

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1079-1*

**REQUISITOS RELATIVOS A LA CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO
Y SERVICIO EN LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES
INTERNACIONALES-2000 (IMT-2000)**

(1994-2000)

1 Introducción

Las IMT-2000 son sistemas móviles de tercera generación cuya entrada en servicio está prevista hacia el año 2000, a reserva de factores dependientes del mercado. Por medio de uno o varios radioenlaces, las IMT-2000 facilitarán el acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación admitidos por las redes de telecomunicación fijas (por ejemplo, redes RTPC/RDSI/IP y a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

Se dispone de diferentes tipos de terminales móviles, que enlazan con redes terrenales o por satélite, y los terminales pueden diseñarse para utilización móvil o fija.

Las características principales de las IMT-2000 son las siguientes:

- alto grado de uniformidad de diseño a escala mundial,
- compatibilidad de los servicios de las IMT-2000 entre sí y con las redes fijas,
- alto nivel de calidad,
- terminal de bolsillo para utilización a escala mundial,
- capacidad de aplicaciones multimedios y una extensa gama de servicios y terminales,
- capacidad de itinerancia a escala mundial.

Las IMT-2000 vienen definidas en una serie de Recomendaciones interdependientes, una de las cuales es la presente.

Esta Recomendación forma parte del proceso de especificación de las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000. Dichos sistemas funcionarán a escala mundial en las bandas identificadas en el RR.

La presente Recomendación sobre requisitos de calidad de funcionamiento y de QoS define las necesidades respecto a la calidad de las señales vocales y los datos, la calidad de las conexiones o sesiones y la calidad de funcionamiento de las interfaces radioeléctricas que ha de conseguirse en las IMT-2000.

En el Anexo 1 se incluye información sobre los instrumentos de planificación que abordan la calidad de transmisión de extremo a extremo de las señales vocales.

2 Ámbito de aplicación

La presente Recomendación define los requisitos relativos a la calidad de las señales vocales o de datos y al funcionamiento de las IMT-2000, incluyendo aspectos de satélite.

En esta Recomendación figura la lista de Recomendaciones básicas que son esenciales para:

- el logro de una calidad de las señales vocales comparable a la de la red fija, especificando voz natural (libre, por ejemplo, de retardos excesivos y ecos), que permita a los usuarios conversar fácilmente utilizando la red de las IMT-2000, teniendo en cuenta la gama completa de degradaciones, tales como el ruido de transcodificación y el ruido ambiental, que cabe esperar, y
- unos requisitos aceptables en cuanto a calidad de los datos y funcionamiento.

También se define en esta Recomendación la calidad de las conexiones o sesiones, en relación con aspectos tales como el tiempo de establecimiento de la comunicación, las características de retardo y la probabilidad de traspasos, que debe obtenerse en la red de las IMT-2000, y que el usuario esperará que, en una red IMT-2000, sea comparable a la de la red fija.

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención del Sector de Normalización de las Telecomunicaciones.

3 Estructura de la Recomendación

Esta Recomendación contiene recomendaciones relativas a la calidad de las señales vocales o de datos, la calidad de las conexiones o sesiones, los datos, los requisitos para otros servicios y los requisitos de funcionamiento radioeléctrico. En particular, se dan en esta Recomendación los requisitos necesarios para alcanzar la QoS de extremo a extremo exigida en las redes móviles inalámbricas.

4 Documentación conexas

Los textos indicados a continuación contienen información aplicable conexas:

Recomendación UIT-R M.816:	Marco para los servicios que prestarán las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).
Recomendación UIT-R M.818:	Funcionamiento por satélite en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).
Recomendación UIT-R M.819:	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) para los países en desarrollo.
Recomendación UIT-R M.1034:	Requisitos de las interfaces radioeléctricas para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).
Recomendación UIT-R M.1225:	Pautas de evaluación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).
Recomendación UIT-R M.1311:	Marco para la modularidad y los elementos radioeléctricos comunes en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).
Recomendación UIT-T P.79:	Cálculo de índices de sonoridad de aparatos telefónicos.
Recomendación UIT-T G.107:	El modelo E, un modelo informático para su utilización en planificación de la transmisión.
Recomendación UIT-T G.114:	Tiempo de transmisión en un sentido.
Recomendación UIT-T F.116:	Características de servicio y disposiciones operacionales en las IMT-2000.
Recomendación UIT-T G.131:	Control del eco para el hablante.
Recomendación UIT-T G.173:	Aspectos relativos a la planificación de la transmisión del servicio vocal en las redes móviles terrestres públicas digitales.
Recomendación UIT-T G.174:	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.726:	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa (MICDA) a 40, 32, 24, 16 kbit/s.
Recomendación UIT-T G.728:	Codificación de señales vocales a 16 kbit/s utilizando predicción lineal con excitación por código de bajo retardo.
Recomendación UIT-T G.729:	Codificación de la voz a 8 kbit/s mediante predicción lineal con excitación por código algebraico de estructura conjugada.
Recomendación UIT-T E.770:	Concepto de grado de servicio de tráfico en la interconexión de redes móviles terrestres y fijas.
Recomendación UIT-T E.771:	Parámetros de grado de servicio de la red y valores objetivo para los servicios móviles terrestres públicos con conmutación de circuitos.
Recomendación UIT-T E.800:	Términos y definiciones relativos a la calidad de servicio y a la calidad de funcionamiento de la red incluida la seguridad de funcionamiento.
Recomendación UIT-T Q.1701:	Marco para las redes IMT-2000.
Recomendación UIT-T Q.1711:	Modelo funcional de red para las IMT-2000.

5 Abreviaturas (véase la Nota 1)

CN	Red de núcleo (<i>core network</i>)
DCME	Equipo de multiplicación de circuitos digitales (<i>digital circuit multiplex equipment</i>)

FER	Frecuencia de borrado de trama
FTP	Protocolo de transferencia de ficheros (<i>file transfer protocol</i>)
GoB	Buenos o mejores (<i>good or better</i>)
GoS	Grado de servicio (<i>grade of service</i>)
IP	Protocolo de Internet (<i>Internet protocol</i>)
ISP	Proveedor de servicios de Internet (<i>Internet service provider</i>)
MICDA	Modulación por impulsos codificados diferencial adaptativa
MT	Terminal móvil (<i>mobile terminal</i>)
NMO	Nota media de opinión
PDP	Protocolo de datos por paquetes (<i>packet data protocol</i>)
PoW	Mediocres o malos (<i>poor or worst</i>)
RAN	Red de acceso radioeléctrico (<i>radio access network</i>)
RANI	Interfaz de red de acceso radioeléctrico (<i>radio access network interface</i>)
RLP	Protocolo de radioenlace (<i>radio link protocol</i>)
RRM	Gestión de recursos radioeléctricos (<i>radio resource management</i>)
SDU	Unidad de datos del servicio (<i>service data unit</i>)
SMS	Servicio de mensajes cortos (<i>short message service</i>)
UDP	Unidad de datos de protocolo
VoIP	Voz por el protocolo de Internet (<i>voice over IP</i>)
VRC	Verificación de redundancia cíclica

NOTA 1 – Se incluyen abreviaturas adicionales en la Recomendación UIT-R M.1224.

6 Definiciones

6.1 QoS

Es el efecto colectivo de los comportamientos funcionales de un servicio que determinan el grado de satisfacción del usuario de ese servicio. Se caracteriza por los aspectos combinados de los factores de calidad aplicables a todos los servicios, tales como:

- operabilidad del servicio
- accesibilidad del servicio
- retenibilidad del servicio
- integridad del servicio
- otros factores específicos de cada servicio.

6.2 Calidad de las señales vocales

La calidad de las señales vocales expresa el grado de satisfacción del cliente con la transmisión de la conversación. La calidad de las señales vocales depende de la del trayecto de conversación en su conjunto, desde el hablante en un extremo de la conexión al oyente en el otro, y pueden establecerse dos categorías de calidad de las señales: la que depende sobre todo de la acústica del microteléfono y la que depende principalmente del medio de transmisión. Los servicios de telecomunicación en los que tenga que prestarse una atención especial a la calidad de las señales vocales, tales como la teleconferencia audio y el correo vocal, deberán también tenerse en cuenta.

6.3 Calidad de las conexiones

La calidad de las conexiones se expresa en la Recomendación UIT-T E.770 como un grado de servicio (GoS). Los parámetros de GoS son el tiempo de señalización en el establecimiento de la comunicación y la demora de liberación de la llamada, así como la probabilidad de bloqueo de extremo a extremo, la probabilidad de que se produzca un traspaso infructuoso, etc.

6.4 Retenibilidad del servicio

En la Recomendación UIT-T E.800 se define la retenibilidad del servicio como la probabilidad de que un servicio, una vez obtenido, continúe siendo prestado durante una comunicación en condiciones determinadas, por ejemplo en condiciones de desvanecimiento, ensombrecimiento e interferencia cocanal.

6.5 Fiabilidad

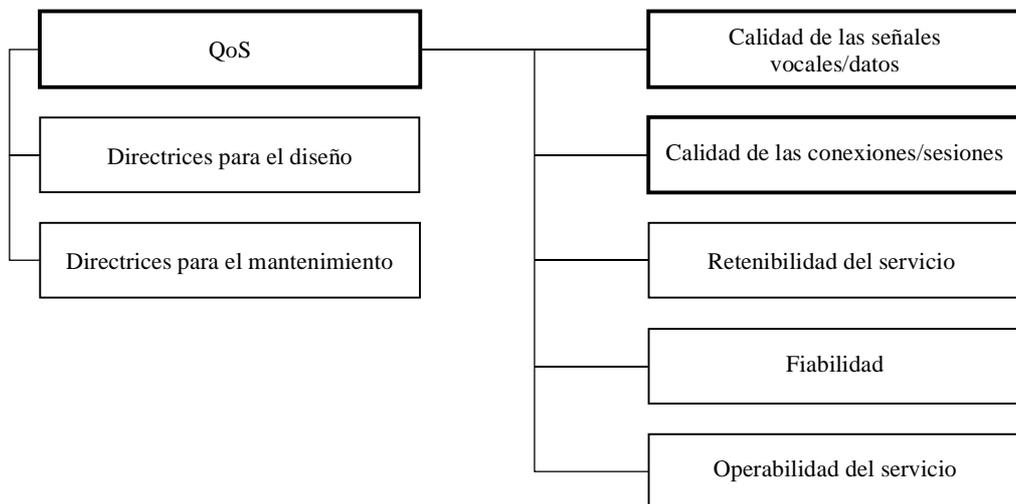
En la Recomendación UIT-T E.800 se define la fiabilidad como la probabilidad de que un elemento pueda realizar una función requerida en condiciones determinadas durante un intervalo de tiempo determinado. Las averías de una red telefónica se pueden clasificar en dos tipos. El primero de ellos se refiere a los casos en que el usuario se encuentra con una avería menor en el segmento de red que no es su propio segmento, pudiéndose restablecer el servicio si el usuario llama de nuevo una vez. El segundo tipo corresponde a aquellas averías que se producen en el segmento de usuario o bien se trata de averías importantes en el segmento de red, en cuyo caso no se puede prestar el servicio, incluso aunque el usuario llame varias veces. Una medida de la fiabilidad del segmento de usuario es la tasa de fallos y una medida, para el segmento de red, es la indisponibilidad.

6.6 Directrices para el diseño

Para prestar servicios de telecomunicación que cumplan los criterios especificados en cuanto a calidad de los mismos es preciso dar directrices relativas al diseño de la red. Cabe esperar que, la calidad de los sistemas diseñados de acuerdo con dichas directrices, satisfagan las recomendaciones que se hacen a continuación (véase la Fig. 1).

FIGURA 1

Ejemplo de estructura funcional de la calidad para servicios de telecomunicación



Ampliación de esta Recomendación

1079-01

6.7 Directrices para la gestión

Son necesarias directrices para el mantenimiento y la explotación de las facilidades. En base a dichas directrices, el proveedor de un servicio o el operador de una red mantienen el servicio, evalúan su calidad para mejorarlo y toman medidas correctoras.

7 Consideraciones

En la elaboración de esta Recomendación se consideró:

- a) que el UIT-R ha estado estudiando las IMT-2000 y ha publicado las Recomendaciones UIT-R M.687, UIT-R M.816, UIT-R M.817, UIT-R M.818, UIT-R M.819, UIT-R M.1034, UIT-R M.1035, UIT-R M.1036, UIT-R M.1078 y UIT-R M.1311, relacionadas con estos sistemas;
- b) que los estudios del UIT-R siguen su curso;
- c) que las IMT-2000 comprenden varios sistemas diferentes;
- d) que los usuarios esperarán que la calidad de las señales vocales o de datos, la calidad de la transmisión de la información, la fiabilidad de la conexión y el grado de bloqueo sean comparables a los de los mismos servicios prestados por las redes fijas, aun reconociendo las limitaciones impuestas por el entorno radioeléctrico;
- e) que la disponibilidad de los servicios dependerá de factores, tales como el tipo de terminal móvil y la velocidad de desplazamiento, así como de factores geográficos; por ejemplo, que los terminales sean de un tamaño que permita transportarlos a mano o bien se hallen montados en vehículos, que estén ubicados en interiores o en exteriores, en zonas residenciales o comerciales, en zonas urbanas, suburbanas o rurales, etc.;
- f) las Recomendaciones UIT-T pertinentes y los estudios en curso;
- g) que es necesario que los terminales móviles transiten entre redes públicas de telecomunicaciones móviles terrestres de diferentes países y entre las redes de un mismo país;
- h) que las IMT-2000 ofrecerán servicios vocales y de datos que interconectan con la RTPC, la RDSI, la RDSI-BA, la Internet y otras redes públicas fijas y móviles;
- j) que las aplicaciones de datos en banda vocal serán una parte inicial importante de las IMT-2000 y de la aplicación de las IMT-2000 en beneficio de los países en desarrollo;
- k) que la elección del códec de señales vocales y la calidad de las señales vocales conseguida en la red móvil repercutirá de manera importante en la penetración del mercado telefónico. Si la calidad es baja y el retardo en el trayecto de conversación es demasiado grande, la adopción de las IMT-2000 por el público en general quizá no alcance el nivel esperado; la calidad de los datos alcanzada en la red móvil tendrá también una repercusión importante en la introducción de servicios multimedia de alta velocidad y servicios de Internet;
- l) que este tema no se ha expuesto por completo en los sistemas de primera y segunda generación, porque dichos sistemas se utilizan para dar servicio a las personas para las que la movilidad es imperativa. En un mercado a gran escala, con muchos usuarios en un entorno estático o semimóvil, la movilidad puede no ser razón suficiente como para justificar la baja calidad y el retardo excesivo, en competición con una red fija que ofrece calidad de alto nivel;
- m) que en un mercado competitivo a gran escala, un número importante de llamadas será de móvil a móvil, o hará uso de las conexiones en cascada, y que, en tales circunstancias, la calidad debe ser mantenida adecuadamente;
- n) que los usuarios esperarán que la calidad de las señales vocales se mantenga en las conexiones a través de la RTPC o de Internet en las que intervengan transcodificación a 64 kbit/s MIC, DCME, MICDA y circuitos analógicos;
- o) que los servicios de Internet y los servicios basados en su protocolo, tales como los buscadores en la Web, se están desarrollando aceleradamente.

8 Recomendaciones

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT recomienda los siguientes requisitos para determinar el comportamiento de la QoS en los diversos servicios:

8.1 Visión de conjunto de los diferentes niveles de QoS

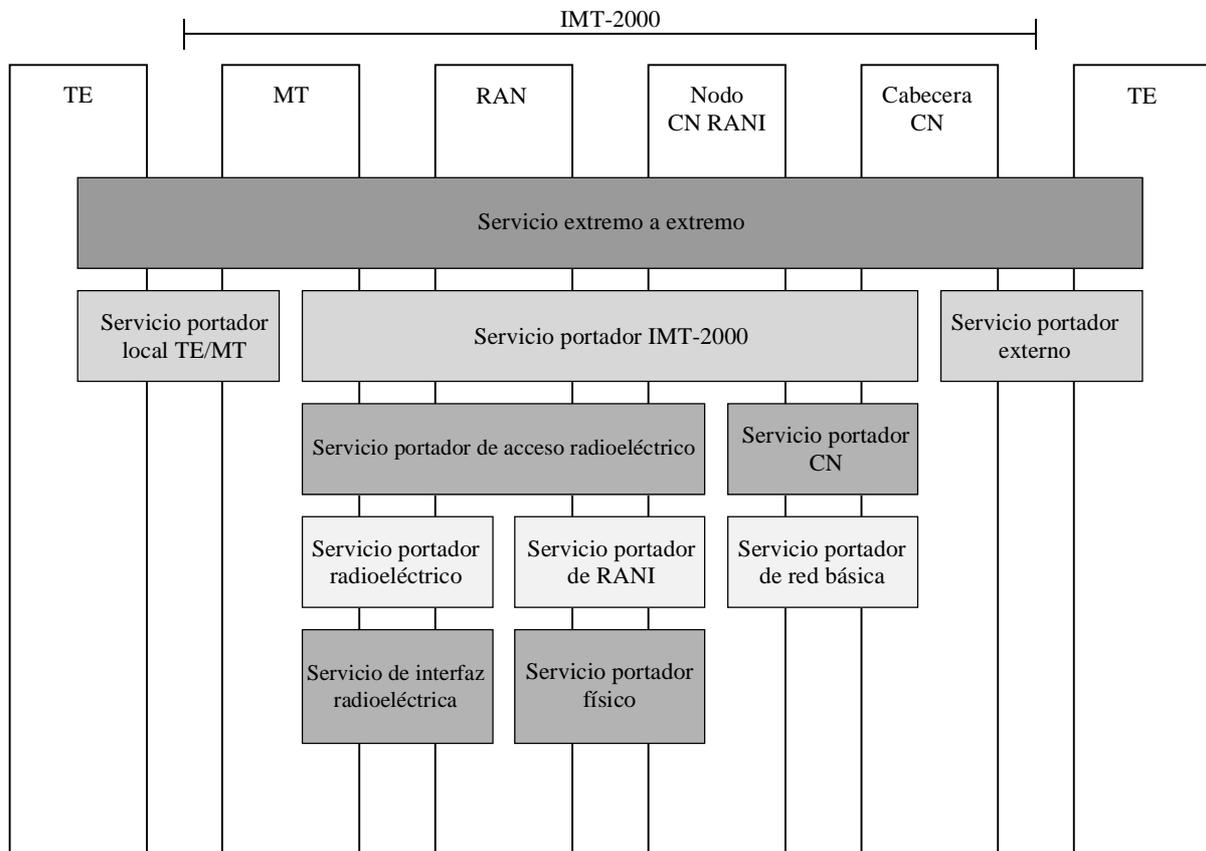
Los servicios de red se consideran de extremo a extremo, es decir, de un equipo terminal (TE) a otro equipo terminal. Un servicio de extremo a extremo podrá proporcionar una cierta QoS al usuario de ese servicio de red. Corresponde al usuario decidir si está o no satisfecho con la QoS obtenida.

Para realizar una red con una determinada QoS, es preciso establecer un servicio portador con funciones y características claramente definidas, desde el origen al destino del servicio.

El servicio portador ha de incluir todos los aspectos que permiten ofrecer la QoS contratada. Entre estos aspectos figuran la señalización de control, el transporte por el plano de usuario y la funcionalidad de gestión de la QoS. En la Fig. 2 se

representa la arquitectura estratificada de un servicio portador de las IMT-2000; cada servicio portador de una determinada capa ofrece sus servicios individuales haciendo uso de los servicios proporcionados por las capas subyacentes.

FIGURA 2
Arquitectura funcional de QoS en las IMT-2000*



* Los bloques funcionales presentados en esta Figura no pretenden señalar que se necesitan interfaces definidas por la UIT entre los bloques. Se trata solamente de agrupaciones funcionales utilizadas en el desarrollo de conceptos relativos a QoS para las IMT-2000.

1079-02

8.1.1 El servicio de extremo a extremo y el servicio portador de IMT-2000

En su recorrido desde el TE a otro TE, el tráfico tiene que pasar por diferentes servicios portadores de la red o redes implicadas. Un TE se conecta a la red IMT-2000 por medio de un MT. El servicio de extremo a extremo en el nivel de aplicación utiliza los servicios portadores de la red o redes subyacentes. Dado que el servicio de extremo a extremo es transportado a través de varias redes (no sólo las IMT-2000), no es objeto de ulterior análisis en esta Recomendación.

El servicio de extremo a extremo utilizado por el TE se realizará por medio de un servicio portador local TE/MT, un servicio portador IMT-2000 y un servicio portador externo.

El servicio portador local TE/MT cae fuera del ámbito de aplicación de la red IMT-2000 y por ello no se analiza aquí más en detalle.

Pese a rebasar el alcance de la presente Recomendación, el servicio portador de extremo a extremo IMT-2000 es el que proporciona los diversos servicios que ofrece el operador de la IMT-2000. Es este servicio portador el que proporciona la QoS.

No se vuelve a tratar aquí del servicio portador externo, puesto que este portador puede utilizar varios servicios de red, como, por ejemplo, otro servicio portador IMT-2000.

8.1.2 El servicio portador de acceso radioeléctrico y el servicio portador de CN

Como se ha descrito en el punto anterior, el servicio portador IMT-2000 es el que proporciona la QoS de la IMT-2000. Este servicio comprende dos partes, el servicio portador de acceso radioeléctrico y el servicio portador de CN. Ambos servicios reflejan el procedimiento óptimo de realizar el servicio portador IMT-2000 en las respectivas topologías de red IMT-2000, teniendo en cuenta aspectos tales como los perfiles de movilidad y del usuario móvil, por ejemplo.

El servicio portador de acceso radioeléctrico proporciona el transporte confidencial de los datos de señalización y los datos del usuario entre el MT y el nodo RANI de la CN con la QoS adecuada para el servicio portador IMT-2000 convenido, o con la QoS fijada por defecto para la señalización. Este servicio se basa en las características de la interfaz radioeléctrica y se mantiene para un MT en movimiento.

El servicio portador de la CN IMT-2000 conecta el nodo RANI de la CN IMT-2000 con la cabecera CN hacia la red externa. Este servicio tiene el cometido de controlar y utilizar de manera eficaz la red básica con el fin de prestar el servicio portador IMT-2000 que se haya contratado.

8.1.3 El servicio portador radioeléctrico y el servicio portador de RANI

El servicio portador de acceso radioeléctrico se realiza por medio del servicio portador radioeléctrico y de un servicio portador de RANI.

El servicio portador radioeléctrico se encarga de todos los aspectos del transporte por la interfaz radioeléctrica. Utiliza pues la interfaz o interfaces radioeléctricas, que no se analizan con más detalle en esta Recomendación.

El servicio portador de RANI juntamente con el servicio portador físico proporciona el transporte entre la RAN y la CN.

8.1.4 El servicio de red básica

El servicio portador de CN utiliza un servicio de red básica genérico.

El servicio de red básica abarca las funciones de Capa 1/Capa 2 y su elección depende de la manera en que el operador desee cumplir los requisitos de QoS del servicio portador de CN. El servicio de red básica no es específico de la IMT-2000 sino que puede utilizar una norma ya existente.

8.2 Clases de QoS en las IMT-2000

Al definir las clases de QoS en las IMT-2000 han de tenerse en cuenta las restricciones y limitaciones de la interfaz radioeléctrica. La red IMT-2000 tiene que aportar mecanismos de QoS que sean resistentes y capaces de proporcionar una resolución de QoS aceptable. El Cuadro 1 ilustra las clases de QoS propuestas para las IMT-2000.

La propuesta comprende cuatro clases de QoS (o clases de tráfico) diferentes:

- clase conversacional
- clase unidireccional
- clase interactiva
- clase de fondo.

El factor principal que distingue estas clases entre sí es la sensibilidad del tráfico al retardo: la clase conversacional corresponde a tráfico muy sensible al retardo, mientras que la clase de fondo es la clase de tráfico menos afectada por el retardo.

Las clases conversacional y unidireccional se aplican sobre todo al transporte de flujos de tráfico en tiempo real. Lo que más las separa es la sensibilidad del tráfico al retardo. Los servicios conversacionales en tiempo real, como la videotelefonía, son las aplicaciones más sensibles al retardo, y los trenes de datos que les correspondan habrán de cursarse en la clase conversacional.

Las clases interactiva y de fondo se destinan a las aplicaciones tradicionales de Internet, como son la WWW, el correo electrónico, Telnet, FTP, y News (noticias). Debido a sus menores exigencias en cuanto a retardo frente a las clases conversacional y unidireccional, ambas proporcionan mejor proporción de errores por medio de la codificación y la retransmisión de canal. La principal diferencia entre la clase interactiva y la de fondo es que la interactiva se utiliza sobre todo para las aplicaciones interactivas, por ejemplo el correo electrónico (e-mail) interactivo o la búsqueda interactiva en la Web, mientras que la clase de fondo se ha concebido para el tráfico de nivel básico, como son la descarga de mensajes

de correo o la descarga de ficheros. La capacidad de respuesta de las aplicaciones interactivas queda asegurada al separar las aplicaciones interactivas y las de fondo. El tráfico de la clase interactiva tiene una prioridad mayor en la programación que el tráfico de la clase de fondo, de tal modo que las aplicaciones de fondo utilizan los recursos de transmisión solamente cuando las aplicaciones interactivas no los necesitan. Esto tiene una gran importancia en un entorno inalámbrico en el que la anchura de banda es pequeña en comparación con las redes fijas.

CUADRO 1

Clases de QoS en IMT-2000

Clase de tráfico	Clase conversacional Conversacional en tiempo real	Clase unidireccional Unidireccional en tiempo real	Clase interactiva Al mejor nivel posible	De fondo Al mejor nivel posible
Características fundamentales	<ul style="list-style-type: none"> – Preserva la relación (variación) de tiempo entre las entidades de información del tren – Modelo conversacional (estricto y con bajo retardo) 	<ul style="list-style-type: none"> – Preserva la relación (variación) de tiempo entre las entidades de información del tren 	<ul style="list-style-type: none"> – Patrón de respuesta a peticiones – Preserva el contenido útil 	<ul style="list-style-type: none"> – El destino no espera los datos dentro de un tiempo limitado – Preserva el contenido útil
Ejemplo de la aplicación	– Voz	– Vídeo unidireccional	– Búsqueda en la Web	– Telecarga de correo electrónico

8.2.1 Clase conversacional

El ejemplo más conocido de este tipo es la conversación telefónica. Pero con Internet y los multimedia, habrá nuevas aplicaciones que deban pertenecer a esta categoría, por ejemplo la de VoIP o la de videoconferencia. La conversación en tiempo real siempre se desarrolla entre pares (o grupos) de usuarios finales activos (seres humanos). Es la única clase en que las características requeridas vienen dadas estrictamente por la percepción humana.

La conversación en tiempo real se caracteriza por el tiempo de transferencia, que debe ser reducido puesto que:

- el sistema es de índole conversacional;
- además hay que preservar la relación (variación) de tiempos existente entre las entidades de información transmitidas de la misma manera que para los flujos en tiempo real.

El retardo de transferencia máximo viene dado por la percepción humana de una conversación en imagen y sonido. Por consiguiente, el retardo de transferencia aceptable tiene un límite muy estricto, puesto que un retardo que no sea suficientemente pequeño dará lugar a un deterioro inaceptable de la calidad. Se exige por tanto que el retardo de transferencia sea a la vez notablemente más bajo y más riguroso que el retardo de ida y retorno en el caso de tráfico interactivo.

Las características fundamentales para la QoS de una conversación en tiempo real son:

- preservar la relación (variación) de tiempos entre las entidades de información del tren transmitido;
- modelo de conversación (retardo estricto y pequeño).

8.2.2 Clase unidireccional

Cuando el usuario contempla (escucha) vídeo (audio) en tiempo real, ha de aplicarse la clase de tráfico unidireccional en tiempo real. El tren de datos en tiempo real se dirige siempre a un destino animado (humano), con transporte en un solo sentido.

Esta modalidad es novedosa en el ámbito de las comunicaciones de datos, y suscita una serie de nuevas exigencias tanto en los sistemas de telecomunicación como en los de comunicaciones de datos. Se caracteriza por la relación (variación) de tiempos existente entre las entidades de información (muestras, paquetes) dentro de un tren transmitido, que debe preservarse aunque no se imponga requisito alguno en cuanto a reducir el retardo de transferencia.

Para preservar la relación (variación) en tiempo entre las entidades de información de un tren es preciso limitar la variación del retardo del flujo de extremo a extremo. Pero como la alineación de tiempos de dicho tren se realiza normalmente en el extremo receptor (en el equipo del usuario), la máxima variación aceptable del retardo a través de los medios de transmisión vendrá dada por la capacidad de la función de alineación de tiempos de la aplicación particular. La variación de retardo aceptable es, pues, muy superior a la variación tolerada por los límites de la percepción humana.

La característica fundamental para la QoS de un tren en tiempo real es:

- preservar la relación (variación) en tiempos entre las entidades de información del tren.

8.2.3 Clase interactiva

Se aplica este esquema cuando el usuario final, sea una máquina o una persona, solicita datos en directo de un equipo distante (por ejemplo, un servidor). Ejemplos de interacción humana con el equipo distante son: las búsquedas por la Web, las extracciones de bases de datos, el acceso a servidores. La interrogación secuencial de registros de mediciones y las consultas automáticas a bases de datos son ejemplos de interacción de máquinas con equipos distantes.

El tráfico interactivo es el otro sistema clásico de comunicación de datos que a nivel general se caracteriza por el patrón de respuesta a peticiones que tenga el usuario final. En el destino del mensaje hay una entidad que espera el mensaje (la respuesta) dentro de un determinado tiempo. Por tanto el retardo de ida y retorno es uno de los atributos esenciales. Otra característica es que el contenido de los paquetes se ha de transferir de manera transparente (con una baja BER).

Las características fundamentales de la QoS para el tráfico interactivo son:

- el patrón de respuesta a peticiones;
- preservar el contenido útil transportado.

8.2.4 Clase de fondo

Se aplica este esquema cuando el usuario final, que suele ser un computador, envía y recibe ficheros de datos en un segundo plano. Son ejemplos la entrega de mensajes de correo electrónico, el SMS, la telecarga desde bases de datos y la recepción de registros de mediciones.

El tráfico de fondo es uno de los esquemas clásicos de comunicación de datos, caracterizado a nivel general porque en el destino no existen parámetros que impongan la recepción de los datos dentro de un cierto límite de tiempo. Por eso el sistema es más o menos insensible al tiempo. Otra característica es que el contenido de los paquetes se ha de transferir de manera transparente (con una baja proporción de BER).

Las características fundamentales de la QoS para el tráfico de fondo son:

- el destino no espera recibir los datos dentro de un tiempo determinado;
- preservar el contenido útil transportado.

8.3 Funciones del gestor de QoS para IMT-2000

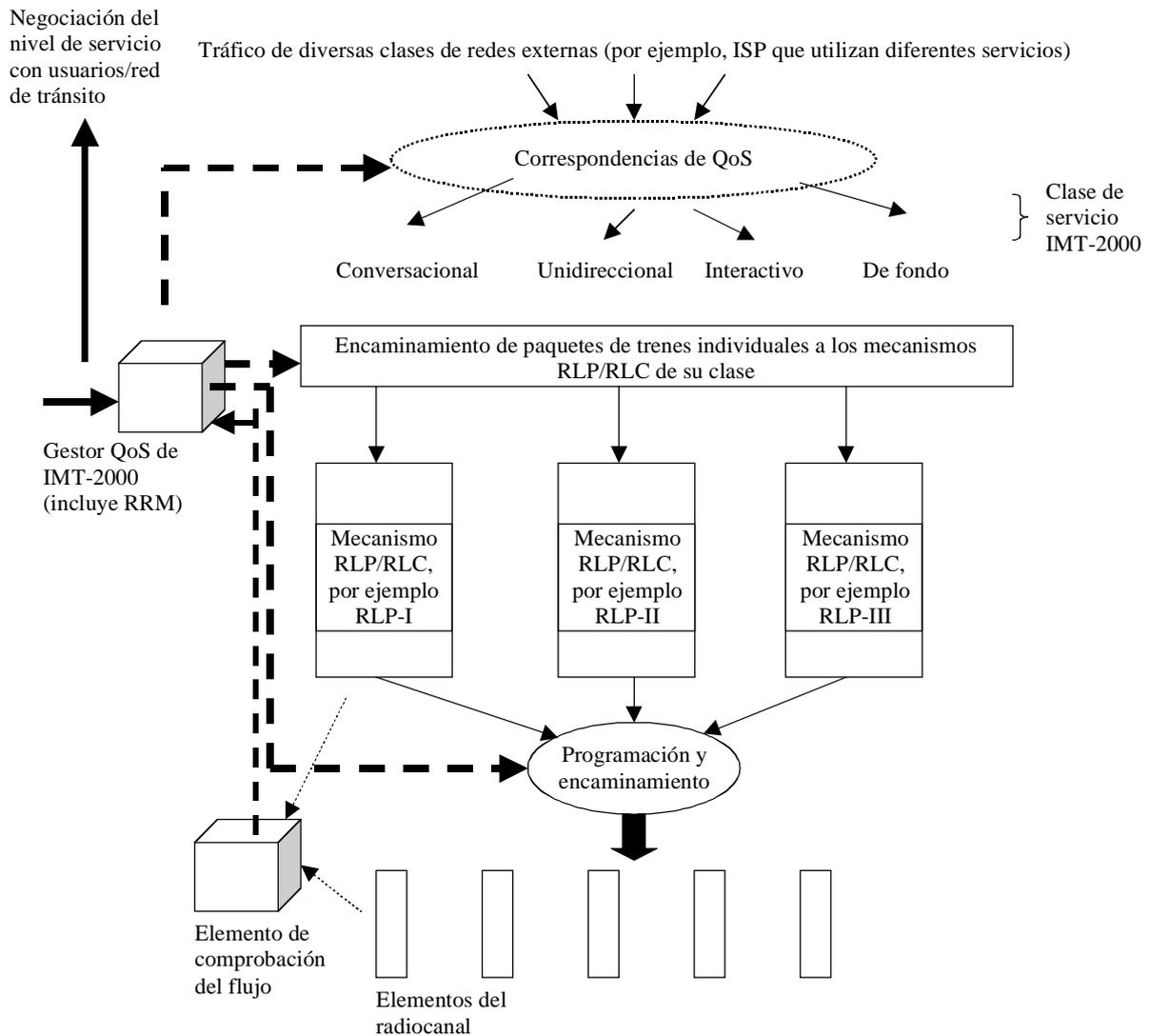
Se han identificado las siguientes funciones del gestor de QoS para IMT-2000:

- *Correspondencia:* Establece las correspondencias entre clases de servicio IMT-2000 y clases de servicio de la red externa. Esta correspondencia se determina por acuerdos entre las dos redes.
- *Atribución y encaminamiento de recursos:* La información de correspondencias se utilizará para atribuir los recursos radioeléctricos apropiados que proporcionarán la QoS necesaria mediante la RRM. La RRM decidirá el RLP o el RLC y los mecanismos de capa física que hayan de utilizarse, por ejemplo, las técnicas ARQ en la capa de enlace, los turbocódigos en la capa física, etc. para cada clase de servicio por medio de los parámetros de funcionamiento.
- *Programación:* Cuando múltiples flujos de información comparten un recurso de la capa física, es necesario incorporar un algoritmo de programación de la capa de enlace en el gestor de QoS para IMT-2000. Este gestor programará el acceso a un mismo recurso radioeléctrico de las tramas RLP/RLC procedentes de los múltiples flujos de información con arreglo a la prioridad de los servicios.
- *Negociación del servicio:* El gestor QoS para IMT-2000 tendrá capacidad de negociar el servicio con el usuario final, así como de intercambiar los parámetros QoS con el gestor QoS en la red externa. La negociación del servicio determinará los requisitos de correspondencias de QoS y de acondicionamiento del tráfico (tarificación, marcación, formatos y extracción de paquetes) a medida que el tráfico circula de una red a otra.

- *Adaptación dinámica del servicio en el curso de la sesión (opcional):* El gestor QoS observa la calidad de funcionamiento del flujo de datos a través del elemento comprobador previsto. Si la calidad de funcionamiento no es la que se espera, el gestor QoS podrá iniciar la adaptación del servicio con el fin de alcanzar el nivel de calidad exigido. Esta función es de carácter opcional, dependiendo de la complejidad de la realización y de las necesidades del operador de la red.

La Fig. 3 ilustra el marco de IMT-2000 utilizado para definir las funciones del gestor de QoS en IMT-200.

FIGURA 3
Marco de QoS en las IMT-2000



1079-03

8.4 Parámetros QoS

8.4.1 Portadores asimétricos

Los parámetros relativos a la velocidad binaria del caudal de tráfico deben darse por separado para el enlace ascendente y el descendente con el fin de que admitan portadores asimétricos.

8.4.2 Origen de los parámetros del servicio portador IMT-2000

Los parámetros del servicio portador IMT-2000 describen el servicio que proporciona la red IMT-2000 al usuario del servicio portador. Dicho servicio portador queda especificado por un conjunto de parámetros QoS (perfil de QoS). Al establecer o modificar el servicio portador de IMT-2000 han de tenerse en cuenta diferentes perfiles de QoS:

- Las capacidades del TE y del MT conforman un perfil de QoS susceptible de limitar el servicio portador IMT-2000 que va a proporcionarse.
- El TE y el MT de la red IMT-2000, o el TE dentro de la red de terminación, pueden solicitar un perfil de QoS cuando se establezca o modifique el portador IMT-2000. La aplicación que utilice el equipo usuario puede solicitar a dicho equipo de usuario que proporcione un servicio portador IMT-2000 con un perfil de QoS determinado. Si la aplicación no solicita ninguna QoS específica, el MT/TE podrá utilizar un perfil de QoS configurado dentro del propio MT/TE.
- Un perfil de QoS asociado al abono IMT-2000 describe los límites superiores aplicables al servicio prestado si el usuario del servicio solicita valores específicos. Alternativamente, este perfil de QoS puede describir un perfil por defecto de QoS que haya solicitado el usuario.
- El operador puede configurar uno o varios perfiles de QoS por defecto para los servicios portadores IMT-2000 que proporcione la red.
- Un perfil de QoS específico de la red que, por ejemplo, caracterice la disponibilidad de recursos actual u otras capacidades o restricciones de la red podría limitar el servicio portador IMT-2000 prestado o bien iniciar una modificación de un servicio portador IMT-2000 ya establecido.

8.4.3 Atributos del servicio portador IMT-2000

Los atributos enumerados en este punto se aplican también al servicio portador de acceso radioeléctrico (véase la Fig. 2).

8.4.3.1 Lista de atributos

Clase de tráfico (conversacional, unidireccional, interactivo, de fondo)

Definición: tipo de aplicación para la cual se optimiza el servicio portador IMT-2000.

Finalidad: al incluir en los atributos la propia clase de tráfico, las redes IMT-2000 pueden establecer supuestos sobre el origen del tráfico y optimizar el transporte para ese tipo de tráfico.

Velocidad binaria máxima (kbit/s)

Definición: número máximo de bits entregados por las IMT-2000 en un punto de SAP dentro de un periodo de tiempo, dividido por la duración de ese periodo. El tráfico guarda conformidad con la velocidad binaria máxima siempre que siga un algoritmo de transporte en cadena con testigo (token bucket) en el que la velocidad del testigo = a la velocidad binaria máxima y la carga marcada por el testigo = al tamaño de la SDU máxima. La definición de conformidad no debe interpretarse como un algoritmo de realización necesario.

Finalidad: la velocidad binaria máxima puede utilizarse para hacer reservas en el enlace descendente de la interfaz radioeléctrica. Su propósito es el de limitar la velocidad binaria entregada a las aplicaciones o a redes externas con limitaciones de este tipo.

Velocidad binaria garantizada (kbit/s)

Definición: número garantizado de bits entregados por las IMT-2000 en un SAP dentro de un periodo de tiempo (suponiendo que haya datos que entregar), dividido por la duración del periodo. El tráfico guarda conformidad con la velocidad binaria garantizada siempre que siga un algoritmo de transporte en cadena con testigo en el que la velocidad del testigo = a la velocidad binaria garantizada y la carga marcada por el testigo = al tamaño de $k \times$ la SDU máxima. La definición de conformidad no debe interpretarse como un algoritmo de realización necesario.

Finalidad: la velocidad binaria garantizada puede utilizarse para facilitar el control de admisión basado en los recursos disponibles, y para la atribución de recursos dentro de las IMT-2000. Los requisitos de calidad expresados, por ejemplo, por los atributos de retardo y fiabilidad son únicamente aplicables al tráfico de entrada hasta la velocidad binaria garantizada.

Orden de entrega (sí/no)

Definición: indica si el portador IMT-2000 debe o no proporcionar la entrega de SDU en orden secuencial.

Finalidad: el atributo se obtiene del protocolo de usuario (tipo PDP) y especifica si son o no aceptables las SDU fuera de secuencia. Esta información no puede extraerse de la clase de tráfico. El que las SDU fuera de secuencia sean desechadas o vueltas a ordenar depende de la fiabilidad especificada.

Tamaño máximo de la SDU (bits)

Definición: máximo tamaño permitido de la SDU.

Finalidad: el tamaño máximo de la SDU se aplica para fines de control de admisión y vigilancia.

Información de formatos de SDU (bits)

Definición: lista de los tamaños exactos posibles de las SDU.

Finalidad: la RAN IMT-2000 necesita información sobre el tamaño de la SDU con el fin de poder funcionar en el modo de protocolo transparente RLC, muy conveniente para la eficacia de utilización del espectro y el retardo cuando no se utiliza la retransmisión RLC. Por tanto, si la aplicación puede especificar los tamaños de las SDU, el portador resultará menos costoso.

Proporción de errores de SDU

Definición: indica en qué proporción las SDU se han perdido o detectado como erróneas. La proporción de errores de SDU se define únicamente para tráfico conforme.

Adviértase que, cuando se reservan recursos, la característica de proporción de errores de SDU es independiente de las condiciones de carga, mientras que, cuando no se han reservado recursos como sucede en las clases interactiva y de fondo, la proporción de errores de SDU se toma como valor deseado.

Finalidad: se utiliza para configurar el protocolo de retransmisión en la Capa 2 y la codificación de la detección de errores en la Capa 1.

BER residual

Definición: indica la BER no detectada en las SDU entregadas. Si no se solicita detección de errores alguna, la BER residual indica la BER en las SDU entregadas.

Finalidad: se utiliza para configurar la codificación del canal y la codificación de la detección de errores en la Capa 1.

Entrega de SDU erróneas (sí/no/-)

Definición: indica si las SDU detectadas como erróneas deben entregarse o desecharse.

NOTA 1 – «Sí», implica que se utiliza la detección de errores y que las SDU erróneas se entregan junto con una indicación de error, «no», implica que se emplea detección de errores y que se desechan las SDU erróneas, y «-» implica que las SDU se entregan sin considerar la detección de errores.

Finalidad: se utiliza para decidir si las tramas que han fallado la VRC en la Capa 1 deben o no retransmitirse.

Retardo de transferencia (s)

Definición: tiempo transcurrido entre la petición de transferir una SDU en un SAP y su entrega en el otro SAP. El retardo de transferencia se especifica para uno o más tamaños fijos de SDU. Quedan por determinar la definición estadística exacta de retardo de transferencia y los tamaños fijos de SDU.

Finalidad: se utiliza para especificar el retardo tolerado por la aplicación. Permite a la RAN IMT-2000 establecer los formatos de transporte y los parámetros de ARQ.

NOTA 2 – El retardo de transferencia de una SDU arbitraria no tiene significado para una fuente que emite en ráfagas, ya que las últimas SDU de una ráfaga pueden experimentar un largo retardo debido a la cola de espera; en cambio, el retardo de respuesta significativo que percibe el usuario es el retardo de la primera SDU de la ráfaga.

Prioridad de tratamiento del tráfico

Definición: especifica la importancia relativa del tratamiento de todas las SDU pertenecientes al portador IMT-2000, comparada con las SDU de otros portadores.

Finalidad: dentro de la clase interactiva, hay una clara necesidad de diferenciar las calidades de los portadores. Esto se consigue utilizando el atributo de prioridad de tratamiento de tráfico para que las IMT-2000 puedan programar el tráfico en consonancia con el mismo. Por definición, la prioridad es una alternativa a la garantía absoluta, por lo cual no pueden aplicarse a la vez estos dos tipos de atributo a un solo portador.

Prioridad de atribución/retención

Definición: especifica la importancia relativa de atribución y retención del portador IMT-2000, comparada con otros portadores IMT-2000.

Finalidad: la prioridad se utiliza para diferenciar los portadores cuando se realiza la atribución y retención de un portador, y su valor suele estar vinculado al abono.

8.4.3.2 Atributos examinados por clases

Clase conversacional

Aunque la velocidad binaria de un códec fuente en clase conversacional pueda variar, se supone que el tráfico conversacional se presenta pocas veces en ráfagas. La velocidad binaria máxima especifica el límite superior de la velocidad binaria con la cual el portador IMT-2000 entrega las SDU en los SAP. No se necesita portador IMT-2000 para transferir tráfico que sobrepase la velocidad binaria garantizada. Los atributos de velocidad binaria máxima y garantizada se utilizan para la atribución de recursos dentro de las IMT-2000. La velocidad binaria garantizada es la que determina la necesidad de recursos mínima. (Cuando una fuente conversacional genera menos tráfico que el atribuido al portador, los recursos no utilizados pueden sin duda ser empleados por otros portadores.)

Puesto que el tráfico no se produce en ráfagas, tiene sentido garantizar el retardo de transferencia de una SDU cualquiera.

No es probable que los portadores conversacionales se realicen en una RAN IMT-2000 sin retransmisiones RLC. De ahí que el transporte por RAN IMT-2000 sea más eficaz y por tanto más barato si el tamaño de la PDU RLC se adapta al tamaño de la SDU del portador IMT-2000 (modo transparente RLC). Este es el motivo de utilizar la información de formatos de SDU. El conocimiento de la periodicidad de las SDU, necesario para funcionar en el modo transparente RLC, se obtiene al dividir el formato más amplio definido de SDU por la velocidad binaria máxima. Hay que tener esto en cuenta cuando se establezcan los valores de los atributos en una petición de servicio.

El tamaño máximo de la SDU solamente es aplicable si no se especifica la información de formatos de SDU, y se utiliza para fines de control de admisión y vigilancia. Si se especifica el tamaño máximo de la SDU, el tamaño de la SDU será variable. Si se especifica la información de formatos de SDU, con uno o varios tamaños posibles, cada SDU debe ajustarse exactamente a uno de los tamaños especificados. Mediante el uso de los atributos proporción de errores de SDU, BER residual y entrega de SDU erróneas, podrán especificarse los requisitos de la aplicación en cuanto a la proporción de errores, así como determinar si la aplicación desea que las IMT-2000 detecten y desechen las SDU que contienen errores y escoger una FEC adecuada.

Clase unidireccional

Como sucede en la clase conversacional, se supone que el tráfico unidireccional se presenta pocas veces en ráfagas. La velocidad binaria máxima especifica el límite superior de la velocidad binaria con la cual el portador IMT-2000 entrega las SDU en los SAP. No se necesita portador IMT-2000 para transferir el tráfico que sobrepase la velocidad binaria garantizada. Los atributos de velocidad binaria máxima y garantizada se utilizan para la atribución de recursos dentro de las IMT-2000. La velocidad binaria garantizada es la que determina la necesidad de recursos mínima. (Cuando una fuente unidireccional genera menos tráfico que el atribuido al portador, los recursos no empleados pueden sin duda utilizarse por otros portadores.)

Puesto que el tráfico no se produce en ráfagas, tiene sentido garantizar el retardo de transferencia de una SDU cualquiera.

Los requisitos de la transmisión unidireccional en materia de retardo de transferencia están comprendidos en un margen dentro del cual, al menos en una parte del mismo, puede utilizarse la retransmisión RLC. Se supone que los requisitos de la aplicación en cuanto a variación del retardo se expresan por medio del atributo de retardo de transferencia, lo que implica que no hay necesidad de un atributo explícito de variación del retardo.

Debe ser posible realizar portadores de clase unidireccional en una RAN IMT-2000 sin retransmisiones RLC. De ahí que el transporte por RAN IMT-2000 sea más eficaz y por tanto más barato si el tamaño de la PDU RLC se adapta al tamaño de la SDU del portador IMT-2000 (modo transparente RLC). Este es el motivo de utilizar la información de formatos de SDU. El conocimiento de la periodicidad de las SDU, necesario para funcionar en el modo transparente RLC, se obtiene al dividir el formato más amplio definido de SDU por la velocidad binaria máxima. Hay que tener esto en cuenta cuando se establezcan los valores de los atributos en una petición de servicio.

El tamaño máximo de la SDU solamente es aplicable si no se especifica la información de formatos de SDU, y se utiliza para fines de control de admisión y vigilancia. Si se especifica el tamaño máximo de la SDU, el tamaño de la SDU será variable. Si se especifica la información de formatos de SDU, con uno o varios tamaños posibles, cada SDU debe ajustarse exactamente a uno de los tamaños especificados.

Mediante el uso de los atributos proporción de errores de SDU, BER residual y entrega de SDU erróneas, podrán especificarse los requisitos de la aplicación en cuanto a la proporción de errores, así como determinar si la aplicación desea que las IMT-2000 detecten y desechen las SDU que contienen errores.

Clase interactiva

Esta clase de portador se ha optimizado para el transporte de la interacción de personas o máquinas con equipos distantes como los de buscadores en la Web. Las características de la fuente se desconocen, pero puede producir ráfagas.

Con el fin de poder limitar la velocidad de datos entregada para aplicaciones y redes externas merced al acondicionamiento del tráfico, se incluye la velocidad binaria máxima.

Existe una clara necesidad de diferenciar las calidades de los portadores dentro de la clase interactiva. Una alternativa sería fijar garantías absolutas en retardo, velocidad binaria, etc., lo cual sin embargo parece complicado de realizar en el momento actual dentro de una RAN/CN de IMT-2000. En su lugar, se utiliza la prioridad de tratamiento del tráfico. Mediante una programación interna de las IMT-2000, se da preferencia a las SDU de un portador IMT-2000 con prioridad de tratamiento del tráfico superior sobre las SDU de otros portadores de la clase interactiva.

Es casi imposible combinar este enfoque relativo con atributos que especifican el retardo, la velocidad binaria, la pérdida de paquetes, etc., por lo que el portador interactivo no garantiza calidad alguna, y la calidad real del portador dependerá de la carga del sistema y la política de control de admisión del operador de la red.

El único atributo adicional que es razonable especificar es la integridad de la secuencia de bits de los datos entregados, la cual está expresada por la proporción de errores de SDU, BER residual y entrega de SDU erróneas. Dado que no hay recursos reservados para la clase interactiva, la proporción de errores de SDU deberá utilizarse como un valor deseado. La proporción de errores de SDU no puede garantizarse en condiciones de carga anormales.

Clase de fondo

La clase de fondo se ha optimizado para comunicaciones de máquina a máquina que no son sensibles al retardo, como las de servicios de mensajería. Las aplicaciones de fondo toleran un retardo más elevado que las aplicaciones que utilizan la clase interactiva, lo cual es la principal diferencia entre las clases de fondo e interactiva.

Las IMT-2000 solamente transfieren SDU de clase de fondo cuando la red dispone de una capacidad de reserva definida. Con el fin de poder limitar la velocidad de datos entregada para aplicaciones y redes externas merced al acondicionamiento del tráfico, se incluye la velocidad binaria máxima.

No se necesita otra garantía que la integridad de la secuencia de bits de los datos entregados, expresada por la proporción de errores de SDU, BER residual y entrega de SDU erróneas. Dado que no hay recursos reservados para la clase de fondo, la proporción de errores de SDU deberá utilizarse como un valor deseado. La proporción de errores de SDU no puede garantizarse en condiciones de carga anormales.

8.4.3.3 Resumen de los atributos de portadores IMT-2000

En el Cuadro 2 se resumen los atributos de los portadores IMT-2000 y su aplicabilidad para cada clase de portador. Se ha de observar que la clase de tráfico es en sí misma un atributo.

CUADRO 2

Atributos de portadores IMT-2000 definidos para cada clase de portador

Clase de tráfico	Clase conversacional	Clase unidireccional	Clase interactiva	Clase de fondo
Velocidad binaria máxima	X	X	X	X
Orden de entrega	X	X	X	X
Tamaño máximo de SDU	X	X	X	X
Información de formatos de SDU	X	X		
Proporción de errores de SDU	X	X	X	X
BER residual	X	X	X	X
Entrega de SDU erróneas	X	X	X	X
Retardo de transferencia	X	X		
Velocidad binaria garantizada	X	X		
Prioridad de tratamiento del tráfico			X	
Prioridad de atribución/retención	X	X	X	X

NOTA 1 – El descriptor estadístico de la fuente puede definirse y añadirse al Cuadro anterior para determinar las características específicas del acceso radioeléctrico de las SDU que ha de admitir la RAN IMT-2000.

8.5 Gama de requisitos de QoS

Una aplicación deberá poder señalar sus requisitos de QoS a la red mediante la petición de un servicio portador con cualquiera de los tipos de tráfico, características de tráfico, retardo máximo de transferencia, variación del retardo y BER que se han especificado.

En el Cuadro 3 se indica la gama de valores que debe admitir las IMT-2000. Estos requisitos tienen validez tanto para tráfico con conexión como para tráfico sin conexión. Deberá ser posible que la red satisfaga estos requisitos sin desperdiciar recursos en las interfaces radioeléctricas y de la red debido a las limitaciones por granulosidad de la QoS.

CUADRO 3

Requisitos de BER y de retardo para entornos operativos de IMT-2000

Entorno operativo	Tiempo real (retardo constante)	Tiempo no real (retardo variable)
	BER/retardo de transferencia máxima	BER/retardo de transferencia máxima
Satélite (velocidad del terminal con respecto a tierra de hasta 1 000 km/h en avión)	Retardo de transferencia máxima: menos de 400 ms BER: de 1×10^{-3} a 1×10^{-7} ⁽¹⁾	Retardo de transferencia máxima: 1200 ms o más ⁽²⁾ BER: de 1×10^{-5} a 1×10^{-8}
Exterior rural (velocidad del terminal con respecto a tierra de hasta 500 km/h ⁽³⁾)	Retardo de transferencia máxima: 20-300 ms BER: de 1×10^{-3} a 1×10^{-7} ^{(1), (4)}	Retardo de transferencia máxima: 150 ms o más ⁽²⁾ BER: de 1×10^{-5} a 1×10^{-8}
Exterior urbano/suburbano (velocidad del terminal con respecto a tierra de hasta 120 km/h)		
Interior/exterior de corto alcance (velocidad del terminal con respecto a tierra de hasta 10 km/h)		

(1) Probablemente habrá un compromiso entre BER y retardo.

(2) El retardo de transferencia máxima se considerará como valor deseado para el 95% de los datos.

(3) Se seleccionó el valor de 500 km/h como velocidad máxima admisible en el entorno exterior rural con miras a prestar el servicio en vehículos de alta velocidad (trenes, por ejemplo). Este valor no pretende ser el valor típico del entorno (más usual es el de 250 km/h).

(4) Véase el § 8.6.4 para más información sobre retardos.

8.5.1 QoS admitida por el usuario final

Este punto describe la QoS que ha de proporcionarse a las aplicaciones de usuario final. La Fig. 4 resume los principales grupos de aplicaciones expresadas por sus requisitos de QoS. Hay aplicaciones y nuevas aplicaciones que pueden abarcar más de un grupo.

Los Cuadros 4 a 6 desmenuzan los requisitos en materia de QoS del usuario final o de la aplicación en una IMT-2000 para los servicios de clases conversacional (Cuadro 4), interactiva (Cuadro 5) y unidireccional (Cuadro 6). Estos Cuadros especifican el retardo de extremo a extremo, se han preparado desde la perspectiva del servicio de aplicación y por lo general definen tanto el retardo preferido como el retardo máximo para el servicio en cuestión.

FIGURA 4

Grupos de comportamiento de aplicaciones según las necesidades de QoS

Tolerante al error	Voz y vídeo conversacional	Mensajería de voz	Audio y vídeo unidireccional	Fax
Intolerante al error	Telnet, juegos interactivos	Comercio electrónico, búsqueda en la Web, acceso a correo electrónico	FTP, imagen fija, radiobúsqueda	Usenet
	Conversacional (retardo \ll 1 s)	Interactiva (retardo aproximado 1 s)	Unidireccional (retardo $<$ 10 s)	De fondo (retardo $>$ 10 s)

1079-04

CUADRO 4

Comportamiento esperado por el usuario final – Servicios conversacionales/en tiempo real

Medio	Aplicación	Grado de simetría	Velocidad de datos (kbit/s)	Parámetros de calidad esenciales y valores deseados		
				Retardo en un sentido (ms)	Variación del retardo (ms)	Pérdida de información
Audio	Conversación en banda vocal estrecha	Bidireccional	4-13	Preferido $<$ 150 Límite $<$ 400	$<$ 1	$<$ 3% FER
Audio	Conversación en banda vocal ancha	Bidireccional	4-13 10-64	Preferido $<$ 150 Límite $<$ 400	$<$ 1	$<$ 3% FER
Vídeo	Videoteléfono	Bidireccional	32-384	Preferido $<$ 150 Límite $<$ 400 Doblaje $<$ 100		$<$ 1% FER
Datos	Telemetría – control bidireccional	Bidireccional	$<$ 28,8	$<$ 250	No aplicable	Cero
Datos	Juegos interactivos	Bidireccional	$<$ 1	$<$ 250	No aplicable	Cero
Datos	Telnet	Bidireccional (asimétrica)	$<$ 1	$<$ 250	No aplicable	Cero

CUADRO 5

Comportamiento esperado por el usuario final – Servicios interactivos

Medio	Aplicación	Grado de simetría	Velocidad de datos (kbit/s)	Parámetros de calidad esenciales y valores deseados		
				Retardo en un sentido	Variación del retardo (ms)	Pérdida de información
Audio	Mensajería de voz	Esencialmente unidireccional	4-13	< 1 s para reproducción < 2 s para grabación	< 1	< 3% FER
Datos	Búsqueda en la Web – HTML	Esencialmente unidireccional		< 4 s/página	No aplicable	Cero
Datos	Servicios de transacción – alta prioridad (ejemplo, comercio, ATM)	Bidireccional		< 4 s	No aplicable	Cero
Datos	Correo electrónico (acceso a servidor)	Esencialmente unidireccional		< 4 s	No aplicable	Cero

CUADRO 6

Comportamiento esperado por el usuario final – Servicios unidireccionales

Medio	Aplicación	Grado de simetría	Velocidad de datos (kbit/s)	Parámetros de calidad esenciales y valores deseados		
				Retardo en un sentido (s)	Variación del retardo (ms)	Pérdida de información
Audio	Audio unidireccional de alta calidad	Esencialmente unidireccional	32-128	< 10	< 1	< 1% FER
Vídeo	Unidireccional	Unidireccional	32-384	< 10		< 1% FER
Datos	Transferencia/extracción de datos en bloque	Esencialmente unidireccional		< 10	No aplicable	Cero
Datos	Imagen fija	Unidireccional		< 10	No aplicable	Cero
Datos	Telemetría – comprobación técnica	Unidireccional	< 28,8	< 10	No aplicable	Cero

Los Cuadros 4 a 6 complementan el Cuadro 3 del punto anterior. El Cuadro 3 indica el comportamiento que probablemente presentarán los sistemas IMT-2000 en diferentes entornos operativos.

NOTA 1 – El término, retardo de transferencia, se ha definido en el § 8.4.3.1 anterior.

8.6 Principales requisitos de calidad de las señales vocales

8.6.1 Calidad subjetiva

La calidad de las señales vocales deberá ser comparable a la de la red fija, para usuarios de diferente edad, sexo e idioma, de conformidad con los requisitos descritos a continuación (véase la Recomendación UIT-T G.174).

8.6.2 Calidad de voz natural y reconocimiento del hablante

Las señales vocales deberán sonar como voz humana natural. Es fundamental que el usuario sea capaz de reconocer la voz de personas llamantes cuya voz le sea familiar.

8.6.3 Facilidad de conversación

Deberá resultarles fácil a los abonados utilizar el sistema cuando se requiera intercambiar información en conversaciones mantenidas por la conexión, incluido el caso de habla simultánea en que ambos participantes hablan a la vez.

8.6.4 Pérdida de interactividad debida al retardo en el trayecto de conversación

El retardo medio en un sentido menor de 40 ms que se recomienda es un objetivo importante para las IMT-2000. Se admite, sin embargo, que puede ser extremadamente difícil o impracticable alcanzar ese valor a corto plazo. Por consiguiente, al calcular los presupuestos de retardo de transmisión debe considerarse un valor en torno a 100 ms para la parte de acceso a IMT-2000.

Las conversaciones entre usuarios no deberán sufrir una pérdida de la interactividad apropiada por un retardo excesivo en la conexión. El retardo puede interferir en aplicaciones de usuario, por ejemplo en la facilidad con que pueden mantenerse conversaciones interactivas. Resulta fundamental, por consiguiente, controlar el retardo introducido por las IMT-2000.

En una RMTP digital con suficiente control del eco, la Recomendación UIT-T G.173 señala un objetivo de retardo medio en un sentido de 20 ms y que el retardo en un sentido no debe exceder de 40 ms. Se admite que, en el segmento de satélite y en la RMTP, el retardo en un sentido puede exceder de 40 ms debido al retardo de propagación y procesamiento (véase la Recomendación UIT-T G.114).

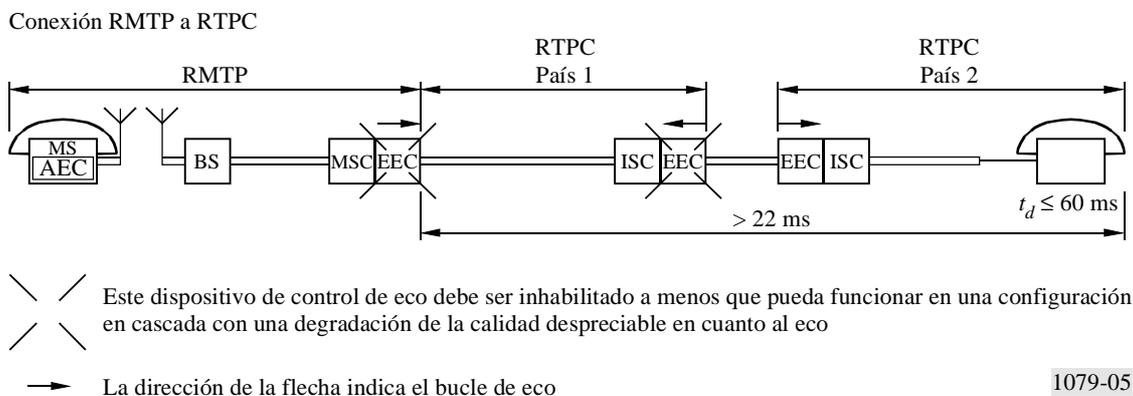
Incluso aunque pueda producirse un retardo mayor en una conexión por satélite, el retardo se reducirá al mínimo en el acceso inalámbrico a la red de la mayoría de las llamadas, que utilizan conexiones terrenales.

Se necesita un estudio ulterior sobre cómo distribuir el retardo permitido entre el códec de señales vocales y la capa física radioeléctrica.

El retardo en un sentido se define como el retardo asociado al procesamiento, codificación, decodificación y propagación radioeléctrica entre un móvil y la conexión a la RTPC (RMTP):

FIGURA 5

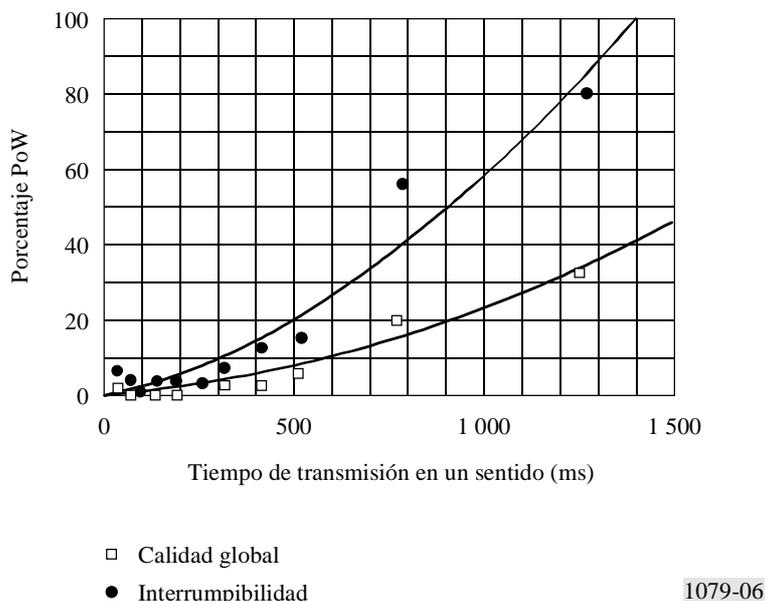
Parte de la Fig. A.4/G.173 de la Recomendación UIT-T G.173



En la Recomendación UIT-T G.114 se han expuesto los resultados de unas pruebas subjetivas utilizando la configuración de la Fig. 5, basadas en la degradación de la NMO a través de una gama de retardos de transmisión en un sentido que va de 0 a 1 500 ms. Los resultados se representan como porcentajes de PoW.

FIGURA 6

Comparación de PoW para la calidad global y la facilidad de interrupción
(tomada de la Recomendación UIT-T G.114)



Los resultados de la Fig. 6 indican claramente que no existe diferencia apreciable en la calidad global ni en la facilidad de interrupción cuando se mantiene un retardo de transmisión en un sentido inferior a 300 ms. Así, aun considerando un escenario de llamada de móvil a móvil, parece aceptable fijar en 100 ms el retardo de transmisión en un sentido de un sistema de acceso inalámbrico terrenal.

8.6.5 Protección contra el eco

El control del eco en el entorno de las IMT-2000 es un tema complejo. La experiencia de otros sistemas debe tratarse con cautela. Los retardos que pueden ser considerados como tolerables en sistemas independientes quizás no sean aceptables en las IMT-2000. Habrá que referirse a la Recomendación UIT-T G.174.

En las IMT-2000, el retardo de transmisión esperado exigirá la utilización de control de eco en el sistema.

8.6.6 Uniformidad en entornos diferentes

Cuando se utilicen interfaces radioeléctricas diferentes para el acceso en entornos distintos (por ejemplo, picocélulas, células grandes, etc.) se aplicarán los mismos requisitos en cuanto a calidad de las señales vocales. El abonado deberá encontrar que la calidad de las señales vocales es uniforme en todo el sistema.

Se reconoce que tal vez se requieran códecs más complejos, con un consumo de potencia mayor, para alcanzar la calidad requerida de las señales vocales de las IMT-2000 en células grandes, en donde se necesitan velocidades binarias inferiores para lograr la eficacia espectral.

8.6.7 Efectos de la transcodificación

Las conexiones de extremo a extremo en las IMT-2000 comienzan, habitualmente, en un tipo de célula, siguen a través de la red fija y terminan en un tipo de célula distinto, pasando posiblemente a través de un segmento de satélite, en las IMT-2000 o en la red fija. Si se eligen diferentes códecs de señales vocales en estos entornos de acceso inalámbrico distintos y en la red fija, se producirá la concatenación de una diversidad de códecs de señales vocales con la consiguiente pérdida de calidad de las mismas, como resultado de la necesaria transcodificación.

Deberán utilizarse técnicas que reduzcan al mínimo la necesidad de la transcodificación y la repercusión de la misma, como son la operación libre en tándem o la operación libre con transcodificador. Los efectos de la transcodificación deberán tenerse muy en cuenta para cumplir los requisitos de calidad de las señales vocales que figuran en esta Recomendación.

8.6.8 Calidad de las conexiones de extremo a extremo

Los requisitos de calidad de las señales vocales se cumplirán en conexiones completas de extremo a extremo, que incluyen las degradaciones debidas a las interfaces radioeléctricas (con condiciones de propagación e interferencia típicas), la transcodificación, el retardo y los ecos en la conexión, etc.

8.6.9 Acústica del terminal

La acústica del microteléfono resulta de gran importancia cuando se determina la calidad audio global de los sistemas inalámbricos. Una primera consideración consiste en asegurarse de que los niveles de señal de emisión, recepción y efecto local son compatibles con la telefonía de línea alámbrica convencional. Dichos niveles se especifican normalmente en términos de índices de sonoridad (véase la Recomendación UIT-T P.79) y en la Recomendación UIT-T G.174 se dan valores adecuados. Sin embargo, consideraciones de otro tipo, como por ejemplo la forma del microteléfono (posición del micrófono con respecto a la boca del usuario y hermeticidad del auricular aplicado a la oreja del usuario) también son importantes, sobre todo en condiciones de funcionamiento ruidosas.

8.6.10 Tonos de progresión de la llamada, anuncios y música

No deberá haber ningún efecto molesto en los tonos de progresión de la llamada, en los anuncios de red o en la música cuando se esté en retención.

8.6.11 Reconocimiento de la voz

Deberá tomarse en consideración la necesidad de mantener aquellos aspectos de las señales vocales que se utilizan en sistemas de reconocimiento de la voz ya probados con señales vocales procedentes de sistemas alámbricos y en los previsibles sistemas de reconocimiento de la voz del futuro.

8.6.12 Traspaso

El usuario no deberá percibir los efectos del traspaso en la calidad de las señales vocales o de los datos en banda vocal.

8.6.13 Resistencia

Es importante la capacidad de soportar errores aleatorios, errores en ráfagas y altas BER en toda la zona de servicio. La clasificación de las posibles combinaciones de códec de señales vocales/códec de canal puede ser diferente en condiciones buenas y en condiciones marginales.

8.6.14 Ruido acústico de fondo

Se prevé que en los entornos de las IMT-2000 se genere un mayor nivel de ruido acústico de fondo que en los sistemas alámbricos, debido a las contribuciones al ruido procedentes, por ejemplo, del tráfico rodado, los ferrocarriles, las estaciones de autobuses, etc. El códec de señales vocales y los transductores asociados deben ser resistentes, por consiguiente, frente a ese ruido acústico de fondo.

El códec de señales vocales deberá resistir también la presencia de otros hablantes en el entorno.

8.6.15 Coste y consumo de potencia

Las propuestas relativas a la codificación de las señales vocales y los canales deberán evaluarse en función de su coste esperado, su consumo de potencia y su complejidad.

8.6.16 Interconexión entre usuarios de las IMT-2000 de redes diferentes

Cualquier degradación de la calidad de las señales vocales resultante de la transcodificación entre dos usuarios de las IMT-2000 deberá reducirse al mínimo.

8.6.17 Prueba de la calidad de las señales vocales

La aptitud de las IMT-2000 para satisfacer los requisitos de calidad de las señales vocales que se dan más arriba deberá juzgarse con un método de selección realista, que tenga en cuenta las degradaciones del canal radioeléctrico móvil.

Las pruebas deben incluir conversaciones bidireccionales en las que los hablantes actúan en condiciones reales que imponen demandas a la utilización del canal.

Deberá estar representada la gama de escenarios de conexión, incluyendo los de móvil a fijo, móvil a móvil, la inclusión de enlaces por satélite en la interfaz móvil, de enlaces por satélite en la red, etc. Deberán incluirse degradaciones tales como los ecos y retardos de traspasos y de red.

Durante la prueba, se forzará la conexión vocal con un esquema de errores generado por un modelo de errores relacionado con la interfaz radioeléctrica. Todavía no se ha seleccionado la tecnología de las interfaces radioeléctricas, por lo que deberá utilizarse un modelo de errores provisional.

8.7 Requisitos de los datos en banda vocal

La transmisión de información mediante DTMF deberá ser sustentada por las IMT-2000 con una calidad comparable a la de la red fija (véase la Recomendación UIT-T G.174).

Los tonos DTMF pueden originarse en el teclado numérico del microteléfono o en un dispositivo independiente, acoplado acústicamente.

Sería conveniente poder transmitir los tonos DTMF cursándolos transparentemente a través del códec de señales vocales, para hacer mínimo el coste del microteléfono y de la infraestructura de la red. Existe el peligro, no obstante, de que no se logre una característica en materia de errores adecuada debido a las degradaciones en la interfaz radioeléctrica. También se puede producir una carga innecesaria en el códec de señales vocales. En consecuencia, los tonos DTMF que entren en el microteléfono por acoplamiento acústico serán reconocidos como tales y transportados en las IMT-2000 como señales de datos, a menos que pueda garantizarse una característica en materia de errores adecuada con transmisión transparente.

Las señales de datos en banda vocal sustentadas por las IMT-2000 se transmitirán con una calidad comparable a la de la red fija (véase la Recomendación UIT-T G.174). Un ejemplo importante de datos en banda vocal es el facsímil del tipo Grupo 3.

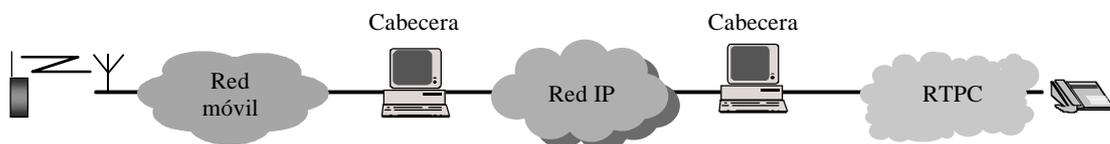
La referencia de calidad para condiciones de fondo limpias es la de 32 kbit/s según la Recomendación UIT-T G.726.

ANEXO 1

Instrumento de planificación para evaluar la calidad de la transmisión de señales vocales de extremo a extremo

Los sistemas de comunicación modernos atraviesan frecuentemente múltiples redes y puede ser difícil evaluar cuál será la calidad que al final perciba el usuario. El modelo E de la Recomendación UIT-T G.107 puede utilizarse para estimar la combinación de las degradaciones procedentes de las subredes atravesadas.

FIGURA 7
Sistema de extremo a extremo



1079-07

Por ejemplo, en la Fig. 7, pueden distinguirse las degradaciones siguientes:

- Red móvil:
 - deficiencias del códec de señales vocales
 - errores de propagación
 - retardo de propagación y procesamiento
 - eco del microteléfono

- Red IP:
 - deficiencias del códec de señales vocales
 - pérdida de paquetes
 - retardo de propagación
 - fluctuación de fase de paquetes
- RTPC:
 - deficiencias del códec de señales vocales (despreciables para MIC a 64 kbit/s)
 - errores de propagación
 - retardo de propagación y procesamiento
 - eco del microteléfono
- Cabeceras:
 - deficiencias de conversión del códec de señales vocales
 - retardo de propagación.

La calidad de funcionamiento lograda en las distintas configuraciones que se basan en el modelo E, descrito en la Recomendación UIT-T G.107, pueden representarse en un diagrama de barras. El modelo E proporciona una estimación estadística de las mediciones de calidad.

Por medio del modelo E de la Recomendación UIT-T G.107 pueden obtenerse resultados de salida (expresados, por ejemplo, como (GoB) para una diversidad de escenarios posibles, los cuales pueden representarse a efectos de comparación: unos pueden ser muy buenos (90% GoB), y otros muy malos (20% GoB). De esta manera, este instrumento de planificación proporciona comparaciones relativas de sistemas sometidos a diversas condiciones de transmisión con miras a facilitar las decisiones de ingeniería que atañen a compromisos entre costes y calidad.
