

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1808*

Características técnicas y de explotación de los sistemas móviles terrestre convencionales y de recursos compartidos que funcionan en atribuciones del servicio móvil por debajo de 869 MHz que deben utilizarse en los estudios de compartición

(Cuestiones UIT-R 1/8 y UIT-R 7/8)

(2007)

Cometido

Esta Recomendación proporciona las características técnicas y de explotación de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos que deben utilizarse en los estudios de compartición. Teniendo en cuenta la variedad de los sistemas del servicio móvil por debajo de 869 MHz, se proporciona una gama de parámetros y de valores típicos para distintos sistemas tanto analógicos como digitales. Esta Recomendación no aborda las características de los sistemas móviles terrestres celulares digitales.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las bandas por debajo de 470 MHz atribuidas al servicio móvil (SM) son intensamente utilizadas por los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos;
- b) que es necesario que en los estudios de compartición se utilicen las características técnicas y de explotación de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos;
- c) que algunas bandas atribuidas a servicios móviles por debajo de 960 MHz son utilizadas por los sistemas de protección pública;
- d) que cada vez se utilizan más los sistemas de radiocomunicaciones móviles digitales;
- e) que los valores mínimos relativos al comportamiento del receptor contenidos en las normas del equipo no son necesariamente aquellos para los que han sido diseñados los sistemas;
- f) que las características de comportamiento del receptor para los equipos digitales son distintas que las de los equipos analógicos;
- g) que anteriores Conferencias de Radiocomunicaciones han invitado al UIT-R a que continúe sus estudios para todos los servicios,

observando

- a) que la Recomendación UIT-R M.478 contiene las características técnicas de los equipos y principios para la asignación de canales de frecuencia a estaciones del servicio móvil terrestre con modulación de frecuencia entre 25 y 3 000 MHz;

* En caso de discrepancia entre los valores que aparecen en esta Recomendación y los resultados de la Conferencia Regional de Radiocomunicaciones de 2006 (CRR-06), estos últimos prevalecerán para las partes signatarias del Acuerdo CRR-06.

- b) la Recomendación UIT-R M.1073 – Sistemas celulares digitales de telecomunicaciones móviles terrestres;
- c) la Recomendación UIT-R M.1032 – Características técnicas y de explotación de los sistemas móviles terrestres que utilizan técnicas de acceso multicanal sin controlador central;
- d) la Recomendación UIT-R M.1033 – Características técnicas y de explotación de los teléfonos sin cordón y sistemas de telecomunicaciones sin hilos;
- e) que el Informe UIT-R M.2014 contiene una descripción de un método eficaz para utilizar el espectro en los sistemas móviles terrestres digitales para tráfico de despacho;
- f) que la Recomendación UIT-R SM.329 contiene material sobre emisiones no deseadas en el dominio no esencial;
- g) que la Recomendación UIT-R SM.1541 contiene material sobre emisiones no deseadas en el dominio fuera de banda;
- h) que la Recomendación UIT-R SM.1539 contiene datos sobre la variación del límite entre los dominios de emisión fuera de banda y no esencial requerida para la aplicación de las Recomendaciones UIT-R SM.1541 y UIT-R SM.329;
- j) que la Recomendación UIT-R SM.1540 trata de las emisiones no deseadas en el dominio de las emisiones fuera de banda que caen dentro de las bandas atribuidas adyacentes;
- k) que la degradación de las curvas de recepción móvil del Informe UIT-R M.358 puede utilizarse para determinar las relaciones de protección de los sistemas digitales móviles;
- l) que algunos países han instalado sistemas por debajo de 960 MHz con las especificaciones establecidas en la Recomendación UIT-R M.1457 y con características similares a las descritas en el Informe UIT-R M.2039;
- m) que el Informe UIT-R BT.2069 contiene información sobre utilización del espectro y características de explotación de los sistemas de periodismo electrónico (ENG) terrenales, radiodifusión de televisión en exteriores (TVOB) y producción en directo electrónica (EFP),

recomienda

1 que para los estudios de compartición de frecuencias entre servicios y dentro del servicio en bandas por debajo de 960 MHz se utilicen las características técnicas y de explotación representativas de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos que figuran en el Anexo 1.

Anexo 1

Características técnicas y de explotación representativas de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos que funcionan en atribuciones al servicio móvil por debajo de 869 MHz que deben utilizarse en estudios de compartición

1 Introducción

Las bandas por debajo de 869 MHz atribuidas al servicio móvil a menudo son utilizadas por los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos. Estas bandas también son ampliamente utilizadas por los organismos de seguridad pública, y por las compañías de servicios

públicos y de transporte, ya que las características de propagación en estas frecuencias permiten obtener una amplia zona de cobertura con una pequeña infraestructura.

Debido a la amplia variedad de equipos y sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos, es difícil para muchas características utilizar un solo valor específico y, por consiguiente, se proporciona una gama de valores junto con los valores típicos. En los estudios de compartición, y al elegir las características para la estación móvil terrestre en estudio, debe tenerse adecuadamente en cuenta las condiciones variables que aparecen en el entorno de funcionamiento. En la medida de lo posible, deben utilizarse el comportamiento real y las características específicas de realización de los sistemas considerados.

2 Características técnicas de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos

Al realizar los estudios de compartición, deben utilizarse las siguientes características técnicas de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos.

2.1 Criterios de interferencia

Existen muchas metodologías utilizadas para asegurar la coexistencia entre los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos (por ejemplo, contornos de intensidad de campo, relación portadora/interferencia (C/I), etc.). Para mayor sencillez, podría utilizarse una relación interferencia/ruido (I/N) de -6 dB a fin de determinar la influencia de la interferencia. En aplicaciones con requisitos de protección más elevados, tales como los sistemas de protección pública y socorro en caso de catástrofe (PPDR), puede emplearse una relación I/N de -10 dB para evaluar las repercusiones de la interferencia.

2.2 Criterios de calidad de funcionamiento

Los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos han sido diseñados para satisfacer ciertos criterios de calidad de funcionamiento. En los sistemas analógicos ese criterio normalmente es un valor de la relación señal/interferencia incluyendo el ruido y la distorsión (SINAD) (dB). Para los sistemas digitales se utiliza el parámetro de proporción de bit erróneos (BER) (%).

La SINAD¹ es la relación entre la potencia recibida total (señal + ruido + distorsión) y la potencia recibida no deseada (ruido + distorsión). Se mide a la salida del receptor de audio y proporciona una medición cuantitativa de la calidad de la señal de audio. El Informe UIT-R M.358 sugiere un valor de la SINAD de 12 dB para establecer la protección contra la degradación en los sistemas móviles terrestres pero al diseñar estos sistemas a menudo se utilizan valores de la SINAD comprendidos entre 12 y 20 dB.

Para los esquemas de modulación digital la SINAD es inadecuada y, por consiguiente, se utiliza normalmente la BER. Este parámetro es crítico porque, a diferencia de lo que sucede en los sistemas analógicos, no hay una degradación gradual. Hay un punto crítico a partir del cual los errores no pueden corregirse y ello desemboca en una pérdida total de inteligibilidad. A su vez, una disminución en la BER global puede traducirse en un aumento de la inteligibilidad. Normalmente, los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos se diseñan para lograr una BER de 2-5%.

¹ La SINAD también se utiliza para medir el comportamiento de los equipos móviles terrestres. Normalmente se miden parámetros del receptor tales como sensibilidad y rechazo de canal adyacente con respecto a una SINAD de 12 dB.

2.3 Características de los equipos móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos

Las características técnicas de las estaciones de base y de las estaciones móviles de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos que deben utilizarse en los estudios de compartición figuran en los Cuadros 1 y 2 del Apéndice 1.

3 Características de explotación de los sistemas móviles terrestres

Al realizar los estudios de compartición deben tenerse en cuenta las siguientes características de explotación de los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos.

3.1 Sistemas convencionales

Los sistemas convencionales permiten al usuario el empleo de un solo canal. Si ese canal asignado ya está siendo utilizado el usuario debe esperar hasta que el canal quede disponible. La gestión de los canales utilizados en un sistema convencional la realizan los propios usuarios.

3.2 Sistemas de recursos compartidos

Los sistemas de recursos compartidos utilizan técnicas de control de acceso para compartir la capacidad de canal entre múltiples usuarios. En un sistema de este tipo se utiliza control de canal y la decisión sobre el canal que debe utilizarse es invisible al usuario. El diseño de un sistema de recursos compartidos permite soportar más usuarios sobre un número menor de canales que un sistema convencional.

Los sistemas móviles de alta capacidad utilizan la compartición de canales para aumentar las estadísticas generales de capacidad de tráfico. La interferencia no sólo puede afectar a una comunicación en curso sino que también puede dar lugar a que los canales no utilizados en un grupo de compartición estén indisponibles para los siguientes usuarios legítimos, limitando de esa forma la capacidad del sistema mientras dura la interferencia. La aparición de interferencia en el canal de control puede desembocar en una pérdida de acceso a todos los canales en el sistema de recursos compartidos.

3.3 Instalación de difusión simultánea («simulcast»)

La difusión simultánea se refiere a una técnica que utiliza múltiples estaciones de base o repetidores que proporcionan cobertura con solapamiento, transmiten simultáneamente y utilizan la misma frecuencia en cada emplazamiento. Esa técnica se utiliza para conservar frecuencias.

3.4 Instalación de multidifusión («multicast»)

La multidifusión se refiere a una técnica que utiliza múltiples estaciones de base o repetidores que proporcionan cobertura con solapamiento, transmiten simultáneamente y utilizan diferentes frecuencias en cada emplazamiento. Las frecuencias se reutilizan mediante un modelo celular, lo que asegura que en células adyacentes nunca se está empleando la misma frecuencia. Esta técnica se aplica cuando no hay problema en la disponibilidad de frecuencias.

3.5 Funcionamiento del repetidor

Muchos sistemas móviles terrestres utilizan un repetidor situado en un emplazamiento de gran elevación para aumentar la cobertura del sistema y/o superar los obstáculos geográficos de la propagación que impiden la comunicación con visibilidad directa (LoS). En la práctica, la fuente transmite a un repetidor en el que se decodifica y analiza la señal recibida a fin de asegurar que es válida para el sistema. De ser así, la señal se codifica y se retransmite en una frecuencia distinta

para ser recibida por el destinatario, que puede ser una flota de estaciones móviles u otro repetidor. La interferencia que aparece al principio de esta cadena de sucesos puede retransmitirse a lo largo de todo el sistema de repetidores. En los estudios de compartición relativos a sistemas de repetidores debe considerarse si aparecerá interferencia en las estaciones móviles o en los repetidores.

3.6 Sistemas receptores de «votación»

La «votación» es una técnica utilizada para proporcionar recepción a lo largo de una zona muy amplia a fin de mejorar el rendimiento en recepción, especialmente en los sistemas de seguridad pública. Se instalan múltiples receptores en una zona para permitir a un receptor radioeléctrico portátil acceder a un repetidor o a una estación de base situada en cualquier parte de la zona de cobertura.

Normalmente, la señal la reciben muchos receptores y se toma la decisión de utilizar la mejor señal. La interferencia en cualquiera de estos receptores puede bloquear la señal deseada.

4 Sistema de antenas

4.1 Altura de antena

Generalmente, en los sistemas móviles terrestres convencionales y de recursos compartidos la cobertura del sistema aumenta cuando se incrementa la altura de la antena. Estos sistemas normalmente constan de unidades móviles y portátiles situadas a nivel del suelo, o cerca del mismo, que se comunican con las estaciones de base situadas en puntos más elevados. Las antenas receptoras de la estación de base están situadas a elevaciones mucho mayores que las estaciones móviles, especialmente en algunos sistemas de área amplia con emplazamientos ubicados en la cima de las montañas o en la parte superior de los edificios. Las estaciones de base situadas a una gran elevación probablemente recibirán señales interferentes más intensas y serán más susceptibles a la interferencia combinada que una unidad móvil.

4.2 Amplificador de bajo nivel de ruido (LNA) en la cima de un mástil

Los amplificadores LNA situados en la cima de un mástil se utilizan para mejorar la intensidad de la señal recibida en los receptores de la estación de base, lo que aumenta de manera efectiva la cobertura del sistema. Los amplificadores comerciales normalmente están diseñados para tener una anchura de banda amplia que generalmente engloba todas las bandas de frecuencias y no utilizan ningún filtrado o éste es muy escaso. Los estudios de compartición deben considerar que las señales no deseadas también se amplificarán de forma indiscriminada. Estas señales amplificadas no deseadas pueden también aumentar la incidencia de la interferencia de intermodulación (tercer orden) en los receptores y disminuir la sensibilidad global de recepción del sistema, fenómeno conocido como desensibilización.

Apéndice 1 al Anexo 1

CUADRO 1

Características de la estación de base para la compartición de frecuencias por debajo de 869 MHz

Bandas de frecuencias (MHz)	138 a 174		406,1 a 470			746–806	806–869	
	Analógica	Digital	Analógica	Digital	Digital	Digital	Analógica	Digital
<i>Sistema</i>								
Anchura de banda de canal (kHz)	12,5/15/25/30	6,25/7,5/12,5/15	12,5/25	6,25/12,5	1 250	6,25/12,5/25	12,5/25	12,5
Tipo de modulación	FM	C4FM	FM	C4FM	MDP-2, MDP-4, MDP-8, MAQ-16	C4FM, F4MDFG	FM	C4FM
Tipo de funcionamiento	Símplex/dúplex	Dúplex	Símplex/dúplex	Dúplex	Dúplex	Símplex/dúplex	Símplex/dúplex	Dúplex
BER (%) o SINAD (dB) típica	12 dB	5%	12 dB	5%	2%–5%	5%	12 dB	5%
<i>Transmisor</i>								
Potencia de salida (W)	5 a 125 (30) (100)	20 a 125 (60) (100)	5 a 125 (25) (100)	1 a 125 (30) (100)	1 a 125 (20)	1 a 125 (100)	5 a 125 (100)	1 a 125 (100)
p.a.r. (dBW)	7 a 26 (19) (24)	13 a 26 (18) (24)	3 a 27 (20) (26)	3 a 27 (20) (25)	3 a 27 (22)	3 a 27 (24)	3 a 27 (24)	3 a 27 (24)
Anchura de banda necesaria (kHz)	11/11/16/16	5,5/5,5/8,1/8,1	11/16	5,5/8,1	1 250	6/8,1/12,5	11/16	8,1
Radio de cobertura (km)	1 a 75 (50)	1 a 75 (50)	1 a 60 (50)	1 a 60 (50)	1 a 60 (50)	1 a 60 (50)	1 a 60 (50)	1 a 60 (50)
Ganancia de antena (dBd)	0 a 9 (6)	0 a 9 (6)	0 a 11 (9)	0 a 11 (9)	0 a 15 (12)	0 a 13 (9)	0 a 13 (9)	0 a 13 (9)

CUADRO 1 (Fin)

Bandas de frecuencias (MHz)	138 a 174		406,1 a 470			746-806	806-869	
Tipo de emisión	Analógica	Digital	Analógica	Digital	Digital	Digital	Analógica	Digital
Altura de la antena (m) (sobre el nivel del suelo)	10 a 150 (60)	10 a 150 (65)	10 a 150 (60)	10 a 150 (60)	10 a 150 (30)	10 a 150 (60)	10 a 150 (60)	10 a 150 (60)
Diagrama de radiación	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional /por sectores	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional
Polarización de la antena	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Pérdidas totales (dB)	0 a 7 (2)	3 a 9 (6) (2)	0 a 9 (3)	0 a 9 (4)	0 a 9 (3)	0 a 9 (5)	0 a 9 (5)	0 a 9 (5)
<i>Receptor</i>								
Factor de ruido (dB)	6 a 12 (7)	5 a 12 (5)	6 a 12 (7)	6 a 12 (7)	6 a 12 (7)			
Anchura de banda del filtro de FI (kHz)	8/11/12,5/16	5,5/5,5/5,5/5,5	8/12,5	5,5/5,5	1250	5,5/5,5/12,5	8/12,5	5,5
Sensibilidad (dBm)	-116 a -121 (-119)	-116 a -121 (-119)	-115 a -120 (-119)	-115 a -120 (-119)	-115 a -120 (-117)	-115 a -120 (-119)	-115 a -120 (-119)	-115 a -120 (-119)
Ganancia de antena (dBd)	0 a 9 (6)	0 a 9 (8)	0 a 11 (9)	0 a 11 (9)	0 a 15 (12)	0 a 13 (9)	0 a 13 (9)	0 a 13 (9)
Altura de la antena (m) (con respecto al suelo)	10 a 150 (60)	10 a 150 (65)	10 a 150 (60)	10 a 150 (60)	10 a 150 (30)	10 a 150 (60)	10 a 150 (60)	10 a 150 (60)
Diagrama de radiación	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional/por sectores	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional
Polarización de la antena	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Pérdidas totales (dB)	0 a 6 (3)	0 a 6 (3)	0 a 9 (3)	0 a 9 (4)	0 a 9 (3)	0 a 9 (5)	0 a 9 (5)	0 a 9 (5)

NOTA 1 – Los sistemas simplex utilizan la misma frecuencia de transmisión en la estación de base y en la estación móvil.

NOTA 2 – Los sistemas dúplex por división en frecuencia tienen distintas frecuencias para las estaciones de base y las estaciones móviles, lo que permite el establecimiento de comunicaciones simultáneas.

NOTA 3 – Los valores típicos aparecen entre paréntesis. En algunos casos, se indica más de un valor típico.

NOTA 4 – La p.a.r. es igual a la potencia de salida (dBW) más la ganancia de antena (dBd) menos las pérdidas totales (dB).

CUADRO 2

Característica de la estación móvil para compartición de frecuencias por debajo de 869 MHz

Bandas de frecuencias (MHz)	138 a 174		406,1 a 470			746–806	806–869	
	Analogico	Digital	Analogico	Digital	Digital	Digital	Analogico	Digital
<i>Sistema</i>								
Anchura de banda de canal (kHz)	12,5/15/25/30	6,25/7,5/12,5/15	12,5/25	6,25/12,5	1 250	6,25/12,5/25	12,5/25	12,5
Tipo de modulación	FM	C4FM	FM	C4FM	MDP-2, MDP-4, MDP-8, MAQ-16	C4FM, F4MDFG	FM	C4FM
Tipo de funcionamiento	Simplex/dúplex	Dúplex	Simplex/dúplex	Dúplex	Dúplex	Simplex/dúplex	Simplex/dúplex	Dúplex
BER (%) o SINAD (dB) típica	12 dB	5%	12 dB	5%	2%–5%	5%	12 dB	5%
<i>Transmisor</i>								
Potencia de salida (W)	1 a 100 (H: 5 V: 30, 50)	1 a 100 (H: 5 V: 30, 50)	1 a 50 (H: 4 V: 40, 50)	1 a 50 (H: 4 V: 40, 50)	0,1 a 40 (0,2)	1 a 40 (H: 3, 5 V: 30)	1 a 40 (H: 3, 5 V: 30)	1 a 40 (H: 3, 5 V: 30)
p.a.r. (dBW)	–3 a 18 (H: –3 V: 14, 16)	–3 a 18 (H: –3 V: 14, 16)	0 a 20 (H: 0 V: 15, 16)	0 a 20 (H: 0 V: 15, 16)	–7 a 20 (–7)	0 a 20 (H: 3, 5 V: 14)	0 a 20 (H: 3, 5 V: 14)	0 a 20 (H: 3, 5 V: 14)
Anchura de banda necesaria (kHz)	11/11/16/16	5,5/5,5/8,1/8,1	11/16	5,5/8,1	1 250	6/8,1/12,5	11/16	8,1
Ganancia de antena (dBd)	–10 a 4 (H: –10 V: 0)	–10 a 4 (H: –10 V: 0)	–6 a 4 (H: –6 V: 0)	–6 a 4 (H: –6 V: 0)	0 a 4 (0)	–2 a 4 (H: –2 V: 0)	–2 a 4 (H: –2 V: 0)	–2 a 4 (H: –2 V: 0)
Altura de la antena (m) (con respecto al suelo)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1,5)	(2)	(2)	(2)
Diagrama de radiación	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional
Polarización de la antena	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Pérdidas totales (dB)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (0)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)

CUADRO 2 (Fin)

Bandas de frecuencias (MHz)	138 a 174		406,1 a 470			746-806	806-869	
Tipo de emisión	Analógico	Digital	Analógico	Digital	Digital	Digital	Analógico	Digital
<i>Receptor</i>								
Factor de ruido (dB)	6 a 12 (7)	6 a 12 (7)	6 a 12 (7)	6 a 12 (7)	6 a 12 (8)	6 a 12 (7)	6 a 12 (7)	6 a 12 (7)
Anchura de banda del filtro de FI (kHz)	8/11/12,5/16	5,5/5,5/5,5/5,5	8/12,5	5,5/5,5	1250	5,5/5,5/12,5	8/12,5	5,5
Sensibilidad (dBm)	-116 a -121 (-119)	-116 a -121 (-119)	-115 a -120 (-118)	-115 a -120 (-118)	-115 a -120 (-120)	-115 a -120 (-118)	-115 a -120 (-118)	-115 a -120 (-118)
Ganancia de antena (dBd)	-10 a 4 (H: -10 V: 0)	-10 a 4 (H: -10 V: 0)	-6 a 4 (H: -6 V: 0)	-6 a 4 (H: -6 V: 0)	0 a 4 (0)	-2 a 4 (H: -2 V: 0)	-2 a 4 (H: -2 V: 0)	-2 a 4 (H: -2 V: 0)
Altura de la antena (m) (con respecto al suelo)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1,5)	(2)	(2)	(2)
Diagrama de radiación	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional	Omnidireccional
Polarización de la antena	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Pérdidas totales (dB)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (0)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)	0 a 1 (H: 0 V: 1)

NOTA 1 – Los sistemas simplex utilizan la misma frecuencia de transmisión en la estación de base y en la estación móvil.

NOTA 2 – Los sistemas dúplex por división en frecuencia tienen distintas frecuencias para las estaciones de base y las estaciones móviles, lo que permite el establecimiento de comunicaciones simultáneas.

NOTA 3 – Los valores típicos aparecen entre paréntesis, «H:» representa el valor para estaciones móviles portátiles y «V:» representa el valor para estaciones móviles en vehículos. En algunos casos se indica más de un valor típico.

NOTA 4 – La p.a.r. es igual a la potencia de salida (dBW) más la ganancia de antena (dBd) menos las pérdidas totales (dB).