

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1034-1

REQUISITOS DE LAS INTERFACES RADIOELÉCTRICAS PARA LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES INTERNACIONALES-2000 (IMT-2000)

(Cuestión UIT-R 39/8)

(1994-1997)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

recomienda

1 que los requisitos para las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) incluyan los aspectos indicados a continuación.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 3
2	Ámbito de aplicación 4
3	Estructura de la Recomendación 4
4	Documentación conexa 4
5	Definiciones 5
6	Consideraciones 5
7	Entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000 5
7.1	Características de los entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000 5
7.1.1	Atributos de red 5
7.1.2	Atributos físicos 6
7.1.3	Atributos de usuario 6
7.2	Identificación de los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 6
7.2.1	Entorno de interiores comercial 7
7.2.2	Entorno de vecindad en interiores o exteriores 7
7.2.3	Entorno de domicilio 7
7.2.4	Entorno de exteriores urbano de vehículo 7
7.2.5	Entorno de exteriores urbano peatonal 7
7.2.6	Entorno de exteriores rural 8
7.2.7	Entorno terrenal aeronáutico 8
7.2.8	Entorno de exteriores fijo 8
7.2.9	Entorno local de gran velocidad binaria 8
7.2.10	Entorno urbano de satélite 8
7.2.11	Entorno rural por satélite 8
7.2.12	Entorno de satélite con montaje fijo 9
7.2.13	Entorno de interiores por satélite 9

8	Características de la propagación radioeléctrica	9
8.1	Entornos de interiores	9
8.2	Entornos terrenales de exteriores	10
8.3	Entornos de exteriores a interiores.....	10
8.4	Entornos de satélite.....	11
9	Accesibilidad al servicio en los entornos de funcionamiento radioeléctricos IMT-2000	11
9.1	Parámetros de accesibilidad al servicio	11
9.2	Clasificación de la accesibilidad al servicio	12
9.3	Requisitos de accesibilidad al servicio	12
9.3.1	Cobertura del sistema.....	12
9.3.2	Cobertura radioeléctrica.....	12
9.3.3	Soporte de los servicios en los entornos de funcionamiento.....	13
10	Requisitos relativos al usuario.....	13
10.1	Requisitos del servicio.....	13
10.1.1	Soporte de múltiples servicios IMT-2000.....	13
10.1.2	Plataforma de servicio flexible	13
10.1.3	Velocidades binarias de usuario variables	13
10.1.4	Datos en banda vocal	13
10.1.5	Soporte de servicios de datos	13
10.1.6	Acceso prioritario y servicios de emergencia	14
10.1.7	Utilización simultánea de múltiples servicios.....	14
10.1.8	Servicio ampliado	14
10.1.9	Tono de marcación.....	14
10.2	Requisitos de calidad de servicio.....	14
10.2.1	Calidad de las señales vocales	14
10.2.2	Técnicas de mantenimiento de la calidad de las señales vocales.....	14
10.2.3	Retardo de la conversación	14
10.2.4	Calidad de los datos	14
10.2.5	Integridad del cómputo de bits.....	14
10.3	Requisitos de seguridad	14
10.3.1	Limitaciones en relación con la seguridad.....	15
10.3.2	Mantenimiento de la seguridad en el traspaso	15
10.3.3	Señalización de seguridad en condiciones de errores por ráfagas	15
10.3.4	Reducción al mínimo del retardo adicional de establecimiento de la llamada.....	15
10.4	Requisitos relativos al coste y complejidad.....	15
10.5	Requisitos de portabilidad	15
10.6	Requisitos de seguridad y de compatibilidad electromagnética	16
10.6.1	Requisitos de seguridad	16
10.6.2	Compatibilidad electromagnética.....	16
11	Requisitos operacionales	16
11.1	Requisitos según los casos.....	16
11.1.1	Entornos múltiples de funcionamiento radioeléctrico.....	16
11.1.2	Múltiples operadores IMT-2000	17
11.1.3	Múltiples suministradores de equipo	17
11.1.4	Múltiples tipos de estación móvil IMT-2000.....	17

11.2	Requisitos funcionales	17
11.2.1	Complejidad estructural	17
11.2.2	Tránsito	18
11.2.3	Traspaso	18
11.2.4	Necesidad de interfuncionamiento	19
11.2.5	Despliegue de la red radioeléctrica	19
11.2.6	Gestión de la red radioeléctrica.....	20
11.2.7	Evolución de la red radioeléctrica.....	20
11.2.8	Utilización y gestión del espectro	21
11.2.9	Alcance radioeléctrico y tamaño de las células.....	21
11.2.10	Técnicas de diversidad	22
11.2.11	Flexibilidad operacional.....	22
11.2.12	Riesgos.....	22
11.3	Requisitos de calidad	22
11.3.1	Resistencia a los efectos de la propagación multitrayecto	23
11.3.2	Vehículos en movimiento	23
11.3.3	Calidad del canal radioeléctrico	23
11.3.4	Eficacia en la utilización del espectro	23
11.3.5	Fiabilidad operacional.....	23
Anexo 1 – Definiciones		24
Anexo 2 – Consideraciones respecto a los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000		24
Anexo 3 – Limitaciones de diseño provisionales en la accesibilidad al servicio de las interfaces IMT-2000 para los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000		25

1 Introducción

Las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) son sistemas móviles de tercera generación cuya entrada en servicio está prevista hacia el año 2000, sujeta a consideraciones 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, la red telefónica pública conmutada (RTPC)/red digital de servicios integrados (RDSI)) 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,
- utilización de un terminal de bolsillo a escala mundial.

Las IMT-2000 vienen definidas en una serie de Recomendaciones de la UIT interdependientes y la presente es una de ellas.

Esta Recomendación forma parte del proceso de especificación de las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000. Dichos sistemas funcionarán a escala mundial de acuerdo con la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones para examinar la atribución de frecuencias en ciertas partes del espectro (Málaga-Torremolinos, 1992) (CAMR-92) (1 885-2 025 y 2 110-2 200 MHz, limitándose el segmento de satélite a las frecuencias 1 980-2 010 y 2 170-2 200 MHz).

El tema de las IMT-2000 es complejo y su representación en forma de Recomendaciones está evolucionando. Para mantener el ritmo de avance en esta materia, es necesario elaborar una secuencia de Recomendaciones sobre diversos aspectos. Las Recomendaciones tendrán que evitar la aparición de conflictos entre sí. Las Recomendaciones futuras o nuevas revisiones de las existentes se utilizarán para resolver todas las discrepancias.

2 **Ámbito de aplicación**

El objeto de esta Recomendación es elaborar los conceptos de las IMT-2000 que figuran en la Recomendación UIT-R M.687 y plantear de forma especializada las limitaciones que recaen sobre las interfaces radioeléctricas, especialmente en términos de requisitos del sistema, requisitos de usuario y necesidades operacionales. Se tienen en cuenta las Recomendaciones sobre el marco para los servicios (véase la Recomendación UIT-R M.816), adaptación a las necesidades de los países en desarrollo (véase la Recomendación UIT-R M.819), funcionamiento por satélite (véase la Recomendación UIT-R M.818), arquitectura de red (véase la Recomendación UIT-R M.817), principios de seguridad (véase la Recomendación UIT-R M.1078) y requisitos de calidad en cuanto a señales vocales y datos en banda vocal (véase la Recomendación UIT-R M.1079) para elaborar Recomendaciones sobre los requisitos del subsistema radioeléctrico IMT-2000 desde una perspectiva de sistema global.

3 **Estructura de la Recomendación**

El § 4 contiene una lista de Recomendaciones conexas. El § 5 indica una lista de las definiciones utilizadas en esta Recomendación. El § 6 incluye las consideraciones que se han tenido en cuenta al elaborar la presente Recomendación. El § 7 define y caracteriza los entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000. El § 8 da las características de la propagación radioeléctrica. En el § 9 se examina la accesibilidad al servicio en los entornos del funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000. En el § 10 se describen los requisitos de usuario relativos a los factores de coste/complejidad, seguridad y de portabilidad. Por último, en el § 11 se analizan diversos requisitos operacionales.

4 **Documentación conexas**

Las Recomendaciones de la UIT indicadas a continuación contienen informaciones sobre las IMT-2000 relacionadas con la presente Recomendación:

- Recomendación UIT-R M.687: Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.816: Marco para los servicios que prestarán las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.817: Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000). *Arquitecturas de red*
- 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.1035: Marco general para el estudio de la funcionalidad de las interfaces radioeléctricas y del subsistema radioeléctrico en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.1036: Consideraciones sobre el espectro para la implementación de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) en las bandas 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz
- Recomendación UIT-T F.115: Objetivos de servicio y principios para los futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres
- Recomendación UIT-R M.1225: Pautas de evaluación de las tecnologías de transmisión radioeléctrica para las IMT-2000
- Recomendación UIT-R M.1078: Principios de seguridad para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.1079: Requisitos de comportamiento en cuanto a las señales vocales y los datos en banda vocal para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
- Recomendación UIT-R M.1224: Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).

5 Definiciones

En el Anexo 1 figura una lista parcial de definiciones relativas a esta Recomendación.

6 Consideraciones

En la elaboración de esta Recomendación se consideraron los siguientes factores:

- a) las Recomendaciones UIT-R y UIT-T pertinentes y los estudios en curso;
- b) que el funcionamiento por satélite en las IMT-2000 puede facilitar el crecimiento de los servicios de telecomunicación en los países en desarrollo;
- c) la necesidad de que la estructura del sistema sea flexible y capaz de conjugar la inversión en la red con el crecimiento de los ingresos para adaptarse rápidamente a los factores ambientales y responder a los nuevos desarrollos sin restringir la innovación;
- d) la necesidad de terminales móviles (incluyendo los que tienen capacidad de comunicación con satélites) para desplazarse entre redes de telecomunicaciones móviles de los distintos países;
- e) que las IMT-2000 tendrán que funcionar en múltiples entornos, determinados cada uno de ellos por distintas características de propagación así como por diferentes densidades de tráfico y características de movilidad;
- f) que el funcionamiento por satélite de las IMT-2000 ofrece la posibilidad de mejorar significativamente la cobertura global y el interés por estos servicios;
- g) la necesidad de que la calidad de servicio de las IMT-2000 sea comparable a la de la RTPC/RDSI;
- h) la importancia creciente de los diversos tipos de servicios de telecomunicación no vocales;
- j) que los terminales móviles de las IMT-2000 pueden utilizarse para acceder a los sistemas móviles por satélite utilizados en tierra, barcos y aeronaves.

7 Entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000

En este punto se define una serie de entornos de funcionamiento radioeléctrico aplicables a las IMT-2000. Dichos entornos se caracterizan por una gama de atributos de entorno vistos por el subsistema radioeléctrico IMT-2000.

El objetivo que se persigue al definir distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000 es identificar escenarios que, desde una perspectiva radioeléctrica, pueden imponer requisitos distintos en las interfaces radioeléctricas. Al identificar los entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000 no se pretende identificar escenarios permitidos para dichos sistemas.

Los distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 identificados servirán como base para el proceso ulterior de diseño del sistema IMT-2000, identificando elementos comunes y compromisos, con miras a minimizar el número de interfaces radioeléctricas IMT-2000 y maximizar el número de elementos comunes entre ellos.

7.1 Características de los entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000

Los entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000 se caracterizan por una gama de atributos que, de alguna manera, pueden repercutir en el subsistema radioeléctrico IMT-2000. Estos atributos incluyen:

7.1.1 Atributos de red

Las áreas de aplicación del subsistema IMT-2000 se caracterizan por el objetivo de cobertura del sistema. Las áreas de aplicación del sistema IMT-2000 pueden variar significativamente en términos del tipo de red IMT-2000 utilizada para la zona de aplicación del sistema. Estos diversos tipos de red pueden, a su vez, imponer distintos requisitos en las interfaces radioeléctricas. Algunos ejemplos de áreas de aplicación del sistema IMT-2000 pueden incluir:

- aplicaciones celulares públicas,
- aplicaciones comerciales privadas,
- aplicaciones de telefonía sin hilos residencial,

- sustitución de bucles de abonado fijo,
- aplicaciones en vecindades residenciales,
- aplicaciones de estación de base móvil,
- aplicaciones de radiobúsqueda.

Los modos de entrega IMT-2000 se caracterizan por la implementación fundamental de la red, pero pueden no ser vistos por los usuarios. Se definen dos modos de entrega IMT-2000 distintos:

- infraestructura con base terrena,
- infraestructura con base en satélite.

Los modos de entrega IMT-2000 son en gran medida independientes de las áreas de aplicación del sistema, pero un determinado modo de entrega puede no ser aplicable en todas las áreas de aplicación del sistema.

7.1.2 Atributos físicos

Los efectos de propagación vienen determinados por el emplazamiento físico de las estaciones de base y las estaciones móviles IMT-2000. Los efectos de propagación en este sentido pueden variar por ejemplo conforme a:

- el funcionamiento en interiores y en exteriores,
- el funcionamiento en exteriores, en zonas urbanas, suburbanas, rurales, montañosas o costeras,
- el funcionamiento terrenal o por satélite,
- el funcionamiento en tierra, marítimo o aeronáutico.

7.1.3 Atributos de usuario

Las características de utilización vienen dadas por la situación en que el usuario móvil IMT-2000 utiliza los servicios. Pueden variar conforme a, por ejemplo:

- la utilización en el domicilio, en la oficina o durante el desplazamiento,
- la demanda de tráfico esperada,
- los índices aproximados de información de servicio que se darán por la interfaz radioeléctrica IMT-2000.

La velocidad relativa entre las estaciones de base IMT-2000 y las estaciones móviles IMT-2000 puede variar debido al desplazamiento de las estaciones móviles o de las estaciones de base IMT-2000. Las categorías generales de esta velocidad relativa son:

- estacionaria (0 km/h),
- peatonal (hasta 10 km/h),
- vehículo típico (hasta 100 km/h),
- vehículo de gran velocidad (hasta 500 km/h),
- aeronáutica (hasta 1 500 km/h),
- satélite (hasta 27 000 km/h).

7.2 Identificación de los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000

Como continuación de lo mencionado anteriormente, puede identificarse, en principio, un número muy elevado de entornos distintos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000. No obstante, los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 identificados en este punto se han reducido a los entornos de funcionamiento que son, clara y justificablemente, distintos en términos de las características enumeradas anteriormente y que pueden de alguna manera imponer requisitos distintos al subsistema radioeléctrico IMT-2000.

En el Cuadro 1 se identifican entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 y sus modos de entrega.

Estos entornos de funcionamiento radioeléctrico se describen con más detalle a continuación. En todos los casos, los alcances de propagación, las velocidades móviles, etc., representan solamente valores típicos sin que pretendan ser restrictivos. En todos los casos se considera que el trayecto de propagación va entre la unidad móvil y su estación de base, lo que significa que la segunda interfaz radioeléctrica de una estación de base móvil o repetidor cae fuera del entorno descrito. No obstante, las velocidades de información de servicio esperadas vendrán dadas por el enlace más débil de la cadena.

CUADRO 1

Entornos de funcionamiento IMT-2000 y modos de entrega

Entorno	Modo de entrega
Entorno de interiores comercial	Terrenal
Entorno de vecindad en interiores o exteriores	Terrenal
Entorno de domicilio	Terrenal
Entorno de exteriores urbano de vehículo	Terrenal
Entorno de exteriores urbano peatonal	Terrenal
Entorno de exteriores rural	Terrenal
Entorno aeronáutico terrenal	Terrenal
Entorno de exteriores fijo	Terrenal
Entorno local de gran velocidad binaria	Terrenal
Entorno urbano por satélite	Satélite
Entorno rural por satélite	Satélite
Entorno de satélite con montaje fijo	Satélite
Entorno de interiores por satélite	Satélite

En el Anexo 2 figuran algunas consideraciones que llevan a la elección de los entornos de funcionamiento radio-eléctrico IMT-2000 identificados anteriormente.

7.2.1 Entorno de interiores comercial

El entorno de interiores comercial comprende la propagación en el interior de edificios para alcances de hasta unos 100 m en un entorno de oficina con velocidades comprendidas entre cero y las de un móvil peatonal (0-10 km/h). En este entorno cabe esperar requisitos de tráfico muy elevado.

7.2.2 Entorno de vecindad en interiores o exteriores

El entorno de vecindad en interiores o exteriores comprende la propagación en exteriores y en interiores para alcances de hasta 1 km en una zona residencial con velocidades comprendidas entre cero y las de un móvil peatonal (0-10 km/h). En este entorno se esperan requisitos de tráfico reducido.

Ejemplo de dicho entorno es aquel en que se prestan servicios a uno o más usuarios en sus domicilios, o en las proximidades de éstos, mediante una estación de base situada en las proximidades de sus residencias.

7.2.3 Entorno de domicilio

El entorno de domicilio comprende la propagación en interiores para exteriores en alcances de hasta unos 100 m y alrededor de la vivienda, con velocidades comprendidas entre cero y las de un móvil peatonal (0-10 km/h). En este entorno se esperan requisitos de tráfico muy reducido.

7.2.4 Entorno de exteriores urbano de vehículo

El entorno de exteriores urbano de vehículo comprende la propagación en exteriores en zonas urbanas, para alcances que van de 1 a 5 km, aproximadamente, y velocidades comprendidas entre cero y las típicas de los vehículos (0-100 km/h). La propagación en exteriores urbanos se caracteriza por apantallamiento frecuente de la señal y multitrayecto debidos principalmente a los edificios, estando situadas las estaciones de base en el suelo, a alturas limitadas. En este entorno se esperan requisitos de tráfico elevado.

7.2.5 Entorno de exteriores urbano peatonal

El entorno de exteriores urbano peatonal comprende la propagación en exteriores en zonas urbanas, con alcances que van de unos 100 m a 5 km, y velocidades del móvil comprendidas entre cero y la peatonal (0-10 km/h). La propagación en exteriores urbanos se caracteriza por el apantallamiento frecuente de la señal y el multitrayecto debidos principalmente a los edificios, estando las estaciones de base situadas en el suelo a alturas limitadas. En este entorno cabe esperar requisitos de tráfico elevado.

7.2.6 Entorno de exteriores rural

El entorno de exteriores rural comprende la propagación en exteriores en zonas rurales con alcances que van de unos 5 a 35 km, y velocidades del móvil comprendidas entre cero y las velocidades elevadas de vehículos (0-500 km/h). La propagación rural en exteriores se caracteriza por el apantallamiento de la señal y el multitrayecto debidos principalmente a las montañas y árboles, estando las estaciones de base situadas en el suelo a alturas limitadas. Cabe esperar en este entorno requisitos de tráfico medio.

7.2.7 Entorno terrenal aeronáutico

El entorno terrenal aeronáutico comprende la propagación de exteriores para los usuarios con aeronaves y alcances de hasta unos 500 km, estando las estaciones móviles en movimiento a velocidades aeronáuticas (0-1 500 km/h). En este entorno cabe esperar requisitos de tráfico reducido. Hay que señalar que este entorno puede también considerarse como un caso especial del entorno rural en exteriores.

7.2.8 Entorno de exteriores fijo

El entorno de exteriores fijo comprende la propagación en exteriores en zonas urbanas y/o rurales, con alcances comprendidos entre 1 y 100 km y estaciones móviles estacionarias. En este entorno cabe esperar requisitos de tráfico reducido.

Ejemplo de un entorno de este tipo es aquel en que se prestan servicios a un usuario que utiliza un enlace radioeléctrico fijo formando parte de un bucle de abonado, es decir, un radioenlace entre un punto fijo de distribución radioeléctrica en la red y un punto terminal radioeléctrico en los locales del abonado que ofrece una terminación de red y en el que puede conectarse un aparato fijo o sin hilos.

La propagación en este caso fijo se caracteriza por un posicionamiento óptimo de la estación móvil y, posiblemente, la utilización de antenas direccionales a fin de evitar las probabilidades de multitrayecto y bloqueo en cierta medida, y/o tratar de lograr alcances mayores.

NOTA 1 – Las condiciones de propagación para las aplicaciones terrenales fijas en zonas urbanas y rurales pueden ser algo distintas. No obstante, otorgando la ponderación adecuada a la importancia relativa de las aplicaciones fijas respecto a las aplicaciones móviles en las IMT-2000, no se justifica identificar entornos de funcionamiento radioeléctrico separado para estas aplicaciones.

7.2.9 Entorno local de gran velocidad binaria

El entorno local de gran velocidad binaria comprende la propagación en interiores y/o exteriores con alcances de hasta unos 100 m y velocidades del móvil comprendidas entre cero y la peatonal (0-10 km/h). Generalmente, un entorno de este tipo constará de una estación de base especializada para servicios de gran velocidad binaria, situada en focos seleccionados que cubren una pequeña zona. En este entorno cabe esperar requisitos de tráfico elevado.

7.2.10 Entorno urbano de satélite

El entorno urbano de satélite comprende la propagación en exteriores con alcances de hasta unos 47 000 km en zonas urbanas. Cabe esperar requisitos de tráfico medio en este entorno.

Las estaciones terrenas móviles pueden moverse con velocidades comprendidas entre cero y las típicas de los vehículos (0-100 km/h) y las estaciones espaciales (satélites) pueden moverse con velocidades (relativas al suelo) que van prácticamente desde cero a las de los satélites (0-27 000 km/h). El alcance y la velocidad relativa de este entorno de funcionamiento dependen de la configuración del satélite.

La propagación urbana de satélite se caracteriza por el bloqueo frecuente de la señal y el multitrayecto debidos principalmente a los edificios y a que las estaciones espaciales (satélites) se sitúan en elevaciones y posiciones cambiantes. Las elevaciones y posiciones cambiantes de los satélites IMT-2000 dependen de la constelación de satélites.

7.2.11 Entorno rural por satélite

El entorno rural por satélite comprende la propagación en exteriores con alcances de hasta unos 47 000 km en zonas rurales. Cabe esperar requisitos de tráfico reducido en este entorno.

Las estaciones terrenas móviles pueden moverse con velocidades que van desde cero a las velocidades aeronáuticas (0-1 500 km/h) y las estaciones espaciales (satélites) pueden moverse con velocidades (relativas al suelo) desde, prácticamente, cero a las velocidades de satélite (0-27 000 km/h). El alcance y la velocidad relativa de este entorno de funcionamiento dependen de la configuración del satélite.

La propagación rural por satélite se caracteriza por la visibilidad directa y el apantallamiento ocasional, estando las estaciones espaciales (satélites) situadas en altitudes y posiciones que varían. Las elevaciones y posiciones cambiantes para los satélites IMT-2000 dependen de la constelación de satélites.

Hay que señalar que, a los efectos de esta Recomendación, el entorno rural por satélite incluye al servicio aeronáutico y al marítimo. En estos casos, puede haber diferencias significativas con el entorno rural terrestre debido a las velocidades del terminal y a los efectos de propagación (por ejemplo, el multitrayecto).

7.2.12 Entorno de satélite con montaje fijo

El entorno de satélite con montaje fijo comprende la propagación en exteriores con alcances de hasta unos 47 000 km y estaciones móviles estacionarias (fijas). Cabe esperar en este entorno requisitos de tráfico reducido.

Las estaciones terrenas de los sistemas móviles son estacionarias y las estaciones espaciales (satélites) pueden desplazarse con velocidades (relativas al suelo) que van desde cero, prácticamente, a la velocidad del satélite (0-27 000 km/h). El alcance y la velocidad relativa de este entorno de funcionamiento dependen de la configuración del satélite.

La propagación en este caso fijo se caracteriza por un posicionamiento óptimo de la estación terrena móvil y, posiblemente, la utilización de antenas direccionales, a fin de evitar en cierta medida el multitrayecto y las posibilidades de bloqueo. Dependiendo de la constelación de satélites, las estaciones de base (satélite) pueden estar situadas en una posición fija o en elevaciones y posiciones que varían.

7.2.13 Entorno de interiores por satélite

El entorno de interiores por satélite comprende la propagación en exteriores con una componente adicional de interiores, y alcances hasta de unos 47 000 km. El entorno de interiores por satélite es un caso especial y restrictivo con un conjunto muy reducido de aplicaciones, que se limita principalmente a la radiobúsqueda. En este entorno cabe esperar requisitos de tráfico muy reducido.

Las estaciones terrenas de los sistemas móviles pueden desplazarse con velocidades que van desde cero a las peatonales (0-10 km/h) y las estaciones espaciales (satélites) pueden moverse con velocidades (relativas al suelo) desde cero, prácticamente, a las velocidades de los satélites (0-27 000 km/h). El alcance y la velocidad relativa de este entorno de funcionamiento dependen de la configuración del satélite.

La propagación en este caso se caracteriza por una componente de exteriores que puede ser debida al bloqueo de la señal y al multitrayecto que causan las montañas, los árboles o los edificios, y otra componente adicional de interiores que exige un margen suplementario, del orden de 10-15 dB. Las estaciones espaciales (satélites) se sitúan en elevaciones y posiciones que varían. Las elevaciones y posiciones cambiantes de los satélites IMT-2000 dependen de la constelación de satélites.

8 Características de la propagación radioeléctrica

Es preciso determinar las características de la propagación radioeléctrica para elaborar el diseño del sistema IMT-2000. Las características de propagación radioeléctrica incluyen:

- alcances máximos de transmisión,
- modelos de predicción de las pérdidas totales del trayecto,
- dispersión de los retardos debidos al multitrayecto,
- estadísticas de desvanecimiento lento,
- estadísticas de desvanecimiento rápido,
- desviaciones Doppler máximas.

Se han identificado cuatro entornos de propagación radioeléctrica distintos: entorno de interiores, entorno terrenal de exteriores, entorno de exteriores a interiores y entorno de satélite. Existen o se están desarrollando modelos de propagación para estos entornos que figuran en las Recomendaciones UIT-R de la Serie P.

8.1 Entornos de interiores

Los entornos de domicilios, oficinas e industriales se caracterizan por lo siguiente:

Alcance de transmisión máximo: Generalmente, por debajo de 100 m.

Modelos de predicción de las pérdidas totales del trayecto: Aun cuando las distancias de propagación en interiores tienden a ser pequeñas, muy raramente puede garantizarse un trayecto de visibilidad directa (LOS) entre la base y las estaciones móviles debido a la presencia de muros, suelos, mobiliario, etc. Por tanto, las pérdidas del trayecto son, en

general, mayores que las pérdidas con trayectos de visibilidad directa. Este exceso de pérdidas es generalmente reducido en los edificios industriales abiertos, moderado en el entorno de viviendas y más intenso en un entorno de oficinas. También pueden establecerse modelos adecuados considerando las pérdidas de penetración en muros y suelos. Cabe esperar fugas al entorno exterior colindante o a los edificios vecinos.

Dispersión de los retardos multitrayecto: La dispersión rms típica de los retardos en interiores va desde varias decenas a algunas centenas de nanosegundos. El caso más desfavorable de dispersión de los retardos se produce típicamente en ausencia de trayectos LOS y/o cuando se producen reflexiones entre edificios.

Características de desvanecimiento lento: Las obstrucciones en el trayecto LOS dan lugar a efectos considerables de apantallamiento, especialmente en el entorno de oficinas.

Características de desvanecimiento rápido: Aunque el desvanecimiento rápido es generalmente selectivo en frecuencia, para los sistemas de banda estrecha este desvanecimiento puede considerarse plano. A velocidades binarias de transmisión elevadas (por encima de 1 Mbit/s) debe considerarse el carácter selectivo con la frecuencia.

Desplazamientos Doppler máximos: Generalmente son inferiores a 10 Hz, pues son proporcionales a las velocidades peatonales.

8.2 Entornos terrenales de exteriores

Los sistemas móviles terrenales emplean generalmente una arquitectura celular. Los entornos típicos incluyen los rurales, residenciales o suburbanos y urbanos. Dichos entornos se caracterizan por lo siguiente:

Alcance de transmisión máximo: Generalmente, desde 100 m en microcélulas urbanas a 35 km en macrocélulas rurales, y hasta 100 km en células exteriores con montaje fijo.

Modelos de predicción de las pérdidas totales del trayecto: El modelo desarrollado por Okumura y Hata cuenta con gran aceptación. No obstante, para entornos urbanos en los que hay que considerar particularmente los apantallamientos, el modelo COST 231-Walfish-Ikegami parece más adecuado. Puede obtenerse una predicción más exacta de las pérdidas del trayecto teniendo en cuenta el efecto de difracción en los bordes y la dispersión. También pueden obtenerse estimaciones someras de las pérdidas del trayecto utilizando una ley exponencial inversa de tercera o cuarta potencia.

Dispersión de los retardos multitrayecto: El valor eficaz de la dispersión típica del retardo en exteriores van desde $1\ \mu\text{s}$ para las zonas rurales y suburbanas a $2\ \mu\text{s}$ para las zonas urbanas. No obstante, se producen dispersiones de los retardos más largas e incluso mucho más largas cuando intervienen reflexiones de colinas distantes o de edificios muy altos alejados.

Características de desvanecimiento lento: Pueden establecerse modelos adecuados de los efectos de apantallamiento mediante una distribución log-normal. Los diseñadores de red utilizan a menudo una desviación normalizada de 8 dB.

Características de desvanecimiento rápido: Puede establecerse un modelo del desvanecimiento rápido de la envolvente de la señal recibida mediante una distribución Nakagami- m de caso general que deriva hacia una distribución de Rayleigh si no hay trayectos especulares. La distribución de Rice ofrece también un ajuste muy bueno. El desvanecimiento rápido es también generalmente selectivo en frecuencia para el entorno de exteriores.

Desviaciones Doppler máximas: Van de unos 10 Hz, para los usuarios peatonales a 1 kHz, aproximadamente, para los vehículos de gran velocidad (por ejemplo, trenes).

8.3 Entornos de exteriores a interiores

Este entorno refleja la influencia de la penetración en los edificios del entorno terrenal en exteriores.

Alcance de transmisión máximo: El exceso de atenuación de los edificios reduce el alcance máximo que puede lograrse, en relación con el entorno terrenal en exteriores.

Modelos de predicción de las pérdidas totales del trayecto: Pueden utilizarse modelos de propagación terrenales en exteriores con unas pérdidas adicionales denominadas pérdidas de penetración en los edificios y que se definen como la diferencia entre los niveles medianos de la señal medidos inmediatamente fuera del edificio a 1,5 m sobre el suelo y los medidos justamente en el interior del edificio a un cierto nivel de referencia sobre el piso de interés. Los textos informan sobre valores medianos comprendidos entre 10 y 18 dB con una desviación típica de unos 7,5 dB. También se informa de una disminución global de 1,9 dB por piso, aumentando con la altura. Las pérdidas de la señal en el interior del edificio crecen también cuando aumenta la distancia al muro exterior. Las medidas indican funciones exponenciales inversas con la distancia, con potencias entre 2 y 4. Se han medido en 1,9 GHz pérdidas típicas de penetración en coches comprendidas entre 8 y 10 dB.

Dispersión de los retardos multitrayecto: Como las atenuaciones de los edificios tienden a limitar el alcance máximo de transmisión, no se esperan dispersiones grandes de los retardos.

Desviaciones Doppler máximas: Igual que en el entorno de interiores con algunos trayectos que presentan desplazamientos Doppler superiores en las proximidades de las autopistas.

8.4 Entornos de satélite

Alcance de transmisión máximo: Varía entre un mínimo de unos 700 km cuando se utilizan satélites de órbita terrena baja (LEO), a unos 36 000 km para la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG) y 47 000 km para los satélites de órbita elíptica muy inclinada (HEO).

Modelos de predicción de las pérdidas totales del trayecto: La existencia de un trayecto directo entre el satélite y el usuario móvil es, generalmente un requisito obligatorio. No obstante, este trayecto directo puede sufrir una atenuación adicional causada por el apantallamiento debido a la vegetación, los edificios y otras estructuras artificiales. El nivel de atenuación adicional tiende a aumentar cuando se incrementa la longitud del trayecto a través de los obstáculos. Ello se produce principalmente cuando disminuye el ángulo de elevación. En los textos habituales figuran datos sobre atenuación debida a la vegetación en 1,6 y 2,5 GHz que pueden ponderarse debidamente con la frecuencia. También se introduce una atenuación adicional debida a las perturbaciones ionosféricas y troposféricas. Las primeras son fundamentalmente la rotación Faraday y el centelleo de amplitud, mientras que las últimas sólo se producen para ángulos de elevación inferiores a 5°.

Hay que señalar que las degradaciones de la propagación se aplican diferentemente a los entornos terrestre, marítimo y aeronáutico por satélite.

Dispersión de los retardos multitrayecto: Las dispersiones rms de los retardos tienden a ser inferiores a algunos microsegundos.

Características de desvanecimiento lento: La distribución log-normal ofrece un ajuste adecuado para las variaciones de amplitud del trayecto directo en una zona amplia.

Características de desvanecimiento rápido: Pueden establecerse modelos de las estadísticas de la envolvente de la señal total recibida mediante una distribución de Rice.

Desplazamiento Doppler máximo: Cuando se utiliza la OSG, los desplazamientos Doppler vienen determinados fundamentalmente por las velocidades del satélite y del usuario, llegando hasta 2 kHz para los usuarios móviles terrestres y marítimos y hasta 4 kHz para los entornos aeronáutico y de satélite. Cuando se utilizan satélites LEO, los desplazamientos Doppler vienen determinados fundamentalmente por la velocidad del satélite y van desde algunas decenas de kHz con aceleraciones Doppler hasta de 350 Hz/s.

9 Accesibilidad al servicio en los entornos de funcionamiento radioeléctricos IMT-2000

Las IMT-2000 ofrecerán un gran abanico de servicios en una amplia gama de entornos de servicio y de funcionamiento radioeléctrico y para una gran variedad de tipos de estación móvil. No obstante, la interfaz radioeléctrica física constituye un factor limitativo y no resulta práctica la provisión de todos los servicios en todos los entornos de funcionamiento radioeléctrico, ni tendría sentido en todos éstos. Hay que señalar que los servicios específicos que se ofrecerán en los diversos entornos de funcionamiento IMT-2000 responderán a una elección específica nacional o de la entidad de explotación.

En este punto se describen los requisitos de accesibilidad a los servicios IMT-2000 para los diversos entornos de funcionamiento radioeléctrico, basándose en las limitaciones de las interfaces radioeléctricas IMT-2000. Los requisitos de accesibilidad al servicio definidos en este capítulo sirven como especificaciones de un trabajo posterior más detallado, identificando el conjunto final de interfaces radioeléctricas IMT-2000.

9.1 Parámetros de accesibilidad al servicio

Los servicios IMT-2000 pueden agruparse de diversas maneras, según diversos parámetros y atributos distintos. Los parámetros y atributos de servicio más importantes que pueden repercutir en el diseño de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 son el tipo de información de servicio y la velocidad binaria de usuario. Un tipo de información determinado puede estar asociado a una gama de servicios.

Se han identificado los siguientes tipos de información de servicio para las IMT-2000:

- Señales vocales
- Audio
- Datos
- Texto
- Imagen
- Vídeo.

Cada uno de estos tipos de información de servicio puede tener varios subtipos. Por ejemplo, las señales vocales se asocian normalmente al servicio de telefonía; por consiguiente, la telefonía sería uno de los subtipos de señales vocales. No obstante se está normalizando actualmente la calidad telefónica elevada y ésta debe constituir una subcategoría. De manera similar, la señal de audio puede tener una alta calidad o calidad telefónica y, para los datos, la velocidad binaria de la información conduce a diversos subtipos. Los tipos de imagen y vídeo se dividen también entre tipos de baja y alta resolución.

9.2 Clasificación de la accesibilidad al servicio

La accesibilidad de un servicio IMT-2000 puede clasificarse de diversas maneras según diversos parámetros y atributos distintos, que incluyen:

a) *Su cobertura celular*

La cobertura celular puede depender de diversos factores tales como la cobertura del sistema y la radioeléctrica.

La cobertura del sistema puede ser:

- zona de servicio global,
- zona de servicio regional,
- zona de servicio nacional,
- zona de servicio limitada.

La cobertura radioeléctrica puede ser:

- cobertura continua,
- cobertura insular,
- cobertura puntual.

b) *El soporte en los entornos de funcionamiento*

El soporte de los servicios IMT-2000 en un entorno de funcionamiento se refiere a las capacidades técnicas de las interfaces radioeléctricas que apoyan a los servicios IMT-2000 en dicho entorno de funcionamiento, es decir, el fin principal para el que está diseñada la interfaz. Ello no debe limitar a las entidades de reglamentación o de explotación al elegir los servicios adecuados para los entornos de funcionamiento.

9.3 Requisitos de accesibilidad al servicio

9.3.1 Cobertura del sistema

La cobertura del sistema IMT-2000 depende de la elección específica nacional y del operador, así como de la posible compatibilidad internacional. Conviene realizar la cobertura del sistema sin imponer requisito de diseño significativo a las interfaces radioeléctricas IMT-2000.

9.3.2 Cobertura radioeléctrica

La cobertura radioeléctrica depende de la elección específica nacional y del operador, pero puede tener cierta repercusión en el diseño de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 en términos de, por ejemplo, traspaso, tránsito y actualización de la posición.

Los requisitos de cobertura radioeléctrica figuran en el Cuadro 2 junto a las categorías de información de servicio y los entornos de funcionamiento, según las categorías de información de servicio, y no los entornos de funcionamiento.

9.3.3 Soporte de los servicios en los entornos de funcionamiento

En el Cuadro 2 figuran los requisitos provisionales de accesibilidad al servicio a través de los entornos de funcionamiento IMT-2000 para los diversos tipos de información de servicio IMT-2000. El cuadro también incluye los requisitos de cobertura radioeléctrica ordenados según las categorías de tipos de servicio. Se necesitan más estudios al respecto.

La posible accesibilidad de los servicios IMT-2000 puede depender de factores de carácter comercial o reglamentario, por ejemplo, según haya acceso público o privado de que haya o no competencia en la prestación del servicio, etc. Los requisitos de accesibilidad al servicio que figuran en el Cuadro 2 no pretenden, sin embargo, restringir la provisión de los servicios IMT-2000 en ningún entorno de funcionamiento, sino que se definen únicamente como base para la optimización de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 y de sus características.

Los administradores del servicio o entidades de explotación de las IMT-2000 decidirán los servicios o categorías de servicio IMT-2000 precisos de cualquier clase que vayan a ofrecerse en los entornos correspondientes.

10 Requisitos relativos al usuario

Se incluyen aquí los requisitos desde la perspectiva del usuario final. Los requisitos reales para las interfaces radioeléctricas figuran en la Recomendación UIT-R M.1079.

La elección precisa de los servicios IMT-2000 que se ofrecerán en una zona determinada es asunto específico del país o del operador. No obstante, en esta Recomendación se definen las capacidades de servicio para las que habrá que optimizar las interfaces radioeléctricas IMT-2000.

El marco para los servicios IMT-2000 se define en la Recomendación UIT-R M.816 y las disposiciones de explotación y de servicio figuran en la Recomendación UIT-T F.115. Además, los requisitos de accesibilidad al servicio en los entornos de funcionamiento radioeléctricos IMT-2000 figuran en el § 7 de la presente Recomendación.

10.1 Requisitos del servicio

10.1.1 Soporte de múltiples servicios IMT-2000

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán para una gama de servicios con los requisitos de accesibilidad que figuran en el § 7 de la presente Recomendación y teniendo capacidades suficientes para establecer comunicaciones con toda combinación adecuada de estos servicios definidos, al tiempo que mantienen sus calidades de servicio definidas.

10.1.2 Plataforma de servicio flexible

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma flexible a fin de poder implementar fácilmente nuevos servicios. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 serán la base de una plataforma de ejecución y creación de servicio flexible que permita crear fácilmente servicios de operador y específicos de usuario.

10.1.3 Velocidades binarias de usuario variables

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 podrán funcionar con servicios de velocidad binaria de usuario variable. Además, dichas interfaces permitirán montar mecanismos de atribución flexible de velocidades binarias de usuario, en función de las demandas de éste o del sistema. Esto se aplicará a todo entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000, con independencia del esquema de acceso múltiple utilizado.

10.1.4 Datos en banda vocal

La Recomendación UIT-T F.115 especifica los servicios que deben soportar las IMT-2000. Algunos de estos servicios incluyen los datos en banda vocal, que pueden tener repercusiones importantes en las interfaces radioeléctricas.

10.1.5 Soporte de servicios de datos

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 deberá soportar servicios de datos con conmutación de paquetes así como con conmutación de circuitos, independientemente del entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 o del esquema de acceso múltiple utilizado.

10.1.6 Acceso prioritario y servicios de emergencia

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 deberán cumplir los requisitos para tales servicios definidos en la Recomendación UIT-T F.115.

10.1.7 Utilización simultánea de múltiples servicios

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 deberán soportar la utilización simultánea de diversos servicios IMT-2000 por un solo terminal IMT-2000.

10.1.8 Servicio ampliado

La normalización de un número mínimo de interfaces puede ser un requisito esencial para el servicio ampliado a fin de facilitar la itinerancia (tránsito) a otras zonas de servicio, a otros sistemas y a otros países.

10.1.9 Tono de marcación

Aunque no conviene proporcionar tono de marcación a través de la interfaz aérea para conservar espectro, es aconsejable dar una indicación de acceso a la red similar a la de la RTPC (por ejemplo, un indicador luminoso o un tono generado por el terminal personal).

10.2 Requisitos de calidad de servicio

10.2.1 Calidad de las señales vocales

Los requisitos en cuanto a calidad de las señales vocales figuran en la Recomendación UIT-R M.1079.

El servicio tendrá una calidad de las señales vocales próxima a la del servicio alámbrico, en línea con las características del entorno inalámbrico.

Los requisitos en cuanto a atribución del espectro y capacidad determinarán la anchura de banda del canal y las velocidades binarias del códec utilizadas para lograr la calidad deseada de las señales vocales.

10.2.2 Técnicas de mantenimiento de la calidad de las señales vocales

Las técnicas de mantenimiento de la calidad de las señales vocales que servirán para mantener una calidad subjetivamente aceptable por los usuarios en caso de interrupciones temporales del canal radioeléctrico, se obtendrán mediante el diseño de las interfaces radioeléctricas IMT-2000, con independencia del entorno de funcionamiento radioeléctrico del sistema.

10.2.3 Retardo de la conversación

Los requisitos en cuanto a retardo de la conversación figuran en la Recomendación UIT-R M.1079.

Con la utilización generalizada de los sistemas inalámbricos en la red pública la calidad global de la transmisión que experimentan los usuarios se verá muy afectada por el comportamiento de los sistemas inalámbricos. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se optimizarán para minimizar los retardos, lo que implica un diseño minucioso de toda estructura de radiofrecuencia y el procesamiento de la codificación de las señales vocales, la modulación, la demodulación y las señales en la estación de base.

10.2.4 Calidad de los datos

Los requisitos en cuanto a calidad de los datos figurarán, próximamente, en la Recomendación UIT-T G.174.

10.2.5 Integridad del cómputo de bits

La integridad del cómputo de bits se mantendrá en las transferencias de enlaces y en los periodos de desvanecimientos debidos a la propagación por proyectos múltiples, lo cual es importante para los servicios síncronos de datos y para muchas técnicas de cifrado.

10.3 Requisitos de seguridad

La seguridad comprende los conceptos de registro, autenticación, privacidad y protección contra el fraude.

10.3.1 Limitaciones en relación con la seguridad

Los requisitos de seguridad del sistema para las IMT-2000 figuran en la Recomendación UIT-R M.1078. Los requisitos de seguridad que repercuten en las interfaces radioeléctricas IMT-2000 incluyen el requisito principal del posible cifrado de dichas interfaces.

El diseño preciso de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 contemplará el cifrado. Ello implica la aceptación de funciones de cifrado y descifrado en el subsistema radioeléctrico IMT-2000. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 tendrán capacidad técnica para mantener el cifrado durante el tránsito y los trasposos, sin disminuir la calidad de servicio o la privacidad para los usuarios IMT-2000.

10.3.2 Mantenimiento de la seguridad en el traspaso

La seguridad debe mantenerse cuando se efectúa el traspaso.

10.3.3 Señalización de seguridad en condiciones de errores por ráfagas

El entorno de propagación radioeléctrica puede ocasionalmente dar lugar a errores en ráfagas; la señalización de seguridad y la aplicación deben funcionar con independencia de estas ráfagas de errores.

10.3.4 Reducción al mínimo del retardo adicional de establecimiento de la llamada

Al desarrollar el tiempo atribuido al establecimiento de la llamada debe tenerse en cuenta el tiempo necesario para la autenticación. Dependiendo del planteamiento, el retardo de establecimiento de la llamada vendrá determinado por los cálculos principales y la transmisión de la información clave en un entorno de errores por ráfagas, o por el tiempo necesario para efectuar una interrogación al banco de datos (distribuido). Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 tendrán una influencia mínima en el retardo de establecimiento de la llamada.

10.4 Requisitos relativos al coste y complejidad

Con un número mínimo de normas discretas de las IMT-2000 puede reducirse más fácilmente la relación coste/complejidad. De esta manera, se pueden obtener rápidamente la penetración y zona de cobertura máximas optimizando el coste, la complejidad y la utilización de recursos espectrales. Una relación coste/complejidad reducida es sin duda importante para que el servicio telefónico portátil tenga una amplia aceptación.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que el coste total de una estación móvil IMT-2000, al lograr la madurez tecnológica y funcionando en el área de aplicación del sistema adecuada, no sea superior al de las estaciones móviles comparables para los sistemas correspondientes de segunda generación. El coste debe ser significativamente inferior, si ello fuera posible.

10.5 Requisitos de portabilidad

Se espera que los terminales IMT-2000 de mano tengan una amplia aceptación. Algunos de los factores que determinan la portabilidad son el tamaño, el peso y el tiempo de funcionamiento. Los componentes que contribuyen al tamaño del terminal de mano incluyen: alimentación de potencia (incluyendo la batería), antena y microelectrónica.

Al evaluar la posible portabilidad se tienen que considerar los factores siguientes:

- coste,
- potencia radiada equivalente,
- potencia consumida por el circuito de tratamiento de la señal,
- posibilidad de explotación de la actividad de voz y/o el control de potencia para reducir la potencia transmitida media,
- repercusión de la complejidad del tratamiento de la señal en el tamaño de la microelectrónica,

- tamaño y peso,
- implantación con circuitos integrados de aplicación específica y DSP,
- tecnología de antena,
- tecnología de batería,
- consideraciones sobre funcionamiento multimodo.

El consumo de potencia es un factor importante porque afecta al tamaño de la batería para un tiempo de funcionamiento especificado. Al diseñar las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se tendrán en cuenta las técnicas de ahorro de batería para las estaciones móviles IMT-2000, con independencia del entorno de funcionamiento radioeléctrico correspondiente.

10.6 Requisitos de seguridad y de compatibilidad electromagnética

10.6.1 Requisitos de seguridad

Hay que prever que, antes de que comiencen los servicios IMT-2000, se establecerán condiciones acordadas internacionalmente en cuanto a los límites de los riesgos de índole térmica para la salud. No obstante, también se están estudiando los riesgos no térmicos, especialmente al investigar las transmisiones por impulsos. El equipo IMT-2000 cumplirá los requisitos de las especificaciones y legislación pertinentes internacionales del momento relativas a la seguridad.

En particular, al determinar el balance del enlace radioeléctrico de la estación móvil IMT-2000, la potencia máxima aplicada a la antena y la ganancia de antena deben ser tales que el usuario del aparato no se vea sometido a radiaciones RF que excedan los límites de seguridad recomendados. Ello reviste importancia particular en las estaciones móviles portátiles en las que la antena está próxima a la cabeza y a los ojos del usuario.

Se reconoce la percepción por parte del público de los aspectos relativos a los riesgos de tipo térmico y no térmico para la salud, pues ello puede repercutir en la entrada en servicio del servicio IMT-2000.

10.6.2 Compatibilidad electromagnética

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se ajustarán a la reglamentación EMC adecuada. Al diseñar las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se evaluará el comportamiento EMC.

11 Requisitos operacionales

El escenario de funcionamiento de las IMT-2000 es muy complejo. En este punto se definen los requisitos de las interfaces radioeléctricas IMT-2000, considerando este escenario operacional complejo. También se definen los requisitos funcionales y de calidad de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 para el funcionamiento del sistema.

Los requisitos operacionales que se indican aquí tienen que utilizarse en el diseño inicial de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 y no deben considerarse como requisitos finales del sistema para cuando entren en funcionamiento las IMT-2000. Puede haber además una gama de nuevos requisitos operacionales orientados a sistemas de las IMT-2000 no tratados aquí que incluyan únicamente requisitos operacionales de las interfaces radioeléctricas. Los requisitos operacionales indicados en este punto pueden limitar la parte física y los mecanismos de señalización de las interfaces radioeléctricas IMT-2000.

11.1 Requisitos según los casos

La gama operacional de las IMT-2000 incluye el funcionamiento internacional a través de diversos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000, el funcionamiento a través de múltiples operadores IMT-2000 y de múltiples tipos de estos operadores, el funcionamiento con un componente terrenal y un componente de satélite y el funcionamiento a través de distintas situaciones reglamentarias. Además, las IMT-2000 aceptarán diversos tipos de estaciones móviles distintas y diversos servicios con una gama de velocidades binarias. En este punto se indican los requisitos según los diversos supuestos de funcionamiento de las interfaces radioeléctricas IMT-2000.

11.1.1 Entornos múltiples de funcionamiento radioeléctrico

Los entornos de funcionamiento radioeléctrico de las IMT-2000 se definen en el § 7 de la presente Recomendación. Se incluye el modo de entrega terrenal y por satélite. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán para todos estos entornos de funcionamiento radioeléctrico.

11.1.2 Múltiples operadores IMT-2000

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán para diversos tipos de operadores IMT-2000 y para servicios prestados por más de un operador del mismo tipo en una zona determinada.

Los tipos de operadores IMT-2000 son generalmente asunto de la reglamentación nacional. No obstante, desde un punto de vista técnico, las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán al menos para los tipos siguientes de operadores IMT-2000:

a) *Operadores IMT-2000 públicos*

Operadores públicos singularizados que tienen redes de zona amplia disponibles de forma general para cualquier usuario en tránsito. Estos operadores estarán generalmente limitados en el número y pueden requerir algún tipo de coordinación.

b) *Operadores IMT-2000 privados*

Operadores privados definidos que tienen redes de zona amplia disponibles en general únicamente para grupos cerrados de usuarios. Estos operadores serán generalmente compañías privadas que ofrecen servicios a sus propios empleados. En principio, pueden ser ilimitados en su número y generalmente no estarán coordinados.

c) *Operadores IMT-2000 residenciales*

Son usuarios residenciales definidos por una identidad de usuario más que por una identidad de operador, pero pueden ser considerados como operadores IMT-2000 residenciales. Estos operadores darán por lo general servicio únicamente a uno o a algunos usuarios residenciales asociados a un usuario residencial principal (el operador IMT-2000 residencial).

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán lógicamente para distintos operadores IMT-2000 terrenales y de satélite.

11.1.3 Múltiples suministradores de equipo

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 incluirán la posibilidad de que el equipo proceda de distintos suministradores, tanto por lo que se refiere al mercado de equipos de usuario como al de infraestructura fija.

11.1.4 Múltiples tipos de estación móvil IMT-2000

El diseño preciso de las estaciones móviles IMT-2000 concierne a los fabricantes de dichas estaciones. No obstante, hay que establecer algunos aspectos de las estaciones móviles desde un punto de vista del sistema y, por tanto, la Recomendación UIT-R M.687 define algunos tipos de estación móvil IMT-2000.

A este respecto, cabe mencionar las estaciones móviles IMT-2000 con distintas clases de potencia de salida, las estaciones móviles con diferentes configuraciones de acceso al servicio o diferentes capacidades de acceso, e incluso las estaciones de base móviles. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán para esta gama de tipos de estación móvil IMT-2000.

11.2 Requisitos funcionales

En este punto se indican los requisitos funcionales de las interfaces radioeléctricas IMT-2000. Dichos requisitos se refieren a las capacidades y servicios elegidos para la implementación de las estaciones móviles IMT-2000 por los fabricantes y a la elección del operador de la red IMT-2000 en cuanto a la red y los servicios para una zona geográfica determinada. Estos requisitos continuarán aplicándose si las capacidades pertinentes de servicio se implementan en las redes y en las estaciones móviles.

11.2.1 Complejidad estructural

11.2.1.1 Complejidad del sistema

Puede ser muy ventajoso maximizar los elementos de las interfaces radioeléctricas que son comunes para los distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 y las diferentes áreas de aplicación del sistema. Las ventajas se refieren a economías de escala, mayores mercados y consecuentemente, costes inferiores, mayor competencia y, por ende, menores precios, y mejora de la disponibilidad del servicio para los usuarios móviles.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán con el objetivo de minimizar la complejidad estructural del sistema radioeléctrico IMT-2000 total. Puede haber más de una interfaz radioeléctrica IMT-2000. No obstante, el número de dichas interfaces se reducirá al mínimo, haciendo máximo el número de elementos comunes entre las distintas interfaces radioeléctricas IMT-2000.

11.2.1.2 Complejidad de la estación móvil

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 facilitarán la fabricación de las estaciones móviles que sirven para todos los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000, incluyendo los modos de entrega por satélite o terrenal, así como los tipos de redes IMT-2000 ya sean públicas, privadas o residenciales.

11.2.2 Tránsito

11.2.2.1 Capacidad general

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 normalizadas tendrán capacidad de apoyo al tránsito desde cualquier entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 a cualquier otro entorno de este tipo, con independencia de las interfaces radioeléctricas físicas que se utilicen. En ello se incluye también la capacidad de tránsito entre distintos tipos de operadores IMT-2000, ya sean públicos, privados o residenciales, o terrenales o por satélite.

Esta posibilidad en las estaciones móviles IMT-2000 estará en función de sus capacidades de servicio, que dependen de los fabricantes de la estación móvil y de acuerdos administrativos entre los operadores en el lado de la red que pueden también implicar restricciones en el abono.

Para poder adaptarse a los cambios de los entornos operacionales y ofrecer capacidad técnica de tránsito entre distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 y entre diferentes tipos de operadores IMT-2000, las interfaces radioeléctricas tendrán capacidad de identificar las redes y su estructura y las estaciones móviles deberán poder detectar y comprender este escenario.

11.2.2.2 Compatibilidad física de la interfaz radioeléctrica

Con independencia de la posible elección de las interfaces radioeléctricas físicas en los distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000, el diseño de las interfaces radioeléctricas físicas facilitará la capacidad de tránsito entre todos los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000, ya sea con el modo de entrega por satélite o terrenal.

11.2.3 Traspaso

Los servicios ofrecidos a un usuario IMT-2000 no cambiarán, en principio, con el traspaso y la calidad del servicio ofrecido a un usuario IMT-2000 se mantendrá o mejorará.

11.2.3.1 Capacidad general

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 normalizadas tendrán capacidad, en un servicio determinado, para el traspaso desde cualquier entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 a cualquier otro entorno de este tipo, con independencia de las interfaces radioeléctricas físicas al efecto. Se incluye aquí también la capacidad de traspaso entre distintos tipos de operadores IMT-2000, ya sean públicos o residenciales o terrenales o por satélite.

En las estaciones móviles esta posibilidad estará en función de las capacidades de servicio de la estación que dependen del fabricante de la estación móvil, de la implementación en la red de un servicio en una zona geográfica y de los acuerdos administrativos entre operadores que pueden también implicar restricciones en cuanto al abono.

11.2.3.2 Compatibilidad física de la interfaz radioeléctrica

Por independencia de la posible elección de la interfaz radioeléctrica física en los diversos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000, el diseño de la interfaz radioeléctrica física facilitará la capacidad de traspaso entre todos los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000, ya sea para el modo de entrega por satélite o terrenal.

11.2.3.3 Tipos de traspaso

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán para el traspaso dentro de una célula (traspaso intracelular) así como para el efectuado entre células (traspaso intercelular).

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán también para traspasos multiportador y para los que tienen origen radioeléctrico, así como los que se originan en la red que serán aplicables a los distintos tipos de red IMT-2000.

11.2.3.4 Traspaso imperceptible

En las IMT-2000, el objetivo es lograr una calidad de servicio de extremo a extremo que sea comparable a la de las redes fijas. Habrá que diseñar en la mayor medida posible las interfaces radioeléctricas IMT-2000 de forma que la ejecución del traspaso no sea apreciada por los usuarios finales (traspaso imperceptible), con independencia de los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000.

Habrà que hacer todo lo posible para cumplir este requisito de mantenimiento de la calidad de servicio durante el traspaso, incluyendo la posible utilización momentánea de más de un canal radioeléctrico. No obstante, el diseño de los procedimientos de traspaso entre las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se efectuará de forma que la ejecución del traspaso no haga disminuir significativamente la capacidad del sistema.

11.2.3.5 Carga de señalización del traspaso

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que el procedimiento de señalización necesario para ejecutar el traspaso sea lo más corto (rápido) posible. Ello es necesario para atender a células muy pequeñas o a estaciones móviles de gran velocidad en los contornos de las células. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que la carga de señalización del traspaso se mantenga al mínimo.

11.2.4 Necesidad de interfuncionamiento

Las IMT-2000 servirán para diversos servicios con distintas velocidades binarias, incluyendo una gama de servicios de datos. De esta manera, las IMT-2000 deberán dar acceso a las diversas redes de datos con conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que pueda minimizarse la necesidad de funciones específicas para el interfuncionamiento con las diversas redes fijas, y en particular, con las redes de datos.

11.2.5 Despliegue de la red radioeléctrica

La Recomendación UIT-R M.819 indica los requisitos para las IMT-2000 en los países en desarrollo. Véase también dicha Recomendación para otros requisitos en cuanto a las interfaces radioeléctricas IMT-2000 relacionadas con el despliegue de estos sistemas.

11.2.5.1 Flexibilidad en cuanto al tamaño de la célula

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán para diversos tamaños de célula. Las definiciones precisas de estos tipos de célula IMT-2000 figuran en la Recomendación UIT-R M.1035.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que puedan utilizarse simultáneamente diversos tipos de células en la misma zona geográfica (por ejemplo, como células sombrilla). Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán también para diversas células del mismo tipo en la misma zona geográfica (por ejemplo, de distintos operadores de red).

11.2.5.2 Flexibilidad en cuanto al emplazamiento de las células

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 serán flexibles respecto al emplazamiento exacto de las células, de forma que no haya riesgos significativos en cuanto a degradaciones en el sistema o en su capacidad debidos a emplazamientos de las células distintos de los teóricos.

11.2.5.3 Utilización de repetidores

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 podrán funcionar con repetidores a fin de ampliar la cobertura radioeléctrica de manera sencilla, por ejemplo, en zonas rurales en las que los usuarios se encuentran demasiado alejados y obstruidos por el terreno, a fin de comunicar directamente con una estación de base determinada.

Puede que haya que conectar una serie de repetidores (posiblemente hasta 10) en tándem, en casos específicos. Ello puede exigir mecanismos extraordinarios y una calidad de servicio de extremo a extremo inferior. Los requisitos de calidad del canal radioeléctrico definidos en la Recomendación UIT-R M.1079 se aplican a un solo enlace radioeléctrico.

11.2.5.4 Aspectos relativos a la existencia de múltiples operadores

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 facilitarán la coexistencia de múltiples operadores IMT-2000 en la misma zona geográfica. Ello puede imponer restricciones a la libertad de cada uno de los operadores al planificar la red.

11.2.5.5 Sincronización

La sincronización entre las distintas redes IMT-2000 no constituirá un requisito obligatorio.

11.2.5.6 Flexibilidad en despliegues de baja capacidad

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 facilitarán una instalación de red mínima en zonas en que es necesaria poca capacidad (por ejemplo, en zonas rurales). Además, este despliegue de baja capacidad facilitará la compartición de la banda con otros servicios (distintos de las IMT-2000).

11.2.6 Gestión de la red radioeléctrica

11.2.6.1 Planificación de frecuencias y coordinación

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 requerirán un mínimo de planificación de frecuencias y la coordinación necesaria entre redes para el funcionamiento de una sola red de operador IMT-2000.

11.2.6.2 Configuración y gestión de las células

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que haya que realizar un número mínimo de operaciones para configurar o reconfigurar las células según las necesidades. Serán sencillas las operaciones de:

- retirar del servicio canales individuales,
- instalar nuevos canales en la célula,
- retirar toda la célula temporalmente del servicio,
- cambiar las frecuencias o canales en la célula,
- efectuar pruebas en la célula,
- efectuar el mantenimiento en algunos canales de la célula, dejando otras en servicio,
- etc.

11.2.6.3 Adaptabilidad del tráfico

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 utilizarán mecanismos simples para adaptarse a las necesidades cambiantes del tráfico, con independencia del entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000.

11.2.6.4 Capacidad/control de calidad

En casos específicos, un operador IMT-2000 puede desear incrementar la capacidad de su red temporalmente, por ejemplo, durante horas de crestas de tráfico o durante acontecimientos especiales.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 utilizarán mecanismos sencillos para adaptar y controlar la capacidad y la calidad del servicio según las necesidades cambiantes del tráfico, con independencia del entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000.

11.2.6.5 Flexibilidad en la atribución de canales

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que la atribución de canales en las células, y entre éstas, dé flexibilidad al tratamiento de los diversos servicios dentro de una gama de velocidades binarias distintas y posiblemente cambiantes, de forma eficaz respecto a la utilización del espectro. Ello se aplica a todos los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000.

11.2.7 Evolución de la red radioeléctrica

11.2.7.1 Expansiones de las células

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 requerirán un mínimo de planificación y de operaciones para la instalación de nuevas células.

11.2.7.2 Utilización de técnicas de mejora de la capacidad

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 facilitarán la implementación y utilización de técnicas adecuadas de mejora de la capacidad, caso de ser aplicable, en los diversos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000.

Conviene que las técnicas adecuadas de mejora de la capacidad puedan aplicarse en las interfaces radioeléctricas iniciales o que se puedan añadir fácilmente a las interfaces radioeléctricas IMT-2000 existentes.

Conviene que las interfaces radioeléctricas IMT-2000 no dependan de la aplicación de estas técnicas, sino que éstas constituyan opciones de mejora de la capacidad. Conviene que no añadan una complejidad significativa o hagan aumentar el coste en la infraestructura o en las estaciones móviles.

11.2.7.3 Implantación de nuevos servicios

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de manera flexible de forma que puedan aplicarse fácilmente nuevos servicios en fechas posteriores.

Además, las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que pueda aplicarse de manera eficaz más tarde un determinado servicio y una determinada calidad de servicio (por ejemplo, de una forma eficaz respecto a la utilización del espectro que exija velocidades binarias de canal inferiores).

11.2.7.4 Implantaciones paulatinas y compatibilidad hacia atrás

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán en forma flexible de manera que puedan implantarse en fases con funcionalidad creciente. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 tendrán la máxima compatibilidad posible con las fases anteriores al implantar nuevas fases y una repercusión mínima en las estaciones móviles de las fases anteriores.

11.2.8 Utilización y gestión del espectro

11.2.8.1 Compartición de frecuencias con otros servicios

Dependiendo de las atribuciones nacionales de frecuencias, las IMT-2000 pueden tener que coexistir con otros servicios (distintos de las IMT-2000) y compartir bandas de frecuencias identificadas para las IMT-2000. Las frecuencias precisas que deben compartirse pueden variar de un país a otro.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 permitirán dicha compartición de bandas con la máxima flexibilidad. Véase también la Recomendación UIT-R M.1036.

11.2.8.2 Compartición eficaz del espectro entre operadores IMT-2000

Puede haber varios operadores que compitan en el servicio IMT-2000 en una zona geográfica determinada. Además, puede haber diversos tipos de operadores IMT-2000 actuando en la misma zona geográfica.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 permitirán la compartición eficaz y flexible del espectro entre operadores IMT-2000 diferentes. Véase también la Recomendación UIT-R M.1036.

11.2.8.3 Control de potencia e interferencia

Los terminales móviles IMT-2000 deberán permanecer en estado de espera (por ejemplo, tras ser activados) con su primera transmisión hasta recibir una señal válida de la red.

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 utilizarán mecanismos para minimizar la potencia (y la interferencia) transmitida por las estaciones móviles y las estaciones de base IMT-2000 en cualquier momento, con independencia del entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000.

11.2.9 Alcance radioeléctrico y tamaño de las células

En la Recomendación UIT-R M.1035 figuran descripciones más detalladas de los tipos de células IMT-2000. Estos tipos de célula pueden tener diversos tamaños, dependiendo de las necesidades de los operadores IMT-2000 en las distintas zonas geográficas.

Los requisitos en cuanto a interfaces radioeléctricas IMT-2000 según los distintos tipos de célula pueden generalizarse de la siguiente manera:

- los tipos de células se relacionan generalmente con los entornos de operación, pero no de forma unívoca;
- para los entornos de funcionamiento en interiores, tiene que preverse una amplia gama de tamaños de célula. No obstante, un entorno optimizado de radiocomunicaciones en interiores, si es el caso, se optimizará para células pequeñas a muy pequeñas;
- para los entornos de funcionamiento en exteriores, hay que prever todos los tipos de células. No obstante, una interfaz radioeléctrica optimizada para comunicaciones terrenales en exteriores, si es el caso, debe optimizarse para tamaños de célula moderados a grandes;
- para los entornos de satélite hay que prever, evidentemente, células muy grandes.

Para los entornos de funcionamiento IMT-2000 más restrictivos, la interfaz radioeléctrica preverá un tamaño de célula de hasta 10 m de radio.

Debe ser posible dar cabida a células terrenales con cobertura en alcances muy grandes.

11.2.10 Técnicas de diversidad

El diseño de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 facilitará la utilización de técnicas adecuadas de diversidad para mejorar la calidad o la capacidad, según convenga, en el entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000.

No obstante, las interfaces radioeléctricas IMT-2000 no dependerán, si ello es posible, de dichas técnicas cuando añaden complejidad o costes significativos a la infraestructura o a las estaciones móviles.

11.2.11 Flexibilidad operacional

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que se logre una flexibilidad operacional máxima. La flexibilidad operacional puede incluir la modificación de datos de explotación en la estación móvil a través de la interfaz radioeléctrica. La implantación de este requisito en las estaciones móviles depende de las capacidades de éstas.

11.2.12 Riesgos

11.2.12.1 Riesgos de desarrollo y de implantación

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que el riesgo del desarrollo y de la implantación de la tecnología de la interfaz radioeléctrica se mantenga en un nivel aceptable. Ello se refiere, en particular, a la aplicación de la tecnología en las estaciones móviles IMT-2000 con alto grado de integración.

11.2.12.2 Riesgos operacionales

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que la repercusión de los posibles fallos de funcionamiento en la estructura fija cree las pérdidas de servicio mínimas para los usuarios IMT-2000 pertenecientes a dicha estación de base o cualquiera de las estaciones de base vecinas. También debe minimizarse la repercusión de los fallos de las estaciones móviles IMT-2000 o de otro equipo interferente cualquiera. Las situaciones consideradas en este sentido son:

- pérdida de la sincronización entre estaciones de base, de haberla,
- pérdida de una portadora de estación de base,
- interferencia procedente de otros servicios en la misma banda, de haberla,
- interferencia procedente de servicios en bandas adyacentes,
- interferencia procedente de operadores IMT-2000 no coordinados,
- estación móvil transmitiendo con fallos y plena potencia,
- etc.

11.3 Requisitos de calidad

Los requisitos de calidad orientados al sistema para las IMT-2000 figuran en la Recomendación UIT-R M.1079. Estos requisitos se refieren a la calidad de servicio de extremo a extremo e incluyen aspectos relativos a calidad subjetiva,

tasas de errores digitales objetivas así como limitaciones en cuanto a temporización y retardos, valores de fiabilidad y probabilidades de acceso al servicio. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 permitirán cumplir estos requisitos, ya sea en la calidad de la interfaz radioeléctrica física o en los protocolos de señalización para lograr el servicio.

Los requisitos de calidad que se indican en este punto se refieren a los que repercuten directamente en el diseño de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 y que pueden no tener relación directa alguna con la calidad de servicio de extremo a extremo. No obstante, pueden guardar una relación indirecta en algunos casos.

11.3.1 Resistencia a los efectos de la propagación multitrayecto

Dado los entornos físicos de una red IMT-2000, ésta debe ser capaz de compensar una serie de efectos multitrayecto. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 aceptarán generalmente funcionar en presencia de los efectos multitrayecto que se presentan en los diversos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 definidos en el § 7 de la presente Recomendación, cuyas características relativas a la propagación en estos entornos se indican en el § 8.

11.3.2 Vehículos en movimiento

Los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 se definen en el § 7 de la presente Recomendación. Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 servirán para funcionar a velocidades adecuadas de los vehículos en cada entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000. En ellos se incluyen velocidades de vehículos que van desde 0 a 500 km/h para aplicaciones terrestres y hasta 1 500 km/h para las aplicaciones aeronáuticas.

11.3.3 Calidad del canal radioeléctrico

Los requisitos en cuanto a la calidad del canal radioeléctrico figuran en la Recomendación UIT-R M.1079 que se basa en un conjunto de objetivos de calidad extremo a extremo en los servicios definidos IMT-2000. Cada servicio IMT-2000 se define mediante uno o varios objetivos de calidad de servicio de extremo a extremo y se dan requisitos de calidad a los diversos canales radioeléctricos que han de definirse basándose en dichos objetivos.

Los parámetros de calidad del canal radioeléctrico pueden especificarse en forma de proporciones de bits o de trama erróneos (FER/BER) aceptables para calidades de servicio determinadas y probabilidades de acceso al servicio dadas.

La calidad del canal radioeléctrico para las interfaces radioeléctricas IMT-2000 no es un medio de comparación. Es un valor fijo para los niveles de calidad del canal radioeléctrico determinados en la Recomendación UIT-R M.1079 y el diseño de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 cumplirá estos requisitos.

11.3.4 Eficacia en la utilización del espectro

La eficacia espectral de una red radioeléctrica IMT-2000 es una medida del número máximo de usuarios IMT-2000 activos que pueden entrar por zona y por espectro o por volumen y espectro en edificios de varios pisos, para una calidad, tamaño de célula, coste del entorno de propagación y diseño determinados.

La eficacia espectral de una interfaz radioeléctrica IMT-2000 se determinará utilizando el tamaño mínimo de célula para el entorno adecuado de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 como base para el área de la célula. En los servicios no vocales, debe calcularse una unidad equivalente de intensidad de tráfico. La eficacia espectral se basará en las características fijas del canal radioeléctrico que figuran en la Recomendación UIT-R M.1079.

Al evaluar la eficacia del espectro, se tendrán en cuenta los efectos de los servicios distintos de las IMT-2000 en la misma banda de frecuencias y en las adyacentes y cualquier banda de guarda que resulte de éstas. Los suplementos tales como los canales de control y de señalización se incluirán también en el análisis de la eficacia espectral.

11.3.5 Fiabilidad operacional

Las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que la flexibilidad operacional, incluyendo, por ejemplo, el tiempo medio entre fallos (MTBF) para la infraestructura radioeléctrica IMT-2000 cuando se llega al funcionamiento de madurez, pueda ser al menos como la fiabilidad de los sistemas móviles de segunda generación correspondientes, con un coste razonable.

Además, las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se diseñarán de forma que el tiempo medio entre reparaciones (MTTR) para la infraestructura radioeléctrica IMT-2000 al llegar al funcionamiento de madurez sea al menos como el MTTR de los sistemas móviles de segunda generación correspondientes, con un coste razonable.

ANEXO 1

Definiciones

Los términos utilizados en esta Recomendación son congruentes con las definiciones contenidas en la Recomendación UIT-R M.1224 sobre vocabulario relativa a las IMT-2000. No obstante, hay algunos nuevos términos que requieren definición. Estos términos son los siguientes:

Capa de célula: Conjunto de todas las *células* de la misma categoría con características radioeléctricas similares y que comparten los mismos recursos radioeléctricos.

Usuario final: Usuario del terminal IMT-2000 que utiliza para acceder a los servicios IMT-2000.

Control de potencia (radioeléctrica): Ajuste dinámico de la potencia de salida para minimizar la interferencia total en el sistema, manteniendo la calidad suficiente en cualquier conexión.

Cobertura puntual: Célula simple.

Cobertura insular: Conjunto de células cuya extensión puede variar entre un vecindario y una zona urbana importante.

Cobertura contigua: Cobertura que se da en todos los puntos de la *zona de servicio* pretendida.

ANEXO 2

Consideraciones respecto a los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000

Las consideraciones que atañen a los distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 identificados en el § 7.2 se refieren a lo siguiente:

- en relación con las estaciones de bases móviles IMT-2000 (por ejemplo, una estación de base situada en un vehículo en movimiento), éstas tienen dos interfaces radioeléctricas que pueden estar en distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico. El entorno de funcionamiento total tendrá unas características físicas (propagación y velocidad relativa) determinadas por la interfaz radioeléctrica que comunica directamente con la estación móvil. No obstante, las velocidades de información de servicio previstas para el entorno de funcionamiento total vendrán dadas por las capacidades del enlace más débil de la cadena;
- la utilización de repetidores para las IMT-2000 en el entorno radioeléctrico IMT-2000 total pueden tener un efecto similar al de las estaciones de base móviles IMT-2000. No obstante, para los repetidores la situación es incluso más complicada y éstos no pueden identificarse, como un entorno de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000 o varios separados. Sin embargo, los operadores IMT-2000 han de tener en cuenta el efecto de la utilización de repetidores en las capacidades de servicio de la interfaz radioeléctrica cuando planifiquen sus redes;
- el entorno urbano se divide según aplicaciones peatonales y de vehículo, al igual que las velocidades de información de servicio previstas, además de las velocidades del móvil, que pueden diferir algo para los entornos urbanos peatonal y de vehículo. No obstante, para los entornos rurales, aunque las diferencias entre aplicaciones peatonales y de vehículo, en principio, son las mismas, no se considera necesario dividir este entorno en dos separados;
- el entorno rural de exteriores pretende cubrir velocidades que incluyen hasta las de los trenes de gran velocidad. Puede considerarse el incremento de la velocidad requerida para este entorno a fin de cubrir también las aeronaves. No obstante, esto puede no estar justificado y se podría tratar mejor esta situación como un caso especial si se necesita un cobertura aeronáutica con base terrenal.

ANEXO 3

**Limitaciones de diseño provisionales en la accesibilidad al servicio de las interfaces
IMT-2000 para los entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000**

Este Anexo incluye unas limitaciones provisionales en el diseño de la accesibilidad al servicio de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 para los distintos entornos de funcionamiento radioeléctrico IMT-2000. Los diversos apartados del Cuadro 2 representan el conjunto de posibles servicios que pueden ofrecerse en un entorno determinado en cuanto a tipos de información y velocidades binarias de usuario y se definen únicamente como base para la optimización global del diseño de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 y sus características. Las IMT-2000 deben poder tratar de forma integrada distintos tipos de información múltiple sobre prestación de servicios portadores e interconexión con la RDSI, aunque pueden parecer restricciones derivadas de un entorno de explotación de comunicaciones móviles. Para considerar el conjunto de capacidades ofrecidas por las IMT-2000 son necesarios más estudios sobre la organización de temas tales como la calidad de transmisión que deben proporcionar las interfaces radioeléctricas y la forma de considerar los diversos temas. También son necesarios más estudios sobre la interconexión con la RDSI y sobre el método de prestación de servicios portadores a través de la interconexión. Obsérvese que el conjunto exacto de servicios que va a prestarse por un sistema en particular en un entorno dado, y por consiguiente las limitaciones de diseño concretas para la interfaz radioeléctrica de dicho sistema, deberá ser decidido por los suministradores y/o explotadores de los servicios IMT-2000. El Cuadro 2 requiere la realización de más estudios, en particular para armonizarse con las Recomendaciones de servicios o sistema IMT-2000 (por ejemplo, la Recomendación UIT-R M.816, la Recomendación UIT-T F.115, la Recomendación UIT-R M.1079, etc.).

CUADRO 2

Limitaciones de diseño en la accesibilidad al servicio de las interfaces radioeléctricas IMT-2000 para los diversos entornos de funcionamiento radioeléctricos IMT-2000

Tipo de información de servicio	Velocidad binaria típica de la fuente (kbit/s)	Cobertura celular	Entorno de funcionamiento radioeléctrico													
		Cobertura radioeléctrica típica	(1) Int. com.	(2) Vecin. int/ext	(3) Dom. int.	(4) Urban. ve.	(5) Urban. peat.	(6) Rur. ext.	(7) Aer. terr.	(8) Ext. fijo	(9) Local g. vel.	(10) Urban. sat.	(11) Rur. sat.	(12) Sat. fijo	(13) Int. sat.	
Señales vocales Telefonía 7 kHz	2,4-32 48-64	Contigua	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	–	
		Insular	Sí	Sí	Sí	–	Sí	–	–	Sí	–	–	–	Sí	–	
Audio Telefonía – Calidad Hi-FI	8-32 48-64	Contigua	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	–	
		Insular	Sí	Sí	Sí	–	–	–	–	Sí	–	–	–	Sí	–	
Datos Baja Media Elevada Muy elevada	<10 10-64 64-2 048 2 000-20 000	Contigua	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	Sí	
		Contigua	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	–	
		Insular/puntual	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	Sí	–	–	–	Sí	–
		Puntual	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Sí	–	–	–	–
Texto	20	Contigua	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	Sí	
Imagen Facsimil Color gran calidad	2,4-64 50-500	Contigua	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	–	Sí	Sí	Sí	–	
		Contigua/Insular	Sí	Sí	Sí	Sí	–	Sí	–	Sí	–	–	–	Sí	–	
Vídeo	8-64 1 500-20 000	Contigua Puntual	Sí –	Sí –	Sí –	Sí –	Sí –	Sí –	Sí –	– –	Sí –	– Sí	Sí –	Sí –	Sí –	

Entornos de funcionamiento radioeléctrico:

- (1) Int. com.: Interiores comercial.
- (2) Vecin. int/ext: Vecindad de interiores o exteriores.
- (3) Dom. int.: Domicilio de interiores.
- (4) Urban. ve.: Exteriores urbano de vehículo.
- (5) Urban. peat.: Exteriores urbano peatonal.
- (6) Ext. rur.: Exteriores rural.
- (7) Aer. terr.: Aeronáutico terrenal.
- (8) Ext. fijo: Exteriores fijo.
- (9) Local g. vel.: Local de gran velocidad binaria.
- (10) Urban. sat.: Urbano por satélite.
- (11) Rur. sat.: Rural por satélite.
- (12) Sat. fijo: Por satélite con montaje fijo.
- (13) Int. sat.: Interiores por satélite.

Notas relativas al Cuadro 2:

NOTA 1 – En el Cuadro se incluyen categorías de información de servicio de velocidad binaria muy elevada como la televisión y los servicios de datos de velocidad binaria muy elevada para posibles aplicaciones futuras. Dichas categorías de información de servicio no están previstas en la fase 1 de las IMT-2000 y pueden exigir estaciones de base e infraestructura especializadas si se incluyen en el futuro.

NOTA 2 – Hay que señalar que las categorías de información de servicio del Cuadro 2 representan tipos de información de usuario y no servicios definidos.

NOTA 3 – Hay que señalar que los servicios de radiobúsqueda se incluyen en el Cuadro 2 (por ejemplo, en «datos» y/o «texto»).

NOTA 4 – Tal vez sea necesario identificar una subcategoría de información de servicio aparte que se refiera a datos con velocidades binarias muy reducidas, por ejemplo, 300 bit/s. Se aplicaría en un caso típico a los entornos en interiores por satélite.

NOTA 5 – Se supone que los entornos de funcionamiento radioeléctrico aeronáutico y marítimo por satélite se incluyen en los diversos entornos de satélite.

NOTA 6 – Debido a sus características técnicas específicas, algunos sistemas móviles por satélite utilizan actualmente codificadores de señales vocales y de audio de velocidades inferiores a las identificadas en el Cuadro.

NOTA 7 – La indicación «Sí» para un entorno de funcionamiento radioeléctrico particular implica que servirá para todas las velocidades binarias típicas de fuente indicadas o para un subconjunto de ellas.