

RECOMENDACIÓN UIT-R M.687-2

TELECOMUNICACIONES MÓVILES INTERNACIONALES-2000 (IMT-2000)*

(Cuestión UIT-R 39/8)

(1990-1992-1997)

Resumen

En la presente Recomendación se definen los objetivos que deben satisfacer las IMT-2000 y se establecen los conceptos generales de las IMT-2000, con especial atención en la necesidad de lograr itinerancia y compatibilidad a nivel mundial.

Esta Recomendación contiene un planteamiento de alto nivel sobre los temas siguientes: servicios, arquitectura, aspectos de red, aplicación, compartición y características de funcionamiento. Ofrece orientación, para un número limitado de hipótesis posibles, respecto a la anchura de banda del espectro y la banda de funcionamiento, sobre la base de parámetros técnicos y las estimaciones de tráfico fundamentales.

La Recomendación sienta las bases para el examen del tema de las IMT-2000 y las tareas y Recomendaciones ulteriores.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) la Resolución 212 (Rev.CMR-95);
- b) que las bandas de frecuencias 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz están destinadas a la utilización, con carácter mundial, por las administraciones que deseen implantar las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000);
- c) que el coste de las instalaciones de radiocomunicaciones y de la tecnología de circuitos integrados a gran escala (VLSI) está disminuyendo continuamente, lo que hace que, en múltiples casos las radiocomunicaciones constituyan una posible opción competitiva para facilitar los servicios de telecomunicación vocales y no vocales;
- d) que están en estudio diferentes sistemas futuros;
- e) que la compatibilidad de sistemas es necesaria para la explotación internacional, y que en cualquier caso es conveniente que haya puntos comunes a fin de asegurar que el coste total del sistema por usuario móvil sea significativamente menor que en el caso de los sistemas actuales;
- f) la necesidad de una estructura de sistema flexible que permita adaptar la inversión de red con el aumento de los ingresos, para adaptarse fácilmente a los factores ambientales y responder a nuevos adelantos sin restringir innovaciones;
- g) la posible necesidad de canales o bandas de frecuencias comunes para el funcionamiento regional y mundial, particularmente con la utilización creciente de terminales personales (de mano y portátiles);
- h) que la utilización de bandas de frecuencias acordadas internacionalmente facilita también la planificación de redes nacionales y reduce el riesgo de interferencia perjudicial con otros servicios radioeléctricos;
- j) la importancia cada vez mayor de los diversos tipos de servicios de telecomunicaciones no vocales;
- k) las Recomendaciones UIT-T pertinentes y los estudios en curso;
- l) que los terminales móviles de las IMT-2000 pueden utilizarse para acceder a sistemas móviles por satélite para utilización en tierra, en barcos y en aeronaves;
- m) que es necesario que los terminales móviles puedan desplazarse entre redes públicas de telecomunicaciones móviles terrestres de diferentes países;

* IMT-2000 se conocía anteriormente como futuros sistemas públicos de telecomunicaciones móviles terrestres (FSPTMT).

- n) que una interfaz radioeléctrica normalizada facilitaría el tránsito de unidades móviles entre redes;
- o) que es posible que los usuarios deseen poder utilizar los mismos terminales y procedimientos que las redes fijas (red telefónica pública con conmutación (RTPC), red pública de datos (RPD) y red digital de servicios integrados (RDSI)) para el acceso a servicios de telecomunicaciones similares en las IMT-2000;
- p) que se está estudiando la adaptación de los sistemas móviles celulares, utilizados como sistemas fijos, para cubrir las necesidades de los países en desarrollo;
- q) que la descripción de las IMT-2000 comprenderá varias Recomendaciones, de las cuales la presente es la clave;
- r) que se espera que las IMT-2000 sean utilizadas por una alta proporción del público en general,

recomienda

que las IMT-2000 destinadas a la utilización regional y mundial se ajusten a los siguientes objetivos y características.

1 Objetivos

1.1 Objetivos generales

La finalidad de las IMT-2000 es lograr los siguientes objetivos generales principales:

- 1.1.1** poner a disposición de los usuarios que se desplazan o cuya ubicación puede cambiar (usuarios móviles), y con independencia de su ubicación (es decir, itinerancia nacional e internacional), una amplia gama de servicios de telecomunicaciones (vocales y no vocales) que permita la comunicación entre usuarios móviles y otros usuarios móviles, usuarios de las redes públicas fijas (RTPC, RPD y RDSI) u otras redes de telecomunicación, según proceda;
- 1.1.2** proporcionar estos servicios a una amplia gama de densidades de usuarios y zonas de cobertura geográfica;
- 1.1.3** utilizar el espectro radioeléctrico de manera eficaz y económica con una prestación de servicio a un coste aceptable;
- 1.1.4** proporcionar, en la medida de lo posible, servicios con una calidad de servicio comparable a la de las redes fijas;
- 1.1.5** proporcionar los medios necesarios para facilitar una ampliación continua y flexible de la prestación de los servicios, a reserva de las restricciones impuestas por la transmisión radioeléctrica, la eficacia en la utilización del espectro y la economía del sistema;
- 1.1.6** adoptar un método en fases para la definición de las IMT-2000. La primera fase (fase 1) comprende los servicios admitidos por velocidades binarias de hasta 2 Mbit/s. Se prevé que la fase 2 añada nuevos servicios a la fase 1, y de ellos algunos pueden requerir mayores velocidades binarias;
- 1.1.7** permitir el uso de las IMT-2000 para ofrecer unos servicios a usuarios fijos, bajo condiciones aprobadas por la autoridad nacional o regional competente, con carácter permanente o temporal, en zonas rurales o urbanas;
- 1.1.8** acomodar una cierta variedad de terminales móviles, desde los que son suficientemente pequeños para que el usuario pueda transportarlos fácilmente consigo (radio personal de bolsillo), hasta los instalados en vehículo;
- 1.1.9** admitir la prestación de servicio por más de una red en cualquier zona de cobertura;
- 1.1.10** proporcionar una arquitectura abierta que permita la fácil introducción de los adelantos tecnológicos, así como aplicaciones diferentes;
- 1.1.11** permitir la coexistencia con sistemas móviles que utilizan enlaces directos por satélite y la interconexión con ellos, teniendo en cuenta la Recomendación UIT-T E.171;
- 1.1.12** proporcionar una estructura modular que permita al sistema comenzar con una configuración tan pequeña y simple como sea posible y crecer lo que haga falta, tanto en tamaño como en complejidad, dentro de unos límites prácticos.

1.2 Objetivos técnicos

La finalidad de las IMT-2000 es lograr los siguientes objetivos técnicos principales:

- 1.2.1 permitir la comunicación y señalización integradas;
- 1.2.2 establecer normas de interfaz de señalización teniendo en cuenta los principios establecidos en la Recomendación UIT-T X.200 y basándose en las Recomendaciones UIT-T sobre señalización pertinentes.

La finalidad de las IMT-2000 es lograr los siguientes objetivos técnicos secundarios:

- 1.2.3 proporcionar niveles de seguridad adicionales (para servicios vocales y de datos) en comparación con los indicados en el § 1.1.4. Además, posibilitar el cifrado de extremo a extremo para servicios vocales y de datos;
- 1.2.4 proporcionar una flexibilidad de servicio que permita la integración facultativa de servicios tales como telefonía móvil, despacho, búsqueda y comunicaciones de datos, o cualquier combinación de éstos;
- 1.2.5 lograr las interfaces (y procedimientos) de equipo terminal definidos para las redes públicas fijas que permitan el uso alternativo de equipo terminal de dichas redes;
- 1.2.6 facilitar el diseño de equipo y componentes que puedan soportar las condiciones rurales típicas (camino abruptos, ambiente polvoriento, temperaturas y humedad extremas, etc.);
- 1.2.7 acomodar el uso de repetidores para cubrir distancias largas entre terminales y estaciones de base, siempre que esto no limite la especificación de las interfaces radioeléctricas;
- 1.2.8 permitir la conexión de las centralitas PABX o de las centralitas rurales a las estaciones móviles;
- 1.2.9 los procedimientos utilizados en las IMT-2000 deben basarse en la identificación unívoca de las entidades que intervienen (por ejemplo, suministradores de servicios, operadores de redes, etc.).

1.3 Objetivos de explotación

La finalidad de las IMT-2000 es lograr los siguientes objetivos de explotación principales:

- 1.3.1 proporcionar las funciones necesarias de autenticación y facturación de los usuarios;
- 1.3.2 proporcionar una identificación de usuario única y una numeración de conformidad con las Recomendaciones UIT-T pertinentes;
- 1.3.3 proporcionar un plan único de identificación de equipos;
- 1.3.4 permitir que cada usuario móvil solicite determinados servicios e inicie y reciba llamadas, según lo desee. Las llamadas dirigidas a un usuario móvil determinado, entrantes o salientes en la misma terminación móvil, pueden ser múltiples de forma simultánea e ir asociadas a distintos servicios (es decir, servicios avanzados de voz y datos incluidos los multimedia);
- 1.3.5 asegurar que se minimizan las oportunidades de fraude de las IMT-2000; por ejemplo, restringiendo servicios tales como el de reenvío de llamada múltiple que son propensos al fraude;
- 1.3.6 asegurar que se minimiza el robo de las estaciones móviles de las IMT-2000; por ejemplo, manteniendo una lista de las entidades de las estaciones móviles robadas y supervisando el tráfico para su utilización;
- 1.3.7 minimizar el robo, el fraude, y el abuso del servicio de emergencia por llamadas maliciosas, poniendo a disposición de las autoridades correspondientes la información pertinente;
- 1.3.8 colaborar con los servicios de emergencia proporcionando en la medida de lo posible información adicional de las llamadas de emergencia; por ejemplo, identidad de usuario, información sobre el emplazamiento y cualquier otra información que puedan requerir las autoridades nacionales o locales.

La finalidad de las IMT-2000 es lograr los siguientes objetivos de explotación secundarios:

- 1.3.9 proporcionar al usuario que paga una indicación de las tasas de llamada adicionales subsiguientes, por ejemplo, debido al tránsito;
- 1.3.10 permitir que el sistema se configure para condiciones especiales en las que no se precise la movilidad entre células o incluso dentro de una célula, o en las que haga falta un tráfico elevado por usuario;
- 1.3.11 tener en cuenta las necesidades de comunicaciones en los sistemas de control y gestión del tráfico rodado;
- 1.3.12 permitir la ampliación del tamaño de la célula en zonas rurales o remotas, siempre que ello no limite la especificación de las interfaces radioeléctricas.

2 Servicios

2.1 Generalidades

2.1.1 Las IMT-2000 deben ofrecer los servicios disponibles en las redes públicas fijas (RTPC, RDSI y RPD) en la medida de lo posible, teniendo en cuenta las diferencias de las características de las redes fijas y del entorno radioeléctrico móvil.

2.1.2 Las IMT-2000 deben ofrecer también otros servicios, teniendo en cuenta la naturaleza especial de las comunicaciones móviles.

2.1.3 Las IMT-2000 deben diseñarse de manera que el usuario que llama no necesite conocer la ubicación del móvil llamado.

2.1.4 Debe ser posible que las estaciones de las IMT-2000 sean utilizadas en el entorno marítimo y aeronáutico, en la medida permitida por las autoridades que establecen las reglamentaciones nacionales o internacionales.

2.1.5 Debe ser posible el uso de las IMT-2000 como sustitutos temporales o permanentes de redes fijas, cuando las facilidades de redes fijas estén limitadas o se carezca de ellas, o, de manera más general, cuando esto sea deseable por conveniencia o motivos económicos. Los sistemas deberán ser capaces entonces de adaptarse a estas condiciones (es decir, tráfico por usuario más elevado, ausencia de movilidad entre células o incluso dentro de una célula).

2.1.6 Debe soportarse la movilidad de usuario mediante el registro de los distintos terminales (por ejemplo, utilizando un módulo de identidad de usuario (UIM – user identity module)).

2.1.7 Debe facilitarse la creación de un mercado abierto para la suscripción independiente de abonos y la adquisición de terminales móviles (por ejemplo, utilizando un UIM).

2.1.8 Las IMT-2000 deben diseñarse para que permitan la explotación internacional y la itinerancia (Nota 1) automática de los abonados y las estaciones. (Todavía debe estudiarse el grado de automatismo de la facilidad de itinerancia entre redes o países.)

NOTA 1 – El término inglés «roaming» se ha traducido aquí por «itinerancia» (móvil itinerante o transeúnte desplazado de su entorno).

2.1.9 Las IMT-2000 deben diseñarse de manera que, en circunstancias favorables, puedan proporcionarse servicios que requieran altas velocidades de información.

2.1.10 Las IMT-2000 deben ser capaces de prestar servicio a cierta variedad de terminales móviles, desde los que son tan pequeños que el usuario puede transportarlos fácilmente hasta los instalados en vehículo.

2.1.11 La Recomendación UIT-R M.816 contiene el marco para los servicios que han de soportar las IMT-2000.

3 Consideraciones relativas a las bandas de frecuencia

3.1 Consideraciones generales

Las consideraciones sobre el espectro deben tener en cuenta el tráfico estimado, las técnicas disponibles y previsibles, las características de propagación y los plazos previstos para satisfacer las necesidades de los usuarios en la mayor medida posible.

Las consideraciones en materia de frecuencias deben tener en cuenta que seguirá aumentando el tráfico generado por los sistemas móviles así como el número y la diversidad de los servicios.

3.2 Consideraciones relativas al tráfico

Cualquier estimación del tráfico debe tener en cuenta que en el futuro, el tráfico no telefónico constituirá una proporción creciente del tráfico total y que será generado, tanto en el exterior como en recintos cerrados, por estaciones móviles y estaciones personales.

El Anexo 1 contiene una estimación del tráfico de las IMT-2000 basado en los conocimientos actuales sobre la naturaleza de las telecomunicaciones personales.

3.3 Requisitos del espectro

Para satisfacer las características de servicio de las IMT-2000, es decir, el concepto de itinerancia regional y/o mundial, deberá darse prioridad a la inclusión, al menos parcial, de atribuciones de frecuencias comunes mundiales que permitan el acceso universal, especialmente a las estaciones personales.

3.3.1 Compatibilidad mundial

A efectos de compatibilidad mundial, incluida la banda de frecuencias común, ha de prestarse una atención preferente a las estaciones personales, en las que los beneficios de esa compatibilidad tienen una repercusión máxima. En cuanto a las estaciones móviles, es deseable su compatibilidad mundial, pero es posible que la compatibilidad regional/internacional sea suficiente en relación con diversos aspectos.

Aunque sea preferible disponer de una banda de frecuencias común completa, puede que ello no resulte viable de manera inmediata. Es posible lograr un cierto grado de uniformidad mediante la compatibilidad regional/internacional, con una banda de señalización común y una superposición suficiente de las bandas de tráfico que asegure la compatibilidad a efectos de la itinerancia.

También son indispensables las normas comunes de señalización y numeración.

La multiplicidad de normas dificulta la realización en los mercados pequeños y en los países en desarrollo, dando lugar a una utilización mediocre del espectro y a unos costes más elevados.

3.3.1.1 Requisitos para el tránsito

Algunos usuarios de IMT-2000 necesitarán una itinerancia regional y/o internacional con sus propios terminales.

Para proporcionar dicha prestación, sobre todo a estaciones personales en interiores y en exteriores, es preferible que exista una compatibilidad total a nivel mundial. Un requisito importante es que la banda utilizada para funcionamiento a escala mundial se halle dentro de la gama de frecuencias de sintonía de las estaciones personales.

3.3.2 Comunicaciones por satélite

Las IMT-2000 comprenden un componente móvil por satélite. La Recomendación UIT-R M.818 describe este componente. La Fig. 2 presenta algunos ejemplos de configuración.

La utilización del espectro conforme a la Resolución 212 (Rev.CMR-95) permitiría utilizar un mismo equipo para las comunicaciones móviles terrestres terrenales y las comunicaciones móviles terrestres por satélite.

Las unidades de satélite deberán poder soportar:

- una función de búsqueda por satélite que podría reducir el volumen de datos de registro de posición a transferir;
- la búsqueda de usuarios móviles terrenales más allá del alcance del sistema terrenal. El equipo necesario para esta función unidireccional es más sencillo que el que requiere una función móvil bidireccional por satélite;
- el enlace entre estaciones de base distantes o la ampliación temporal de un sistema, cuando sea necesario (por ejemplo, en caso de emergencia).

3.3.3 Técnicas dúplex

Se dispone de las técnicas dúplex por división de frecuencias (DDF) y dúplex por división en el tiempo (DDT). La elección de la técnica dúplex no influye en la cantidad total de espectro necesario para el tráfico IMT-2000 que pudiera afectar a la planificación de frecuencias.

3.3.4 Propagación

Se ha estudiado la propagación en la banda de 1 a 3 GHz en exteriores e interiores. A medida que aumenta la frecuencia aumenta la atenuación del trayecto exterior. Los efectos de la propagación por trayectos múltiples aumentan con la frecuencia. El retardo en exteriores no varía de manera significativa en la gama de 1 a 3 GHz.

Las mediciones han mostrado que, dentro de un edificio, la atenuación entre pisos aumenta con la frecuencia, por lo que en los edificios resulta más fácil la reutilización de frecuencias en células muy pequeñas.

3.3.5 Tecnología de RF

El aumento de la banda de frecuencias de explotación afecta negativamente tanto al coste como a la eficacia energética de la tecnología de RF existente para el soporte físico de las IMT-2000. Pero en la actualidad no se sabe con certeza cuál será, a finales de los años 90, el límite de frecuencia de la tecnología de los circuitos integrados que permitirá conseguir un rendimiento adecuado con fabricación a gran escala y bajo coste.

3.4 Estado de las técnicas

La evaluación de las necesidades de espectro debe tener en cuenta el diseño de un sistema portador de tráfico con alto rendimiento espectral. A tal efecto, las transmisiones de voz y datos deben incorporar códecs de buena calidad asociados a la codificación, modulación y ecualización de canales, técnicas de acceso múltiple y técnicas adaptables.

También deben considerarse técnicas de gestión del tráfico, como la de colas de espera, que pueden ser muy eficaces para suavizar la carga de tráfico ofrecida y por ende aumentar de manera substancial la eficacia de utilización del espectro, en particular cuando se integran en un sistema radio común servicios con características diferentes que incluyen un tráfico no vocal importante.

3.5 Estimación de las necesidades de espectro

El Anexo 1 contiene una estimación de las necesidades de espectro para algunos de los servicios de la fase 1 de las IMT-2000, basada en las estimaciones del tráfico en zonas urbanas. Los resultados obtenidos muestran que la anchura de banda necesaria para los servicios vocales asciende a un total de 162 MHz y que, basándose sólo en servicios de datos limitados, la anchura de banda necesaria para los servicios no vocales es de un total de 65 MHz; estas cifras deben considerarse como valores mínimos.

Según se indica en el Anexo 1, esta estimación no incluye ninguna disposición para el espectro destinado al tráfico transmitido por satélites.

3.6 Examen de las posibilidades de compartición

Se han estudiado las posibilidades de compartición de las IMT-2000 con otros servicios y los resultados aparecen en el Anexo 2.

Esos estudios permiten llegar a la conclusión de que las IMT-2000 podrían compartir atribuciones de bandas de frecuencias con el servicio fijo y probablemente con otros servicios únicamente cuando exista una separación geográfica adecuada entre los servicios o cuando ningún servicio necesite la totalidad de la anchura de banda atribuida. En estas consideraciones no se han tenido en cuenta los costes derivados de la compartición. Las IMT-2000 con asignación adaptable de canales facilitarán en gran medida la compartición y simplificarán la introducción de estos servicios en las bandas actualmente utilizadas por otros servicios. La separación geográfica relativa requerida para las técnicas de acceso alternativas en las IMT-2000 (por ejemplo, el acceso múltiple por división en frecuencia (AMDF), el acceso múltiple por división en tiempo (AMDT) o el acceso múltiple por división de código (AMDC)) dependerá de los parámetros pormenorizados del sistema. Se señala no obstante, que la compartición cocanal entre el servicio fijo y las IMT-2000 exige una separación geográfica adecuada.

También se llega a la conclusión de que la compartición no es factible entre las interfaces R1 y R2 de las IMT-2000 (véase la Fig. 1) y los servicios de radiodifusión por satélite (SRS), de operaciones espaciales (SOE) y de exploración de la Tierra por satélite (SETS) en las bandas 2 025-2 110 MHz y 2 200-2 290 MHz.

Las IMT-2000 deben ser un sistema avanzado en el que el control del equipo permitirá la adaptación a distintas situaciones. En particular, el control dinámico de la potencia y la agilidad en el empleo de las frecuencias ayudarán a ajustarse a los criterios de planificación y deben ser objeto de investigación ulterior. La compartición de las frecuencias o la coexistencia con otros servicios radioeléctricos pueden estudiarse con más detalle elaborando algoritmos y modelos apropiados.

4 Características técnicas

A fin de garantizar la compatibilidad de estaciones a nivel regional y mundial, debe aplicarse la uniformidad de las principales características, entre ellas la arquitectura, la estructura de canal, los procedimientos de control, las técnicas de acceso, los métodos de modulación y las velocidades de datos.

4.1 Arquitectura de sistema

La Recomendación UIT-R M.817 contiene las arquitecturas funcionales de red y algunas de las configuraciones de red resultantes que son factibles en las IMT-2000.

4.2 Interfaces radioeléctricas

La familia de interfaces radioeléctricas, es:

- R1: la interfaz radioeléctrica entre una estación móvil (EM) y la estación de base (EB);
- R2: la interfaz radioeléctrica entre una estación personal (EP) y la estación de base personal (UC);
- R3: la interfaz radioeléctrica entre el satélite y la estación terrena móvil (ETM). Las IMT-2000 tendrán en cuenta también el encaminamiento automático del tráfico entre sistemas terrenales y móviles por satélite;
- R4: una interfaz radioeléctrica adicional utilizada para alerta (búsqueda), en el caso de una llamada encaminada a un terminal de las IMT-2000.

Conviene señalar que ésta no es necesariamente una lista completa de todas las interfaces.

En las Figs. 1 y 2 se presenta un posible escenario de evolución e implantación de comunicaciones personales dentro de las IMT-2000.

Ha de optimizarse la estructura del sistema de acuerdo con las zonas de cobertura geográfica y las condiciones de tráfico, tomando en consideración las características de las zonas en las que se introducen las IMT-2000. En el diseño del sistema debe admitirse, por tanto, más de una interfaz radioeléctrica.

Las interfaces radioeléctricas deben estar diseñados para permitir que distintas aplicaciones utilicen la misma interfaz, donde se demuestre que esto es técnica y económicamente viable. Si no se puede utilizar la misma interfaz radioeléctrica en todas las aplicaciones, las interfaces individuales deberán tener el mayor número posible de puntos en común, facilitando el interfuncionamiento con la mínima complejidad añadida.

4.2.1 Cobertura radioeléctrica de las zonas de servicio

La finalidad de las IMT-2000 debe ser:

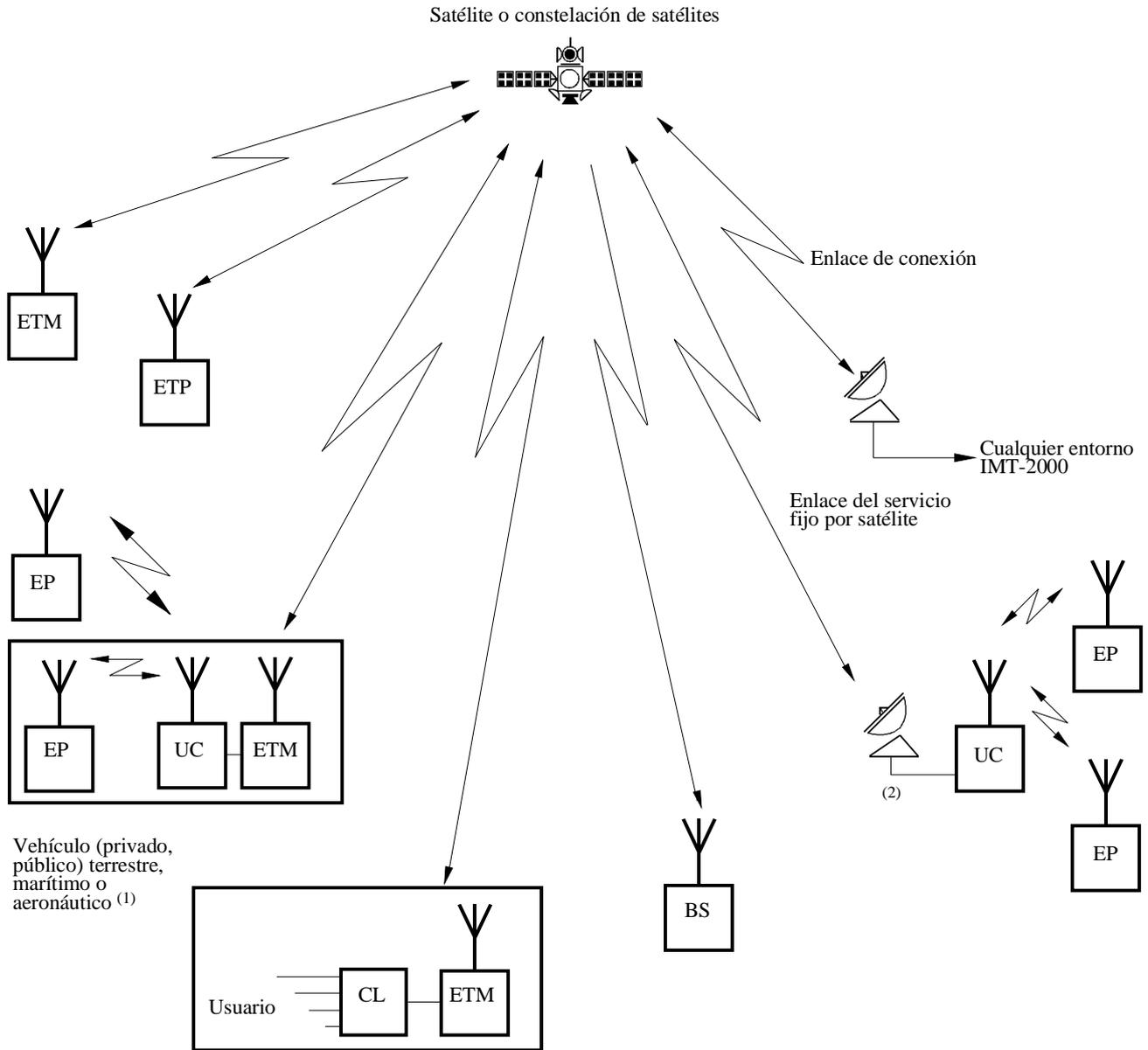
- 4.2.1.1 acomodar la posibilidad de más de una estación de base en una zona de servicio;
- 4.2.1.2 permitir la transferencia de un canal a otro entre células, y en la misma célula, si es necesario;
- 4.2.1.3 permitir la realización de tamaños de célula pequeños, teniendo en cuenta la necesidad de transferencia rápida de los usuarios en movimiento;
- 4.2.1.4 permitir la reutilización de la misma asignación de canal simultáneamente por varias células y para varias comunicaciones;
- 4.2.1.5 poder comenzar con el menor número de células necesarias para satisfacer las demandas de usuario y crecer según sea necesario, con la posibilidad de aumentar la disponibilidad de equipo para su interconexión con diferentes interfaces de sistema;
- 4.2.1.6 proporcionar la cobertura adecuada para incluir unidades portátiles en el exterior y en edificios de un piso y de varios pisos;
- 4.2.1.7 minimizar la complejidad de cualquier planificación de red radioeléctrica, teniendo en cuenta las variaciones de la propagación radioeléctrica en ambientes y lugares diferentes.

4.2.2 Estructura funcional de señalización de los terminales móviles (EM/EP/ETM/ETP)

Entre las funciones lógicas de señalización, integradas o separadas, las IMT-2000 deben proporcionar las siguientes:

- control de la llamada,
- adaptación de control de la llamada de las IMT-2000,
- gestión de movilidad,
- gestión de los radiocanales y transmisión RF.

FIGURA 2
Algunos ejemplos de configuración para el sector de satélite de las IMT-2000



ETP: estación terrena personal (portátil)
 ETM: estación terrena móvil
 BS: búsqueda por satélite
 UC: estación celular
 CL: central local
 EP: estación personal

(1) El empleo de estaciones IMT-2000 a bordo de una aeronave no puede admitirse a causa de la posibilidad de interferencia perjudicial en los sistemas electrónicos de aeronave.

(2) Estación terrena fija.

4.3 Calidad de servicio

Las IMT-2000 deben proporcionar un nivel de calidad de servicio comparable al de la RTPC/RDSI, con las limitaciones impuestas por los radiocanales radioeléctricos. En la determinación de la calidad de un servicio de telecomunicación se debe tener en cuenta lo siguiente:

- calidad de transmisión:
 - relaciones S/N y S/I ,
 - fiabilidad de la zona de servicio,
- probabilidad de bloqueo,
- probabilidad de corte, por ejemplo, probabilidad de corte debida a bloqueo de transferencia,
- estrategias de asignación de radiocanales y umbrales de control de llamadas,
- traspaso,
- retardo inicial de conexión,
- fiabilidad del sistema.

4.3.1 Calidad de la voz

Las IMT-2000 deben planificarse basándose en codificadores digitales de la voz y en sistemas de control de errores de alta calidad y poco retraso, con una calidad de funcionamiento equivalente al sistema de modulación por impulsos codificados diferencial adaptable (MICDA) a 32 kbit/s explotado en la red fija.

La planificación de los sistemas IMT-2000 debe basarse en el empleo de codificadores de la voz que cumplan ese requisito, con el apoyo de una cobertura apropiada de radiocomunicaciones.

Es preciso incluir un elemento de flexibilidad en las IMT-2000 para explotar codificadores de la voz de baja velocidad binaria de la calidad indicada, cuando estén disponibles.

4.4 Seguridad

Las IMT-2000 deben ofrecer un nivel de seguridad de las comunicaciones comparable al de las redes públicas fijas (RTPC, RDSI y RPD).

Si es necesario, podrán ofrecerse niveles adicionales de cifrado de la información de usuario. Ninguna de estas facilidades debe influir de manera significativa en el coste de las partes del sistema utilizadas por los abonados móviles que no requieran estas facilidades.

Debe ser posible que los propios usuarios efectúen el cifrado de extremo a extremo, a reserva de las limitaciones técnicas de la red.

Debe darse protección para impedir el acceso no autorizado al sistema (autenticación).

La información de localización en relación con las unidades móviles debe estar sujeta a garantías especiales. Véanse también el § 5.3 y la Recomendación UIT-R M.816.

4.5 Consideraciones relativas a la transmisión radioeléctrica

A fin de mejorar la calidad de funcionamiento, los sistemas pueden adaptar parámetros tales como velocidad binaria de canal, anchura de banda, disposiciones sobre frecuencia, tiempo y codificación, técnicas de diversidad y ecualización de la propagación por trayectos múltiples a la propagación real, condiciones de interferencia y tráfico, de acuerdo con las consideraciones de coste y consumo de potencia.

4.5.1 Técnicas de acceso múltiple

Los servicios vocales y de datos serán una parte básica de las IMT-2000 y es deseable un esquema flexible de acceso múltiple para tratar la amplia gama de densidades de tráfico y de servicios ofrecidos.

4.5.2 Técnicas de modulación

Cuando se consideran con los factores de reutilización de frecuencia, las técnicas de modulación deben proporcionar una utilización eficaz del espectro. En las IMT-2000 deben utilizarse tecnologías con eficacias de transmisión superiores a 1 bit/s/Hz.

4.5.3 Codificación de origen y de canal

Para maximizar la eficacia de utilización del espectro y la calidad de transmisión debe emplearse la codificación de canal.

En conjunto, las características de codificación vocal y de los canales radioeléctricos determinan la protección necesaria.

El sistema se diseñará de modo que un usuario corriente no experimente un retardo de canal inaceptable.

4.6 Aspectos relativos a la red

4.6.1 Plan de identificación

Debe ajustarse a las Recomendaciones UIT-T pertinentes.

4.6.2 Plan de numeración

Debe ajustarse a las Recomendaciones UIT-T pertinentes.

4.6.3 Encaminamiento y facturación

El diseño del sistema debe permitir una tasación y facturación diferentes en diferentes redes.

4.6.4 Sistema de señalización de interconexión

En el sistema de señalización de interconexión de las IMT-2000 debe utilizarse el Sistema de señalización N.º 7 del UIT-T.

5 Características de explotación

5.1 Tratamiento de la llamada

Deben aplicarse las siguientes funciones de sistema a las IMT-2000, teniendo en cuenta la necesidad de utilizar eficazmente el radiocanal:

- procedimientos de asignación de canal y control de establecimiento;
- liberación de canal al terminar y liberar la llamada.

5.2 Supervisión

Las IMT-2000 deben realizar las funciones necesarias para supervisar el estado de los canales y mantener la calidad necesaria.

5.3 Registro de localización

Debe ajustarse a los principios establecidos en la Recomendación UIT-R M.624 y en las Recomendaciones UIT-T Q.1003 y UIT-T Q.1004.

5.4 Interfuncionamiento de las redes

Las IMT-2000 deben interfuncionar con la RTPC y la RDSI de conformidad con los principios establecidos en las Recomendaciones UIT-T Q.1031 y UIT-T Q.1032, y con las RPD de conformidad con los principios establecidos en la Recomendación UIT-T X.300.

Consideraciones relativas al tráfico y estimación de las necesidades de espectro

1 Estimación del tráfico

La máxima demanda de servicios de telecomunicación «personal» se da en las grandes ciudades, donde existen diferentes categorías de tráfico, esto es, el generado por estaciones móviles (EM), instaladas en vehículos o portátiles y por estaciones personales (EP), en exteriores o interiores. Puede hacerse una estimación del número de clientes de los distintos tipos de estaciones, con algunas variaciones, según la naturaleza de las ciudades.

Todavía no se ha hecho una evolución del tráfico generado por el servicio de radiobúsqueda en las IMT-2000, pero se considera que tendrá una repercusión insignificante en las necesidades de espectro.

En el presente Anexo no se ha estimado el tráfico de los servicios móviles por satélite.

1.1 Tráfico vocal

Se calcula que en un embotellamiento urbano el número de vehículos por km de calle es de unos 600 si están parados o de 350 si se mueven lentamente. Suponiendo un valor medio de 400 vehículos por km de calle, el 50% de ellos equipados con estaciones móviles, generando cada uno 0,1 E, la densidad de tráfico será de 20 E/km de calle, lo que representa 300 E/km² si se tiene en cuenta la densidad de una calle urbana típica. Si se agrega aproximadamente el mismo volumen de tráfico correspondiente a estaciones móviles transportadas por peatones, el tráfico combinado de las estaciones móviles (EM) sería de aproximadamente 500 E/km² en las zonas urbanas más densas.

Se estima que la densidad de tráfico de cresta en el caso de estaciones personales en exteriores es de 1 500 E/km², suponiendo 3 000 peatones por km de calle, una densidad de estaciones personales del 80% y un tráfico de 0,04 E/estación.

Se calcula que la relación entre el valor de cresta y el valor medio del tráfico de los peatones en las calles de mucha actividad de las grandes ciudades tiene un valor en torno a 3.

Con estaciones personales en interiores, el tráfico puede aumentar diez veces o más en un edificio de oficinas de varios pisos. Se calcula que habrá una estación por cada 10 m² de superficie activa de piso, con un tráfico de 0,2 E/estación. Esto arroja un tráfico de 20 000 E/km²/piso.

1.2 Tráfico no vocal

Los servicios no vocales constituirán en el futuro una proporción creciente del tráfico total. Algunos servicios de datos necesitan una capacidad de transmisión mayor que la correspondiente a un solo canal vocal dúplex, aumentando con ello la necesidad de espectro. Por otra parte, en algunos servicios no vocales pueden aplicarse procedimientos de formación de filas de espera, lo que mejora la utilización del espectro.

1.2.1 Estaciones móviles

Se considera que los servicios por conmutación de circuitos incumben sobre todo a las EM instaladas en vehículos. El telefax es un ejemplo de tales servicios. Suponiendo 3 000 terminales/km², el 15% de los cuales estén equipados con una unidad telefax, y un tiempo de ocupación por llamadas de 6 min por hora y terminal, la estimación del tráfico es de 45 E/km².

Los servicios interactivos de datos emplearán probablemente la transmisión por paquetes. Se supone una ocupación acumulativa del canal de 15 s/hora en el caso de una estación portátil de mano (10 páginas por hora a razón de 8 kbits por página a la velocidad de transmisión de 4,8 kbit/s) y una ocupación de 30 s/h si se trata de una estación instalada en vehículo (4,5 y 9 mE, respectivamente). En la hipótesis de que haya 5 000 terminales por km² (3 000 instalados en vehículos y 2 000 portátiles), el tráfico estimado es 37 E/km².

1.2.2 Estaciones personales en exteriores

Se considera que el tráfico generado por los servicios de datos con conmutación de circuitos, por ejemplo el telefax, es insignificante. Por eso sólo se tienen en cuenta en el presente caso las comunicaciones de datos interactivas con mensajes cortos.

Se parte del supuesto de una ocupación acumulativa del canal de 5 s/h (10 página/h a razón de 8 kbit/página a la velocidad de transmisión de 16 kbit/s), lo que corresponde a 1,4 mE/estación.

Suponiendo que haya 2400 estaciones/km de calle (37 500 estaciones/km²), como en el caso del tráfico vocal, el volumen de tráfico sería de 50 E/km². Para tener en cuenta otros servicios de datos, se multiplica esta estimación por 3, lo que arroja 150 E/km². El tráfico no vocal equivale entonces al 10% del tráfico vocal.

1.2.3 Estaciones personales en interiores

Para aplicaciones telefax, en el supuesto de que el 25% de las estaciones tienen un telefax y de que el tiempo de ocupación por llamadas es de 6 min por hora por terminal telefax, el tráfico estimado es de 25 mE/estación, es decir, una octava parte del tráfico vocal, o 2 500 E/km².

En caso de la aplicación interactiva, suponiendo que todas las estaciones utilizan esta aplicación y que hay 20 sesiones interactivas por hora, con una ocupación acumulativa del canal de aproximadamente 2 s por sesión, se tienen 0,01 E/estación, o sea 1 000 E/km². Para tener en cuenta la competencia debida a la transmisión por paquetes, se multiplica por 2, lo que arroja 2 000 E/km².

Añadiendo el tráfico de las aplicaciones de datos por lotes y de las consultas de bases de datos (con 10% de tara), hay que suponer un volumen total de 5 000 E/km² para los servicios no vocales en interiores.

2 Estimación de las necesidades de espectro

Utilizando la estimación del § 1 se obtiene una anchura de la banda mínima necesaria para servicios vocales y no vocales de aproximadamente 230 MHz. Los parámetros esenciales en que se basa este cálculo figuran en los Cuadros 1 y 2. La necesidad total por interfaz radioeléctrica es de 167 MHz para R1 (estación móvil) y de 60 MHz para R2 (estación personal).

En los Cuadros 1 y 2 se ha supuesto una velocidad de codificación vocal de 8 kbit/s en las estaciones móviles, ya que es posible que en un futuro próximo no se disponga de codificadores vocales con velocidades binarias inferiores y una calidad y retardo de transmisión comparables a los de la RTPC. Se ha supuesto la utilización de codificadores vocales de velocidades mayores en estaciones personales baratas. Téngase en cuenta que las redes fijas actuales utilizan codificadores con velocidades binarias de 64 kbit/s y que las aplicaciones móviles van de 32 a aproximadamente 10 kbit/s.

Se piensa que la elección de la técnica de acceso (AMDF, AMDT o AMDC) no influye sustancialmente en la estimación global.

Las estimaciones de los Cuadros 1 y 2 corresponden a zonas metropolitanas densas.

Se reconoce la validez de las consideraciones que figuran a continuación, pero las mismas no influyeron en las estimaciones de los Cuadros 1 y 2:

- cabe esperar un notable aumento del tráfico de señalización para el funcionamiento de los sistemas, debido a la complejidad y a los objetivos de calidad de los mismos;
- es posible que las aplicaciones de gestión y control de tráfico rodado generen un tráfico no vocal adicional;
- la compartición de espectro entre varios operadores puede redundar en una utilización menos eficaz del mismo;
- la cantidad de espectro necesaria puede aumentar por otras causas relacionadas con la calidad del servicio.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la estimación de unos 230 MHz para las IMT-2000 debe considerarse como un límite inferior.

CUADRO 1

Características generales de las demandas de tráfico de servicios vocales y necesidad de espectro en las comunicaciones personales (zona de alta densidad)

| Especificaciones | MS en exteriores Interfaz R1 | PS en exteriores Interfaz R2 | PS en interiores Interfaz R2 |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Cobertura radioeléctrica (%) | 90 | > 90 | 99 |
| Altura de la antena de la estación de base (m) | 50 | < 10 | < 3 ⁽¹⁾ |
| Estación de base instalada en interiores/exteriores | No/Sí | Sí/Sí ⁽²⁾ | Sí/Sí ⁽²⁾ |
| Densidad del tráfico (E/km ²) | 500 | 1 500 | 20 000 ⁽¹⁾ |
| Superficie de la célula (km ²) | 0,94 | 0,016 | 0,0006 |
| Probabilidad de bloqueo (%) | 2 | 1 | 0,5 |
| Tamaño de la agrupación (emplazamientos de célula × sectores/emplazamiento) | 9 | 16 | 21 (3 pisos) |
| Anchura de banda dúplex por canal (kHz) | 25 | 50 | 50 |
| Tráfico por célula (E) | 470 | 24 | 12 |
| Número de canales por célula | 493 | 34 | 23 |
| Anchura de banda (MHz) | 111 | 27 | 24 |
| Estación ⁽³⁾ : | Montada en vehículo o portátil | | |
| Volumen (cm ³) | | < 200 | < 220 |
| Peso (g) | | < 200 | < 200 |
| Potencia máxima | | 5 W | 50 mW |

(1) Por piso.

(2) Caso usual.

(3) Se dispondrá de una diversidad de tipos de terminales, en consonancia con las necesidades operacionales y de los usuarios.

CUADRO 2

Estimación del espectro necesario para los servicios no vocales

| | MS en exteriores Interfaz R1 | | MS en exteriores Interfaz R2 | | MS en interiores Interfaz R2 | |
|---|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| | Conmutación de circuitos | Conmutación de paquetes | Conmutación de circuitos | Conmutación de paquetes | Conmutación de circuitos | Conmutación de paquetes |
| Densidad de tráfico (E/km ²) | 45 | 37 | (1) | 150 | 2 000 ⁽²⁾ | 2 500 ⁽²⁾ |
| Anchura de banda dúplex por canal (kHz) | 100 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Anchura de banda (MHz) | 56 | | 3 | | 6 | |

(1) Insignificante.

(2) Por piso.

ANEXO 2

Consideraciones relativas a la compartición**1 Consideraciones generales**

Las condiciones de compartición deben ser tales que un servicio no cause a otro una interferencia superior a los límites recomendados por el UIT-R.

2 Parámetros básicos

Los parámetros básicos para la compartición con las IMT-2000 son la densidad de flujo de potencia (DFP) y la relación mínima necesaria portadora/ruido total más interferencia.

La DFP se obtiene a partir del número de terminales por km² y de la potencia de cada categoría de estaciones.

Se han efectuado las estimaciones que se muestran en el Cuadro 3:

CUADRO 3

DFP para las IMT-2000 en una zona urbana

| Estaciones | De base y móviles | Personales |
|--|--|--|
| p.i.r.e. | 10 W (de base) 1 W (móviles) | 3 mW (de interiores) 20 mW (de exteriores) |
| Densidad de tráfico (E/km ²) | 582 | 25 000 (de interiores) ⁽¹⁾ 1 650 (de exteriores) |
| Anchura de banda supuesta (MHz) | 167 | 60 |
| DFP estimada | 38 μW/km ² /Hz -68 dB(W/m ² /4 kHz) | 1,5 μW/km ² /Hz -82 dB(W/m ² /4 kHz) |

⁽¹⁾ Esto tiene en cuenta la reutilización de frecuencias vertical de las IMT-2000 en los edificios.

3 Estimación del nivel admisible de interferencia a las IMT-2000

Se ha estimado el nivel de interferencia que puede tolerarse en las IMT-2000, utilizando un presupuesto de enlace según el cual es más probable la limitación de los sistemas móviles a causa de la interferencia que a causa del ruido. Para facilitar la compartición se supone una atribución del 10% del presupuesto de interferencia total a fuentes interferentes externas. Para un caso estudiado, típicamente los niveles máximos admisibles de potencia de interferencia acumulada que pueden recibir las estaciones personales sin que se degrade de manera significativa la calidad del servicio prestado fueron -117 dBm para estaciones personales en interiores y -119 dBm para estaciones personales en exteriores.

4 Compartición con determinados servicios**4.1 Compartición entre las IMT-2000 y el servicio fijo**

El análisis de la compartición entre el servicio fijo y el segmento terrenal de las IMT-2000 indica que esa compartición es factible con una separación geográfica o con atribuciones de bandas superpuestas.

Cuando existe una separación geográfica, el servicio fijo y las IMT-2000 pueden compartir espectro fuera de un contorno de seguridad.

Para calcular el contorno de seguridad debe tenerse en cuenta la naturaleza estadística de la interferencia mutua entre las estaciones fijas y las estaciones móviles de las IMT-2000. Este método de determinación de los parámetros de compartición debe reflejar los objetivos de calidad de funcionamiento en que se basa el diseño de los sistemas fijos y las IMT-2000.

La introducción ilimitada de las IMT-2000 que utilicen las mismas frecuencias que el servicio fijo y se encuentren en zonas próximas al haz de servicios fijos producirá una degradación inaceptable de la calidad del servicio fijo. De igual modo, la calidad de funcionamiento de las IMT-2000 se degradará cuando funcionen en esas zonas.

Las ventajas relativas en cuanto a la compartición entre servicio de técnicas alternativas de acceso en las IMT-2000, como la AMDF, la AMDT o la AMCD, dependerán de los distintos parámetros pormenorizados de cada sistema.

La compartición cocanal entre el servicio fijo y las IMT-2000 mediante cualesquiera de esas tres técnicas de acceso será difícil si no se establece una separación geográfica suficiente. El grado de separación geográfica dependerá de las características de los sistemas de las IMT-2000 y del servicio fijo, pero deberá ser suficiente para limitar a 1 dB la degradación del umbral del receptor del servicio fijo.

La compartición operacional de una atribución común al servicio fijo y a las IMT-2000 puede conseguirse mediante diversas técnicas que se examinan en el § 4.5. Una de las consecuencias de la compartición de atribuciones de banda es que las IMT-2000 sólo pueden utilizar parte del espectro dentro del contorno de seguridad, sin degradar el servicio fijo. En una zona de baja densidad de tráfico, o durante la fase de introducción de las IMT-2000, podría disponerse de espectro suficiente para hacer posible la compartición mediante separación geográfica. Cuando el servicio fijo esté utilizando toda la anchura de banda atribuida en determinada zona geográfica, no podrán utilizarse las IMT-2000, ni recíprocamente.

4.2 Compartición entre las estaciones de las IMT-2000 y servicios móviles por satélite

De los estudios en curso, que se encuentran en una etapa inicial, se desprende que existe un riesgo de degradación de la relación C/N en el receptor del satélite cuando tienen lugar emisiones simultáneas en las frecuencias de enlace ascendente utilizadas tanto por las IMT-2000 como por un sistema por satélite. En un receptor de satélite, el efecto acumulativo de las estaciones IMT-2000 (personales de exteriores y de interiores) con interfaz R2 debe considerarse, aunque su potencia individual sea baja, en toda la amplia zona geográfica que cubre la antena del satélite del servicio móvil. Para la interfaz R1 esta interferencia puede resultar también inaceptable.

En las frecuencias de enlace descendente, la interferencia de las IMT-2000 al receptor de una estación terrena móvil de aeronave podría ser también inaceptable. La interferencia de las IMT-2000 a las estaciones terrenas móviles en tierra se limitaría a valores aceptables mediante una separación geográfica del orden de los 3 km para la interfaz R2 o mayor para la interfaz R1. Podría preverse una compartición de frecuencias, en su caso, para las estaciones que participan en un sistema de asignación de frecuencias dinámica (partición), de modo que los servicios terrenales dispongan de un mayor acceso al espectro en las zonas en que su demanda sea muy elevada, y que los servicios móviles por satélite dispongan de un mayor acceso al espectro en las zonas de menor demanda o de menor disponibilidad de servicios terrenales.

Podría considerarse la posibilidad de que las IMT-2000 y el receptor de una estación terrena situada en una localización fija utilicen simultáneamente la misma frecuencia, y en particular las IMT-2000 con interfaz R2, cuando exista suficiente separación geográfica entre las estaciones IMT-2000 y las estaciones terrenales fijas, de modo que la pérdida del trayecto debida a la difracción en una Tierra esférica y al terreno proporcione suficiente protección. Podrían limitarse las emisiones de las IMT-2000 a zonas designadas con antelación.

No obstante, debido al bajo nivel de potencia recibido por las estaciones terrenas, a la elevada ganancia (10 dB o más) de su antena y al bajo ángulo de elevación, es necesario proseguir los estudios para determinar si la atenuación debida a la pérdida del trayecto proporcionaría suficiente protección, y si se dispone de suficiente espectro como para permitir el funcionamiento de las IMT-2000. Es poco probable que las interferencias causadas por las comunicaciones espaciales sea motivo de grandes dificultades para las IMT-2000.

Las comunicaciones móviles por satélite producirían una potencia de interferencia que podría estar por debajo del límite admitido por las estaciones IMT-2000. Las estaciones terrenas móviles de tierra y de aeronave producirían interferencia perjudicial a las IMT-2000, pero esa interferencia podría limitarse a los canales que se estén utilizando. Se advierte, asimismo, que es necesario efectuar estudios ulteriores sobre la interferencia de las comunicaciones espaciales a las IMT-2000.

4.3 Compartición de las IMT-2000 con los servicios SRS, SOE y SETS en las bandas 2 025-2 110 MHz y 2 200-2 290 MHz

La utilización de las bandas 2 025-2 110 MHz y 2 200-2 290 MHz por los servicios SRS, SOE y SETS proporcionan los principales enlaces para «telemedida, telemando y seguimiento» (TTC) para operaciones espaciales y de exploración espacial de vehículos tripulados y no tripulados. Se utilizan dos tipos de redes diferentes, como se indica en la Fig. 3. La

red de tierra, como se indica a la izquierda, consiste en una estación terrena que comunica con un satélite de aplicaciones que puede estar en cualquier tipo de órbita (baja (LEO), elíptica, geoestacionaria (OSG), etc.). La red espacial, como se indica a la derecha, consiste en un satélite geoestacionario de retransmisión de datos (SRD) que comunica con satélites de aplicaciones. La red de retransmisión de datos transmite señales hacia vehículos espaciales tripulados o no tripulados (vehículos usuarios) en órbitas terrenas de baja, media y elevada altitud, y de diversas inclinaciones, y reciben las señales procedentes de esos vehículos. Estas redes de retransmisión de datos por satélite geoestacionario pueden comunicar con los vehículos usuarios prácticamente en cualquier lugar de su órbita. Como consecuencia de ello, los elementos de la red de satélites geoestacionarios son sensibles a la interferencia de las emisiones procedentes de cualquier punto de la parte visible de la Tierra.

Una característica importante de la red de retransmisión de datos por satélite y de tierra, es la utilización eficaz del espectro, lo que se logra utilizando bandas de frecuencias comunes. La banda 2 025-2 110 MHz se utiliza para transmitir hacia el satélite de aplicaciones, ya sea desde la estación terrena (enlace 1 de la Fig. 3) o desde el satélite de retransmisión de datos (enlace 9 de la Fig. 3). De manera similar, las transmisiones desde el satélite de aplicaciones en la banda 2 200-2 290 MHz pueden dirigirse hacia la estación terrena (enlace 3 de la Fig. 3) o hacia el satélite de retransmisión de datos (enlace 7 de la Fig. 3).

Se han llevado a cabo estudios para evaluar la viabilidad de la compartición de frecuencias en las interfaces R1 y R2 de las IMT-2000 con los servicios SRS, SOE y SETS. En esos estudios se supusieron unos parámetros de las IMT-2000 compatibles con los indicados en el Cuadro 3, en el que se enumeran las características asociadas a las interfaces R1 y R2. En estos estudios se evaluó la interferencia a satélites de órbita baja y geoestacionarios que funcionan en las bandas 2 025-2 110 MHz y 2 200-2 290 MHz debida a emisiones procedentes de elementos R1 y R2 de las IMT-2000. Se evaluó asimismo la interferencia a las interfaces R1 y R2 causada por emisiones procedentes de estaciones terrenas de los servicios SRS, SOE y SETS.

Los resultados de todos los estudios se pueden resumir de la siguiente manera:

– *Banda 2 025-2 110 MHz*

Los valores de la interferencia en exceso para los receptores del vehículo espacial varían mucho en función principalmente del tipo de servicio espacial, la altura de la órbita, los diagramas de antena y las características de las IMT-2000. Los valores típicos de la interferencia en exceso se sitúan entre 13 y 65 dB. Las distancias de coordinación con la estación terrena que funciona en la red terrestre son de varios centenares de kilómetros y las distancias de separación prácticas, teniendo en cuenta la pérdida de difracción y el efecto de pantalla del terreno, oscilan entre 75 y 110 km. Es preciso destacar que, aunque R1 y R2 pueden recibir interferencia de las estaciones terrenas (por ejemplo, los enlaces 6 de la Fig. 3), pueden causar simultáneamente interferencia inaceptable a la red espacial (por ejemplo, los enlaces 2 de la Fig. 3).

– *Banda 2 200-2 290 MHz*

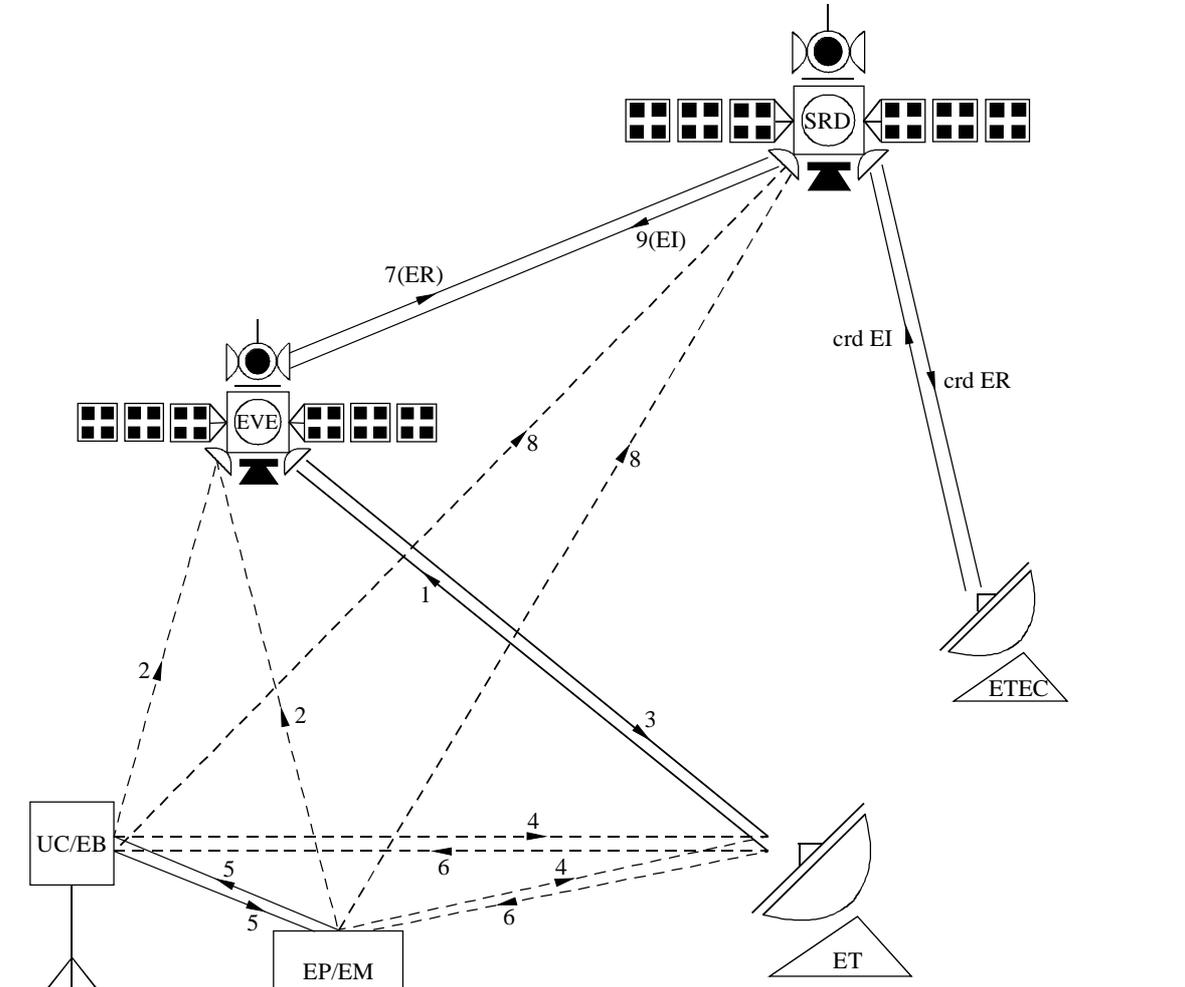
Los valores de interferencia en exceso de los receptores del vehículo espacial oscilan entre 27 y 59 dB. Las distancias de coordinación son de varios centenares de kilómetros y las distancias de separación prácticas, teniendo en cuenta la pérdida de difracción y el efecto de pantalla del terreno, oscilan entre 35 y 80 km para una sola unidad de las IMT-2000. Hay que destacar que las emisiones de R1 y R2 que interfieren con la red terrestre (es decir, los enlaces 4 de la Fig. 3) causan simultáneamente interferencia inaceptable a la red espacial (es decir, los enlaces 8 de la Fig. 3).

De los estudios realizados se llega a la conclusión de que no es viable la compartición entre las interfaces R1 y R2 de las IMT-2000 y de los servicios SRS, SOE y SETS en las bandas 2 025-2 110 MHz y 2 200-2 290 MHz.

4.4 **Compartición con el servicio de radioastronomía (SRA)**

Se han previsto sistemas IMT-2000 para la prestación de servicios mundiales de telecomunicación personal mediante terminales transportables con acceso a sistemas de satélite. Se consideran en general densidades de flujo de potencia del orden de -120 dB(W/m²/Hz) en zonas urbanas y unos 30 dB menos en las zonas rurales para la estación personal de las IMT-2000, y de unos 15 dB más para las estaciones móviles y de base. Estas estimaciones del flujo de potencia se basan en supuestos razonables de la p.i.r.e. de las estaciones de base y móviles (10 W y 1 W respectivamente) y de las estaciones personales (20 mW al aire libre). Es evidente que estas densidades de flujo de potencia son muy superiores a los niveles de interferencia perjudicial para el servicio de radioastronomía que, en la gama de frecuencias 500-3 000 MHz, son de unos -240 dB(W/m²/Hz) para las observaciones de rayas espectrales y de unos -250 dB(W/m²/Hz) para observaciones del continuum. A causa del carácter esencialmente itinerante de las estaciones personales de las IMT-2000, la compartición geográfica no es posible.

FIGURA 3
Situaciones de compartición de la red en tierra y la red de retransmisión de datos



- EB: estación de base móvil (R1)
- EM: estación móvil (R1)
- EP: estación personal (R2)
- UC: estación de base personal de la ubicación de la célula (R2)
- SRD: satélite de retransmisión de datos
- ET: estación terrena
- EVE: estación de vehículo espacial
- ETEC: estación terrena de enlace de conexión
- EI: enlace de ida
- ER: enlace de retorno
- crd: enlaces de conexión del SRD

Utilización de la banda de frecuencia 2 GHz

| Frecuencia (MHz) | Señal deseada (línea continua) | Interferencia (línea discontinua) |
|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 2 025-2 110 | 1 5 9 | 2 6 2 |
| 2 200-2 290 | 3 5 7 | 4 Ninguna ⁽¹⁾ 8 |

⁽¹⁾ Las IMT-2000 no pueden sufrir interferencia en esta banda porque no está atribuida para enlaces ascendentes.

Nota 1 – Los enlaces de conexión utilizan frecuencias superiores a 10 GHz.

Nota 2 – Los servicios terrenales están protegidos contra los transmisores de la estación espacial por los límites de DFP especificados en el Artículo 28 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

4.5 Conclusiones

En algunos casos puede haber servicios cuya utilización no esté densamente concentrada o no sea uniforme en una zona geográfica. La necesidad de disponer de anchura de banda operacional para las IMT-2000 será mayor en las zonas urbanas, y menor en las zonas suburbanas y rurales. Para facilitar una utilización óptima del espectro atribuido, las IMT-2000 podrían autoadaptarse para emplear los canales adecuados.

Así pues, una característica esencial de las IMT-2000 para facilitar la compartición es informar a las estaciones móviles y personales acerca de las condiciones locales, de modo que puedan satisfacerse las condiciones de compartición. En el diseño de la estación de base puede incluirse el conocimiento de las condiciones locales necesarias para la compartición, a fin de impedir la explotación en los canales asignados al otro servicio.

No obstante, en algunas zonas la densidad de enlaces radioeléctricos puede ser tal que la geografía y el terreno hagan sumamente difícil la compartición basada en la separación geográfica.

Hay que señalar que en un escenario de compartición en el que intervienen varios servicios, debe disponerse de suficiente anchura de banda para satisfacer la totalidad de las necesidades de tráfico de todos los servicios que comparten la misma banda.

Fundándose en estas consideraciones técnicas se llega a la conclusión de que las IMT-2000 podrían compartir atribuciones de bandas de frecuencias con el servicio fijo y probablemente con otros servicios únicamente cuando exista una separación geográfica adecuada entre los servicios o cuando ningún servicio necesite la totalidad de la anchura de banda atribuida. En estas consideraciones no se han tenido en cuenta los costes derivados de la compartición. Las IMT-2000 con asignación adaptable de canales facilitarán en gran medida la compartición y simplificarán la introducción de estos servicios en las bandas actualmente utilizadas por otros servicios. La separación geográfica relativa requerida para las técnicas de acceso alternativas en las IMT-2000 (por ejemplo la AMDF, la AMDT o la AMDC) dependerá de los parámetros pormenorizados del sistema. Se señala no obstante, que la compartición cocanal entre el servicio fijo y las IMT-2000 exige una separación geográfica adecuada.

También se llega a la conclusión de que la compartición no es factible entre las interfaces R1 y R2 de las IMT-2000 y los servicios SRS, SOE y SETS en las bandas 2 025-2 110 MHz y 2 200-2 290 MHz.
