

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.1036-2

**Disposiciones de frecuencias para la implementación de la componente terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) en las bandas\* 806-960 MHz\*\*, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz y 2 500-2 690 MHz**

(Cuestión UIT-R 229/8)

(1994-1999-2003)

**1 Introducción**

Las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) son sistemas móviles de tercera generación que facilitan el acceso a una amplia gama de servicios de telecomunicación que soportan las redes de telecomunicación fijas (por ejemplo, la red telefónica pública con conmutación/red digital de servicios integrados (RTPC)/(RDSI)/Protocolo Internet (IP)) y a otros servicios específicos de los usuarios móviles.

Las características principales de 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 terminales de reducidas dimensiones a escala mundial;
- capacidad de itinerancia a nivel mundial;
- capacidad para aplicaciones multimedios y una amplia gama de servicios y de terminales.

Las capacidades de los sistemas IMT-2000 están siendo continuamente mejoradas en línea con las exigencias del mercado y las tendencias tecnológicas.

Los sistemas IMT-2000 funcionarán en las bandas de frecuencia identificadas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) y destinadas a ser utilizadas a nivel mundial por las administraciones que deseen implementar las IMT-2000 tal como se señala a continuación.

La CAMR-92 identificó las bandas siguientes:

- 1 885-2 025 MHz
- 2 110-2 200 MHz.

---

\* Algunas administraciones pueden desplegar sistemas IMT-2000 en bandas de frecuencias distintas a las aquí identificadas.

\*\* No toda la banda de frecuencias 806-960 MHz está destinada a sistemas IMT-2000 en todo el mundo debido a las distintas atribuciones primarias al servicio móvil y las diversas utilidades en cada una de las tres Regiones de la UIT.

La CMR-2000 identificó las bandas:

- 806-960 MHz\*\*
- 1 710-1 885 MHz
- 2 500-2 690 MHz

para su posible utilización por sistemas IMT-2000, señalando que (de conformidad con el número 5.388 del RR) la identificación de dichas bandas no significa la existencia de prioridad alguna en el RR y que ello no impide la utilización de dichas bandas por otros servicios para los que las mismas hayan sido atribuidas. Asimismo, algunas administraciones pueden desplegar sistemas IMT-2000 en bandas distintas a las identificadas en el RR.

## 2 Campo de aplicación

El objeto de esta Recomendación es proporcionar directrices sobre la selección de disposiciones de frecuencias aplicables a la componente terrenal de los sistemas IMT-2000, así como sobre las propias disposiciones, con el objetivo de servir de ayuda a las administraciones en aspectos técnicos relativos al espectro que sean pertinentes para la implementación y utilización de la componente terrenal de IMT-2000 identificada en el RR. Las disposiciones de frecuencias se recomiendan desde el punto de vista de permitir la utilización más eficiente y eficaz del espectro para la provisión de servicios IMT-2000, al tiempo que se minimiza el impacto sobre otros sistemas o servicios en dichas bandas, facilitando el crecimiento de los sistemas IMT-2000.

## 3 Objetivos

En la planificación de los sistemas IMT-2000, es deseable:

- facilitar la introducción de IMT-2000, sujeta a consideraciones de mercado, y facilitar su desarrollo y crecimiento;
- minimizar la repercusión en otros sistemas y servicios que utilicen las bandas de IMT-2000 o bandas adyacentes a las mismas;
- facilitar la itinerancia a nivel mundial de los terminales IMT-2000;
- integrar eficazmente las componentes terrenal y de satélite de los sistemas IMT-2000;
- optimizar la utilización eficiente del espectro en las bandas identificadas para los sistemas IMT-2000;
- permitir la competencia;
- facilitar el despliegue y utilización de sistemas IMT-2000 para aplicaciones fijas y otras aplicaciones en países en desarrollo y en zonas con población dispersa;
- dar cabida a los diversos tipos de tráfico y combinaciones de tráfico;
- facilitar el desarrollo de normativa de equipos a nivel mundial;
- facilitar el acceso a los servicios en todo el mundo en el marco de las IMT-2000;
- minimizar los costes, tamaño y consumo de potencia de los terminales cuando convenga y sea consistente con otros requisitos;
- facilitar la evolución desde sistemas anteriores a las IMT-2000 hacia cualquier miembro de la familia IMT-2000 especificado en la Recomendación UIT-R M.1457.

#### 4 Recomendaciones conexas

Las Recomendaciones IMT-2000 vigentes que se consideran de importancia en relación con esta Recomendación son las siguientes:

Recomendación UIT-R M.687:	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.816:	Marco para los servicios que prestarán las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.818:	Funcionamiento por satélite en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.819:	Telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) para los países en desarrollo
Recomendación UIT-R M.1033:	Características técnicas y de explotación de los teléfonos sin cordón y sistemas de telecomunicaciones sin hilos
Recomendación UIT-R M.1034:	Requisitos de las interfaces radioeléctricas para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1035:	Marco general para el estudio de la funcionalidad de las interfaces radioeléctrica y del subsistema radioeléctrico en las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1073:	Sistemas celulares digitales de telecomunicaciones móviles terrestres
Recomendación UIT-R M.1167:	Marco general sobre la componente de satélite de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1224:	Vocabulario de términos de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1308:	Evolución de los sistemas móviles terrestres hacia las IMT-2000
Recomendación UIT-R M.1390:	Metodología para el cálculo de las necesidades de espectro terrenal de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R M.1457:	Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000)
Recomendación UIT-R SM.329:	Emisiones no deseadas en el dominio no esencial

#### 5 Consideraciones generales

Para determinar los principios y utilización práctica del espectro para sistemas IMT-2000 debe tenerse en cuenta lo siguiente:

*Aspectos relativos a la utilización de la banda/frecuencias*

- que en el RR se identifican las bandas 806-960 MHz<sup>\*\*</sup>, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz y 2 500-2 690 MHz para ser utilizadas en todo el mundo por administraciones que deseen implementar sistemas IMT-2000, tal como se indica en los números 5.388, 5.384A, y

5.317A del RR, en las Resoluciones 212 (Rev.CMR-97), 223 (CMR-2000), 224 (CMR-2000) y 225 (CMR-2000); teniendo en cuenta estas disposiciones y Resoluciones, se debe permitir a las administraciones aplicar toda la flexibilidad que sea posible para decidir la utilización de estas bandas a nivel nacional de acuerdo con los planes de evolución/migración de cada administración;

- b) que en algunos países, existen otros servicios en funcionamiento en las bandas identificadas para las IMT-2000, tal como se indica en la Resolución 225 (CMR-2000) y en los números 5.389A, 5.389C, 5.389D y 5.389E del RR, así como en las Recomendaciones UIT-R M.1073 y UIT-R M.1033;
- c) que la existencia de un número mínimo de disposiciones de frecuencias armonizadas a nivel mundial en las bandas identificadas para las IMT-2000 en una o más conferencias permitirá:
  - la compatibilidad a nivel mundial;
  - la itinerancia internacional;
  - reducir los costes globales de las redes y terminales IMT-2000 permitiendo economías de escala;
- d) que cuando las disposiciones de frecuencias no pueden armonizarse a nivel mundial, la existencia de una banda de frecuencias de transmisión común para la estación base y/o la estación móvil facilita el equipamiento de terminales con capacidad de itinerancia a nivel mundial. En particular, una banda de transmisión común de las estaciones base permite difundir a los usuarios en itinerancia toda la información necesaria para el establecimiento de una llamada;
- e) que cuando se desarrollen las disposiciones de frecuencias, deben tenerse en cuenta las posibles limitaciones tecnológicas (por ejemplo, eficiencia de costos, tamaño y complejidad de los terminales, procesamiento digital de la señal de alta velocidad/baja potencia y la necesidad de baterías de tamaño reducido);
- f) que algunas administraciones pueden considerar la utilización de bandas inferiores en ondas decimétricas, por ejemplo, por debajo de 470 MHz, para el despliegue de sistemas IMT-2000 cuando sea conveniente evolucionar un sistema existente de primera o segunda generación a IMT-2000 y/o aprovechar las características ventajosas de tales bandas en materia de cobertura para zonas rurales, con población dispersa o de baja densidad de tráfico;
- g) que algunas administraciones están planificando la utilización de parte de las bandas de frecuencia 698-806 MHz o 2 300-2 400 MHz para las IMT-2000;
- h) que las bandas de guarda para sistemas IMT-2000 deben minimizarse a fin de evitar desperdiciar espectro radioeléctrico;
- i) que el Informe UIT-R M.2031 sobre – Compatibilidad entre enlaces descendentes del sistema WCDMA 1800 y enlaces ascendentes del sistema GSM 1900, analiza la compatibilidad de bandas adyacentes a 1 850 MHz;
- j) que cuando se desarrollan disposiciones de frecuencias, deben tenerse en cuenta los avances tecnológicos actuales y futuros (por ejemplo, terminales multimodo/multibanda, tecnología de filtrado mejorada, antenas adaptativas, técnicas de procesamiento digital de la señal avanzadas, tecnología dúplex variable y periféricos con conectividad inalámbrica);
- k) que en un sistema dúplex por división de frecuencia debe existir una separación suficiente de frecuencias entre transmisor y receptor, como las que se señalan en el Anexo 3;

- l) que se han realizado algunos estudios de compatibilidad para tener en cuenta la coexistencia entre servicios y sistemas en bandas de frecuencias identificadas para las IMT-2000, por ejemplo, sobre la compartición y la compatibilidad de bandas adyacentes con la componente satelital de IMT-2000 en las bandas de 2 GHz y de 2,2 GHz, tal como se señala en el Anexo 1;

*Aspectos relativos al tráfico*

- m) que es previsible que el tráfico de cada abonado de los sistemas IMT-2000 sea asimétrico de forma dinámica, con variaciones rápidas (ms) del sentido de dicha asimetría;
- n) que es previsible que el nivel del tráfico por célula de los sistemas IMT-2000 sea asimétrico de forma dinámica, variando el sentido de dicha asimetría en base al tráfico agregado de los abonados;
- o) que el tráfico de las redes IMT-2000 puede cambiar sus características asimétricas a largo plazo;

*Aspectos relativos a la tecnología*

- p) que las interfaces radioeléctricas IMT-2000 se describen con detalle en la Recomendación UIT-R M.1457;
- q) que las IMT-2000 tienen dos modos de funcionamiento: dúplex por división de frecuencia (DDF) y dúplex por división en el tiempo (DDT);
- r) que en el Informe UIT-R M.2030 – Coexistencia de las tecnologías terrenales de las interfaces radioeléctricas dúplex por división en el tiempo y dúplex por división en frecuencia de las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 alrededor de 2 600 MHz y que utilizan bandas adyacentes en la misma zona geográfica, trata de la implementación de sistemas DDT y DDF en bandas adyacentes, en relación con la interferencia y las técnicas para mitigarla;
- s) que se considera que la tecnología dúplex seleccionable/variable puede ayudar a utilizar múltiples bandas de frecuencia para facilitar soluciones globales y de convergencia. Dicha tecnología aporta flexibilidad adicional para que los terminales IMT-2000 soporten múltiples disposiciones de frecuencias;

*Otros aspectos*

- t) que puede ser necesario tener que permitir el funcionamiento de terminales IMT-2000 en aplicaciones autosuministradas o de autoconsumo<sup>1</sup>;
- u) que la compatibilidad de bandas adyacentes y la compartición entre las componentes terrenal y satelital de IMT-2000 en las bandas 2 500-2 520 MHz y 2 670-2 690 MHz están siendo estudiadas y podrían conducir a una revisión de la presente Recomendación.

---

<sup>1</sup> Es previsible que se desarrollen aplicaciones de autoconsumo para complementar los servicios proporcionados por operadores, y que sean construidas por empresas o individuos para cubrir sus propias oficinas o residencias, pudiendo estar aisladas o conectadas a otras redes. Una característica clave de los servicios para autoconsumo, además de su corto alcance, será que su disponibilidad no esté garantizada debido a que funcionarán en zonas del espectro compartido con otros usuarios similares. Un ejemplo sería el caso de un museo que instalase un sistema para proporcionar comunicaciones entre sus empleados y visitas guiadas, así como compras a los visitantes. Es previsible que las aplicaciones de autoconsumo se desarrollen para funcionar a potencias bajas y de forma autocordinada.

## 6 Recomendaciones

### 6.1 Disposiciones de frecuencias

#### 6.1.1 Disposiciones de frecuencias apareadas en la banda 806-960 MHz

Las disposiciones de frecuencias recomendadas en estas bandas, teniendo en cuenta los sistemas públicos existentes, se resumen en el Cuadro 1 y en el § 6.1.4.1.

CUADRO 1

#### Disposiciones de frecuencias apareadas en la banda 806-960 MHz

Disposiciones de frecuencias	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central <sup>(1)</sup> (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex <sup>(2)</sup> (MHz)
A1	824-849	20	869-894	45
A2	880-915	10	925-960	45

NOTA 1 – Debido al solapamiento de las bandas de transmisión de la estación de base y de la estación móvil y por la diferente utilización de las bandas 806-824 MHz, 849-869 MHz y 902-928 MHz en cada una de las Regiones, no existe una solución común posible a corto y medio plazo.

<sup>(1)</sup> *Separación central* – Separación de frecuencia entre el límite superior de la banda inferior y el límite inferior de la banda superior en disposiciones de frecuencias apareadas DDF.

<sup>(2)</sup> *Separación de frecuencia dúplex* – Separación de frecuencia entre un punto de referencia en la banda inferior y el correspondiente punto en la banda superior de una disposición DDF.

#### 6.1.2 Disposiciones de frecuencias en la banda 1 710-2 200 MHz<sup>2</sup>

En el Cuadro 2 y en el § 6.1.4.2 se resumen las disposiciones de frecuencias recomendadas en esta banda, teniendo en cuenta los sistemas móviles públicos existentes.

---

<sup>2</sup> La banda 2 025-2 110 MHz no forma parte de esta disposición de frecuencias.

## CUADRO 2

## Disposiciones de frecuencias en la banda 1 710-2 200 MHz

Disposiciones de frecuencias	Estación móvil transmisora (MHz)	Separación central (MHz)	Estación de base transmisora (MHz)	Separación dúplex (MHz)	Espectro no apareado (por ejemplo, para DDT) (MHz)
B1	1 920-1 980	130	2 110-2 170	190	1 880-1 920; 2 010-2 025
B2	1 710-1 785	20	1 805-1 880	95	Ninguno
B3	1 850-1 910	20	1 930-1 990	80	1 910-1 930
B4 (armonizada con B1 y B2)	1 710-1 785 1 920-1 980	20 130	1 805-1 880 2 110-2 170	95 190	1 900-1 920; 2 010-2 025
B5 (armonizada con B3 y partes de B1 y B2)	1 850-1 910 1 710-1 755 1 755-1 805	20 50 305	1 930-1 990 1 805-1 850 2 110-2 160	80 95 355	1 910-1 930
B6 (armonizada con B3 y partes de B1 y B2)	1 850-1 910 1 710-1 770	20 340	1 930-1 990 2 110-2 170	80 400	1 910-1 930

NOTA 1 – Las administraciones pueden implementar todas o parte de estas disposiciones de frecuencias.

NOTA 2 – En la banda 1 710-2 025 y 2 110-2 200 MHz existen tres disposiciones de frecuencias básicas (B1, B2 y B3) utilizadas por sistemas móviles públicos celulares, incluido IMT-2000. En base a estas tres disposiciones, se recomiendan varias combinaciones de disposiciones, tales como las B4, B5 y B6. Las disposiciones B1 y B2 son totalmente complementarias, mientras que la disposición B3 se solapa con las disposiciones B1 y B2.

En países donde se haya implementado la disposición B1, B4 permite optimizar la utilización del espectro funcionando con bandas IMT-2000 apareadas.

En países que hayan implementado la disposición B3, la disposición B1 puede combinarse con la B2. Por lo tanto, se recomiendan dos disposiciones diferentes (B5 y B6) para optimizar la utilización del espectro:

- B5 implementa la disposición B2 para armonizar partes de las bandas de extensión a nivel global. B5 permite maximizar la utilización de espectro para el funcionamiento de IMT-2000 con bandas apareadas en países en los que se implementa B3 y en los que esté disponible toda la banda 1 710-1 850 MHz.
- B6 permite maximizar la utilización del espectro para IMT-2000 en países en los que B3 está implementada y en los que la banda 1 770-1 850 MHz no está disponible en la fase inicial de despliegue de IMT-2000 en esta banda de frecuencias.

NOTA 3 – Un sistema DDT puede utilizarse en bandas no apareadas y, en determinadas circunstancias, en las bandas ascendentes de las disposiciones de bandas apareadas y/o en la separación central entre bandas apareadas.

NOTA 4 – Si la tecnología dúplex seleccionable/variable se implementa en terminales como la forma más eficiente de gestionar las disposiciones de frecuencias, el hecho de que países vecinos puedan seleccionar la opción B5 o B6 no influirá en la complejidad del terminal. Son necesarios estudios adicionales.

### 6.1.3 Escenarios de disposiciones de frecuencias en la banda 2 500-2 690 MHz

Se recomienda que en la banda 2 500-2 690 MHz las administraciones consideren tres disposiciones o combinaciones básicas, tal como se muestra en el § 6.1.4.3, al objeto de satisfacer las demandas adicionales de tráfico; aún no se conoce la asimetría agregada del sistema en su conjunto, pero se supone que ésta será más acentuada a favor del enlace descendente:

- funcionamiento DDF en los enlaces ascendente y descendente<sup>3</sup>;
- funcionamiento DDF en el enlace descendente<sup>4</sup>;
- funcionamiento DDT.

En el punto siguiente se describe un principio genérico para la utilización de la banda 2 500-2 690 MHz, que incluye opciones actualmente viables. Tiene la flexibilidad suficiente para una ulterior evolución en función de las tecnologías disponibles y de las características futuras del tráfico.

- Las disposiciones de frecuencia arriba mencionadas pueden combinarse en la banda 2 500-2 690 MHz subdividiéndola en segmentos. Son posibles varios escenarios, siete de los cuales se incluyen en el § 6.1.4.3.
- Los tamaños de los segmentos pueden ser distintos y, en algunos de los escenarios, puede que uno o más desaparezcan (es decir, que tengan una anchura cero).
- Se considera que aún es prematuro decidir el orden y el tamaño de los segmentos.
- Obsérvese que los bordes de los segmentos en los extremos inferior y superior de la banda pueden verse afectados por la utilización de las bandas 2 500-2 520 MHz y 2 670-2 690 MHz por parte de la componente satelital de IMT-2000 (véase el *resuelve* 2 de la Resolución 225 (CMR-2000)).

Puesto que hasta la fecha sólo se tiene una experiencia limitada con servicios IMT-2000, existen una serie de aspectos aún abiertos:

- el tamaño de los segmentos;
- la disposición de los segmentos (por ejemplo, cuáles deben ser los sentidos ascendente o descendente DDF);
- las características del tráfico;
- la disponibilidad tecnológica;
- el grado de utilización de las bandas 2 500-2 520 MHz y 2 670-2 690 MHz por la componente satelital de las IMT-2000. (NOTA – Los acuerdos básicos y combinaciones (escenarios) propuestos en este punto se recomiendan con carácter temporal hasta que se terminen los estudios de compartición entre los componentes satelital y terrenal de las IMT-2000, teniendo en cuenta las dos condiciones impuestas para la posible utilización de las bandas 2 500-2 520 MHz y 2 670-2 690 MHz atribuidas al servicio móvil por satélite por el componente terrenal de las IMT-2000.)

---

<sup>3</sup> La separación central puede utilizarse para DDT.

<sup>4</sup> Este funcionamiento DDF en el enlace descendente es independiente, es decir, puede combinarse con cualquier emparejamiento DDF, por ejemplo, con las bandas identificadas por la CAMR-92 para las IMT-2000.

6.1.4 Disposiciones de frecuencias recomendadas en las bandas identificadas para IMT-2000 <sup>5</sup>												
6.1.4.1 Banda 806-960 MHz**												
MHz	800	825	850	875	900	925	950	975				
<b>A1</b>		Tx de MS 824 849		Tx de BS 869 894								
<b>A2</b>						Tx de MS 880 915		Tx de BS 925 960				
Tx de MS: estación móvil transmisora Tx de BS: estación de base transmisora												
6.1.4.2 Bandas 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz												
MHz	1 700	1 750	1 800	1 850	1 900	1 950	2 000	2 050	2 100	2 150	2 200	
<b>B1</b>		DDT Tx de MS 1 880 1 920 1 980 2 010 2 025					DDT 2 010 2 025			Tx de BS 2 110 2 170		
<b>B2</b>	Tx de MS 1 710 1 785 <sup>#</sup>		Tx de BS 1 805 1 880 <sup>#</sup>		# En algunos países los límites superiores sont 1 755 y 1 850 MHz							
<b>B3</b>	Tx de MS DDT Tx de BS 1 850 1 910 1 930 1 990											
<b>B4</b>	Tx de MS 1 710 1 785		Tx de BS 1 805 1 880		DDT Tx de MS 1 920 1 980		DDT 2 010 2 025		Tx de BS 2 110 2 170			
<b>B5</b>	Tx de MS Tx de MS Tx de BS Tx de MS DDT Tx de BS 1 710 1 755 1 805 1 850 1 910 1 930 1 990								Tx de BS 2 110 2 160			
<b>B6</b>	Tx de MS 1 710 1 770		Tx de MS DDT Tx de BS 1 850 1 910 1 930 1 990								Tx de BS 2 110 2 170	
6.1.4.3 Escenarios para la banda 2 500-2690 MHz												
MHz	2 500										2 690	
<b>Escenario 1</b>	Enlace ascendente DDF (interno)		DDT						Enlace descendente DDF (interno)			
<b>Escenario 2</b>	Enlace ascendente DDF (interno)		Enlace descendente DDF (externo)						Enlace descendente DDF (interno)			
<b>Escenario 3</b>	Enlace ascendente DDF (interno)		DDT			Enlace descendente DDF (externo)		Enlace descendente DDF (interno)				
<b>Escenario 4</b>	Enlace descendente DDF (externo)					DDT						
<b>Escenario 5</b>	DDT					Enlace descendente DDF (externo)						
<b>Escenario 6</b>	DDT											
<b>Escenario 7</b>	LD DRF (externo)											

<sup>5</sup> Las administraciones pueden implementar todas o parte de estas disposiciones de frecuencias.

## 6.2 Implicaciones de la asimetría del tráfico

Se recomienda que las administraciones y los operadores tengan presentes los requisitos de asimetría del tráfico cuando realicen asignaciones de espectro o cuando implementen sistemas, y tengan asimismo en cuenta las técnicas descritas en el Anexo 2.

## 6.3 Segmentación del espectro

Se recomienda que las disposiciones de frecuencias no se segmenten para los distintos servicios o interfaces radioeléctricas IMT-2000, excepto cuando ello sea necesario por motivos técnicos y reglamentarios.

Se recomienda que, para mantener la flexibilidad del despliegue, las disposiciones de frecuencias estén disponibles en modo DDF o en modo DDT, o en ambos y que, idealmente, no se segmenten entre ambos modos DDF y DDT en espectro apareado, salvo que sea necesario por razones técnicas y reglamentarias.

Obsérvese que en la fase de despliegue inicial de IMT-2000, los modos DDT y DDF se utilizarán en bandas separadas.

## 6.4 Disposición y separación dúplex

Se recomienda que los sistemas IMT-2000 explotados en modo DDF en bandas por debajo de 2,2 GHz, mantengan el sentido dúplex convencional, es decir, que el terminal móvil transmita en la banda más baja y la estación base transmita en la banda superior. Los estudios realizados demuestran que esta utilización es la preferida cuando se considera la compatibilidad con el SMS (véase el Anexo 1) y con servicios terrenales que no sean IMT-2000, el desarrollo de terminales duales satelitales/terrenales, las diferencias en las pérdidas de propagación (que da lugar a modificaciones de la duración de la batería y/o el tamaño de la célula), así como el impacto sobre la itinerancia global.

Se recomienda que si las administraciones desean implementar solamente una parte de una disposición de frecuencias IMT-2000, el emparejamiento de canales<sup>6</sup> debe ser consistente con la separación de frecuencias dúplex de la disposición que utilizan todas las frecuencias.

Obsérvese que en el Anexo 3 se examina el impacto técnico de los valores de la separación central de frecuencias.

## 6.5 Disponibilidad de frecuencias.

Se recomienda que las administraciones pongan a disposición las frecuencias necesarias para el desarrollo del sistema IMT-2000 con tiempo suficiente.

---

<sup>6</sup> La separación de frecuencias de los canales dúplex es la separación en frecuencia entre la portadora de un canal en la banda inferior y la portadora de canal emparejado con aquél en la banda superior de una disposición DDF.

## **Anexo 1**

### **Aspectos de la compartición de la componente satelital**

Las conclusiones siguientes son consecuencia de los estudios realizados sobre las bandas que la CAMR-92 identificó para IMT-2000. Está previsto realizar estudios adicionales para la gama de frecuencias 2 500-2 520 MHz y 2 670-2 690 MHz; en particular, se han realizado estudios de compartición y de compatibilidad con la banda adyacente, tal como anteriormente se habían realizado para las bandas por debajo de 2,2 GHz.

En la banda del enlace ascendente del SMS (alrededor de 2 GHz), y teniendo en cuenta la p.i.r.e. de los transmisores terrenales de IMT-2000 con ángulos de elevación elevados y el gran número de estaciones terrenales IMT-2000, el nivel de la interferencia agregada de dichas estaciones terrenales IMT-2000 sobre los receptores satelitales del SMS no será admisible.

En la banda del enlace descendente del SMS (alrededor de 2,2 GHz), la compartición puede provocar una reducción del tamaño de la célula y/o de la capacidad de la componente terrenal IMT-2000.

En las bandas de los enlaces ascendente y descendente del SMS, la interferencia entre las estaciones móviles y las estaciones terrenales IMT-2000 impone limitaciones significativas en las zonas de servicio de sistemas satelitales y/o terrenales, requiriendo una coordinación compleja.

Por estos motivos, no es viable implementar una cobertura compartida ni un uso compartido de frecuencias entre las componentes terrenales y por satélite de IMT-2000.

## **Anexo 2**

### **Soluciones tecnológicas para soportar la asimetría del tráfico**

#### **1 Antecedentes**

Las interfaces radioeléctricas de los sistemas IMT-2000 y de sistemas posteriores a IMT-2000 pueden soportar capacidades de tráfico diferentes en el enlace ascendente y en el enlace descendente. La interfaz radioeléctrica puede diseñarse para permitir que existan condiciones especiales en los enlaces ascendente y descendente, así como diferentes relaciones de asimetría entre uno y otro.

A fin de utilizar los escasos recursos espectrales de la forma más eficiente, deben tenerse en cuenta consideraciones técnicas y de mercado. La interrelación entre ellas influirá en los costes.

#### **2 ¿En qué consiste la asimetría?**

En este contexto, asimetría significa que el volumen de tráfico en el enlace ascendente y en el enlace descendente puede ser diferente. En consecuencia, la cantidad de recursos necesarios para uno y otro enlace puede ser diferente.

Existen al menos cuatro aspectos a tener en cuenta en relación con la asimetría del tráfico:

- nivel de área personal: el grado de asimetría del tráfico entre dispositivos de una red de área personal;
- nivel de acceso de usuario: el grado de asimetría del tráfico entre un usuario específico y la red para un servicio específico;
- nivel de célula: el grado de asimetría del tráfico total en una célula concreta;
- nivel de red: el grado de asimetría del tráfico total en toda la red.

Todas las definiciones tienen su justificación cuando el sistema se analiza con el nivel de detalle pertinente.

La velocidad de variación con el tiempo de la asimetría del tráfico depende del enfoque considerado. Para un usuario individual (nivel de acceso de usuario), el grado de asimetría puede cambiar muy rápidamente. Sin embargo, el grado total de asimetría que existe en una célula (es decir, nivel de célula) e incluso más, a nivel de toda la red (nivel de red), cambiará mucho más lentamente debido, por un lado, a la agregación de servicios individuales y, por otro, a la combinación cambiante de servicios activos.

### **3 Combinación de servicios en sistemas IMT-2000**

En las redes IMT-2000 o en los sistemas posteriores a IMT-2000, existirá una combinación de aplicaciones simétricas, aplicaciones predominantemente descendentes y aplicaciones predominantemente ascendentes, cada una con velocidades de datos diferentes. Las estimaciones más recientes de combinaciones de tráfico se describen en el Informe UIT-R M.2023. Un análisis de dichas estimaciones indica que la asimetría del tráfico total de los usuarios IMT-2000 en una célula o en toda la red, presenta las mismas características de «descarga» que las que puedan existir en la red fija, es decir, son predominantemente descendentes. Sin embargo, debe notarse que las características del tráfico y el grado de asimetría del mismo que existe en un usuario específico y en la red en su conjunto para algunos servicios IMT-2000 pueden ser diferentes. Es previsible que existan nuevas aplicaciones, tales como las que incluyan imágenes y video clips, así como aplicaciones que generan tráfico directamente entre usuarios, que generarán tráfico desde terminales o desde servidores conectados por medios inalámbricos y que afectarán a la mezcla del tráfico en sistemas IMT-2000.

### **4 Aspectos técnicos**

Existen varias formas para que las interfaces de radio puedan soportar las características asimétricas del tráfico:

- mediante la atribución asimétrica de recursos, por ejemplo, la atribución asimétrica de frecuencias en el caso de DDF o la atribución asimétrica de intervalos de tiempo en el caso de DDT;
- mediante la atribución de frecuencias ascendentes y descendentes de forma simétrica en el caso de DDF o la atribución simétrica de intervalos de tiempo en el caso del funcionamiento en DDT, pero utilizando sólo parcialmente la capacidad disponible en uno de los dos sentidos;
- aplicando distintas tecnologías para aumentar la capacidad en los enlaces ascendente y descendente, independientemente de cuál haya sido la atribución de recursos. Estas tecnologías son típicamente independientes del esquema dúplex.

### 4.1 Asimetría de las bandas de frecuencias

En los sistemas DDF los tráficos ascendente y descendente se cursan mediante portadoras distintas, es decir, los canales ascendentes y descendentes están separados en el dominio de la frecuencia (Figs. 1a y 1b). Ambos enlaces pueden utilizarse simultáneamente. En general, puede atribuirse una cantidad de espectro diferente para cada uno de los dos sentidos.

Pueden distinguirse tres casos:

- en el primer caso, las portadoras ascendente y descendente son de la misma anchura de banda. Sin embargo, se atribuyen más portadoras al enlace descendente que al enlace ascendente (o viceversa), a fin de proporcionar más capacidad descendente que ascendente (o viceversa, Fig. 1a). En general, cada portadora del enlace ascendente o descendente puede ser compartida entre múltiples usuarios;
- en el segundo caso, la anchura de banda de la portadora del enlace descendente es mayor que la anchura de banda de la portadora del enlace ascendente (o viceversa) (Fig. 1b);
- en el tercer caso, se utiliza la misma tecnología en ambos sentidos, sin embargo, se utilizan técnicas de acceso múltiple bien conocidas para compartir el canal del enlace ascendente, mientras que el canal del enlace descendente se mantiene dedicado (Fig. 1c).

FIGURA 1a  
 Concepto DDF con dúplex variable (asumiendo que se requiere más capacidad en el enlace descendente)

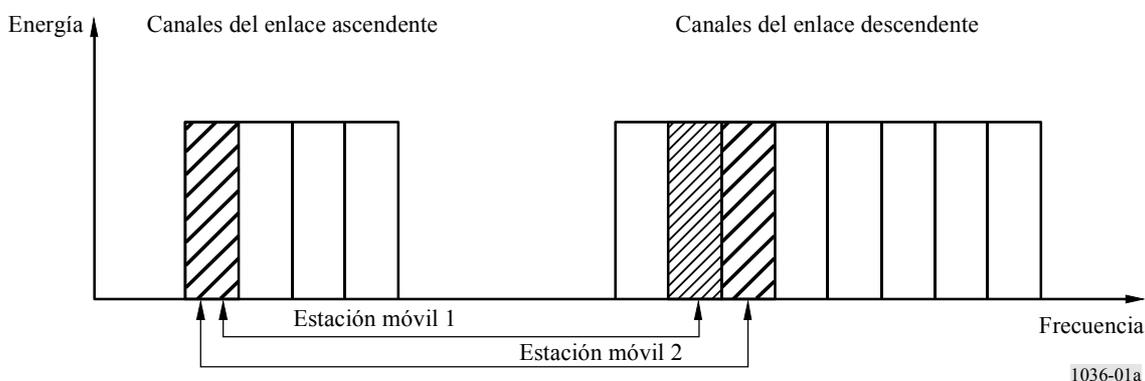


FIGURA 1b  
 Concepto DDF con anchura de banda variable (asumiendo que se requiere más capacidad en el enlace descendente)

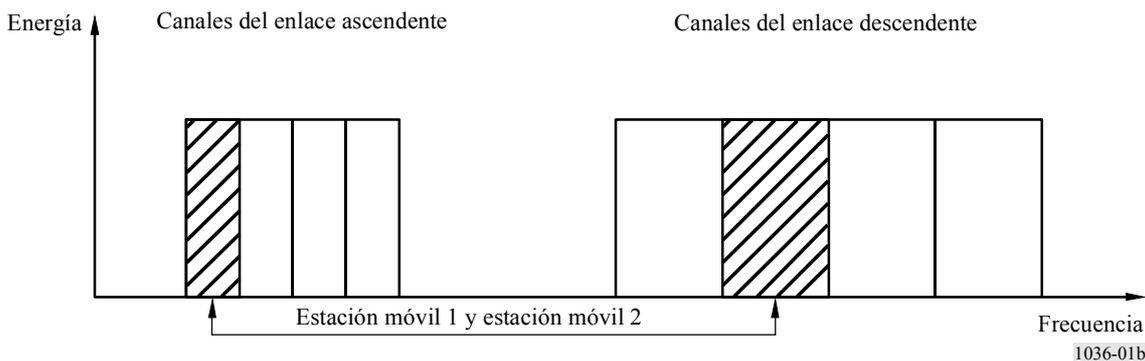
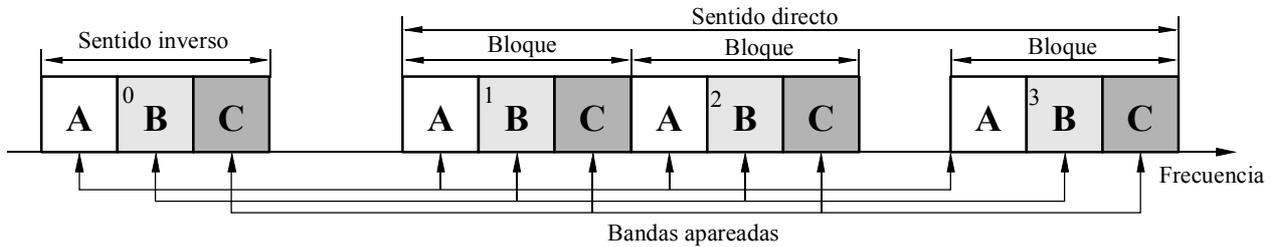


FIGURA 1c

Concepto de DDF con bloques de frecuencia múltiples (asumiendo que se requiere más capacidad en el enlace descendente)



Cada operador (A, B o C) tiene 3 bloques descendentes

1036-01c

En los casos anteriores es necesario hacer una estimación razonable a priori de la asimetría esperada, para así realizar una atribución y utilización eficiente del espectro.

Los sistemas DDF no limitan la gama de servicios en un enlace cuando atribuyen más recursos al otro enlace a fin de conseguir una capacidad asimétrica por ser necesaria una mayor anchura de banda. Los operadores no tienen por qué coordinar sus redes y, por tanto, pueden tener distintos grados de asimetría a fin de poder admitir distintos planes de negocio.

Para que la capacidad pueda ser asimétrica de forma flexible aprovechando la asimetría de las bandas de frecuencia que permiten los dos métodos anteriores, los equipos deben poder implementar una distancia dúplex variable. Sin embargo, el método que se expone a continuación no requiere que el equipo tenga dicha capacidad y puede ser fundamental para que el despliegue de red pueda ser evolutivo más que revolucionario.

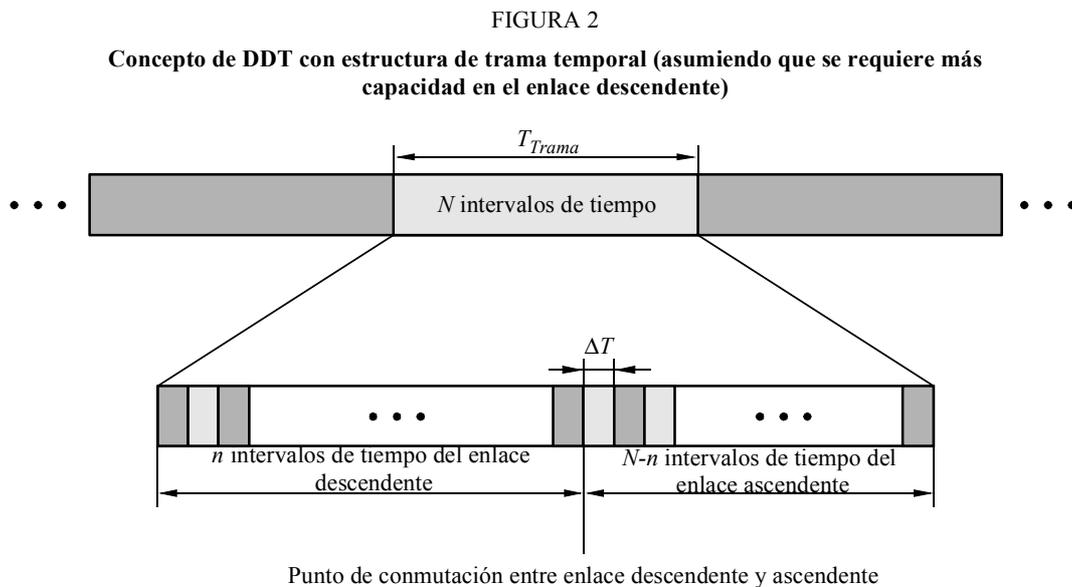
El método que se ilustra en la Fig. 1c utiliza la misma tecnología en ambos sentidos, pero empleando técnicas de acceso múltiple bien conocidas, por ejemplo, multiplexado estadístico o multiplexado de paquetes para compartir el canal del enlace inverso, al tiempo que se mantiene un enlace directo dedicado. El operador recibe un único bloque de frecuencias (por ejemplo, Y MHz) para el enlace inverso, y tres bloques iguales de frecuencias (de Y MHz cada uno) para el enlace directo. Con este método, los bloques 0 y 1 pueden proporcionar un funcionamiento simétrico convencional y un cierto nivel de funcionamiento asimétrico (por ejemplo, con tecnologías de modulación diferentes), mientras que los bloques 2 y 3 permiten un funcionamiento asimétrico. Por lo tanto, todos los operadores utilizan el mismo equipamiento con tecnología convencional en todas las bandas de frecuencia.

El inicio de la utilización de los bloques 2 y 3 puede planificarse en el tiempo de acuerdo con la disponibilidad de equipos de banda mejorada. Obsérvese que no es necesario que los bloques (por ejemplo, los bloques 2 y 3) sean adyacentes. Esta técnica podría implementarse en sistemas basados en las tecnologías 3G y 2G existentes, en los que las bandas simétricas 0 y 1 ya se están utilizando.

Las implementaciones de DDF basadas en este método de atribuciones de bloques de frecuencia garantizan su utilización futura pues pueden añadirse bloques de espectro adicionales para soportar un futuro tráfico asimétrico cuando se establezcan nuevos patrones de tráfico.

## 4.2 Asimetría de la atribución de intervalos de tiempo

En los sistemas DDT los tráficos ascendente y descendente se cursan mediante la misma portadora. Los canales descendentes y ascendentes están separados en el dominio del tiempo, dividiendo la trama en intervalos de tiempo (Fig. 2). Cada intervalo puede atribuirse a tráfico ascendente o descendente. Atribuyendo un número diferente de intervalos para los enlaces ascendente y descendente se consigue una capacidad asimétrica.



1036-02

Una trama se compone de  $N$  intervalos de tiempo, utilizándose  $n$  intervalos en el enlace descendente y  $N-n$  intervalos en el enlace ascendente.

Otra opción consiste en utilizar intervalos de tiempo de tamaño variable en lugar de múltiples intervalos de tiempo.

Para que un sistema DDT funcione correctamente y ofrezca una buena calidad de funcionamiento, debe evitarse que una célula tenga una configuración de enlaces descendente/ascendente diferente de la que tengan células cocanal o células adyacentes, especialmente cuando el factor de reutilización de frecuencia sea igual a uno. Si no se respeta este principio, se producirán situaciones de interferencia entre estaciones de base o entre estaciones móviles. No obstante, existen diversos métodos para mitigar este efecto.

En el caso de que sólo haya un operador y que el factor de reutilización de frecuencias sea mayor de uno, es posible emplear diferentes configuraciones de enlaces descendente y ascendente debido al desacoplamiento adicional derivado de la mayor distancia geográfica entre células con las mismas frecuencias. En todo caso, es necesario una cierta planificación y coordinación de frecuencias.

## 4.3 Uso de disposiciones dúplex DDF o DDT conjuntamente con otras tecnologías

La asimetría de los esquemas de modulación utilizados es una técnica general aplicable tanto a sistemas DDF como DDT, en la que se utilizan esquemas de modulación diferentes en los canales del enlace ascendente y descendente, obteniendo así distintas velocidades de datos en cada sentido.

Los diferentes formatos de modulación del enlace ascendente y descendente permiten una cierta asimetría en la capacidad, preferiblemente para conseguir un mayor tráfico descendente. El nivel máximo de la asimetría y su sentido son básicamente fijos y están limitados por el diseño del equipo y los esquemas de modulación que puedan implementarse en los sistemas.

No obstante, los esquemas de modulación o codificación de orden superior con una tara de tamaño reducido requieren relaciones de señal a interferencia superiores o bien una menor interferencia que la que admite el esquema utilizado en el otro enlace. Por lo tanto, estos conceptos sólo pueden aplicarse fruto de un compromiso entre capacidad del enlace y cobertura para servicios de paquetes en un modo de adaptación de enlace.

El principal motivo que justifica utilizar técnicas de modulación diferentes en los enlaces ascendente y descendente es aumentar la velocidad de cresta de los datos para un número reducido de usuarios que disfruten de buenas condiciones radioeléctricas (que estén razonablemente próximos a la estación base) para proporcionar tráfico asimétrico en una atribución de frecuencias dada. Este método es principalmente útil para servicios del tipo mejor esfuerzo.

Este método puede utilizarse para mejorar los sistemas DDF y DDT en futuras ampliaciones de las normas IMT-2000 y para sistemas posteriores a IMT-2000. Ello significa que en relación con la cuestión reglamentaria básica de si debe reservarse espectro adicional para sistemas DDF o DDT, no es necesario incluir consideraciones sobre la asimetría de los esquemas de modulación.

La implementación de nuevas tecnologías permitirá mejorar la gestión del tráfico asimétrico.

Un método adicional para mejorar la calidad de funcionamiento y/o las propiedades de capacidad asimétrica es la utilización de antenas adaptativas o esquemas de detección más avanzados para aumentar la capacidad de uno de los enlaces. Ello permitirá disponer de una cierta asimetría adicional para una atribución de frecuencias dada. Estas técnicas proporcionarán mayor capacidad utilizadas solas o conjuntamente con sistemas DDF y DDT.

En el caso de DDT, las características de propagación radioeléctrica son las mismas para el enlace ascendente y descendente, ya que ambos utilizan la misma frecuencia portadora aunque eso no ocurra en una situación de interferencia.

Desde dicho punto de vista, DDT ofrece algunas ventajas para la utilización de antenas adaptativas en móviles a baja velocidad

Es posible aplicar esquemas de detección avanzados en sistemas DDF y DDT para mitigar el impacto de la interferencia cocanal.

## **5 Comparación entre los diversos métodos que permiten capacidades asimétricas de tráfico**

En general, el esquema dúplex es uno de los muchos factores que determinan la eficiencia espectral global de un sistema. En términos de eficiencia para tráfico asimétrico, tanto los esquemas DDF como DDT tienen ventajas y desventajas inherentes.

### 5.1 Esquema DDF con atribución de espectro simétrica

La velocidad máxima de datos de usuario disponible por enlace es fija.

Este esquema presenta las ventajas siguientes:

- permite la transmisión continua (no impulsiva o a ráfagas) en los enlaces ascendente y descendente. También permite una señalización más rápida de la información de realimentación, por ejemplo, el control de potencia, la adaptación del enlace y una programación de la utilización rápida de los canales;
- en el caso de cobertura de un área extensa, el alcance está principalmente limitado por el margen del sistema;
- no exige requisitos particulares adicionales de aislamiento del canal adyacente o una planificación conjunta de sistemas en canales adyacentes en comparación con el DDT;
- la ubicación de estaciones base de varios operadores es posible en función del diseño del sistema y de la reutilización de frecuencias, con independencia de la asimetría general del espectro;
- no existe una relación inherente entre la gama de velocidades máximas de datos del servicio y el grado de asimetría de la capacidad, tal como ocurre con DDT;
- existe un cierto grado de flexibilidad para soportar la asimetría del tráfico.

Las desventajas potenciales que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

- es necesario disponer de espectro apareado simétrico con una separación dúplex mínima;
- la eficiencia espectral de la disposición de frecuencias depende de la relación entre la simetría del espectro y la asimetría del tráfico real en la red.

### 5.2 Esquema DDF con atribución de espectro asimétrica

La velocidad máxima de datos de usuario disponible por enlace es fija.

Este esquema dúplex presenta, además de lo expuesto en el § 5.1, las ventajas siguientes:

- es posible realizar un emparejamiento flexible de las portadoras del enlace ascendente y del enlace descendente que permita disponer de capacidad asimétrica. La utilización del espectro es más eficiente si la relación entre la anchura de banda seleccionada para ambas bandas se corresponde con la asimetría del tráfico. El espectro asimétrico puede utilizarse disponiendo de más portadoras en un sentido, o utilizando portadoras de más capacidad en un sentido que en otro, o una combinación de ambas soluciones (Figs. 1a, 1b y 1c);
- la alternativa de disponer de varias anchuras de banda permite velocidades de cresta superiores en el sentido con una mayor anchura de banda;
- la disponibilidad de espectro no apareado adicional es suficiente.

Las desventajas potenciales que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

- es necesario espectro apareado asimétrico;
- es necesario hacer una estimación de la demanda futura de espectro en cada sentido, lo cual puede resultar difícil a priori. Aunque puede resultar difícil realizar una adaptación inmediata del sistema, hay que tener en cuenta que es previsible que sea necesario disponer de espectro adicional en ambos sentidos, ascendente y descendente, pudiendo realizarse una adaptación ulteriormente;

- el requisito de una separación dúplex flexible, para los métodos que la requieren (véanse las Figs. 1a, 1b y 1c), aumenta ligeramente la complejidad de implementación del terminal;
- la eficiencia espectral de la disposición de frecuencias depende de la relación entre el grado de asimetría del tráfico real en la red y el grado de asimetría del espectro;
- si las portadoras del enlace ascendente y del enlace descendente están diseñadas con anchuras de banda diferentes, es necesario poder establecer diversas velocidades y anchuras de banda para canales de anchuras diferentes.

### 5.3 Esquema DDT

La velocidad máxima de datos de servicio disponible por enlace es función de la relación de asimetría.

Este esquema dúplex presenta las ventajas siguientes:

- la disponibilidad de espectro no apareado es suficiente. Puede resultar más fácil identificar bloques de espectro individuales que apareados;
- existe flexibilidad en relación con el grado de asimetría del tráfico, dependiendo de las condiciones de interferencia cocanal y de canal adyacente. La utilización de espectro es independiente de dónde se encuentre el punto de conmutación entre la transmisión del enlace ascendente y descendente;
- la eficiencia espectral de la disposición es menos dependiente de la asimetría real del tráfico de la red puesto que en el sistema DDT puede variar el grado de asimetría dentro un cierto margen;
- si las células/sistemas vecinos acuerdan utilizar la misma configuración de intervalos de tiempo, el grado de la asimetría vendrá dado por el número de intervalos de tiempo y dependerá del diseño del sistema y de la reutilización de frecuencias;
- el aumento de capacidad que se consigue utilizando antenas adaptativas puede mejorarse mediante la reciprocidad del canal de radiocomunicaciones para móviles a baja velocidad.

Las desventajas potenciales que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

- los servicios en bandas adyacentes deben poder soportar interferencia en los sentidos ascendente y descendente;
- en el caso de una baja reutilización de frecuencias, es necesaria la coordinación de los enlaces ascendente y descendente de células vecinas; si existe una reutilización de frecuencias suficientemente elevada, es decir, el tamaño del grupo de reutilización es suficientemente grande, no es necesario coordinar la utilización de frecuencias para la atribución de frecuencias propia de cada operador, pero ésta seguirá siendo necesaria entre operadores que utilicen bandas adyacentes;
- la posibilidad de coubicación de estaciones base de varios operadores dependerá del diseño del sistema, de la reutilización de frecuencias y de la separación de frecuencias entre los operadores coubicados;
- es necesario que exista aislamiento entre canales adyacentes.

#### 5.4 Comparación de tecnologías alternativas para la provisión de capacidad de tráfico asimétrica

La modulación asimétrica tiene las ventajas siguientes:

- no son necesarias atribuciones de frecuencias o de intervalos de tiempo adicionales;
- sin embargo, para un mismo canal sólo se consigue un caudal superior para distancias más reducidas o cuando se dispone de una relación  $S/N$  superior (es necesaria la adaptación del enlace);
- este método puede utilizarse para mejorar sistemas DDT y DDF en zonas con condiciones radioeléctricas favorables.

Las desventajas potenciales que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

- el sentido influye en el margen del sistema;
- sólo es posible un cierto grado de asimetría;
- debe existir un compromiso entre cobertura y máxima velocidad de datos disponible;
- es necesaria la adaptación del enlace;
- es básicamente aplicable a servicios de paquetes;
- requiere una planificación e implementación más complicada;
- si puede mejorarse la capacidad de un enlace, el mismo método mejora también la capacidad del otro enlace; por lo tanto, no existe una ventaja inherente para mejorar las condiciones de provisión de servicios asimétricos.

La utilización de técnicas adicionales tiene las ventajas siguientes:

- las mejoras pueden aplicarse a ambos esquemas, DDF y DDT;
- pueden conseguirse mejoras de capacidad en el enlace descendente mediante antenas adaptativas de transmisión para terminales sencillos;
- las antenas de transmisión adaptativas son más efectivas para DDT que para DDF.

Las desventajas potenciales que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

- es necesaria más capacidad en el enlace descendente, lo cual aumenta la complejidad del terminal receptor en comparación con la estación base para esquemas de detección avanzados;
- estos métodos imponen una complejidad superior al terminal que a la estación base.

La selección de una disposición dúplex adecuada depende de la aplicación (de corto alcance, de zona amplia, flexibilidad, etc.). El esquema dúplex es solo uno de entre los diversos factores que debe considerarse (por ejemplo, la sensibilidad a la interferencia, la flexibilidad del punto de conmutación, etc.).

### Anexo 3

#### Factores que influyen en la separación central de frecuencia

En un sistema DDF debe existir un cierto aislamiento entre transmisor y receptor para que la calidad de funcionamiento sea normal. Ello depende de los factores siguientes:

- la potencia transmitida máxima permitida en ambos enlaces;
- las características individuales de transmisor y receptor, que varían con el fabricante y el modelo;
- el coste y tamaño de un duplexor con bajas pérdidas de inserción y un aislamiento aceptable.

La separación mínima de frecuencias entre el enlace descendente y el enlace ascendente depende de la potencia de transmisión máxima permitida de ambos enlaces, en particular, en el enlace ascendente, del terminal móvil transmitiendo. Uno de los factores relacionados con el tamaño mínimo de la separación central son los requisitos del diplexor (que es uno de los principales elementos que afectan al coste y tamaño del terminal móvil). En el caso de los filtros cerámicos, el tamaño del filtro depende notablemente de la separación dúplex. Es previsible que las nuevas tecnologías de filtros, como por ejemplo, el resonador acústico de película/capa gruesa (FBAR, *film bulk acoustic resonator*), mejoren la situación y permitan que en el futuro se consigan separaciones centrales de frecuencia mínimas de 20-30 MHz.

Actualmente, los filtros dúplex de los terminales móviles se basan fundamentalmente en la tecnología de filtros cerámicos. Informes recientemente publicados hacen referencia a tecnologías de filtros avanzadas (por ejemplo, FBAR) o de otro tipo, que pueden permitir filtros dúplex de menor tamaño y/o mejores prestaciones. La aplicación de nuevas tecnologías de filtros dúplex en los terminales IMT-2000 permitirá que la separación dúplex mínima deje de ser una limitación significativa para la implementación de terminales y sistemas como los descritos en el Cuadro 3.

#### *Separación central de frecuencia*

La separación central de frecuencia es un parámetro importante porque influye en el diseño de los filtros de transmisión y recepción. Una separación central de frecuencia pequeña requiere que los filtros tengan una caída más abrupta para impedir el solapamiento.

En el Cuadro 3 se presenta información sobre la separación central de frecuencia y la separación dúplex en algunos sistemas de segunda generación y en sistemas IMT-2000 implementados en bandas de frecuencias identificadas en la CAMR-92.

CUADRO 3

<b>Ejemplos</b>	<b>Bandas de frecuencias (MHz)</b>	<b>Separación central (MHz)</b>	<b>Separación dúplex (MHz)</b>
Bandas atribuidas por la CAMR-92	1 920-1 980/2 110-2 170	130 (2 110 – 1 980 = 130)	190 (2 110 – 1 920 = 190)
PCS 1900	1 850-1 910/1 930-1 990	20	80
GSM 1800	1 710-1 785/1 805-1 880	20	95
PCS 1800	1 750-1 780/1 840-1 870	60	90
GSM 900	880-915/925-960	10	45
Celular 800	824-849/869-894	20	45

En el caso de sistemas del tipo de acceso múltiple por división en el tiempo, tales como GSM 900 y GSM 1800, debe observarse que los intervalos de transmisión y recepción del terminal están separados en el dominio del tiempo y que la separación entre transmisión y recepción se consigue normalmente mediante un conmutador y no mediante un filtro dúplex.