



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

G.174

(06/94)

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS
CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS
INTERNACIONALES**

**OBJETIVOS DE CALIDAD DE TRANSMISIÓN
PARA LOS SISTEMAS DIGITALES
TERRENALES SIN HILOS QUE UTILIZAN
TERMINALES PORTÁTILES PARA ACCEDER
A LA RED TELEFÓNICA PÚBLICA
CONMUTADA**

Recomendación UIT-T G.174

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (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 N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T G.174 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 12 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 21 de junio de 1994.

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.

© UIT 1995

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

	<i>Página</i>
1 Alcance.....	1
2 Referencias normativas	1
3 Abreviaturas y definiciones.....	2
4 Configuración de referencia	2
5 Perspectiva de calidad global de la RTPC.....	3
5.1 Perspectiva de calidad de servicio de la RTPC.....	3
5.2 Perspectiva de calidad de transmisión de la RTPC.....	4
6 Efectos de transmisión del radiocanal digital.....	4
7 Objetivos de calidad de transmisión vocal	5
7.1 Generalidades	5
7.2 Calidad de funcionamiento del codificador vocal	6
7.3 Índices de sonoridad	6
7.4 Atenuación ponderada por acoplamiento del terminal	7
7.5 Retardo.....	7
7.6 Variaciones del retardo y de la respuesta en eco	8
7.7 Control del eco desde el exterior del sistema sin hilos	8
7.8 Recorte (temporal).....	9
7.9 Ruido de canal en reposo	9
7.10 Contraste de ruido y ruido de fondo artificial	10
7.11 Errores de bits aleatorios y ráfagas de errores	10
7.12 Anchura de banda	10
7.13 Atenuación para la estabilidad (atenuación mínima del trayecto de eco).....	10
7.14 Distorsión de cuantificación	10
8 Datos en banda vocal y otras transmisiones no vocales	10
8.1 Generalidades	10
8.2 Requisitos de las aplicaciones.....	11
8.3 Idoneidad de la calidad de funcionamiento	11
8.4 Interfuncionamiento.....	11
8.5 DTMF	12
8.6 Señales de progresión de la llamada.....	12

SUMARIO

Esta Recomendación proporciona objetivos de calidad de transmisión que, de alcanzarse, deben facilitar una amplia aceptación por los usuarios de las tecnologías sin hilos que están surgiendo. Estos objetivos se aplican a sistemas digitales terrenales sin hilos que utilizan terminales portátiles para el acceso a la RTPC. Además, esta Recomendación refuerza la idea de que una «calidad comparable a la de la RTPC» encierra, entre muchas otras consideraciones, un amplio conjunto de criterios de calidad de transmisión, todos los cuales se deben tener en cuenta para conseguir la robustez y las capacidades de interfuncionamiento de la RTPC.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de comunicaciones personales sin hilos de la próxima generación, tales como el futuro sistema público de telecomunicaciones móviles terrestres (FPLMTS, *future public land mobile telecommunications system*) que están siendo normalizados por el UIT-R, se espera que estén desplegados a nivel mundial para el año 2000. Un objetivo declarado del FPLMTS, es que su calidad de servicio, que incluye la calidad de transmisión, ha de ser comparable con la de la RTPC. Se reconoce ampliamente que debe satisfacerse este objetivo a fin de que estos sistemas de acceso sin hilos sean de utilidad general y consigan la amplia aceptación que ha obtenido la RTPC. Por consiguiente, esta Recomendación se ha desarrollado con la finalidad de proporcionar los objetivos de calidad de transmisión que debe cumplir un sistema sin hilos para que se considere comparable con la RTPC. Estos objetivos deben considerarse como genéricos, y pueden ser directamente aplicables o no a los FPLMTS, que pueden precisar de otros requisitos específicos.

Habida cuenta que los sistemas de comunicaciones personales sin hilos pueden reemplazar eficazmente el tramo de prolongación nacional de una conexión internacional, todas las Recomendaciones que tratan de prolongaciones nacionales se podrán aplicar también a estos sistemas sin hilos, a menos que esta Recomendación indique otras directrices para la planificación del sistema. Los objetivos indicados a continuación se han establecido admitiendo que deben ser suficientemente precisos para orientar adecuadamente el desarrollo de subsistemas y a la vez lo suficientemente flexibles para acomodar la reconocida necesidad de un compromiso entre la calidad y la capacidad en una variedad de entornos operativos radioeléctricos. Por último, esta Recomendación resalta la diversidad de los criterios de calidad de transmisión que hay que considerar para lograr la meta de una calidad «comparable a la de la RTPC».

OBJETIVOS DE CALIDAD DE TRANSMISIÓN PARA LOS SISTEMAS DIGITALES TERRENALES SIN HILOS QUE UTILIZAN TERMINALES PORTÁTILES PARA ACCEDER A LA RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA

(Ginebra, 1994)

1 Alcance

Esta Recomendación proporciona objetivos de calidad de transmisión para los sistemas digitales terrenales sin hilos que utilizan terminales portátiles para el acceso a la RTPC (o a la interfaz de red de la RTPC). Aunque el acceso por satélite a una estación base no está dentro del alcance de esta Recomendación, no se excluye que en la interconexión con la RTPC se utilice acceso por satélite, o un enlace por satélite dentro de la RTPC. A estos terminales portátiles se les denomina genéricamente en esta Recomendación como sistemas de comunicaciones personales sin hilos; sin embargo, no es intención que los objetivos aquí indicados se apliquen necesariamente a cualquier sistema de comunicaciones personales sin hilos. Los objetivos aquí expuestos se han determinado a partir de la hipótesis concreta de que los sistemas de conmutación y de transmisión utilizados en la RTPC, por encima del nivel de central local e incluyendo a estas centrales, son digitales, siendo las líneas de abonado analógicas o digitales. Esta hipótesis permite una orientación más realista durante el periodo de tiempo en que se prevé que serán instalados estos futuros sistemas sin hilos. Una vez consolidados, se espera que estos sistemas sin hilos no introducirán ninguna degradación importante en la calidad de transmisión con relación a la de los enlaces de la RTPC que se tratan en las Recomendaciones de la serie G.100. Actualmente se cuenta con la Recomendación G.173 para las tecnologías móviles ya establecidas que es posible no cumplan la presente Recomendación por motivos económicos.

Esta Recomendación tiene dos grandes objetivos: primero, proporcionar en un documento único, objetivos de calidad de transmisión que, de alcanzarse, deben facilitar una amplia aceptación por los usuarios de las tecnologías sin hilos que están apareciendo. El segundo gran objetivo de esta Recomendación es reforzar la idea de que una «calidad comparable a la de la RTPC» encierra, entre otras muchas consideraciones, un amplio conjunto de criterios de calidad de transmisión, todos los cuales deben considerarse para conseguir la robustez y las capacidades de interfuncionamiento de la RTPC.

2 Referencias normativas

- Recomendación E.430 *Marco de evaluación de la calidad de servicio*
- Recomendación E.800 *Vocabulario de calidad de servicio y seguridad de funcionamiento*
- Recomendación G.113 *Degradaciones de transmisión*
- Recomendación G.114 *Tiempo de propagación en un sentido*
- Recomendación G.131 *Estabilidad y ecos*
- Recomendación G.165 *Compensadores de eco*
- Recomendación G.173 *Aspectos del servicio vocal en las redes móviles terrestres públicas digitales relacionadas con la planificación de la transmisión*
- Recomendación G.711 *Modulación por impulsos codificados (MIC) de frecuencias vocales*
- Recomendación G.712 *Características de transmisión de los canales de modulación por impulsos codificados*
- Recomendación G.726 *Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) a 40, 32, 24, 16 kbit/s*
- Recomendación G.728 *Codificación de señales vocales a 16 kbit/s utilizando predicción lineal con excitación por código de bajo retardo*
- Recomendación P.31 *Características de transmisión de los teléfonos digitales*
- Recomendación P.79 *Determinación de índices de sonoridad*
- Recomendación Q.1001 *Aspectos generales de las redes móviles terrestres públicas*

3 Abreviaturas y definiciones

A los efectos de esta Recomendación, se utilizan las siguientes abreviaturas

BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error ratio</i>)
BLER	Tasa de errores en los bloques (<i>block error ratio</i>)
DTMF	Multifrecuencia bitono (<i>dual tone multiple frequency</i>)
EPL	Atenuación de trayecto de eco (<i>echo path loss</i>)
FPLMTS	Futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres (<i>future public land mobile telecommunication systems</i>)
LD-CELP	Predicción lineal con excitación por código de bajo retardo (<i>low delay-code excited linear prediction</i>)
MIC	Modulación por impulsos codificados
MICDA	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa
PCS	Sistemas de comunicaciones personales (<i>personal communications systems</i>)
QDU	Unidad de distorsión de cuantificación (<i>quantization distortion unit</i>)
RLR	Índice de sonoridad en recepción (<i>receiving loudness rating</i>)
RMTP	Red móvil terrestre pública
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SLR	Índice de sonoridad en emisión (<i>sending loudness rating</i>)
TCL _w	Atenuación ponderada por acoplamiento del terminal (<i>terminal coupling loss (weighted)</i>)

Cuando es posible, se incluyen entre corchetes las fuentes de definición:

estación base: Denominación ordinaria de todo el equipo de radio situado en un mismo lugar y utilizado para atender una o varias células. [Véase la Recomendación UIT-T Q.1001.]

traspaso: Acción de conmutar una llamada en curso de una célula a otra (o entre radiocanales de la misma célula). El traspaso se utiliza para que las llamadas establecidas puedan continuar cuando las estaciones móviles se desplazan de una célula a otra (o como un modo de reducir al mínimo la interferencia cocanal). [Véase la Recomendación UIT-T Q.1001.]

red móvil terrestre pública (RMTP): Red establecida y explotada por una Administración o empresa de explotación reconocida (EER) con el fin específico de proporcionar servicios de telecomunicación móvil terrestre al público. Una RMTP puede considerarse como una extensión de una red fija (por ejemplo, la RTPC) o como parte integrante de la RTPC). [Véase la Recomendación UIT-T Q.1001.]

RTPC: A los efectos de esta Recomendación, este término se utiliza para representar un trayecto totalmente digital en la red conmutada, central local a central local, que está terminado en el extremo lejano (del sistema de acceso sin hilos) bien por una línea de abonado y terminal analógicos o por una línea de abonado y terminal digitales.

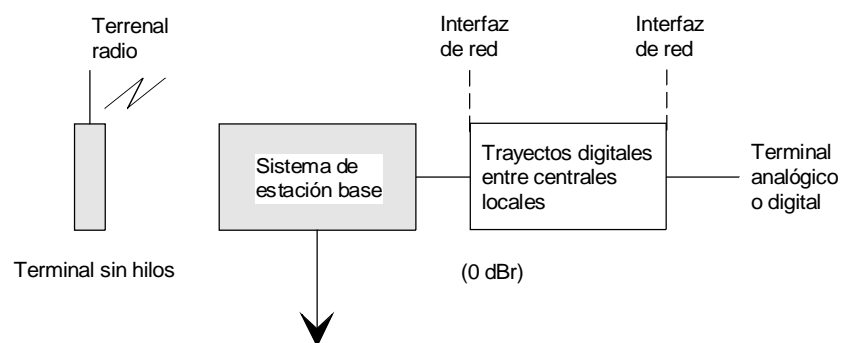
acceso sin hilos: Acceso terminal a la red utilizando tecnología sin hilos. Ejemplos son: teléfonos móviles digitales, teléfonos sin cordón digitales y estaciones personales FPLMTS.

acceso con hilos: Acceso terminal a la red que utiliza tecnología con hilos (por ejemplo, aparatos telefónicos convencionales y líneas de abonado).

terminal sin hilos: Término general utilizado para cualquier estación móvil, estación personal o terminal personal, con la cual se utiliza acceso no fijo a la red.

4 Configuración de referencia

La Figura 1 muestra la configuración general de un sistema sin hilos digital de acceso personal al cual se aplican los objetivos de calidad de funcionamiento de la Recomendación. Cuando la interfaz de red es digital, puede tener un nivel relativo de 0 dBr en ambos sentidos de transmisión. Cuando se utiliza una línea analógica para interconectar la estación base a los trayectos digitales en la RTPC, se aplican otras consideraciones (véase por ejemplo la Figura 4).



Ejemplo de posibles funciones da un sistema de estación base:

Interfaz RF	Codificación de canal	Codificación de privacidad	Procesamiento de la señal vocal: Codificación vocal Interpolación de la palabra Compensación de eco
-------------	-----------------------	----------------------------	--

T1207040-94/d01

FIGURA 1/G.174

Configuración de referencia para los sistemas de acceso sin hilos

5 Perspectiva de calidad global de la RTPC

5.1 Perspectiva de calidad de servicio de la RTPC

La *calidad de servicio* se define en la Recomendación UIT-T E.800 como el efecto global de las características de servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario de un servicio. La calidad de servicio se caracteriza por los aspectos combinados de los factores de calidad de funcionamiento aplicables a todos los servicios, tales como: la logística del servicio, la facilidad de utilización del servicio, la accesibilidad del servicio, la retenibilidad del servicio y la integridad del servicio, además de otros factores específicos de un determinado servicio.

La *calidad de funcionamiento de la red* se define como la aptitud de una red o parte de la red para ofrecer las funciones correspondientes a las comunicaciones entre usuarios; contribuye a la accesibilidad del servicio, a la retenibilidad del servicio y a la integridad del servicio. Los valores de los parámetros de calidad de funcionamiento de la red suelen derivarse a partir de los valores de parámetros de calidad de servicio.

La Recomendación UIT-T E.430 proporciona una matriz 3×3 de alto nivel como la estructura primaria para identificar todas las fuentes y todas las relaciones de calidad de servicio que atañen a la calidad de funcionamiento de la red. Esta matriz de alto nivel, resumida a continuación en el Cuadro 1, recomienda utilizar los criterios de velocidad, exactitud y seguridad de funcionamiento para juzgar la calidad con la que se efectúan las funciones de usuario básicas de establecimiento de la conexión, transferencia de la información de usuario, y liberación de la conexión. Se aconseja a los responsables del desarrollo de sistemas sin hilos de comunicaciones personales que se remitan a la Recomendación E.430 para consultar la lista de las Recomendaciones UIT-T específicas que se aplican a cada elemento de esta matriz. La consideración cuidadosa de este marco de calidad de servicio de telecomunicación debe facilitar su aceptación por el usuario.

Matriz 3 × 3 de alto nivel de calidad de servicio

Funciones de usuario	Criterios de calidad		
	Velocidad	Precisión	Seguridad de funcionamiento
Establecimiento de la conexión			
Transferencia de la información de usuario			
Liberación de la conexión			

5.2 Perspectiva de calidad de transmisión de la RTPC

En esta subcláusula se exponen los requisitos de alto nivel que deben satisfacer los sistemas de comunicaciones personales sin hilos, si tales sistemas van a formar parte de una conexión de extremo a extremo con una calidad de transmisión similar (en términos de las expectativas de usuario) a la de la RTPC. Siguiendo las líneas generales descritas en esta subcláusula, se proporcionan objetivos más específicos de calidad de transmisión. Si se cumplen estos objetivos de calidad será sumamente probable que se alcance un nivel de calidad de transmisión que satisfaga los requisitos de alto nivel ahora indicados.

Las conexiones que incluyen el sistema sin hilos deben conseguir, en condiciones sin errores, índices subjetivos comparables a los de las conexiones en la RTPC normal. Esta es una condición necesaria, pero no suficiente, para ser considerada «calidad de la RTPC» o «calidad interurbana». Para obtener la amplia aceptación de la RTPC, desde una perspectiva de la calidad, los sistemas sin hilos deben cumplir otros muchos requisitos. Por ejemplo, la voz recibida debe parecer natural, y los usuarios deben poder reconocer las voces de las personas que les resultan conocidas. Además, los sistemas sin hilos deben ser resistentes a las transcodificaciones (como cuando se utilizan en cascada con un sistema sin hilos en el extremo distante); resistentes hasta un nivel razonable frente a los errores de bits y de trama; y resistentes a la amplia variedad de condiciones de ruido ambiente (por ejemplo, oficinas, exteriores, autopistas) en las que se utilizarán tales sistemas.

La lista continúa: debe ser posible mantener conversaciones altamente interactivas con poco esfuerzo, lo que significa que no pueden introducirse retardos excesivos; no deben imponerse efectos molestos a los tonos de progresión de la llamada, a las locuciones de la red o a los fondos musicales que se utilizan durante los periodos de espera; las degradaciones graves en el propio canal, tales como cortes de señal, no serán frecuentes ni regulares; la voz procesada a través de este tipo de sistemas será reconocible por los sistemas de reconocimiento de la voz de la red (que ya funcionan correctamente con voz originada en la RTPC); los datos en banda vocal deben ser soportados a una velocidad de datos y a un nivel de calidad esperado por los usuarios (que deberá cuantificarse) de la aplicación móvil que estén utilizando, como podría ser la transmisión facsímil o el acceso a un computador distante (suponiendo que estas aplicaciones son características del servicio que utiliza); y naturalmente las señales dentro de banda tales como las DTMF deben ser retransmitidas con una pequeña probabilidad de error por el receptor DTMF. (Los datos en banda vocal y la señalización pueden no estar soportados dentro de banda en el trayecto vocal, sino por algún otro medio.)

Esta subcláusula ha puesto de relieve algunas de las muchas expectativas de los usuarios con respecto a la RTPC. De no conseguirse estas capacidades, o si los niveles de calidad ofrecidos resultan insatisfactorios para el usuario, los sistemas sin hilos puede que no tengan la amplia aceptación de los usuarios que se persigue como meta evidente para estos sistemas.

6 Efectos de transmisión del radiocanal digital

Con las comunicaciones personales sin hilos, uno o más segmentos del trayecto completo de extremo a extremo se transmiten por un (radio) canal sin hilos. Este canal enlaza un terminal sin hilos con una estación base. En la mayoría de las aplicaciones de las comunicaciones personales sin hilos, es improbable que el terminal sin hilos se halle en la línea de visibilidad directa de la estación base. Así, una señal directamente retransmitida puede ser bloqueada por objetos estructurales y ambientales estacionarios y no estacionarios, tales como paredes, automóviles y árboles. Se producen diferentes trayectos de propagación por reflexiones en estos objetos, cada uno de ellos con retardos, fase y atenuación

diferentes. Debido a las adiciones de señal que producen estos trayectos de propagación diferentes (propagación multitrayecto), un radiocanal portátil experimentará fluctuaciones de señal (es decir, desvanecimiento por multitrayecto y dispersión) y distorsiones en función de la distancia o de la hora para un usuario itinerante. En realidad, debido al movimiento de los objetos que bloquean en las proximidades del usuario, incluso un usuario estacionario recibirá una señal que fluctúa en el tiempo. Puede experimentarse interferencia causada por otros usuarios de células adyacentes, particularmente en condiciones de desvanecimiento.

Además, las diferentes tecnologías, (por ejemplo, banda estrecha frente a banda ancha) serán afectadas de manera diferente por los diversos efectos de transmisión mencionados. El realizador del sistema debe tener esto en cuenta al tratar de cumplir las normas generales sobre calidad de funcionamiento establecidas en la presente Recomendación.

La Figura 2 muestra ejemplos de envolturas de la señal recibida y detectada en función del tiempo en el entorno multitrayecto. Fluctuaciones tales como las presentadas pueden aparecer en el tiempo (dependiendo de la velocidad del usuario con relación al entorno), y en distancias de aproximadamente una semilongitud de onda (por ejemplo, 15 cm a 1 GHz). Las duraciones de los desvanecimientos y entre desvanecimientos dependerán de la velocidad del usuario, la frecuencia portadora, el umbral de desvanecimiento, la anchura de banda del canal y de otros factores. Para los sistemas de banda estrecha, cuando la señal recibida se desvanece por debajo de cierto umbral de detección en relación con el ruido o con la interferencia (véase la Figura 2), aparece un periodo de interrupción en el que pueden perderse una o más tramas, produciendo errores en el canal.

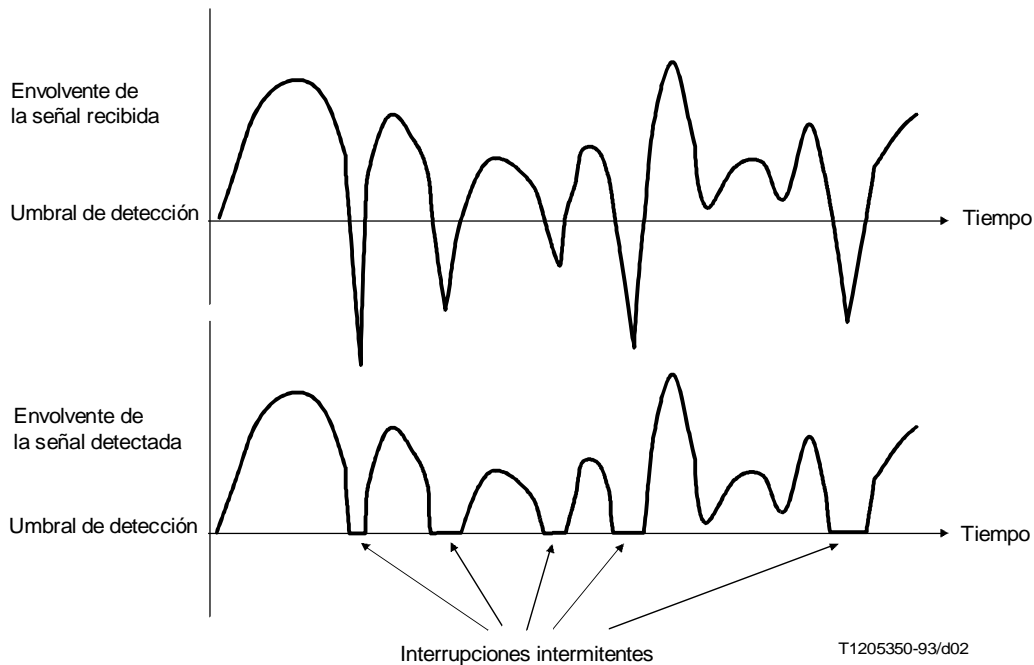


FIGURA 2/G.174
Ejemplo de interrupciones intermitentes debidas al desvanecimiento
(sistema de banda estrecha)

7 Objetivos de calidad de transmisión vocal

7.1 Generalidades

Los objetivos de calidad de transmisión que se exponen a continuación se han obtenido para contribuir a que los futuros sistemas sin hilos alcancen el objetivo de una calidad de servicio comparable con la proporcionada por la RTPC.

Para algunos parámetros de transmisión, tales como la distorsión de cuantificación, un criterio de «red totalmente digital» permitirá relajar algo los objetivos para los valores de los sistemas de acceso sin hilos, en comparación con los valores más estrictos que hubiera sido necesario utilizar en combinación con una RTPC «mixta» que contuviera, por ejemplo, muchas conversiones analógico-digitales. Debe resaltarse, sin embargo, que esta tendencia *no* se aplica a todas las degradaciones de transmisión. En particular, en la degradación relativa al retardo de transmisión, el criterio «red totalmente digital» conduce a un valor *mayor* de esta degradación en la red, debido a la utilización de fibras ópticas, procesamiento digital y memorización intermedia, y a cambios en las arquitecturas de red y en su encaminamiento asociado. Por tanto, debe ejercerse un escrutinio detallado al considerar las diversas tecnologías de los sistemas sin hilos.

7.2 Calidad de funcionamiento del codificador vocal

Como ya se ha indicado, el radiocanal se caracteriza por una transmisión relativamente libre de errores, jalonada por ráfagas ocasionales de pérdidas de tramas en condiciones de desvanecimientos profundos. Así, los codificadores vocales para comunicaciones personales sin hilos han de ser evaluados para conocer su calidad de funcionamiento mientras están sometidos a ráfagas de errores correlacionados de diversa longitud. Es también probable que en los sistemas de comunicaciones personales sin hilos se encuentren niveles de ruido acústico ambiente mayores que en las comunicaciones con hilos. Por tanto, es también deseable que los codificadores vocales se evalúen en condiciones de ruido de fondo acústico de diferente magnitud.

De particular interés es el efecto sobre la calidad de funcionamiento causado por el desvanecimiento del radiocanal cuando se utilizan codificadores vocales de baja velocidad binaria. En este caso, los usuarios de comunicaciones personales pueden experimentar degradaciones de calidad vocal de tipos antes desconocidos resultantes del propio proceso de compresión, o de la multiplicación de errores cuando se producen ráfagas de errores en los datos comprimidos. La repercusión sobre la calidad percibida, debido a las ráfagas de errores en los codificadores vocales de baja velocidad binaria, es un campo de estudio constante (véase 7.11).

Una prueba útil caracterizaría la calidad vocal de un codificador en periodos de desvanecimientos cortos, medios y largos. Gamas razonables para las categorías de los desvanecimientos podrían ser: hasta 25 ms (cortos), 25 a 75 ms (medios) y superiores a 75 ms (largos). Las ráfagas de errores de duración mayor a unos 100 ms introducen degradaciones independientemente de la aptitud de recuperación del codificador, reduciendo así la necesidad de pruebas comparativas para valores superiores a los 100 ms. Los codificadores vocales que tengan una buena calidad de funcionamiento para una gama representativa de ráfagas de errores cortas, medias y largas deben tener una buena calidad de funcionamiento en un sistema real de comunicaciones personales sin hilos.

Los codificadores vocales para comunicaciones personales sin hilos deben ser resistentes cuando están sometidos a ráfagas de errores, por lo que deben tener los siguientes atributos:

- El codificador vocal debe tratar de estimar la señal vocal durante los periodos de desvanecimientos cortos y durante la parte inicial (se sugiere el valor de 25 ms, basado en la experiencia de varias Administraciones) de los periodos de desvanecimientos más largos. No deben producirse detonaciones ni chasquidos.
- Durante los periodos de desvanecimiento más largos, la salida debe disminuir sin inestabilidad. La salida debe permanecer amortiguada (o sustituirse por un bajo nivel de ruido) durante el resto del periodo de desvanecimiento.
- Cuando se recibe una trama correcta después de un periodo de desvanecimiento, el decodificador debe restablecerse rápidamente a la salida sin errores, sin producir ninguna inestabilidad, detonaciones ni chasquidos.

Aunque no es posible recomendar valores de estos atributos, deben considerarse en la evaluación de los candidatos a codificadores vocales. Una vez que se ha acordado un algoritmo para simular ráfagas de errores de trama cortas, medias y largas, todos los codificadores candidatos deben probarse subjetivamente utilizando el mismo conjunto de secuencias de prueba, y evaluarse según la calidad vocal percibida. Estas pruebas caracterizarán la forma en que cada codificador se comporta bajo una amplia gama de ráfagas de errores, niveles de entrada y sistemas en cascada (interfuncionamiento de sin hilos a sin hilos), de modo que pueda elegirse el codificador adecuado con arreglo al nivel de calidad vocal necesario para determinadas aplicaciones.

7.3 Índices de sonoridad

Una buena calidad de transmisión sin hilos debe presentar un índice de sonoridad en emisión (SLR, *sending loudness rating*) nominal de 8 dB, un índice de sonoridad en recepción (RLR, *receiving loudness rating*) nominal de 2 dB, un índice de enmascaramiento para el efecto local (STMR, *sidetone masking rating*) nominal de 10 a 15 dB, y un índice de efecto local para el oyente (LSTR, *listener sidetone rating*) nominal no inferior a 15 dB. Estos valores son consecuentes

con la Recomendación UIT-T P.31, se aplican entre el terminal sin hilos y la interfaz de red (véase la Figura 1) y suelen estar destinados a su utilización con bajo ruido ambiente. Los valores recomendados para ruido ambiente elevado quedan en estudio (el Anexo E/P.79 puede resultar útil). Además, puede ser conveniente disponer de un control de volumen en recepción, cuya gama de funcionamiento concreta queda en estudio.

7.4 Atenuación ponderada por acoplamiento del terminal

Con el fin de proporcionar suficiente protección contra el eco (para la RTPC) debido a acoplamiento acústico en el terminal sin hilos, debe disponerse una atenuación ponderada por acoplamiento del terminal (TCL_W) de al menos 40 dB, y preferentemente 45 dB (véase la Recomendación UIT-T P.31).

Puede conseguirse fácilmente un elevado aislamiento acústico ($TCL_W > 40$ dB) en los terminales de microteléfono normales mediante un diseño cuidadoso. Sin embargo, en los pequeños terminales portátiles o de manos libres, pueden tener que utilizarse técnicas más complejas. Por ejemplo, puede ser necesaria la introducción de tecnología avanzada de control del eco capaz de aumentar el aislamiento acústico en los terminales manos libres (la tecnología del cancelador de eco normal no es probable que proporcione una mejora suficiente de la atenuación del trayecto de eco en un entorno acústico dinámico). Los requisitos de control de eco de los terminales de manos libres dependen del nivel del ruido ambiente; estos requisitos quedan en estudio.

7.5 Retardo

El retardo puede tener dos efectos sobre la calidad vocal. En primer lugar, aumenta cualquier degradación de eco percibida por los usuarios y, en segundo lugar, aun cuando el eco esté controlado, los retardos unidireccionales superiores a 150 ms (de extremo a extremo) pueden interferir (véase el anexo B de la Recomendación UIT-T G.114) con la dinámica de la conversación vocal, según el tipo de conversación y el grado de interacción. Además, el retardo puede degradar la calidad de determinadas aplicaciones de datos en banda vocal, algunas de las cuales son más sensibles al retardo que las aplicaciones vocales. Estos hechos son importantes para esta Recomendación, cuyo propósito es proporcionar directrices de calidad de funcionamiento para que los sistemas de *acceso terrenal sin hilos* ofrezcan una calidad que sea similar a la de los segmentos de la RTPC *con hilos* que reemplazan (véase el último párrafo de esta subcláusula). Se debe destacar que la Recomendación G.114 proporciona una amplia orientación sobre el retardo de transmisión, incluyendo el reconocimiento de que las aplicaciones de usuario altamente interactivas pueden ser demasiado restrictivas para fines generales de planificación de red, para los cuales se utiliza el límite de 400 ms en un sentido para conexiones internacionales completas (de extremo a extremo).

Se necesitan directrices de control del eco sobre el retardo *incremental* debido a la parte del acceso sin hilos en las conexiones a la RTPC. El «retardo incremental» es el retardo añadido por el sistema sin hilos por encima y más allá del segmento con hilos que se sustituye. Se recomienda que el organismo operador del acceso sin hilos aplique medidas de control de eco cuando el retardo incremental en un sentido sea de 5 ms o superior. (Este valor está basado en las directrices de planificación habitualmente utilizadas por la Comisión de Estudio 12 del UIT-T). Esta acción protegerá al usuario del terminal sin hilos contra el molesto eco que se devuelve por reflexión en el extremo distante de la RTPC, ya que no puede suponerse que los enlaces interurbanos de la RTPC están dotados de canceladores de eco (o de canceladores de eco adecuados).

Para retardos incrementales en un sentido superiores a 5 ms, se recomienda encarecidamente la evaluación cuidadosa de la degradación potencial relacionada con el eco. Esta consideración viene dictada por la utilización en algunos sistemas sin hilos de microteléfonos de bolsillo y poco peso en una variedad de entornos ruidosos, cuya combinación podría causar efectos que no se comprenden del todo. Por tanto, se recomienda que se efectúen pruebas cuidadosas.

El retardo unidireccional *total* de los sistemas sin hilos debe incluso estar limitado aunque se utilice control de eco, por la razón de que estos sistemas formarán parte de conexiones que pueden contener largas rutas de fibras ópticas o satélites en el segmento RTPC internacional. Aunque son necesarios más estudios para proporcionar directrices sobre el compromiso específico entre el retardo y la aplicación en los sistemas sin hilos, se recomienda que se mantenga el retardo unidireccional total por debajo de 40 ms, como se hizo en la planificación de la transmisión por la RMTP en la Recomendación UIT-T G.173. Es conveniente un valor objetivo del retardo unidireccional inferior a 20 ms, a la vista de las siempre crecientes preocupaciones en torno a los efectos del retardo de transmisión de extremo a extremo en las aplicaciones de usuario. (Estos retardos se refieren a los tiempos de transmisión en un sentido, que incluyen el procesamiento y la propagación, entre el terminal sin hilos y la estación base.)

7.6 Variaciones del retardo y de la respuesta en eco

Muchos sistemas de acceso sin hilos pueden introducir retardos de conmutación y variaciones en la respuesta en eco, tales como las debidas a traspasos que suponen cambiar repentinamente el trayecto de transmisión. Las variaciones del retardo afectan especialmente al funcionamiento de los módems que utilizan canceladores de eco con ajuste automático de distancia. Si se vieran también afectados los canceladores de eco de la red, la calidad de la señal vocal podría degradarse también. Por consiguiente, es conveniente disponer de directrices sobre las limitaciones de la variación del retardo y la respuesta en eco, y debe continuarse su estudio.

7.7 Control del eco desde el exterior del sistema sin hilos

Para conexiones a cuatro hilos totalmente digitales, no es necesario el control de eco más allá de la atenuación por acoplamiento del terminal indicada en 7.4. Cuando en el interfuncionamiento con la RTPC los trayectos digitales están terminados en líneas analógicas, el sistema sin hilos tiene que proporcionar canceladores de eco. Para aclarar este punto, en la Figura 3 se muestra un ejemplo del eco generado en el extremo distante de la conexión. En esta configuración se aplica un cancelador de eco en el acceso sin hilos para controlar el eco procedente de la RTPC.

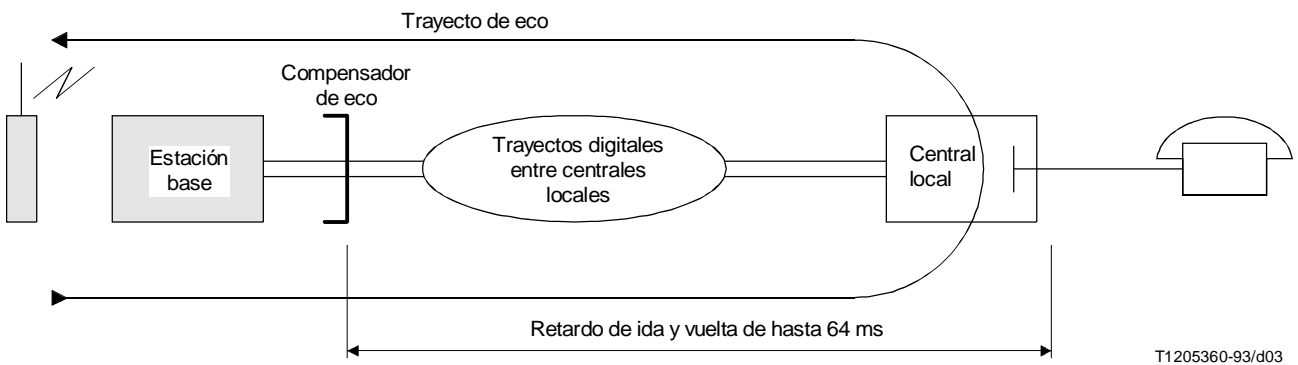


FIGURA 3/G.174

Ejemplo de instalación de un cancelador de eco para controlar el eco del extremo distante

Sobre la base de la estructura RTPC existente, los canceladores de eco instalados en los sistemas de acceso sin hilos deben cumplir la Recomendación UIT-T G.165, y poder tratar hasta 64 ms de retardo en el trayecto de eco. Es probable que dichos canceladores de eco, en algunos casos, estén trabajando en cascada con dispositivos de control de eco en la RTPC, lo cual no debe degradar la calidad de la conexión.

En algunas configuraciones, como la ilustrada en la Figura 4, puede presentarse el eco de extremo próximo junto con el eco de extremo distante, lo cual puede producir degradación de calidad adicional si cualquier dispositivo de control de eco requerido no es capaz de hacer frente eficazmente a ambas señales de eco.

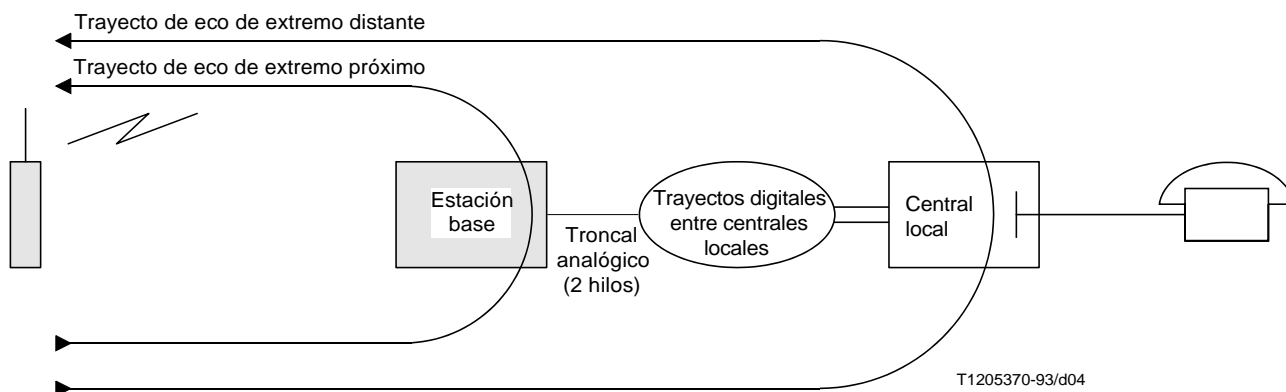


FIGURA 4/G.174
Ejemplo de eco de extremo próximo y de extremo distante

7.8 Recorte (temporal)

El recorte de la voz es la pérdida de la señal vocal en cualquier momento, y puede producirse cuando, por ejemplo, se utiliza interpolación de la palabra, cuando los codificadores de baja velocidad binaria cambian de velocidad, o durante la conmutación de protección y los deslizamientos incontrolados. El recorte en este contexto no se refiere a las tramas perdidas por ráfagas de errores en el radiocanal. El impacto subjetivo del recorte depende de cuatro factores: duración del recorte; porcentaje de voz recortada; frecuencia de recorte; y actividad vocal global.

Sobre la base de los resultados de pruebas subjetivas detalladas, y atendiendo a una variedad de criterios de transmisión aplicados por el UIT-R (antiguamente CCIR) y los consorcios de satélites, dos directrices para mantener una buena calidad vocal son: deben evitarse siempre los recortes de más de 64 ms; los recortes de menos de 64 ms debe mantenerse por debajo de un 0,2% de la voz activa. (El porcentaje de voz recortada es 100 veces el producto de la frecuencia de los tiempos de recorte de la voz por la duración del recorte, dividido por el factor de actividad vocal.)

7.9 Ruido de canal en reposo

Por motivos de concordancia con otras Recomendaciones del UIT-T, en particular G.712 y P.31, se recomiendan los siguientes objetivos:

Con los puertos de entrada y de salida del sistema sin hilos terminados en la impedancia nominal, el ruido de canal en reposo no debe rebasar -65 dBm0p (según la Recomendación G.712). El nivel de cualquier frecuencia (en particular la frecuencia de muestreo y sus múltiplos), medido selectivamente, no debe rebasar el nivel de -50 dBm0. Entre 300 Hz y 3 400 Hz el nivel de cualquier frecuencia medida selectivamente y corregida por el factor de ponderación sofométrica (véase el Cuadro I/O.41) no debe rebasar -73 dBm0.

Ninguna de las Recomendaciones del UIT-T existentes proporcionan requisitos de ruido para los terminales portátiles digitales sin hilos; sin embargo, la Recomendación UIT-T P.31 proporciona objetivos para los terminales de microteléfono digitales, que también pueden ser de utilidad para las aplicaciones sin hilos. La Recomendación P.31 especifica -64 dBm0p en el sentido de emisión (medido en la interfaz del terminal) y -56 dBPa(A) en el sentido de recepción (medido utilizando el oído artificial del tipo 1 especificado en la Recomendación P.57).

7.10 Contraste de ruido y ruido de fondo artificial

El contraste de ruido se produce cuando se interrumpe el ruido de fondo. Este efecto puede ser producido por diversas causas, como son la compensación del eco utilizando recortadores centrales, la interpolación de la palabra, la transmisión discontinua, etc. El ruido de fondo artificial es el ruido que puede introducirse para enmascarar los efectos negativos del contraste de ruido. Diferentes tipos de ruido de fondo artificial pueden ser utilizados por sistemas diferentes. Las Recomendaciones sobre los límites de contraste de ruido y los tipos y valores de ruido de fondo artificial, quedan en estudio.

7.11 Errores de bits aleatorios y ráfagas de errores

Debe mantenerse buena calidad vocal durante al menos el 3% de los borrados de trama en cualquier periodo de 10 s. (Se suponen duraciones de trama del orden de 10 a 20 ms.) El criterio usual de calidad de la señal vocal es una reducción no superior a 0,5 en la unidad de nota media de opinión (escala de 5 puntos) con relación a la condición sin errores.

7.12 Anchura de banda

Para mantener buena calidad vocal e inteligibilidad, debe entregarse una banda de paso de 300-3400 Hz (entre puntos a 3 dB), y la respuesta de sensibilidad/frecuencia debe ajustarse a la Recomendación P.31. Para codificadores sin formas de onda, los métodos de medición tradicionales que utilizan tonos puros pueden no ser adecuados para evaluar la anchura de banda efectiva.

7.13 Atenuación para la estabilidad (atenuación mínima del trayecto de eco)

Para los sistemas de acceso digitales sin hilos que tienen interfaz digital con la RTPC, se recomienda una atenuación mínima de 6 dB entre los trayectos de entrada y de salida digitales del sistema sin hilos (es decir, el punto de 0 dBr, conforme a la Figura 1), en todas las frecuencias de la gama de 0 a 4000 Hz en las condiciones acústicas para el caso más desfavorable (por ejemplo, con el microteléfono colocado hacia abajo sobre una superficie dura y plana).

7.14 Distorsión de cuantificación

La distorsión de cuantificación se introduce cuando una señal analógica se codifica hacia y desde un formato digital. La Recomendación UIT-T G.113 caracteriza la distorsión de cuantificación en términos de una unidad de distorsión de cuantificación (QDU, *quantization distortion unit*), que se define como equivalente a la distorsión producida en una conversión media A/D – D/A por un códec MIC de ley μ o ley A a 64 kbit/s conforme a la Recomendación UIT-T G.711, en condiciones sin errores. El objetivo es que el par codificador/decodificador del sistema digital sin hilos no debe introducir un valor de más de 4 QDU, consecuente con el objetivo a largo plazo para la RMTP, según la Recomendación G.173. (Los valores de las QDU para codificadores normalizados, que sólo se aplican en condiciones estacionarias no degradadas, se indican en la Recomendación G.113.) Se reconoce que en algunos casos, tales como codificadores sin forma de onda de baja velocidad binaria, la medida QDU puede no ser apropiada, y se deben utilizar otros métodos de especificación. Este tema queda en estudio.

Se recomienda también que dos sistemas sin hilos en cascada no sean peores que el equivalente de 3 codificadores MICDA a 32 kbit/s (Recomendación UIT-T G.726) conectados asíncronamente en cascada; esto se recomienda para impedir una acumulación de distorsión demasiado rápida, y permitir la presencia de una codificación MICDA en el enlace internacional. Se necesita ulterior estudio para determinar cómo se relaciona la distorsión de dos codificadores en cascada con respecto a sus evaluaciones en QDU.

8 Datos en banda vocal y otras transmisiones no vocales

8.1 Generalidades

Los requisitos de calidad de funcionamiento de las aplicaciones de datos en banda vocal VBD, *voiceband data* utilizando sistemas de acceso sin hilos deben especificarse en términos de las medidas de transmisión equivalentes definidas en las interfaces analógicas de una conexión, tales como la distorsión de intermodulación, la fluctuación de fase, la distorsión por retardo de envolvente, etc. La Recomendación UIT-T G.113 tiene cierto número de medidas de calidad de transmisión de datos en banda vocal en forma de parámetros de degradación. Figuran definiciones y algunos parámetros típicos de degradaciones de datos en banda vocal, así como un análisis de la MICDA a 32 kbit/s en relación con la calidad de transmisión de datos en banda vocal.

8.2 Requisitos de las aplicaciones

Deben considerarse las aplicaciones de usuario para determinar los niveles deseables de calidad de funcionamiento de la red. Es posible clasificar la mayoría de las aplicaciones en unas pocas categorías generales según sus requisitos de precisión. Las prestaciones necesarias de los módems en función de la aplicación, se hacen corresponder con los requisitos de calidad de funcionamiento de la red. El Cuadro 2 muestra una clasificación de las aplicaciones según los parámetros de exactitud y los límites necesarios.

Las aplicaciones típicas (por ejemplo, facsímil) necesitan tasas de error considerablemente bajas, y así se fija el límite de calidad de funcionamiento en términos del parámetro tasa de errores en los bits (BER, *bit error ratio*). Las aplicaciones más tolerantes (por ejemplo, datos en bloque que protegidos utilizan un bloque de 1000 bits) necesitan un límite de tasa de errores en los bloques (BLER, *block error ratio*), derivado de consideraciones relativas al caudal.

CUADRO 2/G.174

Exactitud del módem en función de la aplicación

Aplicación	Parámetro	Límite
Típico	BER	10^{-5}
Permisivo	BLER de 1000 bits	10^{-2}

8.3 Idoneidad de la calidad de funcionamiento

El Cuadro 3 presenta la idoneidad estimada en aplicaciones típicas, de métodos normalizados de modulación de datos en banda vocal y diversos esquemas de codificación de señales, algunos de los cuales podrían utilizarse en los sistemas digitales de acceso sin hilos. Es absolutamente crítico resaltar que las degradaciones del radiocanal *no* se consideran en el cuadro, y es necesario continuar los estudios para cuantificar los efectos de esas degradaciones. Un «Sí» o un «No» en el cuadro indica simplemente si, en base a la evidencia y a la documentación disponibles, es probable que una codificación *simple* de un tipo de codificación de señales determinado podría probablemente acomodar aceptablemente el tipo de módem a su máxima velocidad de datos. Como «aceptable», deben tenerse en cuenta las consideraciones de aplicación de 8.1.

Además de las degradaciones de los radiocanales que no se recogen en este cuadro, tampoco se incluyen los efectos de las codificaciones en cascada de cualquier combinación de estos codificadores en la transmisión por módem, tema que debe seguir estudiándose.

Obsérvese que en los casos en que intervienen datos en banda vocal a velocidad superior, ninguna codificación a baja velocidad satisfará las necesidades de la aplicación. Por ejemplo, el facsímil que opera a 9,6 kbit/s no funcionará aceptablemente si pasa a través de un codificador a 16 kbit/s. Sin embargo, puede resultar posible conseguir facsímil para trabajar a una velocidad de datos inferior por el mismo canal. En cambio, aumentar la velocidad binaria del códec (y por tanto incrementar los requisitos correspondientes de anchura de banda del radiocanal) puede conducir a una aplicación satisfactoria de datos en banda vocal a velocidad más alta.

8.4 Interfuncionamiento

Como es probable que los usuarios de terminales sin hilos deseen transmitir datos de imágenes (por ejemplo, facsímil) o numéricos (por ejemplo, computador portátil), puede resultar útil incluir una capacidad de transmisión de datos en los terminales móviles y de base. Si los datos son a mayor velocidad y no pueden transmitirse con éxito a través del códec vocal, los bits digitales podrían entonces acoplarse directamente a la función radioeléctrica (mediante el códec de privacidad). Para obtener tasas de error aceptables podría ser necesario disponer de protocolos y técnicas de control de errores especiales. En la Figura 5 se muestran las disposiciones posibles. A fin de acomodar las conexiones desde sin hilos a RTPC, sería necesario establecer las disposiciones de interfuncionamiento.

CUADRO 3/G.174

Idoneidad de la calidad de transmisión estimada de los tipos de codificador para diversos módems

Tipo de módem a la máxima velocidad de datos	Método de codificación de la señal (todas las Recomendaciones UIT-T)					
	G.711 64 kbit/s	G.726 40 kbit/s	G.726 ¹⁾ 32 kbit/s	G.728 ²⁾ 16 kbit/s	Proyecto ³⁾ 8 kbit/s	Proyecto ³⁾ 4 kbit/s
V.21 300 bit/s	Sí	Sí	Sí	Sí	En estudio	En estudio
V.22 1200 bit/s	Sí	Sí	Sí	Sí	En estudio	En estudio
V.22 <i>bis</i> 2400 bit/s	Sí	Sí	Sí	Sí	En estudio	No
V.27 <i>ter</i> ⁴⁾ 4800 bit/s	Sí	Sí	Sí	En estudio	No	No
V.32 9600 bit/s	Sí	Sí	Sí	En estudio	No	No
V.29 ⁴⁾ 9600 bit/s	Sí	Sí	No	No	No	No
V.32 <i>bis</i> 14 400 bit/s	Sí	En estudio	No	No	No	No
V.17 ⁴⁾ 14 400 bit/s	Sí	En estudio	No	No	No	No
V.34 ⁵⁾ 28 800 bit/s	Sí	En estudio	No	No	No	No
UE Se necesita ulterior estudio						
NOTAS						
1 Datos basados en el proceso de normalización G.721.						
2 Preliminar.						
3 Actualmente en estudio por la CE 15 del UIT-T.						
4 Este esquema de modulación es utilizado por el facsímil del grupo 3.						
5 Norma a dos hilos en elaboración por la CE 14 del UIT-T.						

8.5 DTMF

Pueden utilizarse señales DTMF desde los terminales sin hilos para interfuncionar con diversas aplicaciones basadas en DTMF, tales como la recuperación de mensajes distantes. Los sistemas sin hilos deben por tanto soportar la aptitud para transmitir fiablemente DTMF, que para la RTPC suele ser menor que una señal DTMF con error en 10^4 (es decir, en condiciones RTPC sin errores, el receptor DTMF produce un dígito incorrecto).

8.6 Señales de progresión de la llamada

Las señales de progresión de la llamada, tales como el tono de llamada y el tono de ocupado, no deben ser seriamente degradadas por el sistema de acceso sin hilos.

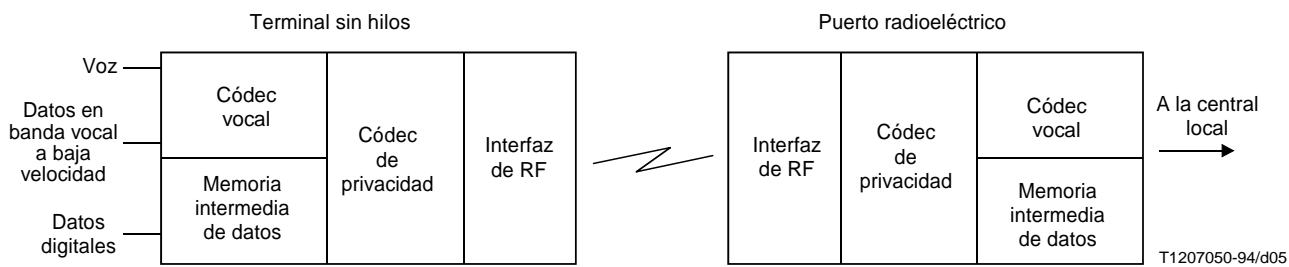


FIGURA 5/G.174
**Posible disposición del terminal móvil y la estación base
para la transmisión de datos**