

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1036-1

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 MHz¹

(Cuestión UIT-R 39/8)

(1994-1999)

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 RTPC (red telefónica pública con conmutación)/RDSI (red digital de servicios integrados)) 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;
- capacidad para aplicaciones multimedios y una amplia gama de servicios.

Las IMT-2000 vienen definidas en una serie de Recomendaciones interdependientes de la UIT 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 en las bandas de frecuencias 1 885-2 025 y 2 110-2 200 MHz, identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) para su utilización en todo el mundo por las administraciones que deseen implantar las IMT-2000.

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. No obstante, se utilizarán Recomendaciones futuras o nuevas revisiones para resolver todas las discrepancias.

Alcance

El objeto de esta Recomendación es proporcionar unos principios generales para orientar a las administraciones sobre temas técnicos relativos al espectro para la implementación y utilización de las IMT-2000 en las bandas identificadas en el RR, reduciendo al mínimo las repercusiones sobre otros sistemas y servicios que emplean las mismas bandas y facilitando el crecimiento de dichas IMT-2000 a medida que los países lo necesiten.

Muchas de las características técnicas de las IMT-2000 serán objeto de futuras Recomendaciones en las series IMT-2000 y es necesario establecer un tratamiento flexible para tener en cuenta esta circunstancia y facilitar el desarrollo de las normas IMT-2000.

La presente Recomendación considera los principios relativos a la utilización de las bandas pertinentes por las IMT-2000 a fin de ayudar a las administraciones a planificar su futura utilización de estas bandas posibilitando un empleo más eficaz del espectro para proporcionar los servicios IMT-2000.

¹ Algunas administraciones pueden explotar o instalar sistemas IMT-2000 en bandas distintas de las aquí indicadas.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el RR identifica las bandas 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz para su utilización con carácter mundial por las administraciones que deseen introducir las IMT-2000, como se indica en el RR S5.388 y en la Resolución 212 (Rev.CMR-97);
- b) que el RR también atribuye en estas bandas los tramos 1 980-2 010 MHz y 2 170-2 200 MHz al servicio móvil por satélite con carácter mundial, para su posible utilización por el segmento de satélite de las IMT-2000, con arreglo a las disposiciones del RR S5.389A;
- c) que el RR también atribuye las bandas 2 010-2 025 MHz y 2 160-2 170 MHz en la Región 2 al SMS con arreglo a las disposiciones del RR S5.389C, S5.389D y S5.389E;
- d) que las distintas atribuciones al SMS repercuten en el espectro común disponible en todo el mundo para la componente terrenal de las IMT-2000, en caso de que deba evitarse la compartición de frecuencias con la componente de satélite;
- e) que en algunos países, en la parte inferior de la banda 1 885-2 025 MHz de las IMT-2000, las telecomunicaciones digitales mejoradas sin cordón (Digital Enhanced Cordless Telecommunications – DECT) funcionan en la banda 1 880-1 900 MHz y los sistemas de telefonía manual personal (Personal Handyphone System – PHS) en la banda 1 893,5-1 919,6 MHz. Además, en algunos países los sistemas de comunicaciones personales (Personal Communication System – PCS) basados en normas de América del Norte utilizan una separación dúplex de 80 MHz dentro de la banda 1 850-1 990 MHz;
- f) que las bandas identificadas para la introducción de las IMT-2000 (1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz) son utilizadas por los servicios fijos terrenales;
- g) que se espera que la implantación inicial de las IMT-2000 se inicie hacia el año 2000 siempre y cuando exista demanda del mercado;
- h) que la disponibilidad simultánea de las componentes terrenales y de satélite de las IMT-2000 mejoraría la implantación global y el interés de las IMT-2000 para los países industrializados y en desarrollo;
- j) que las bandas identificadas en el *considerando* a) se comparten con otros sistemas de los servicios móvil, fijo y móvil por satélite y en parte con el servicio de investigación espacial, muchos de los cuales se explotan ya actualmente;
- k) que estas bandas se utilizan de forma distinta en diversos países;
- l) que el tráfico y la combinación de servicios que cursan las redes IMT-2000 pueden variar de un país a otro y también dentro de los países. En algunas partes del mundo puede que sea necesario espectro adicional², mientras que en otras partes del mundo menos de 230 MHz podrían ser adecuados para atender a las demandas actuales y futuras de los servicios de las IMT-2000;
- m) la necesidad de sustentar el funcionamiento de los terminales IMT-2000 en distintos entornos reglamentarios, incluyendo las aplicaciones con licencia y sin licencia;
- n) que las diversas tecnologías de acceso radioeléctrico que pueden ser adecuadas para las IMT-2000 pueden tener distintos requisitos de anchura de banda de canal lo que repercute de manera distinta en las posibilidades básicas de utilización de frecuencias;
- o) que el tráfico de los sistemas móviles así como el número y diversidad de los servicios continuará aumentando;
- p) que la compatibilidad a nivel mundial facilitará el tránsito a nivel internacional;
- q) que los futuros sistemas podrán incluir la utilización de diversos tipos de células, desde las interiores de edificios a las de satélite que deben ser capaces de coexistir en un emplazamiento determinado;
- r) que las IMT-2000 ofrecerán servicios de anchura de banda más amplia que los sistemas anteriores a fin de satisfacer la creciente demanda de los usuarios, lo que podría dar lugar a unos requisitos de espectro adicional superiores a los estimados previamente;
- s) que la utilización eficaz del espectro exige considerar el equilibrio entre los costes de los sistemas IMT-2000 y la anchura de banda necesaria,

² Se están realizando estudios para evaluar y cuantificar los posibles requisitos de espectro adicional.

recomienda

1 Implementación de las IMT-2000

que las administraciones, al planificar la implantación de las IMT-2000 apunten a los objetivos indicados seguidamente:

- 1.1 facilitar la introducción de las IMT-2000 hacia el año 2000, siempre y cuando exista demanda del mercado y facilitar el crecimiento y el desarrollo de las IMT-2000;
- 1.2 minimizar la repercusión en otros sistemas y servicios que utilicen las bandas de las IMT-2000 o bandas adyacentes a las mismas;
- 1.3 mantener la flexibilidad en la implantación del sistema hasta que la UIT haya adoptado las Recomendaciones sobre las interfaces radioeléctricas de las IMT-2000;
- 1.4 facilitar el tránsito a nivel mundial de los terminales IMT-2000;
- 1.5 integrar eficazmente las componentes terrenal y de satélite de las IMT-2000;
- 1.6 optimizar la eficacia de la utilización del espectro en las bandas de las IMT-2000;
- 1.7 permitir la competencia;
- 1.8 facilitar la utilización de las tecnologías de las IMT-2000 para las aplicaciones fijas y otras especiales tales como las de los países en desarrollo;
- 1.9 dar cabida a los diversos tipos de tráfico y combinaciones de tráfico;
- 1.10 facilitar la creación de normas de equipo a nivel mundial;
- 1.11 facilitar el acceso a los servicios en todo el mundo dentro del marco de las IMT-2000;
- 1.12 minimizar los costes, tamaño y consumo de potencia de los terminales cuando convenga y sea compatible con otros requisitos;

2 Requisitos de tráfico

que se considere las repercusiones de los posibles requisitos de tráfico asimétrico, teniendo en cuenta que los requisitos de tráfico de las IMT-2000 en algunos casos pueden ser asimétricos según el sentido y en otros el tráfico puede ser simétrico. Hasta que den inicio los servicios IMT-2000 comerciales es difícil prever el nivel de asimetría del tráfico.

3 Segmentación del espectro

que a fin de utilizar de manera más eficaz las bandas para proporcionar los servicios IMT-2000 y facilitar el crecimiento y desarrollo de dichas IMT-2000, las bandas atribuidas a dichos servicios:

- 3.1 no deben, teóricamente segmentarse las distintas interfaces radioeléctricas o servicios IMT-2000, excepto cuando sea necesario debido a razones técnicas y reglamentarias;
- 3.2 a fin de mantener la flexibilidad de instalación, deben estar disponibles para su utilización en modo dúplex por división de frecuencia (DDF) o en modo dúplex por división en el tiempo (DDT), o en ambos y no deben, teóricamente segmentarse entre ambos modos salvo cuando sea necesario por razones técnicas y reglamentarias;

observando

- a) que es probable que algunos entornos IMT-2000 necesiten del modo dúplex por división de frecuencia;
- b) que el modo dúplex por división en el tiempo puede ayudar a evitar las demandas de tráfico asimétrico, lo que hace disminuir la eficacia en la utilización del espectro;
- c) que es probable que en algunos entornos terrenales IMT-2000 se utilice el modo dúplex por división en el tiempo por sí mismo o en combinación con el modo dúplex por división de frecuencia.

4 Sentido del dúplex y separación

4.1 que los sistemas terrenales, cuando funcionan en modo DDF deben mantener el sentido dúplex convencional transmitiendo el terminal móvil dentro de la banda inferior y la estación de base dentro de la banda superior, según los estudios que se resumen en el Anexo 2 y que han demostrado que ésta es la utilización preferible cuando se considera:

- i) la compatibilidad con el SMS que funciona en las bandas indicadas en los *considerando* b) y c) anteriores;
- ii) la compatibilidad con servicios terrenales distintos de las IMT-2000;
- iii) el desarrollo de terminales de satélite/terrenales en modo doble;
- iv) las diferencias en las pérdidas de propagación (lo que da lugar a variaciones en la vida útil de la batería y/o en el tamaño de la célula);
- v) las repercusiones sobre la itinerancia a escala mundial;

4.2 que debe admitirse cualquier separación de frecuencias entre las atribuciones al enlace ascendente y al enlace descendente a fin de permitir una gestión independiente de los recursos del enlace ascendente y del enlace descendente;

4.3 que la complejidad que ello supone debe ser objeto de estudio.

5 Itinerancia a escala mundial

que las bandas necesarias para la itinerancia a escala mundial deben estar disponibles entre las bandas identificadas para las IMT-2000 en el *considerando* a).

6 Eficacia en la utilización del espectro

que deben aplicarse los métodos convenientes para asegurar una utilización eficaz del espectro, como por ejemplo:

6.1 tecnología del transceptor de radiocomunicaciones y protocolos de acceso, incluyendo la tecnología de acceso, la modulación y codificación, la gestión de la interferencia adaptativa, las técnicas de diversidad y la tecnología de antenas inteligentes;

6.2 tecnología de aplicaciones y servicios, incluyendo la utilización de transmisión por paquetes, gestión de la asimetría, técnicas de compresión y tecnología de agente;

6.3 gestión de acceso al radiocanal; es decir, la gestión del acceso instantáneo al espectro para reducir la probabilidad de que existan canales inactivos durante las horas en que se produce una cresta de tráfico.

7 Desarrollo del sistema

que para el desarrollo oportuno de los sistemas de las IMT-2000 debe disponerse de las correspondientes frecuencias necesarias.

8 Compartición y compatibilidad

8.1 que deben considerarse adecuadamente los temas de compartición del espectro y compatibilidad como consecuencia de la implementación de las IMT-2000 y la necesidad de identificar los servicios en las bandas de frecuencias adyacentes que puedan resultar afectados por dicha implementación; también deben realizarse los estudios precisos para asegurar la coexistencia de estos servicios y es necesario considerar igualmente los temas de compartición entre las componentes terrenal y de satélite de las IMT-2000 o entre las IMT-2000 y los servicios que pueden estar funcionando actualmente en las bandas identificadas para estos sistemas;

8.2 que deben examinarse debidamente los resultados de ciertos estudios de compatibilidad llevados a cabo para examinar la coexistencia entre servicios y entre sistemas en estas bandas de frecuencias; por ejemplo, sobre la compartición con la componente de satélite de las IMT-2000. Las conclusiones de estos estudios de compatibilidad figuran en el Anexo 1:

8.3 que debe prestarse la debida atención a estos temas para asegurar que la implementación de las IMT-2000 a escala mundial no provoca una interferencia inaceptable a los servicios existentes en el espectro de las IMT-2000 o que funcionen en bandas de frecuencias adyacentes, considerando que actualmente existe en el mundo una amplia gama de servicios y sistemas que están funcionando en estas bandas.

ANEXO 1

Temas de compartición de la componente de satélite**1 Compartición con el servicio fijo**

La compartición entre sistemas del SMS y del servicio fijo (SF) ha sido ampliamente estudiada por el UIT-R en la preparación de la CMR-95. Las conclusiones de los estudios, que se resumen en el Informe de la RPC a la CMR-95, fueron las siguientes:

- la interferencia combinada procedente de múltiples transmisores del SF en partes muy utilizadas de la banda del enlace ascendente del SMS causada a satélites del SMS sería inaceptable; sin embargo, en los primeros años el tráfico del SMS será reducido y los operadores de dicho servicio pueden evitar la interferencia utilizando las partes poco empleadas de la banda;
- a corto y medio plazo puede ser posible realizar una coordinación detallada de los enlaces descendentes del SMS; sin embargo, a medida que los niveles de tráfico del SMS aumenten con el tiempo, cada vez será más difícil la compartición.

Estas conclusiones llevaron a la CMR-95 a adoptar la Resolución 716 que insta a las administraciones a implementar cualquier nuevo sistema del SF en la banda de 2 GHz fuera de las bandas del SMS de 2 GHz y solicita la transición gradual de los sistemas del SF fuera de dichas bandas.

Basándose igualmente en estas conclusiones y en otros trabajos realizados tras la CMR-95, se fijaron los umbrales de coordinación y se determinaron los procedimientos de las Recomendaciones UIT-R M.1141, M.1142, M.1143 y M.1319 y de la Resolución 46 (Rev.CMR-97).

2 Compartición con la componente terrenal de las IMT-2000

La compartición entre las componentes de satélite y terrenal de las IMT-2000 es en gran medida similar a la compartición entre el SMS y el SF.

En la banda del enlace ascendente del SMS, considerando que la *p.i.r.e.* de los transmisores terrenales de las IMT-2000 para ángulos de elevación altos será similar a los niveles de *p.i.r.e.* del SF y que el número de estaciones terrenales de las IMT-2000 será muy superior al número de estaciones del SF, la interferencia combinada procedente de este gran número de estaciones terrenales de las IMT-2000 será inaceptable para los receptores de los satélites del SMS.

En la banda del enlace descendente del SMS, la compartición podría provocar una disminución en el tamaño de la célula y/o en la capacidad de la componente terrenal de las IMT-2000.

En las bandas tanto de los enlaces ascendentes como de los enlaces descendentes del SMS la interferencia entre las estaciones terrenales móviles y las estaciones terrenales de las IMT-2000 impondría limitaciones muy importantes sobre los satélites y/o sobre las zonas de servicios terrenales y exigiría un complicado proceso de coordinación.

Por estas razones, es evidente que la compartición cofrecuencia y en la misma zona de cobertura entre las componentes terrenal y de satélite de las IMT-2000 no es posible.

3 Compartición entre sistemas de satélites

La compartición entre sistemas del SMS fue estudiada por el UIT-R en la preparación de la CMR-95 y los estudios han continuado después de dicha Conferencia. El Informe de la RPC a la CMR-95 señala que:

- No es posible la compartición cofrecuencia y en la misma zona de cobertura entre una red del SMS que emplee las técnicas de acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT) o de acceso múltiple por división de frecuencia (AMDF).
- Estableciendo unas limitaciones muy severas sobre la capacidad del sistema, puede ser posible una compartición limitada en la misma zona de cobertura y cofrecuencia entre las redes del SMS que utilizan AMDF o AMDT y las redes que emplean acceso múltiple por división de código (AMDC).
- Las redes del SMS que utilizan AMDC pueden efectuar una compartición cofrecuencia y de cobertura común; las limitaciones de capacidad esperadas aumentan con el número de tales redes cofrecuencia.

Estos resultados vienen confirmados por los estudios realizados para la CMR-97. El Informe de la RPC a la CMR-97 indica que:

- Se ha efectuado un análisis sobre los parámetros del enlace ascendente que afectan a la compartición entre los sistemas mundiales del SMS no OSG que utilizan distintas tecnologías de acceso (AMDF/AMDT y AMDC) bajo la hipótesis codireccional, cofrecuencia y con cobertura común. Se demostró que no sería posible modificar estos parámetros de manera que pueda controlarse de manera aceptable la interferencia entre sistemas entre un sistema SMS AMDF/AMDT y un sistema AMDC que esté dando servicio a la misma zona con las mismas frecuencias.
- Para el caso entre dos sistemas SMS AMDF/AMDT el resultado será el mismo que con distintas tecnologías. Por ejemplo, se consideró la posibilidad de aumentar la potencia de la señal recibida a fin de superar la interferencia entre sistemas. En este caso se observó que cualquiera de las técnicas disponibles para aumentar la potencia recibida de la señal deseada también incrementaría la potencia recibida de la señal interferente.
- Sin embargo, en el caso de dos sistemas que utilizan ambas tecnologías de acceso AMDC, dependiendo de los parámetros elegidos, la compartición es posible. Las bases de tal compartición figuran en la Recomendación UIT-R M.1186 «Consideraciones técnicas para la coordinación entre las redes del servicio móvil por satélite (SMS) que utilizan el acceso múltiple por división de código (AMDC) y otras técnicas de espectro ensanchado en la banda de 1-3 GHz».

ANEXO 2

Resumen de conclusiones relativas al sentido dúplex

1 Compatibilidad con los servicios existentes y futuros

1.1 Compatibilidad con las atribuciones del SMS incluida la componente de satélite de las IMT-2000

1.1.1 Interferencia causada a los satélites y procedente de los mismos

Los resultados de los cálculos teóricos demuestran que la asignación normal de la banda inferior al enlace ascendente (de la estación móvil a la estación de base) es preferible a la asignación inversa. Estos resultados también demuestran que la interferencia de la estación de base al satélite y del satélite a la estación de base es mayor que la interferencia de la estación móvil al satélite y del satélite a la estación móvil, respectivamente.

1.1.2 Interferencia a las estaciones terrenas móviles (ETS)

Algunos estudios han demostrado que la interferencia causada a las estaciones terrenas móviles de la componente de satélite de las IMT-2000 también aumentaría si se invierte el sentido del dúplex.

1.1.3 Conclusiones

La inversión del sentido del dúplex provocaría notables problemas de compatibilidad a escala mundial con los satélites y las estaciones terrenas móviles en la componente de satélite de las IMT-2000. Aumentaría la necesidad de establecer bandas de guarda más amplias y daría lugar a una pérdida en la eficacia global de la utilización del espectro. Ello puede tener una repercusión considerable en los requisitos de espectro de las IMT-2000. Teniendo en cuenta estos resultados, se ha llegado a la conclusión de que las bandas terrenales deben utilizar el sentido dúplex tradicional.

1.2 Compatibilidad con los PCS

PCS1900, ANSI IS-136 y ANSI IS-95 son sistemas distintos que han sido implantados en algunos países para proporcionar PCS.

Se ha demostrado que las bandas de guarda necesarias entre el PCS1900 y las IMT-2000 puede reducirse si se invierte el sentido dúplex.

Sin embargo, los resultados con el control de potencia en el enlace descendente y el sentido dúplex convencional demuestran que esta banda de guarda es del mismo nivel de magnitud que la necesaria entre dos operadores terrenales de las IMT-2000 no coordinados.

Cabe señalar que no siempre puede utilizarse el control de potencia por las estaciones de base de los sistemas PCS1900 (para portadoras BCCH por ejemplo) IS136 e IS95. Si no se emplea control de potencia en las portadoras más próximas, las bandas de guarda necesarias son más amplias.

1.3 Compatibilidad con otras atribuciones terrenales

La elección del sentido dúplex no afectaría a algunos sistemas móviles terrestres terrenales que funcionan en bandas adyacentes tales como el DCS1800 y el DECT. Sin embargo, la interferencia al PHS aumenta si se invierte el sentido dúplex.

1.4 Compatibilidad entre los bloques DDT y DDF

Algunos estudios han demostrado que la interferencia con sistemas que funcionan en modo DDT aumenta si la estación de base que funciona en modo DDF transmite en bandas adyacentes.

2 Terminales de satélite/terrenales en modo doble

2.1 Compartición de la circuitería de RF común

El grado de compartición de la circuitería de radiofrecuencia (RF) entre los dos modos no se considera significativo cuando se examina el sentido dúplex terrenal. Se estima mucho más importante el acoplamiento entre ambos modos y el requisito de la transmisión simultánea.

2.2 Funcionamiento simultáneo

Al considerar el efecto del sentido dúplex terrenal en los terminales de modo doble, debe tenerse en cuenta el requisito de funcionamiento simultáneo de las componentes terrenal y de satélite, así como las posibles limitaciones que puede imponer el sentido dúplex terrenal en dicho funcionamiento.

Las situaciones en que puede utilizarse el funcionamiento simultáneo son las siguientes:

- Terminal en modo reserva (es decir, no cursa tráfico de usuario, solamente tráfico de señalización): el terminal está conectado a las redes terrenal y de satélite (o a partes de las redes). Con el funcionamiento simultáneo, la pérdida o ganancia de un modo debida a la pérdida o ganancia de cobertura, por ejemplo, no impediría el funcionamiento normal del modo alternativo. Sin funcionamiento simultáneo no sería así; por ejemplo, considérese la transición entre los modos de satélite y terrenal en el borde de la zona de cobertura terrenal:
 - La transición del modo terrenal al modo de satélite puede ser posible utilizando una temporización adecuada antes de que se inicie la conexión a la componente de satélite. No obstante, esta situación no es conveniente pues supone que el usuario se encuentra fuera de toda cobertura durante algún tiempo.
 - La transición del modo satélite al modo terrenal es mucho más compleja; el terminal no será consciente de que dispone de cobertura terrenal para iniciar la conexión a la componente terrenal.
- Terminal activo (es decir, que cursa tráfico de usuario y de señalización): un modo de un terminal cursa una llamada y el segundo modo está conectado a la componente alternativa. Sin funcionamiento simultáneo se excluiría toda futura posibilidad de realizar el traspaso entre las componentes de satélite y terrenal. Además, el funcionamiento simultáneo permite la prestación de servicios adicionales a través de la componente alternativa; por ejemplo, radiomensajería, servicios de mensajes cortos.

Con un sentido dúplex terrenal convencional, el funcionamiento simultáneo de ambos modos es fácil de lograr pues hay bastante separación espectral para aplicar el filtrado correspondiente a fin de proteger al receptor o receptores. Sin embargo, con un sentido dúplex terrenal invertido, el filtrado adecuado puede ser difícil de lograr. El funcionamiento simultáneo de ambos modos puede lograrse siempre que pueda combinarse de alguna forma la temporización de cada componente (por ejemplo, utilizando intervalos de tiempo escalonados). Sin embargo, debido a la posible variedad de tecnologías de transmisión radioeléctrica (RTT) (incluso dentro de una componente) y a los distintos requisitos de las componentes, no es probable que pueda lograrse la coordinación.

Por lo tanto, al considerar la influencia sobre los terminales de las IMT-2000 en modo doble terrenal/por satélite, es evidente que no conviene invertir el sentido dúplex terrenal y en consecuencia es muy recomendable mantener el sentido dúplex terrenal convencional.

3 Pérdidas de propagación

Hay aproximadamente 1 dB de diferencia de pérdidas de trayecto entre las dos bandas identificadas para las IMT-2000. Existen dos opciones para tratar este aumento de las pérdidas de trayecto si se invierte el sentido dúplex. La primera opción consiste en mantener el mismo tamaño de célula disminuyendo la vida útil de la batería. Sin embargo, no siempre es posible mantener el mismo tamaño de célula, especialmente en el caso de servicios con velocidades binarias elevadas y entornos rurales porque la máxima potencia del transmisor móvil está limitada. Por lo tanto, una segunda consecuencia sería una reducción del tamaño de la célula.

3.1 Disminución de la vida útil de la batería

Se ha llevado a cabo un análisis sobre la vida útil de la batería suponiendo un tamaño de célula constante para los sentidos dúplex convencional e invertido.

El método se basa en el consumo de potencia durante el tiempo de conversación y tiempo en espera. Los parámetros utilizados para el cálculo de la vida útil de la batería figuran en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Parámetros utilizados para el cálculo de la vida útil de la batería

Parámetro	Valor
Potencia nominal de transmisor móvil	23 dBm (200 mW)
Ganancia de la antena móvil	0 dBi
Altura de la antena móvil	1,5 m
Gama dinámica de control de potencia del transmisor móvil	50 dB
Incrementos del control de potencia del transmisor móvil	1 dB
Sensibilidad de la estación de base	-118 dBm
Ganancia de la antena de la estación de base	14,5 dBi
Altura de la antena de la estación de base	30 m
Margen de control de potencia de la estación de base	10 dB
Radio de la célula del sistema	2-3 km
Modelo de pérdidas de trayecto	Hata modificado sin desvanecimiento
Energía de la batería	10 kJulios
Porcentaje de tiempo en conversación	0%-100 %
Porcentaje de tiempo en espera	0%-100 %
Consumo medio de potencia durante la conversación	dependiendo del tamaño de la célula
Consumo medio de potencia durante la espera	5 mWatt

Una célula circular se define con la estación de base situada en el centro. La potencia media del transmisor móvil se calcula basándose en la determinación del balance del enlace de la célula.

La potencia media del transmisor móvil no determina por sí misma la vida útil de la batería. Además, también debe considerarse el consumo de potencia durante el tiempo que el móvil está en espera. La ecuación 1 se utiliza para calcular la vida útil de la batería.

$$\text{Vida útil de la batería} = \frac{\text{Energía de la batería}}{\frac{(\% T_{\text{reposo}} \times P_{\text{reposo}})}{100} + \frac{(\% T_{\text{conversación}} \times P_{\text{conversación}})}{100}} \quad (1)$$

Siendo:

- $\% T_{\text{reposo}}$ el porcentaje en que un móvil medio está en espera,
- P_{reposo} el consumo medio de potencia de un móvil mientras se encuentra en espera,
- $\% \text{conversación}$ el porcentaje de tiempo de conversación de un móvil medio,
- $P_{\text{conversación}}$ el consumo medio de potencia de un móvil durante el tiempo de conversación.

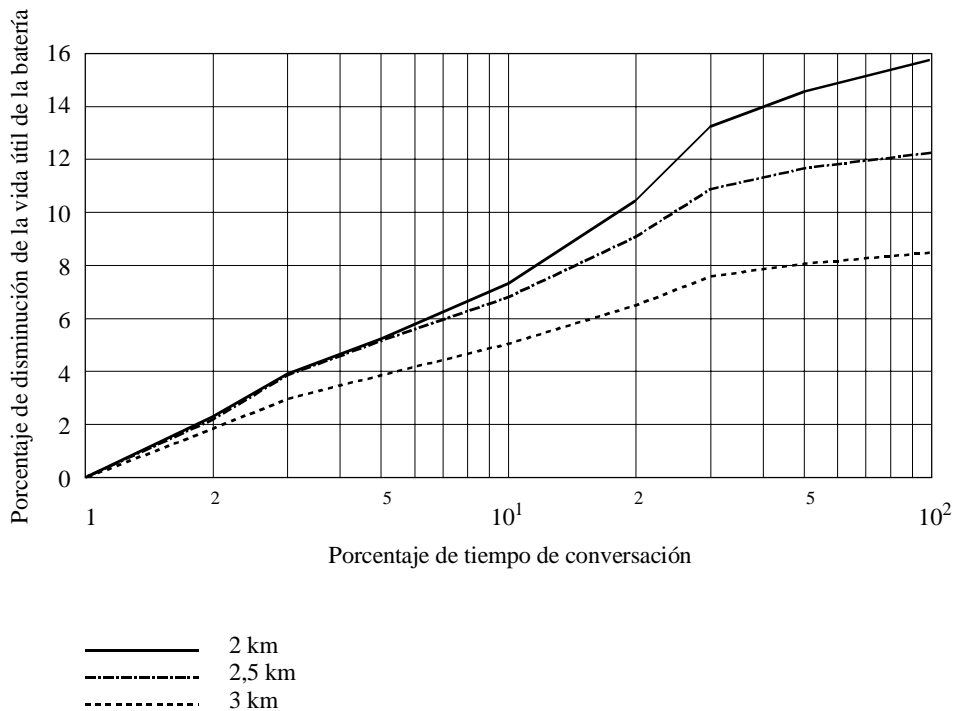
3.1.1 Resultados

La primera etapa del análisis consiste en determinar la potencia media del transmisor móvil durante la conversación. Depende del tamaño de la célula debido al control de potencia. Se ha supuesto que el control de potencia no se utiliza durante el tiempo en espera. En el Cuadro 2 aparecen las potencias medias de transmisión calculadas para una cierta gama de tamaños de células.

CUADRO 2
Potencia media de transmisión del móvil durante el tiempo de conversación

Radio de la célula	IMT-2000		GSM	
	El móvil transmite a 1 950 MHz	El móvil transmite a 2 140 MHz	El móvil transmite a 1 950 MHz	El móvil transmite a 2 140 MHz
2,0 km	17,9 dBm	18,7 dBm	30,0 dBm	30,5 dBm
2,5 km	19,7 dBm	20,3 dBm	31,1 dBm	31,4 dBm
3,0 km	20,7 dBm	21,1 dBm	31,6 dBm	31,9 dBm

FIGURA 1
Porcentaje de disminución de la vida útil de la batería causado por la inversión de las bandas dúplex



1036-01

Los porcentajes del tiempo de conversación y de tiempo en espera se refieren al tiempo total en el que el móvil está conectado.

Actualmente es difícil definir un perfil de usuario «típico» de las IMT-2000 ya que los servicios y las costumbres de los abonados se encuentran en constante evolución. Los tiempos de conversación típicos por día en el tráfico de usuario de telefonía celular pueden oscilar entre 5 minutos/día (muy bajo) a 2 horas/día (abonados comerciales). En el caso del tráfico de usuarios de datos se ha destacado el hecho de que la utilización interactiva puede exigir también mucho tiempo de conexión, hasta 2 horas/día.

En el Cuadro 3 aparecen los correspondientes porcentajes de tiempo de conversación y tiempo de espera:

CUADRO 3
Porcentaje de tiempo de conversación y tiempo de espera

tiempo de conversación tiempo de conexión	% de tiempo de conversación % de tiempo de espera		
	24 horas/día	12 horas/día	8 horas/día
5 mín/día	0,3 % 99,7 %	0,7 % 99,3 %	1 % 99 %
15 mín/día	1 % 99 %	2 % 98 %	3 % 97 %
30 mín/día	2 % 98 %	4 % 96 %	6 % 94 %
1 hora/día	4 % 96 %	8 % 92 %	12 % 88 %
2 horas/día	8 % 92 %	16 % 84 %	24 % 76 %

3.1.2 Conclusiones

Dependiendo del porcentaje de tiempo de conversación con respecto al tiempo total en que la unidad móvil está conectada, varía el porcentaje de pérdida de vida útil de la batería. Para porcentajes de tiempo de conversación entre el 1% y el 2%, la disminución de la vida útil de la batería es inferior al 3%. Sin embargo, a medida que el porcentaje de tiempo de conversación aumenta, también lo hace en porcentaje de disminución de la vida útil de la batería. Un usuario que tenga su móvil conectado 12 horas al día y esté comunicando en total 1 hora provocaría una pérdida de vida útil de la batería entre el 4% y 7%, dependiendo del tamaño de la célula. La máxima pérdida de vida útil de la batería es del 16% aproximadamente para un tiempo de conversación del 100% y tamaños de células elevados.

3.2 Reducción del tamaño de célula

Varios estudios han demostrado que la inversión del sentido dúplex tendría las siguientes repercusiones significativas:

- Emplazamientos adicionales necesarios para la inversión de banda dúplex; entre el 6% y el 13%.
- Incremento de costes para el operador a causa de los emplazamiento adicionales; del orden de al menos el 6% al 13%.
- Repercusiones ambientales por el aumento de tamaño de la célula y probable reacción negativa del público.

Dadas las repercusiones que supone la inversión del sentido dúplex en los tamaños de las células, es conveniente que se mantenga el sentido dúplex convencional y no se introduzcan modificaciones por ahora en los sentidos inverso y directo.

4 Tráfico asimétrico

Algunos estudios de mercado prevén que el tráfico global de la IMT-2000 será asimétrico teniendo mayor volumen el tráfico en el sentido del enlace descendente. Sin embargo, aún hay una gran incertidumbre sobre el nivel de asimetría y puede que sea difícil establecer cifras precisas al respecto antes de implementar los servicios de las IMT-2000.

El mayor volumen de tráfico esperado en el enlace descendente podría sugerir que la banda inferior de la IMT-2000 es más conveniente para el sentido del enlace descendente que la banda superior. Se observó que esta situación puede cambiar con las bandas de extensión de las IMT-2000, que no han sido identificadas hasta el presente. Sin embargo, el sentido dúplex debe elegirse considerando las bandas IMT-2000 ya identificadas. El funcionamiento en DDT se considera un método adecuado para manejar el tráfico asimétrico en microcélulas y en entornos cerrados porque pueda adaptar más fácilmente la división del sentido de transmisión a la simetría real del tráfico. Sin embargo, el funcionamiento en DDT sería menos viable para células de mayor tamaño.

Como conclusión puede decirse que la consideración del tráfico asimétrico para las IMT-2000 no influye en la elección del sentido dúplex.