

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R M.1450-5**  
(02/2014)

## **Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha**

**Serie M**

**Servicios móviles, de radiodeterminación,  
de aficionados y otros servicios  
por satélite conexos**

## Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

### Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

| Series     | Título   |
|------------|--|
| <b>BO</b>  | Distribución por satélite  |
| <b>BR</b>  | Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión  |
| <b>BS</b>  | Servicio de radiodifusión (sonora)   |
| <b>BT</b>  | Servicio de radiodifusión (televisión)   |
| <b>F</b>   | Servicio fijo  |
| <b>M</b>   | <b>Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos</b>           |
| <b>P</b>   | Propagación de las ondas radioeléctricas   |
| <b>RA</b>  | Radioastronomía  |
| <b>RS</b>  | Sistemas de detección a distancia  |
| <b>S</b>   | Servicio fijo por satélite   |
| <b>SA</b>  | Aplicaciones espaciales y meteorología   |
| <b>SF</b>  | Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo |
| <b>SM</b>  | Gestión del espectro   |
| <b>SNG</b> | Periodismo electrónico por satélite  |
| <b>TF</b>  | Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias   |
| <b>V</b>   | Vocabulario y cuestiones afines  |

*Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2015

© UIT 2015

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.1450-5

**Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha**

(Cuestiones UIT-R 212/5 y UIT-R 238/5)

(2000-2002-2003-2008-2010-2014)

**Cometido**

La presente Recomendación define las características de las redes radioeléctricas de área local (RLAN) de banda ancha, incluidos los parámetros técnicos, y proporciona información sobre sus normas y características de funcionamiento. En esta Recomendación se examinan también las características básicas de las RLAN de banda ancha y se dan orientaciones de carácter general relativas al diseño de sus sistemas.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las redes radioeléctricas de área local (RLAN) de banda ancha se utilizan ampliamente en los equipos informáticos semifijos (transportables) y portátiles para diversas aplicaciones de banda ancha;
- b) que las RLAN de banda ancha se utilizan en aplicaciones de acceso inalámbrico fijas, itinerantes y móviles;
- c) que las normas de la RLAN de banda ancha actualmente en desarrollo serán compatibles con las actuales normas de LAN alámbrica;
- d) que conviene establecer directrices para las RLAN de banda ancha en las diversas bandas de frecuencias;
- e) que las RLAN de banda ancha deben implementarse teniendo muy presente la compatibilidad con otras aplicaciones radioeléctricas,

*observando*

- a) que en el Informe UIT-R F.2086 se describen características técnicas y de funcionamiento y aplicaciones de sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha en el servicio fijo;
- b) que en las Recomendaciones UIT-R F.1763, UIT-R M.1652, UIT-R M.1739 y UIT-R M.1801 figura más información sobre sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha, incluidas las RLAN,

*recomienda*

- 1** que se utilicen las normas sobre las RLAN de banda ancha que figuran en el Cuadro 2 (Notas 1, 2 y 3);
- 2** que se utilice el Anexo 2 para obtener información general sobre las RLAN, incluidas sus características básicas;
- 3** que las siguientes notas se consideren parte de esta Recomendación.

NOTA 1 – En el Cuadro 1 figuran las abreviaturas y la terminología utilizadas en la presente Recomendación.

NOTA 2 – En el Anexo 1 se facilita información detallada sobre la manera de obtener las normas completas descritas en el Cuadro 2.

NOTA 3 – La presente Recomendación no excluye la implementación de otros sistemas RLAN.

## CUADRO 1

**Abreviaturas y términos utilizados en esta Recomendación**

|                        |  |
|------------------------|--|
| AMDP/AC                | Acceso múltiple con detección de portadora y anticollisión   |
| AMDT                   | Acceso múltiple por división en el tiempo  |
| AMEE                   | Acceso múltiple por ensanchamiento del espectro  |
| ARIB                   | Asociación de Industrias y Empresas de Radiocomunicaciones   |
| ATM                    | Modo de transferencia asíncrono  |
| Banda de frecuencias   | Espectro de funcionamiento nominal de una aplicación   |
| BRAN                   | Redes radioeléctricas de banda ancha ( <i>broadband radio access networks</i> ) (Comité Técnico de la ETSI)    |
| DAA                    | Detectar y evitar  |
| DDT                    | Dúplex por división en el tiempo   |
| Disposición en canales | Anchura de banda de cada canal y número de canales que puede haber en una atribución de anchura de banda de RF |
| DSSS                   | Ensanchamiento de espectro en secuencia directa ( <i>direct sequence spread spectrum</i> )                     |
| FHSS                   | Espectro ensanchado por salto de frecuencia  |
| ETSI                   | Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones  |
| HIPERLAN2              | LAN 2 radioeléctrica de alta calidad   |
| HiSWANa                | Red de acceso inalámbrico de alta velocidad – Tipo a   |
| HSWA                   | Acceso inalámbrico de alta velocidad ( <i>high speed wireless access</i> )                                     |
| IEEE                   | Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos   |
| IETF                   | Grupo de Tareas sobre Ingeniería de Internet   |
| Indexación de canal    | Diferencia de frecuencia entre frecuencias centrales del canal adyacente                                       |
| LAN                    | Red de área local ( <i>local area network</i> )  |
| LBT                    | Escuchar antes de hablar   |
| MAQ                    | Modulación de amplitud en cuadratura   |
| MDFO                   | Múltiplex por división de frecuencia ortogonal   |
| MDP-2                  | Modulación por desplazamiento de fase binaria  |
| MDP-4                  | Modulación por desplazamiento de fase cuadratura   |
| Método de acceso       | Esquema utilizado para dar acceso múltiple a un canal  |
| MIMO                   | Entradas múltiples y salidas múltiples   |
| MMAC                   | Comunicación multimedios de acceso móvil ( <i>multimedia mobile access communication</i> )                     |
| Modulación             | Método utilizado para introducir información en una portadora de RF  |
| p.i.r.e.               | Potencia isotropa radiada equivalente  |

|                   |  |
|-------------------|--|
| PA                | Punto de acceso  |
| Potencia Tx       | (Potencia del transmisor) – Potencia de RF (W) que produce el transmisor                   |
| PSD               | Densidad espectral de potencia ( <i>power spectral density</i> )                           |
| RF                | Radiofrecuencia  |
| RLAN              | Red radioeléctrica de área local ( <i>radio local area network</i> )                       |
| RTPC              | Red telefónica pública conmutada   |
| SDF               | Selección dinámica de frecuencias  |
| TCP               | Protocolo de control de transmisión ( <i>transmission control protocol</i> )               |
| TPC               | Control de potencia de transmisión ( <i>transmit power control</i> )                       |
| MU                | Utilización del medio  |
| Velocidad binaria | Velocidad de la transferencia de información binaria desde un dispositivo de la red a otro |
| WATM              | Modo de transferencia asíncrono inalámbrico ( <i>wireless asynchronous transfer mode</i> ) |

CUADRO 2

## Parámetros técnicos asociados con las normas sobre las RLAN de banda ancha

| Características  | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 17, conocida como 802.11b) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 18, conocida como 802.11a <sup>(1)</sup> )                  | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 19, conocida como 802.11g <sup>(1)</sup> ) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 18 Anexo D y Anexo E, conocida como 802.11j)                | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 20, conocida como 802.11n)   |   | Norma IEEE 802.11ad-2012  | ETSI EN 300 328                            | ETSI EN 301 893  | ARIB HiSWANa, <sup>(1)</sup> | ETSI EN 302 567 |
|------------------|---|--|---|--|---|---|---|--|--|------------------------------|-----------------|
| Método de acceso | AMDP/AC, AMEE   | AMDP/AC  |   |  |   |   | Programado, AMDP/AC   |  | AMDT/DDT   |                              |                 |
| Modulación       | CCK (dispersión de 8 chips complejos)                       | MAQ-64-MDFO<br>MAQ-16-MDFO<br>MDP-4-MDFO<br>MDP-2-MDFO<br>52 subportadoras (véase la Fig. 1) | DSSS/CCK<br>MDFO<br>PBCC<br>DSSS-MDFO                                       | MAQ-64-MDFO<br>MAQ-16-MDFO<br>MDP-4-MDFO<br>MDP-2-MDFO<br>52 subportadoras (véase la Fig. 1) | MAQ-64-MDFO<br>MAQ-16-MDFO<br>MAQ-16-MDFO<br>MDP-4-MDFO<br>MDP-2-MDFO<br>56 subportadoras en 20 MHz<br>114 subportadoras en 40 MHz<br>MIMO, flujos espaciales 1-4 | MAQ-256-MDFO<br>MAQ-64-MDFO<br>MAQ-16-MDFO<br>MDP-4-MDFO<br>MDP-2-MDFO<br>56 subportadoras en 20 MHz<br>114 subportadoras en 40 MHz<br>242 subportadoras en 80 MHz<br>484 subportadoras en 160 MHz y 80+80 MHz<br>MIMO, flujos espaciales 1-8 | Portadora única: MDP<br>MDP-2 $\pi/2$ ,<br>MDP-4 $\pi/2$ ,<br>MAQ-16- $\pi/2$<br>MDFO:<br>MAQ-64,<br>MAQ-16,<br>MDP-4,<br>MDP-4S<br>352 subportadoras | Sin restricciones en el tipo de modulación | MAQ-64-MDFO<br>MAQ-16-MDFO<br>MDP-4-MDFO<br>MDP-2-MDFO<br>52 subportadoras (véase la Fig. 1) |                              |                 |

CUADRO 2 (continuación)

| Características    | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 17, conocida como 802.11b) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 18, conocida como 802.11a <sup>(1)</sup> ) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 19, conocida como 802.11g <sup>(1)</sup> ) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 18 Anexo D y Anexo E, conocida como 802.11j)   | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 20, conocida como 802.11n)  |  | Norma IEEE 802.11ad-2012 | ETSI EN 300 328 | ETSI EN 301 893                  | ARIB HiSWANa, <sup>(1)</sup> | ETSI EN 302 567 |
|--------------------|---|---|---|---|--|--|--------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Velocidad de datos | 1, 2, 5,5 y 11 Mbit/s                                       | 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s  | 1, 2, 5,5, 6, 9, 11, 12, 18, 22, 24, 33, 36, 48 y 54 Mbit/s                 | 3, 4,5, 6, 9, 12, 18, 24 y 27 Mbit/s para 10 MHz separación de canal<br>6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbit/s de separación de canal de 20 MHz | De 6,5 a 288,9 Mbit/s para una separación de canal de 20 MHz<br>De 6 a 600 Mbit/s para una separación de canal de 40 MHz | De 6,5 a 693,3 Mbit/s para una separación de canal de 20 MHz<br>De 13,5 a 1 600 Mbit/s para una separación de canal de 40 MHz<br>De 29,3 a 3 466,7 Mbit/s para una separación de canal de 80 MHz<br>De 58,5 a 6 933,3 Mbit/s para una separación de canal de 160 MHz y 80+80 MHz |                          |                 | 6, 9, 12, 18, 27, 36 y 54 Mbit/s |                              |                 |

CUADRO 2 (continuación)

| Características       | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 17, conocida como 802.11b) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 18, conocida como 802.11a <sup>(1)</sup> )   | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 19, conocida como 802.11g <sup>(1)</sup> ) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 18 Anexo D y Anexo E, conocida como 802.11j)   | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 20, conocida como 802.11n)  |  | Norma IEEE 802.11ad-2012  | ETSI EN 300 328   | ETSI EN 301 893   | ARIB HiSWANa, <sup>(1)</sup>   | ETSI EN 302 567 |
|-----------------------|---|---|---|---|--|--|---------------------------|-------------------|---|--|-----------------|
| Banda de frecuencias  | 2 400-2 483.5 MHz   | 5 150-5 250 MHz <sup>(4)</sup><br>5 250-5 350 MHz <sup>(3)</sup><br>5 470-5 725 MHz <sup>(3)</sup><br>5 725-5 825 MHz | 2 400-2 483.5 MHz   | 4 940-4 990 MHz <sup>(2)</sup><br>5 030-5 091 MHz <sup>(2)</sup><br>5 150-5 250 MHz <sup>(4)</sup><br>5 250-5 350 MHz <sup>(3)</sup><br>5 470-5 725 MHz <sup>(3)</sup><br>5 725-5 825 MHz | 2 400-2 483.5 MHz<br>5 150-5 250 MHz <sup>(4)</sup><br>5 250-5 350 MHz <sup>(3)</sup><br>5 470-5 725 MHz <sup>(3)</sup><br>5 725-5 825 MHz | 5 150-5 250 MHz <sup>(4)</sup><br>5 250-5 350 MHz <sup>(3)</sup><br>5 470-5 725 MHz <sup>(3)</sup><br>5 725-5 825 MHz        | 57-66 GHz                 | 2 400-2 483.5 MHz | 5 150-5 350 <sup>(5)</sup> y 5 470-5 725 MHz <sup>(3)</sup> | 4 900 a 5 000 MHz <sup>(2)</sup><br>5 150 a 5 250 MHz <sup>(4)</sup> | 57-66 GHz       |
| Indexación de canales | 5 MHz   |   |   |   | 5 MHz en 2.4 GHz<br>20 MHz en 5 GHz  | 20 MHz   | 2 160 MHz                 |                   | 20 MHz  | Separación de canal de 20 MHz<br>4 canales en 100 MHz                |                 |
| Máscara de espectro   | Máscara 802.11b (Fig. 4)                                    | Máscara MDFO (Fig. 1)   |   |   | Máscara MDFO (Figs. 2A, 2B para 20 MHz y Figs. 3A, 3B para 40 MHz)   | Máscara MDFO (Fig. 2B para 20 MHz, Fig. 3B para 40 MHz, Fig. 3C para 80 MHz, Fig. 3D para 160 MHz, y Fig. 3E para 80+80 MHz) | Máscara 802.11ad (Fig. 5) |                   | Fig. 1x   | Máscara MDFO (Fig. 1)  |                 |

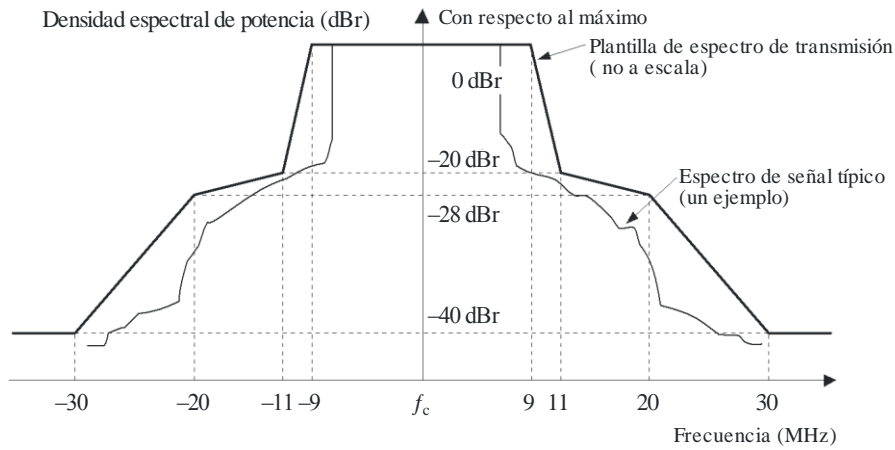


CUADRO 2 (fin)

| Características               | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 17, conocida como 802.11b) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 18, conocida como 802.11a <sup>(1)</sup> ) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 19, conocida como 802.11g <sup>(1)</sup> ) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 19 Anexo D y Anexo E, conocida como 802.11j) | Norma IEEE 802.11-2012 (Cláusula 20, conocida como 802.11n) | IEEE P802.11ac | Norma IEEE 802.11ad-2012 | EN 300 328              | EN 301 893  | ARIB HiSWANa, <sup>(1)</sup> | ETSI EN 302 567 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------------------|-----------------|
| <b>Transmisor</b>             |   |   |   |   |   |                |                          |                         |             |                              |                 |
| Reducción de la interferencia | LBT   | LBT/SDF/TPC   | LBT   |   | LBT/SDF/TPC   |                | LBT                      | DAA/LBT, DAA/no LBT, MU | LBT/SDF/TPC | LBT                          |                 |
| <b>Receptor</b>               |   |   |   |   |   |                |                          |                         |             |                              |                 |
| Sensibilidad                  | Enumeración en la norma                                     |   |   |   |   |                |                          |                         |             |                              |                 |

- (1) Los parámetros para la capa física son comunes entre las normas IEEE 802.11a y ARIB HiSWANa.
- (2) Véase la norma 802.11j-2004, y el Decreto JAPAN MIC de reglamentación de equipos radioeléctricos, Artículos 49-20 y 49-21.
- (3) Se deben consultar las normas SDF que se aplican en las bandas 5 250-5 350 y 5 470-5 725 MHz en muchas administraciones.
- (4) Conforme a la Resolución **229 (Rev. CMR-12)**, el funcionamiento en la banda 5 150-5 250 MHz se limita al uso en interiores.

FIGURA 1a  
**Máscara del espectro de transmisión MDFO para sistemas 802.11a, 11g, 11j, y HiSWANA**



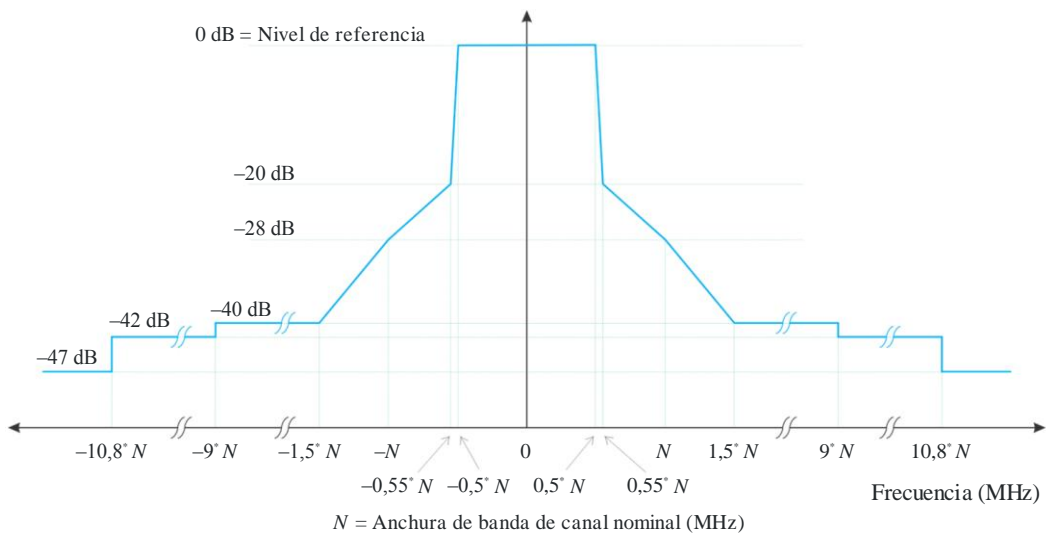
M.1450-01a

NOTA 1 – La línea de trazo grueso corresponde a la plantilla de espectro para los sistemas 802.11a, 11g, 11j e HISWANa, y la línea de trazo fino a la envolvente del espectro de las señales MDFO con 52 subportadoras.

NOTA 2 – Las medidas se efectuarán utilizando una anchura de banda de resolución 100 kHz y una anchura de banda vídeo de 30 kHz.

NOTA 3 – En el caso de la separación de canal de 10 MHz en el sistema 802.11j, la escala de frecuencias será de la mitad.

FIGURA 1b  
**Máscara del espectro de transmisión para el sistema EN 301 893**

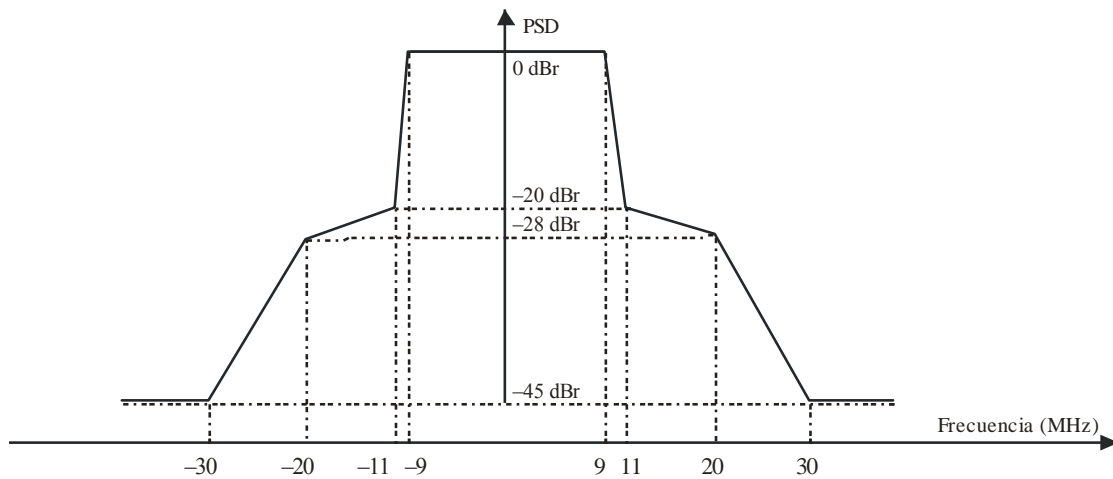


M.1450-01b

NOTA – dBc es la densidad espectral relativa a la máxima densidad espectral de potencia de la señal transmitida.

FIGURA 2a

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11n de 20 MHz en la banda de frecuencias de 2.4 GHz

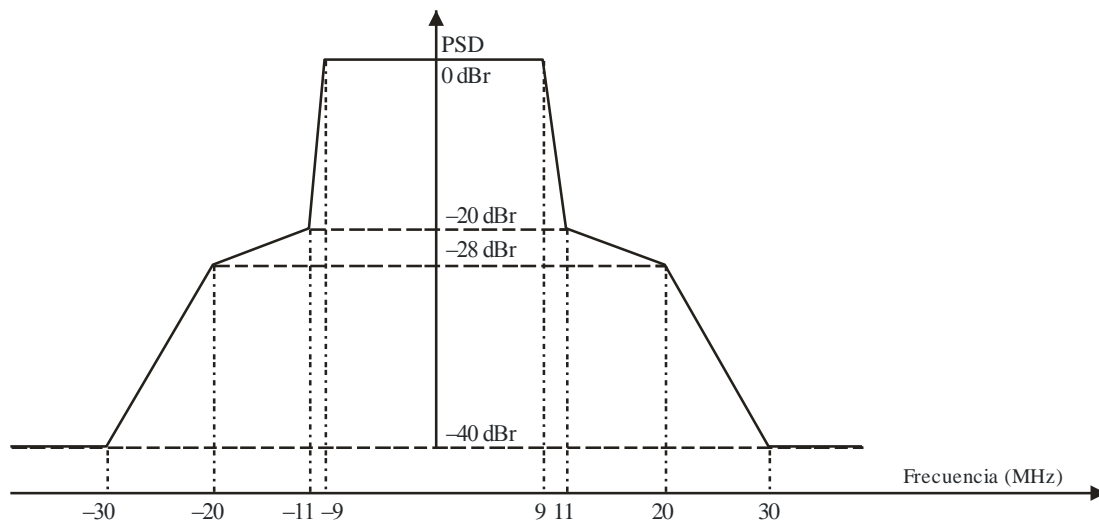


M.1450-02a

NOTA – Máximo de -45 dBm y -53 dBm/MHz para un desplazamiento de frecuencia de 30 MHz y superior.

FIGURA 2b

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11n de 20 MHz en la banda de frecuencias de 5 GHz y máscara del espectro de transmisión para un canal de 802.11ac

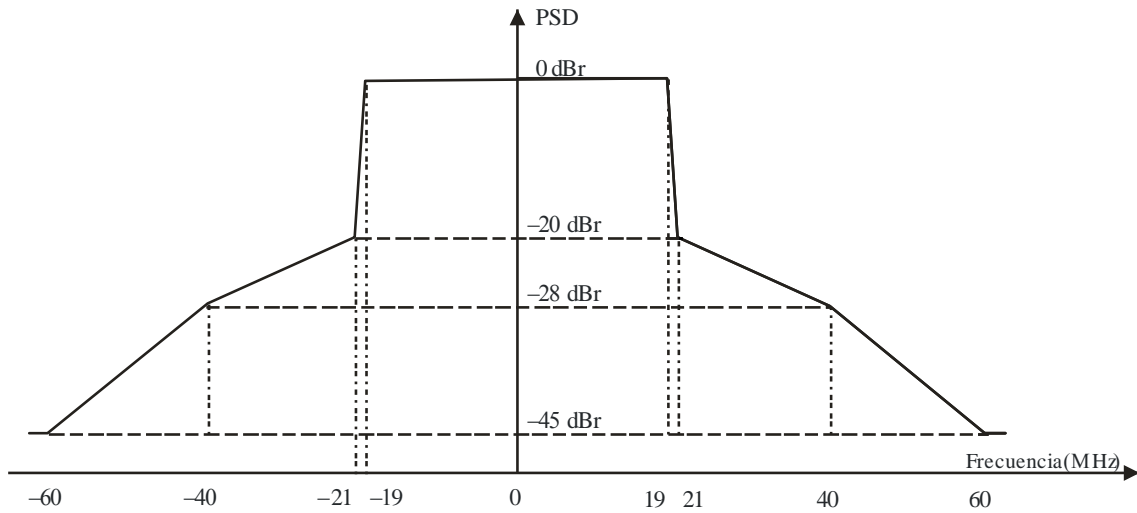


M.1450-02b

NOTA – Para el canal 802.11n, máximo de -40 dBm y -53 dBm/MHz para un desplazamiento de frecuencia de 30 MHz y superior. Para el canal 802.11ac, el espectro de transmisión no habrá de superar el valor máximo de la máscara de espectro de transmisión ni -53 dBm/MHz en ningún desplazamiento de frecuencia.

FIGURA 3a

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11n de 40 MHz  
en una banda de frecuencias de 2,4 GHz

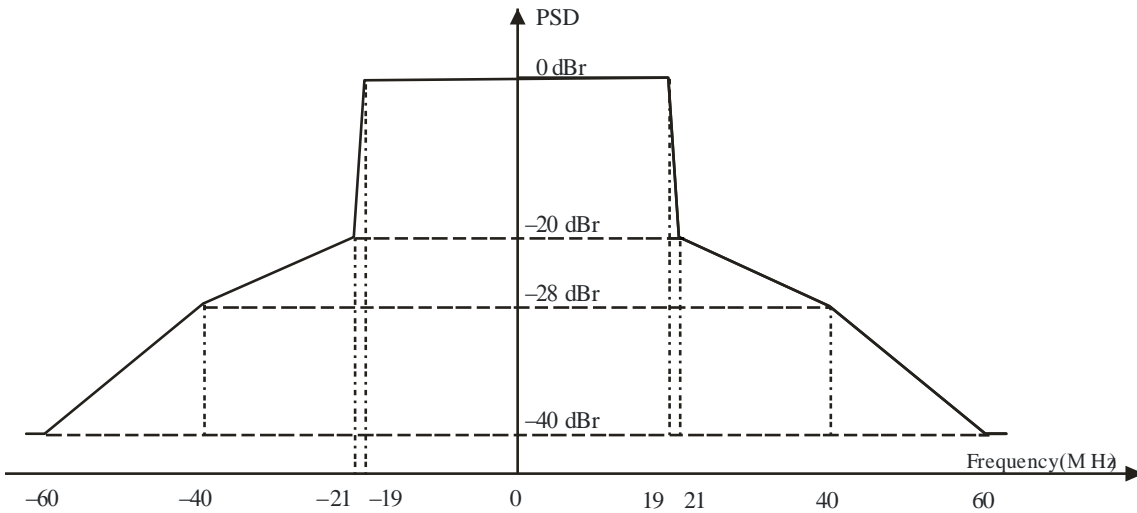


M.1450-03a

NOTA – Máximo de -45 dBr y -56 dBm/MHz para un desplazamiento de frecuencia de 60 MHz y superior.

FIGURA 3b

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11n de 40 MHz en una banda de frecuencias de 5 GHz y  
máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11ac

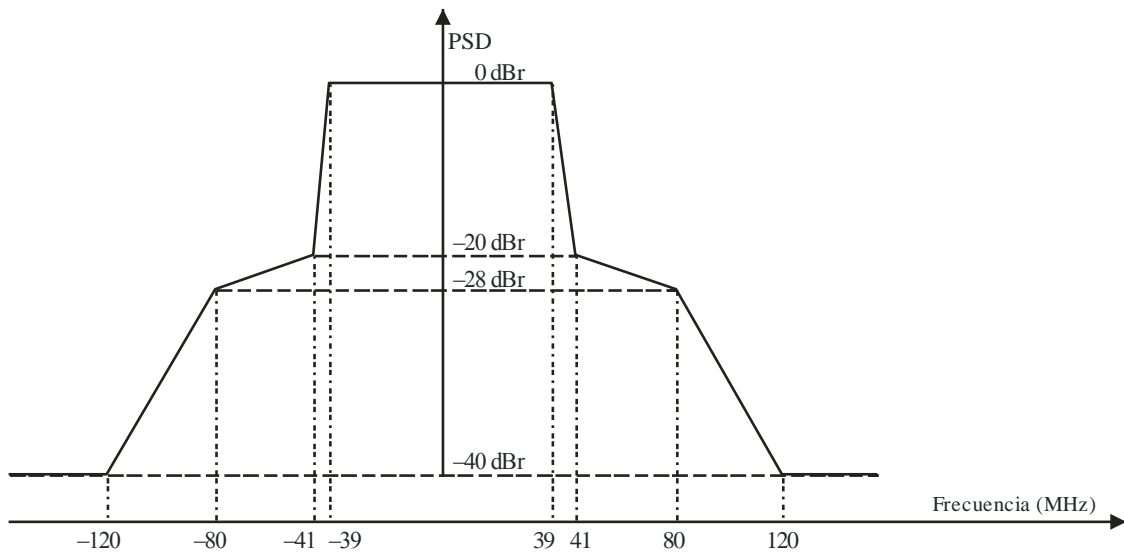


M.1450-03b

NOTA – Para el canal 802.11n, máximo de -40 dBr y -56 dBm/MHz para un desplazamiento de frecuencia de 60 MHz y superior. Para el canal 802.11ac, el espectro de transmisión no habrá de superar el valor máximo de la máscara de espectro de transmisión ni -56 dBm/MHz en ningún desplazamiento de frecuencia.

FIGURA 3c

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11ac de 80 MHz

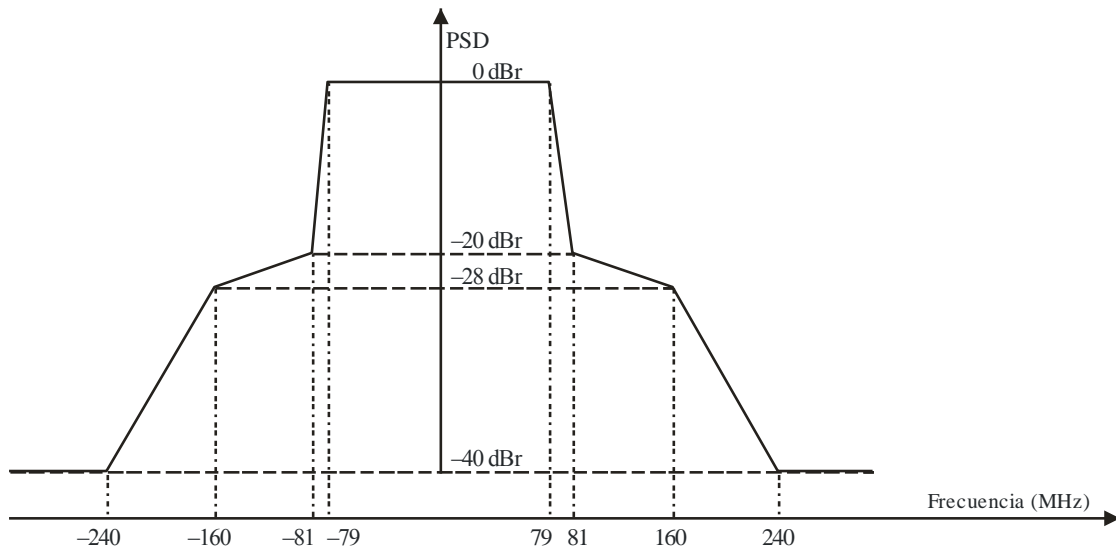


M.1450-03c

NOTA – El espectro de transmisión no habrá de superar el valor máximo de la máscara del espectro de transmisión ni  $-59$  dBm/MHz en ningún desplazamiento de frecuencia.

FIGURA 3d

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11ac de 160 MHz

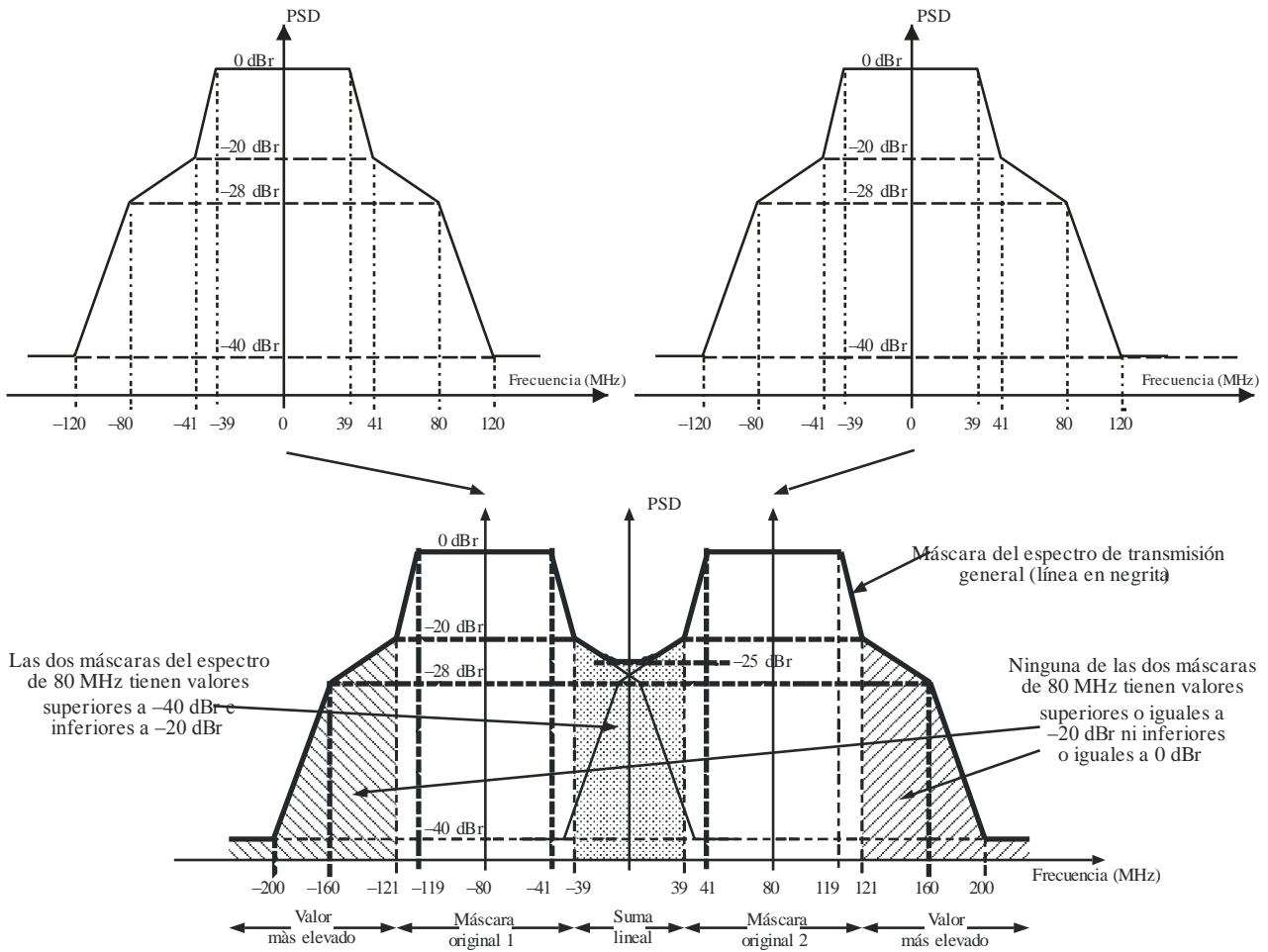


M.1450-03d

NOTA – El espectro de transmisión no habrá de superar el valor máximo de la máscara del espectro de transmisión ni  $-59$  dBm/MHz en ningún desplazamiento de frecuencia.

FIGURA 3e

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11ac de 80+80 MHz

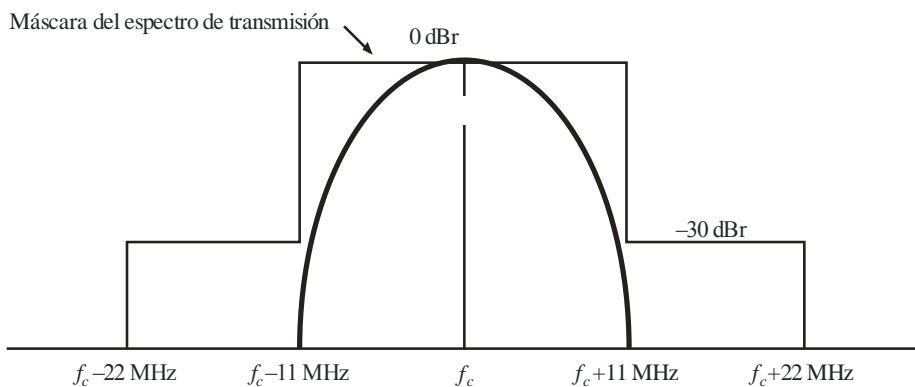


M.1450-03e

NOTA – El espectro de transmisión no habrá de superar el valor máximo de la máscara del espectro de transmisión ni -59 dBm/MHz en ningún desplazamiento de frecuencia.

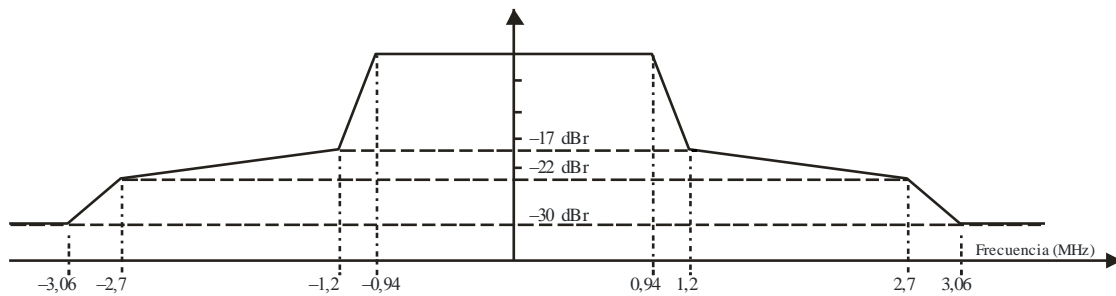
FIGURA 4

Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11b



M.1450-04

FIGURA 5  
Máscara del espectro de transmisión para un canal 802.11ad



M.1450-05

## Anexo 1

### Información adicional sobre las normas RLAN

Las normas ETSI EN 300 328, EN 301 893 y EN 302 567 pueden descargarse desde la dirección <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp>. Además de esas normas, las normas HIPERLAN2 siguen pudiéndose descargar desde la dirección mencionada previamente.

Las normas IEEE 802.11 pueden descargarse desde: <http://standards.ieee.org/getieee802/index.html>.

La norma IEEE 802.11 ha consignado un conjunto de normas para las RLAN, norma 802.11 – 2012 de IEEE, que ha sido armonizada con la ISO/IEC<sup>1</sup>. El control de acceso al medio (MAC) y las características físicas de las redes de área local (LAN) inalámbricas se especifican en ISO/IEC 8802-11:2005, que forma parte de una serie de normas destinadas a las redes de área local y metropolitana. La unidad control de acceso al medio en la ISO/IEC 8802-11:2005 está concebida para admitir unidades de la capa física que pueden ser adoptadas según la disponibilidad de espectro. La norma ISO/IEC 8802-11:2005 contiene cinco unidades de capa física: para unidades radioeléctricas que funcionan en la banda 2 400-2 500 MHz y en las bandas comprendidas entre 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz, 5 470-5 725 MHz y 5 725-5 825 MHz, y una unidad de infrarrojos (IR) en banda base. Una unidad radioeléctrica utiliza la técnica del espectro ensanchado por saltos de frecuencia (FHSS), dos utilizan la técnica de ensanchamiento de espectro en secuencia directa (DSSS), otra utiliza la técnica múltiplex por división de frecuencia ortogonal (MDFO) y otra la técnica de entradas múltiples y salidas múltiples (MIMO).

<sup>1</sup> ISO/IEC 8802-11:2005, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications.

## Anexo 2

### Características básicas de las RLAN de banda ancha y orientaciones generales para su instalación

#### 1 Introducción

Las normas de las RLAN de banda ancha se han diseñado para que puedan establecer la compatibilidad con las LAN alámbricas tales como IEEE 802.3, 10BASE-T, 100BASE-T y ATM de 51,2 Mbit/s a velocidades de datos comparables. Algunas RLAN de banda ancha se han desarrollado de forma que sean compatibles con las actuales LAN alámbricas y se pretende que funcionen como una ampliación inalámbrica de las LAN alámbricas que utilizan los protocolos TCP/IP y ATM. Las recientes atribuciones de espectro efectuadas por algunas administraciones promoverán el desarrollo de las RLAN de banda ancha. Esto permitirá sustentar aplicaciones tales como trenes de audio y vídeo con alta calidad de servicio.

Una ventaja que ofrecen las RLAN de banda ancha y no las LAN alámbricas es la portabilidad. Los nuevos ordenadores portátiles y de bolsillo son fácilmente transportables y tienen capacidad, al conectarse a una LAN alámbrica, de ofrecer servicios interactivos. No obstante, cuando se conectan a las LAN alámbricas dejan de ser transportables. Las RLAN de banda ancha permiten a los dispositivos informáticos transportables continuar siéndolo y funcionar con su potencial máximo.

Las redes informáticas privadas fijas no quedan cubiertas por las definiciones tradicionales del acceso inalámbrico fijo y móvil y deben tenerse en cuenta. El usuario itinerante ya no está en un despacho. Por el contrario, puede llevar consigo sus dispositivos informáticos y mantener contacto con una instalación de LAN alámbrica. Asimismo, ciertos dispositivos móviles, como los teléfonos celulares, están empezando a incorporar la capacidad de conectarse a las LAN inalámbricas cuando constituyen un complemento de las redes celulares tradicionales.

Las velocidades de los ordenadores portátiles y de los dispositivos informáticos de bolsillo siguen aumentando. Muchos de estos dispositivos pueden establecer comunicaciones interactivas entre usuarios de una red alámbrica, aunque a costa de su portabilidad cuando se conectan. Las aplicaciones y servicios multimedia precisan de facilidades de comunicación de banda ancha no sólo para los terminales alámbricos, sino también para los dispositivos de comunicaciones portátiles y personales. Las normas de redes de área local alámbricas, por ejemplo, la IEEE 802.3ab 1000BASE-T, podrán cursar aplicaciones multimedia de alta velocidad. Para mantener la portabilidad, las futuras LAN inalámbricas tendrán que cursar velocidades de datos superiores. Las RLAN de banda ancha se definen generalmente como aquellas que pueden ofrecer un caudal superior a 10 Mbit/s.

#### 2 Movilidad

Las RLAN de banda ancha pueden ser pseudofijas, como en el caso de los ordenadores de sobremesa y pueden ser transportables de un lugar a otro o portátiles, como en el caso de los dispositivos informáticos portátiles o de bolsillo que funcionan con baterías, o los teléfonos celulares con conectividad LAN inalámbrica integrada. La velocidad relativa entre estos dispositivos y un punto de acceso inalámbrico a las LAN continúa siendo reducida. En las aplicaciones industriales, las RLAN pueden utilizarse para mantener contacto con carretillas elevadoras que llevan velocidades de hasta 6 m/s. Los dispositivos RLAN no están diseñados, en general, para ser utilizados a velocidades de automóvil o superiores.



### 3 Entorno operacional y consideraciones sobre la interfaz

Las RLAN de banda ancha se instalan preferentemente en el interior de edificios, en oficinas, fábricas, almacenes, etc. En el caso de los dispositivos RLAN instalados en el interior de edificios, las emisiones resultan atenuadas por la estructura.

Las RLAN utilizan niveles de potencia reducidos debido a las distancias pequeñas en el interior de edificios. Los requisitos en cuanto a densidad espectral de potencia se basan en una zona de servicio básica de una RLAN simple definida por un círculo de radio comprendido entre 10 y 50 m. Cuando se requieren redes mayores, las RLAN pueden encadenarse lógicamente mediante funciones fuente o de encaminamiento para constituir redes mayores sin aumentar su densidad espectral de potencia combinada.

Uno de los aspectos más útiles de las RLAN es la conexión de usuarios de ordenadores móviles a una red LAN inalámbrica. Dicho de otra manera, un usuario móvil puede conectarse a su propia subred LAN en cualquier parte dentro de la zona de servicio de la RLAN. La zona de servicio puede extenderse a otros emplazamientos con distintas subredes LAN, aumentando así la utilidad para el usuario móvil.

Existen varias técnicas de red de acceso a distancia que permiten ampliar la zona de servicio de una RLAN a otras RLAN de subredes distintas. El Grupo de Tareas sobre Ingeniería de Internet (IETF) ha elaborado un cierto número de normas de protocolo en la materia.

Para abarcar las zonas de cobertura especificadas anteriormente, se supone que las RLAN requieren una densidad espectral de potencia de cresta de 10 mW/MHz, aproximadamente, en la gama de frecuencias de funcionamiento de 5 GHz (véase el Cuadro 3). Para la transmisión de datos, algunas normas utilizan una densidad espectral de potencia superior en la inicialización y controlan la potencia de transmisión de acuerdo con la evaluación de la calidad del enlace de RF. Esta técnica se denomina control de potencia de transmisión (CPT). La densidad espectral de potencia requerida es proporcional al cuadrado de la frecuencia de funcionamiento. A medida que aumenta la escala, el valor medio de la densidad espectral de potencia será sustancialmente inferior al valor de cresta. Los dispositivos RLAN comparten el espectro de frecuencia sobre una base temporal. La relación de actividad variará dependiendo de la utilización, en términos de aplicación y periodo del día.

Las RLAN de banda ancha se instalan normalmente en configuraciones de gran densidad y utilizan una etiqueta del tipo escuchar antes de hablar y una selección dinámica de canales (denominada selección dinámica de frecuencias (SDF)) o el CPT para facilitar la compartición del espectro entre dispositivos.

### 4 Arquitectura del sistema incluidas las aplicaciones fijas

Generalmente, las RLAN de banda ancha responden a una arquitectura de punto-multipunto. Las aplicaciones punto-multipunto suelen utilizar antenas omnidireccionales orientadas hacia abajo. La arquitectura multipunto emplea varias configuraciones de sistema:

- un sistema centralizado punto-multipunto (múltiples dispositivos conectados a una central o a un punto de acceso a través de una interfaz radioeléctrica);
- un sistema punto-multipunto no centralizado (múltiples dispositivos que se comunican en una pequeña zona cuando conviene);
- algunas veces se utiliza tecnología RLAN para establecer aplicaciones fijas, que facilitan enlaces punto a multipunto (P-MP) o punto a punto (P-P), por ejemplo entre edificios de un complejo. Generalmente, los sistemas P-MP adoptan una implantación celular utilizando esquemas de reutilización de frecuencias similares a los de las aplicaciones móviles. En el Informe UIT-R F.2086 (§ 6.6) se dan algunos ejemplos técnicos de esos esquemas. Los sistemas punto a punto suelen utilizar antenas directivas que permiten establecer una mayor

distancia entre instalaciones con un ángulo de lóbulo estrecho. Se puede así aprovechar la compartición mediante la reutilización espacial y de canales con un mínimo de interferencia respecto a otras aplicaciones;

- se utiliza a veces la tecnología RLAN en los enlaces multipunto a multipunto (topología de red en malla fija y/o móvil, en la cual numerosos nodos retransmiten un mensaje a su destino). Para los enlaces entre los nodos de la red en malla se utilizan antenas omnidireccionales y/o directivas. Estos enlaces pueden utilizar uno o varios canales de RF. La topología en malla aumenta la fiabilidad general de la red facilitando numerosos trayectos de comunicaciones redundantes en toda la red. Si por algún motivo falla un enlace (incluida la aparición de una fuerte interferencia de RF), la red encamina automáticamente los mensajes por otros trayectos.

## 5 Técnicas de reducción de interferencias en el ámbito de la compartición de frecuencias

En general las RLAN están destinadas a funcionar en espectro sin licencia o exento de licencia y deben permitir la coexistencia de redes no coordinadas adyacentes a la vez que proporcionan alta calidad de servicio a los usuarios. En las bandas de 5 GHz, puede ser posible también la compartición con los servicios primarios. Aunque las técnicas de acceso múltiple pudieran permitir que un canal de una sola frecuencia sea utilizado por varios nodos, el soporte de muchos usuarios con alta calidad de servicio requiere que suficientes canales estén disponibles para garantizar que el acceso al recurso radioeléctrico no está limitado por puestas en cola, etc. Una técnica que logra una compartición flexible del recurso radioeléctrico es la SDF.

En la SDF, todos los recursos radioeléctricos están disponibles en todos los nodos RLAN. Un nodo (normalmente un nodo controlador o punto de acceso (PA)) puede asignar temporalmente un canal y la selección de un canal adecuado se efectúa sobre la base de la interferencia detectada o de determinados criterios de calidad, por ejemplo, la intensidad de señal recibida, *C/I*. Para obtener los criterios de calidad pertinentes, los terminales móviles y el punto de acceso efectúan mediciones a intervalos periódicos e informan sobre los resultados a la entidad que hace la selección.

En las bandas 5 250-5 350 MHz y 5 470-5 725 MHz debe implantarse la SDF para garantizar un funcionamiento compatible con sistemas de servicios a título primario, a saber el servicio de radiolocalización.

Se puede aplicar la SDF para garantizar que todos los canales de frecuencia disponibles son utilizados con igual probabilidad. Esto maximiza la disponibilidad de un canal a un nodo cuando está preparado para transmitir, y garantiza también que la energía de RF dispersada uniformemente en todos los canales cuando son integrados para un gran número de usuarios. Este último efecto facilita la compartición con otros servicios que pueden ser sensibles a la interferencia combinada en cualquier canal determinado, tales como los receptores a bordo de satélites.

El CPT tiene por objeto reducir el consumo innecesario de potencia del dispositivo, pero ayuda también para la reutilización de frecuencias reduciendo la gama de interferencia de los nodos RLAN.

## 6 Características técnicas generales

En el Cuadro 3 figura un resumen de las características técnicas aplicables al funcionamiento de las RLAN en determinadas bandas de frecuencias y en zonas geográficas concretas. El funcionamiento en las bandas de frecuencias 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz y 5 470-5 725 MHz es conforme a la Resolución **229 (Rev. CMR-12)**.

CUADRO 3

**Requisitos técnicos generales aplicables por ciertas administraciones  
y/o en determinadas zonas geográficas**

| Designación general de la banda            | Administración o región | Banda de frecuencia específica (MHz)         | Potencia de salida del transmisor (mW) (excepto indicación)             | Ganancia de antena (dBi)         |
|--|-------------------------|--|---|----------------------------------|
| Banda 2.4 GHz                              | EE.UU.                  | 2 400-2 483.5                                | 1 000   | 0-6 dBi <sup>(1)</sup> (Omni)    |
|  | Canadá                  | 2 400-2 483.5                                | 4 W p.i.r.e. <sup>(2)</sup>   | N/D                              |
|  | Europa                  | 2 400-2 483.5                                | 100 mW (p.i.r.e.) <sup>(3)</sup>  | N/D                              |
|  | Japón                   | 2 471-2 497<br>2 400-2 483.5                 | 10 mW/MHz <sup>(4)</sup><br>10 mW/MHz <sup>(4)</sup>                    | 0-6 dBi (Omni)<br>0-6 dBi (Omni) |
| Banda 5 GHz <sup>(5), (6)</sup>            | EE.UU.                  | 5 150-5 250 <sup>(7)</sup>                   | 50<br>2.5 mW/MHz  | 0-6 dBi <sup>(1)</sup> (Omni)    |
|  |                         | 5 250-5 350                                  | 250<br>12.5 mW/MHz  | 0-6 dBi <sup>(1)</sup> (Omni)    |
|  |                         | 5 470-5 725                                  | 250<br>12.5 mW/MHz  | 0-6 dBi <sup>(1)</sup> (Omni)    |
|  |                         | 5 725-5 850                                  | 1 000<br>50.1 mW/MHz  | 0-6 dBi <sup>(8)</sup> (Omni)    |
|  | Canadá                  | 5 150-5 250 <sup>(7)</sup>                   | 200 mW p.i.r.e.<br>10 dBm/MHz p.i.r.e.                                  |                                  |
|  |                         | 5 250-5 350                                  | 250<br>12.5 mW/MHz<br>(11 dBm/MHz)                                      |                                  |
|  |                         | 5 470-5 725                                  | 1 000 mW p.i.r.e. <sup>(9)</sup><br>250<br>12.5 mW/MHz<br>(11 dBm/MHz)  |                                  |
|  |                         | 5 725-5 850                                  | 1 000 mW p.i.r.e. <sup>(9)</sup><br>1 000<br>50.1 mW/MHz <sup>(9)</sup> |                                  |
|  | Europa                  | 5 150-5 250 <sup>(7)</sup>                   | 200 mW (p.i.r.e.)<br>10 mW/MHz (p.i.r.e.)                               | N/D                              |
|  |                         | 5 250-5 350 <sup>(10)</sup>                  | 200 mW (p.i.r.e.)<br>10 mW/MHz (p.i.r.e.)                               |                                  |
|  |                         | 5 470-5 725                                  | 1 000 mW (p.i.r.e.)<br>50 mW/MHz (p.i.r.e.)                             |                                  |
|  | Japón <sup>(4)</sup>    | 4 900-5 000 <sup>(11)</sup>                  | 250 mW<br>50 mW/MHz   | 13                               |
| 5 150-5 250 <sup>(7)</sup>                 |                         | 10 mW/MHz (p.i.r.e.)                         | N/D   |                                  |
| 5 250-5 350 <sup>(10)</sup><br>5 470-5 725 |                         | 10 mW/MHz (p.i.r.e.)<br>50 mW/MHz (p.i.r.e.) | N/D<br>N/D  |                                  |
| 57-66 GHz                                  | Europa                  | 57-66 GHz                                    | 40 dBm (p.i.r.e.) <sup>(12)</sup><br>13 dBm/MHz (p.i.r.e.)              | N/D                              |

*Notas al Cuadro 3*

- (1) En los Estados Unidos de América, para ganancias de antena superiores a 6 dBi, se necesita cierta reducción en la potencia de salida. Para más detalles, véanse las secciones 15.407 y 15.247 de las reglas de la FCC.
  - (2) Canadá permite sistemas punto a punto en esta banda con una p.i.r.e. > 4 W a condición de que la p.i.r.e. más elevada se alcance utilizando una mayor ganancia de antena y no una mayor potencia en la salida del transmisor.
  - (3) Este requisito hace referencia a ETSI EN 300 328.
  - (4) Para conocer más detalles, véase el Decreto Japan MIC de reglamentación de equipos radioeléctricos, Artículos 49-20 y 49-21.
  - (5) La Resolución 229 (Rev. CMR-12) dispone las condiciones en las cuales los sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las RLAN, pueden utilizar las bandas 5 150-5 250, 5 250-5 350 y 5 470-5 725 MHz.
  - (6) Se deben consultar las reglas SDF que se aplican en las bandas 5 250-5 350 y 5 470-5 725 MHz en regiones y administraciones.
  - (7) Con arreglo a la Resolución 229 (Rev. CMR-12), el funcionamiento en la banda 5 150-5 250 MHz está limitado al uso en interiores.
  - (8) En los Estados Unidos de América, para ganancias de antena superiores a 6 dBi, se necesita cierta reducción en la potencia de salida, excepto en sistemas utilizados únicamente para enlaces punto a punto. Para conocer más detalles, véanse las secciones 15.407 y 15.247 de las reglas de la FCC.
  - (9) Para obtener una información más detallada de las reglas sobre dispositivos con una p.i.r.e. máxima superior a 200 mW, véase el Anexo 9 de RSS-210 en: <http://strategis.ic.gc.ca/epic/site/smtgst.nsf/en/sf01320e.html>
  - (10) En Europa y Japón, el funcionamiento en la banda 5 250-5 350 MHz se limita también al uso en interiores.
  - (11) Registrada para el acceso inalámbrico fijo.
  - (12) Se refiere al nivel de potencia más elevado de la gama de control de potencia del transmisor durante la transmisión de ráfagas si se aplica dicho control de potencia del transmisor. No se permiten instalaciones fijas en exteriores.
-