida de la facilidad de interrupción no muestra que la divergencia con respecto a la calidad global sea tan significativa como se indica en la figura B.2. Sin embargo, las observaciones realizadas durante la prueba y las entrevistas hechas a los individuos después de ella muestran que los sujetos experimentan algunas dificultades reales de comunicación con retardos más largos, aunque no siempre asocian esa dificultad con el retardo.

En 1991 se concluyó una segunda prueba subjetiva destinada a evaluar los efectos del retardo puro en conexiones telefónicas utilizadas por clientes voluntarios. Las llamadas de esos clientes fueron encaminadas a través de un laboratorio, donde se añadieron retardos variables, a saber, de 0 a 750 ms en un sentido. Según la prueba, los resultados de las llamadas con retardo en un sentido fueron los siguientes: con 0 ms de retardo insertado fueron clasificadas "buenas"; con 250 ms, "regulares"; y con 500 ms, "mediocres". En la figura B.3 se presentan los resultados de esta prueba.

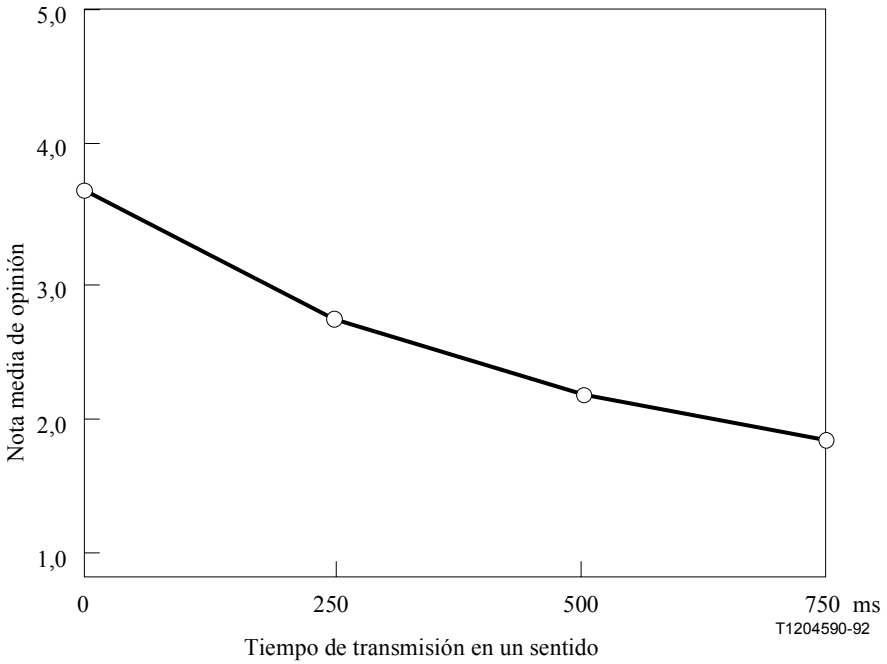


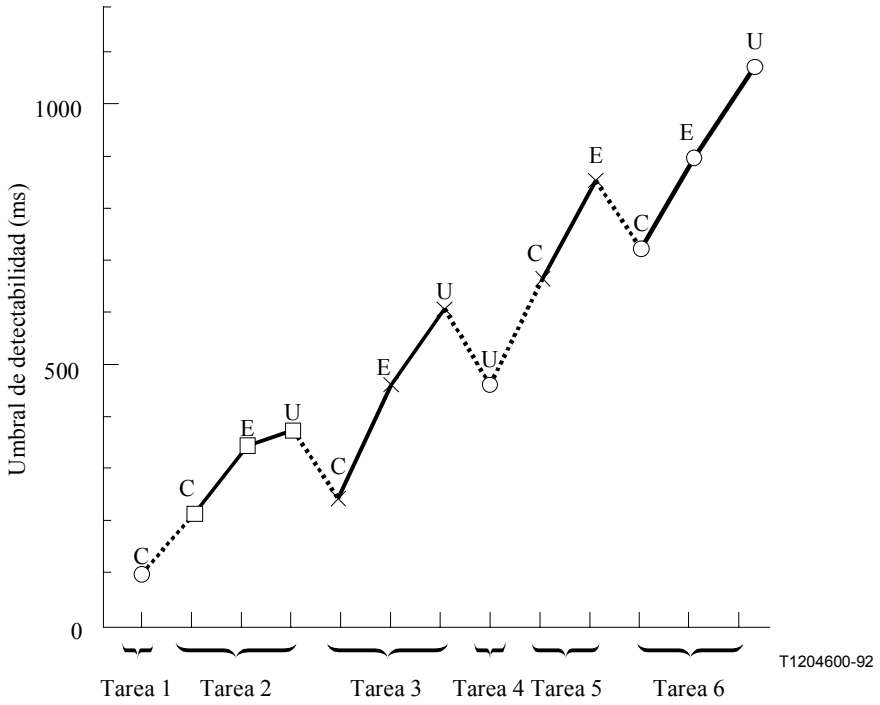
Figura B.3/G.114 – Notas medias de opinión (MOS) para las cuatro condiciones de retardo

Experimentos similares fueron realizados por diversas Administraciones durante el mismo plazo de tiempo. Se ofrecen a continuación los principales resultados del experimento.

El efecto del retardo se midió utilizando una combinación de parámetros físicos objetivos relativos a la eficacia de una conversación. Dicho efecto se analizó utilizando los seis modos (tareas) de conversación siguientes :

– Tarea 1: Leer lo más rápidamente posible números aleatorios uno tras otro.
– Tarea 2: Verificar lo más rápidamente posible números aleatorios uno tras otro.
– Tarea 3: Completar lo más rápidamente posible y mediante intercambio de información palabras a las que les faltan algunas letras.
– Tarea 4: Verificar lo más rápidamente posible nombres de ciudades uno tras otro.
– Tarea 5: Determinar la forma de una figura según la información oral recibida.
– Tarea 6: Conversación libre.

Se realizaron pruebas de opinión subjetivas y se obtuvieron umbrales de detectabilidad de retardo y notas medias de opinión (MOS, *mean opinion scores*) y de eficacia de la conversación. En la figura B.4 se muestran los umbrales de detectabilidad para varias tareas relacionadas con la conversación. Los resultados indican que la calidad subjetiva en función del retardo varía según el modo de conversación y el grupo de sujetos (entrenados, no entrenados).



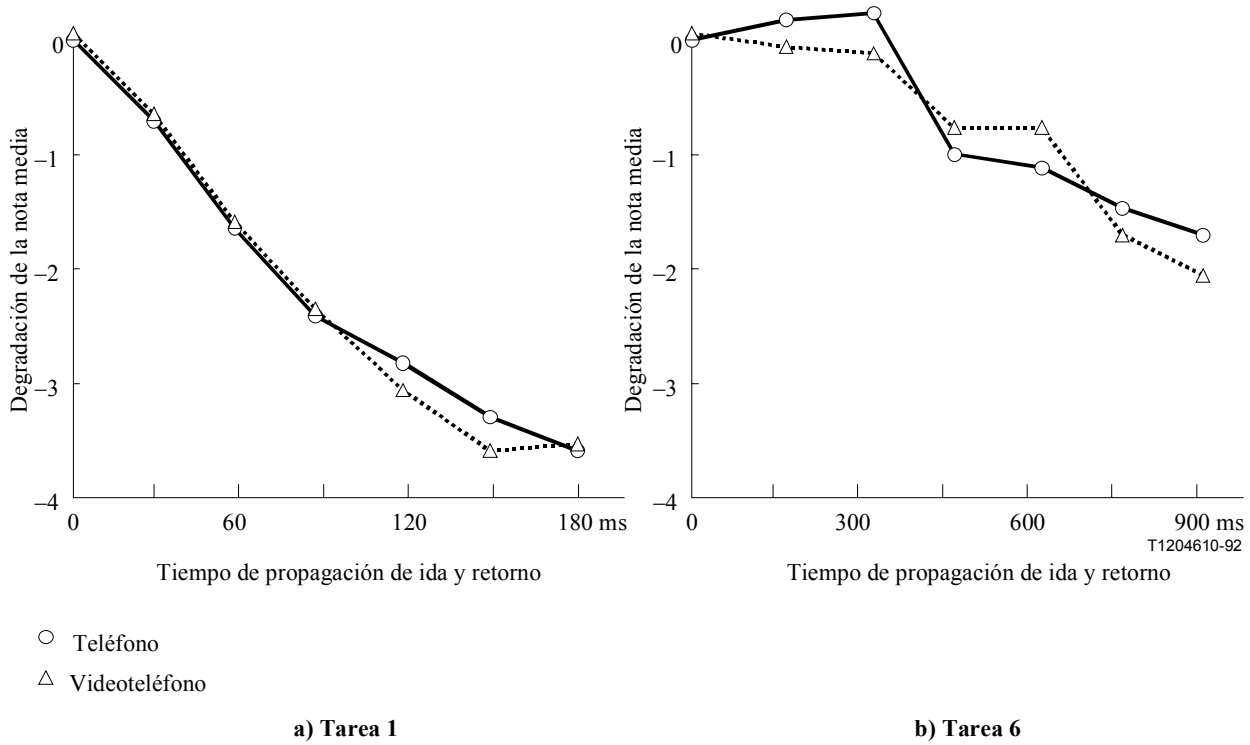
U No entrenados (hombres de negocios, amas de casa, estudiantes)
C Entrenados (tripulaciones)
E No entrenados (empleados de laboratorio)

Figura B.4/G.114 – Umbrales de detectabilidad para varios modelos de conversación

En la figura B.4 el umbral de detectabilidad del tiempo de propagación de ida y retardo se definió como el retardo detectado por el 50% de los sujetos que participaron en una tarea. Ese umbral ofrece cierta orientación a los planificadores de red con respecto a la prestación de un servicio aceptable al usuario.

B.2.3 Interacción entre el retardo y las aplicaciones de usuario

Se realizaron pruebas para evaluar la interacción entre el retardo y las aplicaciones de usuario. En estas pruebas se hizo una comparación entre conversaciones telefónicas y comunicaciones de videotelefonía, y se mostró que existe muy poca diferencia entre ambos tipos de conexión. En la figura B.5 se muestran las degradaciones de la MOS, utilizando como referencia una condición sin retardo.



a) Tarea 1 **b) Tarea 6**

Figura B.5/G.114 – Efectos del retardo en la calidad de las comunicaciones telefónicas y videofónicas

Utilizando los resultados de los experimentos subjetivos antes mencionados, se elaboró una metodología de evaluación objetiva de los efectos del retardo en la comunicación vocal en redes reales.

La información sobre características temporales y su correlación con opiniones subjetivas se extrajo de datos subjetivos. Esos datos se utilizaron después para formular las ecuaciones que predicen el umbral de detectabilidad y la MOS en función del retardo. Los efectos del retardo en la calidad de funcionamiento de las redes comerciales pueden estimarse midiendo los parámetros temporales básicos en condiciones de tráfico real y utilizando luego esos datos para calcular las medidas objetivas mediante las ecuaciones obtenidas experimentalmente.

En el cuadro B.1 se presenta un ejemplo de los resultados obtenidos utilizando esta metodología para un circuito comercial.

En 1992 se realizó un estudio para evaluar la repercusión subjetiva del retardo de transmisión de extremo a extremo en las comunicaciones audiovisuales. Las condiciones experimentales incluían tres conexiones de videoteléfono punto a punto con retardos de 200, 450 y 700 ms para tiempos de transmisión en un sentido. Los sujetos participaron en una serie de conversaciones de 5 minutos y, al final de cada comunicación experimental, así como después de la sesión completa, fueron interrogados. Los resultados se resumen en el cuadro B.2. Se obtuvieron resultados similares en una prueba de videotelefonía.

Cuadro B.1/G.114 – Efecto del retardo en la calidad vocal en una red real

Modo de conversación	Calidad	Distribución acumulativa (%)	Umbral de detectabilidad (Tiempo de transmisión de ida y retorno) (ms)
Tipos de llamadas comerciales	Tarea 1	0,1	90
	Tarea 2	1	210
	Tarea 3	9	290
	Tarea 4	21	480
	Tarea 5	86	680
	Tarea 6	80	740

Cuadro B.2/G.114 – Variación de la calidad de funcionamiento subjetiva de tres conexiones de videotelefonía de extremo a extremo

	Retardos de transmisión en un sentido		
	200 ms	**450 ms**	**700 ms**
MOS calidad de conexión	3,74 ± 0,52	3,69 ± 0,51	3,48 ± 0,48
MOS facilidad de interrupción	4,00 ± 0,55	3,79 ± 0,53	3,56 ± 0,49
Dificultad de comunicación	28 ± 4%	35 ± 5%	46 ± 6%
Aceptabilidad de la conexión	80 ± 11%	78 ± 11%	73 ± 10%
NOTA – Los valores MOS se obtuvieron mediante una escala de cinco puntos (1 a 5). Todos los errores se definen con un nivel de confianza del 95%.			

B.3 Resumen y conclusiones

Los factores de degradación de la transmisión asociados con circuitos de gran retardo se analizan mejor si se separa la degradación debida al eco y la dificultad subjetiva debida al retardo puro. Se ha mostrado que el uso adecuado de compensadores del eco ofrece conexiones por satélite internacionales o nacionales cuyo funcionamiento y calidad son prácticamente equivalentes a los de las conexiones telefónicas terrenales. Estos resultados sólo se refieren al eco eléctrico y serán necesarios estudios adicionales para determinar el efecto del eco acústico.

Así pues, en esas condiciones, los factores de degradación dominantes están asociados con el componente de retardo puro.

Informaciones recientemente presentadas sugieren que:

– Los efectos del retardo puro (sin eco) sobre la dinámica de la conversación pueden detectarse muy por debajo de un retardo de 400 ms en un sentido si se emplean tareas altamente interactivas en los experimentos subjetivos y si se utilizan medidas subjetivas relacionadas con las dificultades de conversación específicas, como la facilidad de interrupción.

– Los efectos del retardo puro (sin eco) en la calidad de la conversación parecen aumentar moderadamente a medida que aumenta el retardo.

Sin embargo, como no se ha normalizado ningún conjunto de pruebas, los resultados experimentales obtenidos dependen del tipo de actividad seleccionada para evaluar la repercusión del retardo y varían significativamente de un laboratorio a otro. Así pues, los diseñadores deben determinar el tipo

de servicios y, por lo tanto, las necesidades de interactividad de la comunicación que se adoptarán para que la calidad de funcionamiento del sistema sea evaluada adecuadamente.

APÉNDICE I

Retraso introducido por el procesamiento correspondiente al codificador

Cuadro I.1/G.114 – Valores por retardo de los codificadores en aplicaciones alámbricas

Tipo de codificador	Velo-cidad (kbit/s)	Tamaño de trama (ms)	Indagación (ms)	Retardo unidireccional medio introducido por el procesamiento correspondiente al codificador (ms)	Referencia
MIC	64	0,125	0	0,375	G.711, G.712
MICDA	40	0,125	0	0,375	G.726, G.727
MICDA	32	0,125	0	0,375	G.721 (1988), G.726, G.727
MICDA	24	0,125	0	0,375	G.726, G.727
MICDA	16	0,125	0	0,375	G.726, G.727
LD-CELP	16	0,625	0	1,875	G.728
LD-CELP	12,8	0,625	0	1,875	G.728
CS-ACELP	8	10	5	35	G.729
VSELP	7,95	20	0	60	IS-54-B, TIA
ACELP	7,4	20	5	65	IS-641, TIA
QCELP	8	20	0	60	IS-96-A
RCELP	8	20	10	70	IS-127
VSELP	6,7	20	5	65	PDC de Japón
RPE-LTP	13	20	0	60	GSM 06.10, Velocidad normal
VSELP	5,6	20	0	60	GSM 06.20, Velocidad mitad
ACELP	12,2	20	0	60	GSM 06.60, FR mejorada
ACELP	5,3	30	7,5	97,5	G.723.1
MP-MLQ	6,3	30	7,5	97,5	G.723.1

NOTA 1 – El codificador MIC convierte de analógico a digital y viceversa, mientras que todos los demás codificadores se refieren al dominio MIC; para MIC en el dominio analógico, se tiene un retardo adicional (0,375 ms).

NOTA 2 – Para aplicaciones alámbricas, el retardo unidireccional medio introducido por el procesamiento correspondiente al códec = 3 × tamaño de trama + indagación (véase A.4.1).

Cuadro I.2/G.114 – Valores de retardo de los codificadores en aplicaciones móviles o sin cordón

Tipo de codificador	Velocidad (kbit/s)	Tamaño de trama (ms)	Indagación (ms)	Ajuste de trama con la interfaz aérea (ms)	Retardo unidireccional medio introducido por el procesamiento correspondiente al codificador (ms)	Referencia
MIC	64	0,125	0	Véase nota 3		G.711, G.712
MICDA	40	0,125	0	Véase nota 3		G.726, G.727
MICDA	32	0,125	0	13,625	14	G.721 (1988), G.726, G.727, DECT
MICDA	24	0,125	0	Véase nota 3		G.726, G.727
MICDA	16	0,125	0	Véase nota 3		G.726, G.727
LD-CELP	16	0,625	0	Véase nota 3		G.728
LD-CELP	12,8	0,625	0	Véase nota 3		G.728
CS-ACELP	8	10	5	Véase nota 3		G.729
VSELP	7,95	20	0			IS-54-B, TIA
ACELP	7,4	20	5			IS-641, TIA
QCELP	8	20	0			IS-96-A
RCELP	8	20	10			IS-127
VSELP	6,7	20	5			PDC de Japón
RPE-LTP	13	20	0	35	95	GSM 06.10, Velocidad normal
VSELP	5,6	20	0	35	95	GSM 06.20, Velocidad mitad
ACELP	12,2	20	0	35	95	GSM 06.60, FR mejorada
ACELP	5,3	30	7,5	Véase nota 3		G.723.1
MP-MLQ	6,3	30	7,5	Véase nota 3		G.723.1

NOTA 1 – El codificador MIC convierte de analógico a digital y viceversa, mientras que todos los demás codificadores se refieren al dominio MIC; para MIC en el dominio analógico, se tiene un retardo adicional (0,375 ms).

NOTA 2 – Para aplicaciones móviles o sin cordón, el retardo unidireccional medio introducido por el procesamiento correspondiente al códec = 3 × tamaño de trama + indagación + ajuste de trama con la interfaz aérea (véase A.4.2).

NOTA 3 – Para los tipos de codificadores marcados, la Comisión de Estudio 12 no conoce ninguna aplicación móvil o sin cordón.

Cuadro I.3/G.114 – Valores de retardo de los codificadores en aplicaciones basadas en IP (una trama por paquete)

Tipo de codificador	Velo-cidad (kbit/s)	Tamaño de trama (ms)	Indagación (ms)	Retardo unideccional medio introducido por procesamiento correspondiente al codificador (ms) (véase nota 2)		Referencia
				Mínimo	Máximo	
MIC	64	0,125	0	0,25	0,375	G.711, G.712
MICDA	40	0,125	0	0,25	0,375	G.726, G.727
MICDA	32	0,125	0	0,25	0,375	G.721 (1988), G.726, G.727
MICDA	24	0,125	0	0,25	0,375	G.726, G.727
MICDA	16	0,125	0	0,25	0,375	G.726, G.727
LD-CELP	16	0,625	0	1,25	1,875	G.728
LD-CELP	12,8	0,625	0	1,25	1,875	G.728
CS-ACELP	8	10	5	25	35	G.729
VSELP	7,95	20	0	40	60	IS-54-B, TIA
ACELP	7,4	20	5	45	65	IS-641, TIA
QCELP	8	20	0	40	60	IS-96-A
RCELP	8	20	10	50	70	IS-127
VSELP	6,7	20	5	45	65	PDC de Japón
RPE-LTP	13	20	0	40	60	GSM 06.10, Velocidad normal
VSELP	5,6	20	0	40	60	GSM 06.20, Velocidad mitad
ACELP	12,2	20	0	40	60	GSM 06.60, FR mejorada
ACELP	5,3	30	7,5	67,5	97,5	G.723.1
MP-MLQ	6,3	30	7,5	67,5	97,5	G.723.1

NOTA 1 – El codificador MIC convierte de analógico a digital y viceversa, mientras que todos los demás codificadores se refieren al dominio MIC; para MIC en el dominio analógico, se tiene un retardo adicional (0,375 ms).

NOTA 2 – Para aplicaciones basadas en IP, el retardo unidireccional medio introducido por el procesamiento correspondiente al códec

= 2 × tamaño de trama + indagación (mínimo, véase A.4.3)
= 3 × tamaño de trama + indagación (máximo, véase A.4.3).

Cuadro I.4/G.114 – Valores de retardo de los codificadores en aplicaciones basadas en IP (múltiples tramas por paquete)

Tipo de codificador	Velo-cidad (kbit/s)	Tamaño de trama (ms)	Inda-gación (ms)	Retardo unidireccional medio introducido por procesamiento correspondiente al codificador (ms) (véase nota 2)		Referencia
				Mínimo	Máximo	
MIC	64	0,125	0	(N + 1) × 0,125	(2N + 1) × 0,125	G.711, G.712
MICDA	40	0,125	0	(N + 1) × 0,125	(2N + 1) × 0,125	G.726, G.727
MICDA	32	0,125	0	(N + 1) × 0,125	(2N + 1) × 0,125	G.721(1988), G.726, G.727
MICDA	24	0,125	0	(N + 1) × 0,125	(2N + 1) × 0,125	G.726, G.727
MICDA	16	0,125	0	(N + 1) × 0,125	(2N + 1) × 0,125	G.726, G.727
LD-CELP	16	0,625	0	(N + 1) × 0,625	(2N + 1) × 0,625	G.728
LD-CELP	12,8	0,625	0	(N + 1) × 0,625	(2N + 1) × 0,625	G.728
CS-ACELP	8	10	5	(N + 1) × 10 + 5	(2N + 1) × 10 + 5	G.729
VSELP	7,95	20	0	(N + 1) × 20	(2N + 1) × 20	IS-54-B, TIA
ACELP	7,4	20	5	(N + 1) × 20 + 5	(2N + 1) × 20 + 5	IS-641, TIA
QCELP	8	20	0	(N + 1) × 20	(2N + 1) × 20	IS-96-A
RCELP	8	20	10	(N + 1) × 20 + 10	(2N + 1) × 20 + 10	IS-127
VSELP	6,7	20	5	(N + 1) × 20 + 5	(2N + 1) × 20 + 5	PDC de Japón
RPE-LTP	13	20	0	(N + 1) × 20	(2N + 1) × 20	GSM 06.10, Velocidad normal
VSELP	5,6	20	0	(N + 1) × 20	(2N+1) x 20	GSM 06.20, Velocidad mitad
ACELP	12,2	20	0	(N + 1) × 20	(2N + 1) × 20	GSM 06.60, FR mejorada
ACELP	5,3	30	7,5	(N + 1) × 30 + 7,5	(2N + 1) × 30 + 7,5	G.723.1
MP-MLQ	6,3	30	7,5	(N + 1) × 30 + 7,5	(2N + 1) × 30 + 7,5	G.723.1

NOTA 1 – El codificador MIC convierte de analógico a digital y viceversa, mientras que todos los demás codificadores se refieren al dominio MIC; para MIC en el dominio analógico, se tiene un retardo adicional (0,375 ms).

NOTA 2 – Para aplicaciones basadas en IP con múltiples tramas por paquete, el retardo unidireccional medio introducido por el procesamiento correspondiente al códec puede calcularse como sigue:

= (N + 1) × tamaño de trama + indagación (mínimo, véase A.4.4)
= (2N + 1) × tamaño de trama + indagación (máximo, véase A.4.4).

NOTA 3 – N = número de tramas por paquete.

APÉNDICE II

Bibliografía

– Recomendación CCITT G.711 (1988), *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales.*

– Recomendación CCITT G.721 (1988) (no está en vigor desde 1993), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) a 32 kbit/s.*

– Recomendación UIT-T G.723.1 (1996), *Códec de voz de doble velocidad para transmisión en comunicaciones multimedios a 5,3 y 6,3 kbit/s.*

– Recomendación CCITT G.726 (1990), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) a 40, 32, 24, 16 kbit/s.*

– Recomendación CCITT G.727 (1990), *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) jerarquizada con 5, 4, 3 y 2 bits/muestra.*

– Recomendación CCITT G.728 (1992), *Codificación de señales vocales a 16 kbit/s utilizando predicción lineal con excitación por código de bajo retardo.*

– Recomendación UIT-T G.728, Anexo H (1999), *Operaciones de LD-CELP a velocidad binaria variable, especialmente para equipos digitales de multiplicación de circuitos a velocidades inferiores a 16 kbit/s.*

– Recomendación UIT-T G.729 (1996), *Codificación de la voz a 8 kbit/s mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada.*

– Recomendación UIT-T G.729, Anexo D (1998), *Algoritmo de codificación de la voz a 6,4 kbit/s mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada.*

– Recomendación UIT-T G.729, Anexo E (1998), *Algoritmo de codificación de la voz a 11,8 kbit/s mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada.*

A los efectos de esta Recomendación UIT-T, las normas que siguen deberán considerarse juntas, como un todo:

– TIA/EIA/IS-54-B (1992), *Cellular System Dual-Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard* (upgraded to TIA/EIA-627 in June 1996).

– TIA/EIA-627 (1996), *800 MHz Cellular System, TDMA Radio Interface, Dual-Mode Mobile Station – Base Station Compatibility Standard*.

– ANSI/TIA/EIA-96-C (1998), *Speech Service Option Standard for Wideband Spread Spectrum Systems*.

– TIA/EIA/IS-127 (1997), *Enhanced Variable Rate Codec, Speech Service Option 3 for Wideband Spread Spectrum Digital Systems*.

– TIA/EIA/IS-641-A (1998), *TDMA Cellular/PCS-Radio Interface – Enhanced Full-Rate Speech Codec*.

– ETSI ETS 300 175-8 VI.4.2 (1999), *Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT); Common Interface (CI); Part 8: Speech Coding and Transmission*.

A los efectos de esta Recomendación UIT-T, las normas que siguen deberán considerarse juntas, como un todo:

– ETSI EN 300 961 V7.0.2 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Transcoding (GSM 06.10 version 7.0.2 Release 1998)*.

– ETSI EN 300 962 V7.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Substitution and muting of lost frames for full rate speech channels* (GSM 06.11 version 7.0.1 Release 1998).

– ETSI EN 300 963 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Comfort noise aspect for full rate speech traffic channels* (GSM 06.12 version 6.0.1 Release 1997).

– ETSI EN 300 964 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Discontinuous Transmission (DTX) for full rate speech traffic channels (GSM 06.31 version 6.0.1 Release 1997).*

– ETSI EN 300 965 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full rate speech; Voice Activity Detector (VAD) for full rate speech traffic channels* (GSM 06.32 version 6.0.1 Release 1997).

A los efectos de esta Recomendación UIT-T, las normas que siguen deberán considerarse juntas, como un todo:

– ETSI EN 300 969 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Half rate speech transcoding* (GSM 06.20 version 6.0.1 Release 1997).

– ETSI EN 300 970 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Substitution and muting of lost frames for half rate speech traffic channels (GSM 06.21 version 6.0.1 Release 1997)*.

– ETSI EN 300 971 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Comfort noise aspects for the half rate speech traffic channels* (GSM 06.22 version 6.0.1 Release 1997).

– ETSI EN 300 972 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Discontinuous Transmission (DTX) for half rate speech traffic channels* (GSM 06.41 version 6.0.1 Release 1997).

– ETSI EN 300 973 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Half rate speech; Voice Activity Detector (VAD) for half rate speech traffic channels* (GSM 06.42 version 6.0.1 Release 1997).

A los efectos de esta Recomendación UIT-T, las normas que siguen deberán considerarse juntas, como un todo:

– ETSI EN 300 726 V7.0.2 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Enhanced Full Rate (EFR) speech transcoding* (GSM 06.60 version 7.0.2 Release 1998).

– ETSI EN 300 727 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Substitution and muting of lost frames for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.61 version 6.0.1 Release 1997).

– ETSI EN 300 728 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Comfort noise aspects for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.62 version 6.0.1 Release 1997).

– ETSI EN 300 729 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Discontinuous Transmission (DTX) for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.81 version 6.0.1 Release 1997).

– ETSI EN 300 730 V6.0.1 (1999), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Voice Activity Detector (VAD) for Enhanced Full Rate (EFR) speech traffic channels* (GSM 06.82 version 6.0.1 Release 1997).

– ARIB: RCR STD-27 H, Fascicle 1 (febrero 2 de 1999), *Personal Digital Cellular Telecommunication System ARIB Standard*.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

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

Ginebra, 2001