

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R M.1795**  
(03/2007)

**Características técnicas y de funcionamiento  
de los sistemas móviles terrestres en  
las bandas de ondas hectométricas  
y decamétricas**

**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>	Radio astronomía
<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, 2010

© UIT 2010

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.1795

**Características técnicas y de funcionamiento de los sistemas móviles terrestres en las bandas de ondas hectométricas y decamétricas**

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

(2007)

**Cometido**

En la presente Recomendación se indican las características del servicio móvil terrestre para que se utilicen en los estudios de compartición.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que los enlaces móviles terrestres que utilizan frecuencias superiores a 30 MHz tienen un alcance limitado, dependiendo de las características variables de la topografía, la vegetación, las estructuras artificiales, las propiedades del suelo, la troposfera y la ionosfera;
- b) que las estaciones móviles pueden funcionar en zonas escasamente pobladas, distantes y de difícil acceso que se encuentran a distancias mayores de las que es posible alcanzar utilizando las bandas de ondas métricas y decimétricas;
- c) que las frecuencias entre 2 y 30 MHz permiten alcanzar distancias mayores que con frecuencias por encima de 30 MHz mediante la propagación por onda de superficie o por onda ionosférica;
- d) que las antenas de las estaciones móviles tienen limitaciones de orden práctico que dependen de si se utilizan en movimiento o en reposo;
- e) que las estaciones de base en el servicio móvil terrestre también pueden utilizarse en redes mixtas móviles/fijas terrestres, si la atribución lo permite,

*observando*

- a) que en la Recomendación UIT-R P.368 se facilitan curvas de propagación por onda de superficie en función de las características del suelo;
- b) que puede emplearse la Recomendación UIT-R P.533 para predecir la propagación por onda ionosférica en ondas decamétricas entre 2 y 30 MHz,

*recomienda*

- 1 que en los estudios de compartición de frecuencias entre servicios y dentro de un mismo servicio en las bandas de ondas hectométricas y decamétricas se utilicen las características técnicas y de funcionamiento de los sistemas móviles terrestres que figuran en el Anexo 1.

## Anexo 1

### Características específicas de la gama de ondas hectométricas y decamétricas

#### 1 Introducción

El servicio móvil terrestre funciona mayoritariamente a frecuencias superiores a 30 MHz. Debido a las limitaciones de la propagación, las frecuencias en ondas métricas y decimétricas son fiables únicamente para trayectos con visión directa y distancias algo mayores, dependiendo de la topografía, la vegetación, las estructuras artificiales, las propiedades del suelo, la troposfera y la ionosfera.

Las frecuencias en la gama 2-30 MHz se utilizan para trayectos mayores de los que es posible alcanzar con frecuencias por encima de 30 MHz. Es posible utilizar la propagación por onda de superficie y de la onda ionosférica de acuerdo con las distancias de los trayectos, las propiedades eléctricas de la superficie, las propiedades de la antena y otros factores.

#### 2 Factores de la onda de superficie y de la onda ionosférica

La distancia a la que pueden establecerse comunicaciones fiables por la superficie, o *onda de superficie*, depende de la frecuencia y de las propiedades físicas (es decir, la conductividad del suelo y la constante dieléctrica) de la Tierra a lo largo del trayecto de transmisión. Sólo puede crearse una onda de superficie con una eficiencia útil cuando la longitud de onda es mayor a varias decenas de metros, por lo que constituye un método útil en ondas hectométricas con las que es posible establecer comunicaciones fiables a distancias de decenas a cientos de km. Sin embargo, la fiabilidad puede verse comprometida por la interferencia entre las señales de la onda de superficie y la ionosférica. En el caso concreto de ondas hectométricas, esta situación puede producirse especialmente cuando las señales de la onda de superficie y la ionosférica son casi iguales, lo que genera una zona de interferencia posiblemente muy extensa. Fuera de la zona de interferencia, la señal de la onda ionosférica es predominante y la señal de la onda de superficie deja de ser importante. A menudo puede existir una zona en la que la señal de la onda de superficie es demasiado débil y la distancia está demasiado cerca del transmisor para poder utilizar la señal de onda ionosférica. En tal caso existe una zona muerta en la que no puede utilizarse ni la señal de onda de superficie ni la ionosférica, lo cual es bastante común en ondas hectométricas y en las bandas inferiores de ondas decamétricas. Aunque la propagación por onda de superficie no es especialmente dependiente del tiempo, el grado de utilidad y la calidad del servicio varían con las condiciones globales, tales como el ruido de fondo y la interferencia causada por otras estaciones y fuentes.

La onda ionosférica puede utilizarse para distancias de hasta unos 3 000 kilómetros en la propagación con un solo tramo o hasta 10 000 km en el caso de la propagación con múltiples tramos. La propagación con un solo tramo que utiliza ángulos de elevación grandes, cerca de los 90°, se conoce con el nombre de onda ionosférica de incidencia casi vertical (NVIS). El alcance de los trayectos NVIS varía desde una distancia algo mayor a la línea de visión directa hasta unos 250 km y, por regla general, utiliza frecuencias inferiores a la frecuencia crítica  $f_o$  (la frecuencia más alta que se refleja en el plano vertical hacia el suelo en una determinada capa de la ionosfera, dependiendo de las condiciones predominantes). Para lograr que NVIS funcione correctamente y evitar los problemas causados por las variaciones ionosféricas breves y los efectos de la absorción que causan desviaciones a frecuencias próximas a la crítica, es necesario utilizar frecuencias superiores al 80% de la frecuencia crítica. No obstante, pueden emplearse frecuencias

inferiores dependiendo del balance del enlace del sistema y, en particular, del funcionamiento a ángulos grandes de las antenas empleadas.

En la práctica, la dependencia de las condiciones en la ionosfera con respecto a factores tales como la ubicación, la hora del día, la estación del año y la longitud del trayecto, implica que el funcionamiento de NVIS está limitado a frecuencias inferiores a 8 MHz en el mejor de los casos y pueden llegar a ser inferiores a 3 MHz durante las noches de invierno en regiones de gran latitud.

Para distancias mayores se recurre a frecuencias mayores utilizando la reflexión con incidencia oblicua en la ionosfera. La máxima frecuencia utilizable (MUF) para el caso de incidencia oblicua está relacionada aproximadamente con la frecuencia crítica por la expresión  $MUF = f_o / \cos A$ , siendo  $A$  el ángulo de incidencia del rayo en la capa de reflexión predominante de la ionosfera.

La selección de las frecuencias de funcionamiento depende de varios factores, tales como los equipos, la longitud del trayecto, la hora del día, la estación, la actividad solar y la disponibilidad de frecuencias operativas. Si se utiliza la propagación por onda ionosférica, el procedimiento típico es seleccionar una frecuencia de funcionamiento lo más próxima posible a la frecuencia óptima de trabajo (FOT), que normalmente se toma como el 85% del valor medio mensual de la MUF para una determinada hora y trayecto.

En lo que respecta a la frecuencia crítica,  $f_o$ , la frecuencia óptima para la transmisión a larga distancia con incidencia oblicua puede variar entre un 10% mayor que  $f_o$  para el mínimo alcance sostenido de unos 200 km y hasta tres veces  $f_o$  para trayectos más largos sostenidos de un solo tramo.

### 3 Consideraciones de orden práctico

La movilidad limita en la práctica la potencia de salida del transmisor y los tipos de antena, por lo que limita la p.i.r.e. La potencia del transmisor de las estaciones móviles varía entre 1 W y 1 kW. Por motivos prácticos a menudo es necesario utilizar en las estaciones móviles antenas verticales cortas cargadas por inducción. Estas antenas cortas presentan varios inconvenientes, en particular la ineficacia, la estrecha anchura de banda y la radiación mínima a los ángulos de elevación grandes necesarios para NVIS. Por regla general, las estaciones de base no tienen estas limitaciones y pueden seleccionarse antenas más acordes con los trayectos.

La longitud del trayecto radioeléctrico en los servicios móviles terrestres puede alcanzar los 7 000-10 000 km. En este caso, el tamaño de las zonas de servicio y la distancia entre las mismas queda determinada por el estado de la ionosfera, la anchura del diagrama de radiación de la antena y la frecuencia de trabajo.

### 4 Características técnicas

Al realizar los estudios de compartición, deben utilizarse las siguientes características técnicas de los sistemas móviles terrestres en ondas hectométricas y decamétricas.

#### 4.1 Criterios de interferencia

Existen muchos métodos para garantizar la compartición de frecuencias sin interferencia entre los sistemas móviles terrestres de ondas hectométricas y decamétricas. Las relaciones señal-ruído características del servicio móvil terrestre son las siguientes:

- 23 dB (voz analógica)
- 9 dB (voz digital)
- 26 dB (datos a alta velocidad).

## 4.2 Características de los equipos móviles terrestres en ondas hectométricas y decamétricas

En el Cuadro 1 se indican las características representativas de las estaciones de base y las unidades móviles.

CUADRO 1\*

### Características técnicas representativas de los sistemas móviles terrestres en las bandas entre 2 y 30 MHz

	<b>Grupo A</b>	<b>Grupo B</b>	<b>Grupo C</b>	<b>Grupo D</b>	<b>Grupo E</b>
<b>Tipo</b>	Estación de base	Estación de base	Estación de base	Estación de base	Estación de base
Frecuencia (MHz)	1,5-30	1,5-30	1,5-30	1,5-30	2-30
Anchura de banda (kHz)	2,8	2,8	2,8	2,8	2-3
Potencia de transmisión (dBW)	30-40	1-10	20-25	1-10	1-20
Ganancia de la antena (dBi)	0	0	0	0	-2,5-2,5
Altura de antena (m)	10-60	10-60	10-60	10-60	10-60
Tipo de antena	Colineal, de látigo, dipolo			Vee	Dipolo en abanico
Polarización	Horizontal y vertical				
Modulación	Análogica o digital, portadora suprimida de una sola banda lateral				
Longitud mínima típica del trayecto (km)	300-350				
	<b>Grupo F</b>	<b>Grupo G</b>	<b>Grupo H</b>	<b>Grupo I</b>	<b>Grupo J</b>
<b>Tipo</b>	Unidad móvil	Unidad móvil	Unidad móvil	Unidad móvil	Unidad móvil
Frecuencia (MHz)	1,6-30	1,5-30	1-30	1,6-30	2-30
Anchura de banda (kHz)	2-2,3	2,8-3	2,7-3,6	2-3	2-3
Potencia de transmisión (dBW)	1-13	10-30	7	10-27	1-10
Ganancia de la antena (dBi)	-10-0	0-2	2	0-2	-10-2
Altura de antena (m)	3-10	3-10	15	3-10	10-20
Tipo de antena	De látigo			Vee	De látigo
Polarización	Vertical	Vertical y horizontal	Vertical	Vertical y horizontal	Horizontal
Modulación	Análogica o digital, portadora suprimida de una sola banda lateral				
Longitud mínima típica del trayecto (km)	300-350				

\* Estas características no deben utilizarse en las notificaciones.