

RECOMENDACIÓN UIT-R M.478-5*

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS Y PRINCIPIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE CANALES A LAS ESTACIONES DEL SERVICIO MÓVIL TERRESTRE CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA ENTRE 25 Y 3 000 MHz

(Cuestión UIT-R 7/8)

(1970-1974-1978-1982-1990-1995)

Resumen

El rápido desarrollo de las diferentes aplicaciones de los servicios móviles terrestres en las bandas de frecuencias comprendidas entre 25 y 3 000 MHz hace necesario recomendar las características técnicas del equipo con modulación de frecuencia y los principios para la atribución de canales de frecuencias. Las transmisiones de señales vocales analógicas y digitalizadas pueden compartir las mismas bandas y canales de frecuencias con una interferencia mínima entre los sistemas. En la presente Recomendación se señalan las características técnicas preferidas para los equipos móviles terrestres que funcionan en ondas métricas y decimétricas y utilizan la clase de emisión F3E, incluyendo el examen de la anchura de banda necesaria y de las características de los transmisores, los receptores y las estaciones.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que determinadas características técnicas de los equipos y estaciones del servicio móvil terrestre tienen gran influencia en las interferencias entre estaciones de países distintos;
- b) que conviene llegar a un acuerdo sobre ciertas características técnicas de los equipos móviles terrestres, a fin de reducir al mínimo la interferencia mutua y de facilitar el empleo de los mismos tipos de aparatos en distintos países de una misma región geográfica;
- c) que conviene llegar a un acuerdo sobre los principios a seguir en la elección de la altura de la antena de la estación y de la potencia radiada aparente, teniendo en cuenta las características geográficas, la distancia requerida para las comunicaciones y los parámetros del sistema;
- d) que conviene llegar a un acuerdo sobre los procedimientos de asignación de canales para el servicio móvil terrestre, a fin de reducir al mínimo la interferencia mutua y economizar espectro de frecuencias;
- e) que, en algunas regiones, se requieren distintos valores para las características técnicas de los equipos, con el fin de reducir al mínimo la interferencia mutua;
- f) que los valores convenidos deben basarse en circunstancias representativas de las regiones de gran tráfico radioeléctrico y constituir un compromiso entre el empleo óptimo del espectro y el costo;
- g) que, bajo determinadas circunstancias (por ejemplo, cuando lo permiten la asignación de canales y/o el tipo de explotación del sistema) no son necesarias todas las características técnicas recomendadas para reducir al mínimo la interferencia mutua;
- h) que, en el servicio móvil terrestre, la utilización final del espectro está determinada por las técnicas de asignación, supresión y eliminación de las radiaciones no deseadas, y por otros medios complementarios de las características reales del equipo;
- j) que se ha registrado un rápido desarrollo en los métodos de transmisión digitalizada de voz y datos con varias técnicas de codificación;
- k) que las transmisiones analógicas y vocales digitalizadas pueden compartir la misma banda de frecuencias y los mismos canales con una interferencia mínima entre estos sistemas;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones.

l) que en el Ruego UIT-R 42 se invita a la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) a que informe al UIT-R (ex CCIR) acerca de los los métodos de medida aplicables al equipo radioeléctrico utilizado en el servicio móvil terrestre;

m) que la Recomendación UIT-R SM.1045 indica las necesidades de estabilidad de frecuencias para una utilización futura,

recomienda

1 que las características técnicas preferidas para los equipos móviles terrestres que funcionan en ondas métricas y decimétricas y utilizan la clase de emisión F3E sean las indicadas en el Anexo 1;

2 que se tenga en cuenta, en su caso, el Anexo 2 a la hora de atribuir canales al servicio móvil terrestre entre 25 y 1 000 MHz;

3 que se consulte también la Publicación 489 de la CEI sobre los métodos de medida (véase la Nota 5 del § 3 del Anexo 1);

4 que en el Anexo 3 figure información sobre algunos ejemplos de valores, en caso de que deba utilizarse la banda 1 500 MHz.

ANEXO 1

Características técnicas preferidas para el equipo móvil terrestre en ondas métricas y decimétricas y que utiliza la clase de emisión F3E

1 Anchura de banda necesaria

Las características del transmisor especificadas en el § 2 se basan en la siguiente hipótesis sobre la anchura de banda necesaria (véase la Nota 4).

1.1 Para la clase F3E

Separaciones de canal de 30 y 25 kHz: 16 kHz

Separación de canal de 20 kHz:

Excursión de frecuencia máxima admisible (kHz)	Anchura de banda necesaria (kHz)
± 4	14
± 5	16

Para canales separados 12,5 y 15 kHz: 8,5 kHz u 11 kHz (véase la Nota 5).

NOTA 1 – En lo que sigue, las indicaciones relativas a la clase A remiten a valores y métodos de medición alternativos, que se especifican en la norma de telecomunicaciones TIA/EIA-603 de Estados Unidos de América.

NOTA 2 – En lo que sigue, las indicaciones relativas a la clase E remiten a valores y métodos de medición alternativos que se especifican en la norma de telecomunicación europea ETS 300 086.

NOTA 3 – La clase o clases distintas de las clases A o E, serán conformes con los valores preferidos.

NOTA 4 – Anchura de banda necesaria: para una determinada clase de emisión, la anchura de la banda de frecuencias estrictamente suficiente para garantizar la transmisión de la información a la velocidad y con la calidad requeridas según las condiciones estipuladas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

NOTA 5 – Es posible que se utilice otro valor por algunas Administraciones. Para la clase A se especifican 11 kHz en el caso de 12,5 kHz.

2 Características de los transmisores

2.1 Tolerancia de frecuencia

Dentro de las gamas de temperatura especificadas por cada administración en función del medio ambiente, y para gamas concretas de tensiones de la fuente de alimentación, el error de frecuencia de cualquier transmisión de portadora no debe exceder los valores indicados en los Cuadros 1 ó 2 (clase E, únicamente).

En el Cuadro 1 se define la tolerancia de frecuencia en unidades de ppm.

CUADRO 1
Tolerancias preferidas para cada banda de frecuencias

Separación entre canales (kHz)	35 MHz		80 MHz		160 MHz		300 MHz		450 MHz		800 MHz		900 MHz	
	kHz ⁽¹⁾	ppm	kHz ⁽¹⁾	ppm	kHz ⁽¹⁾	ppm	kHz ⁽¹⁾	ppm	kHz ⁽¹⁾	ppm	kHz ⁽¹⁾	ppm	kHz ⁽¹⁾	ppm
20, 25 y 30	0,43	12	0,96	12	0,8	5	1,5	5	2,25	5	–	2,5 (M)(B) 1,5 (B)	2,7	2,5
12,5	–	–	1,0	12	0,8	5	–	–	1,35	3	–	–	1,35	1,5 (M)(B) 0,1 (B)

⁽¹⁾ Valores aproximados.

B: estación de base.

M: equipo móvil o manual portátil.

ppm: partes por millón (10⁻⁶).

El Cuadro 2 se aplica al equipo de clase E del cual se especifica la tolerancia de frecuencia (kHz) para las diferentes bandas de frecuencias.

CUADRO 2
Tolerancias de frecuencia, equipo de clase E

Separación entre canales (kHz)	Límite de error de frecuencia (kHz)				
	Por debajo de 47 MHz	Entre 47 y 137 MHz	Entre 137 y 300 MHz	Entre 300 y 500 MHz	Entre 500 y 1 000 MHz
20 y 25	± 0,6	± 1,35	± 2,00	± 2,00	± 2,50 ⁽¹⁾
12,5	± 0,6	± 1,00	± 1,00, B ± 1,50, M	± 1,00, B ± 1,50, M ⁽¹⁾	No se especifica ningún valor

⁽¹⁾ Tratándose de equipo portátil manual con alimentación integrada, no se excederá el error de frecuencia indicado en la gama de temperaturas de 0° a +30 °C. En condiciones de temperatura extremas, el error de frecuencia no sobrepasará:

- ± 2,50 kHz para una separación entre canales de 12,5 kHz entre 300 y 500 MHz;
- ± 3,00 kHz para una separación entre canales de 20 y 25 kHz entre 500 y 1 000 MHz.

2.2 Excursión de frecuencia máxima admisible

La excursión de frecuencia máxima admisible correspondiente a la separación entre canales debe adoptar los valores consignados en el Cuadro 3.

CUADRO 3

Límites de desviación

Separación entre canales (kHz)	Excursión de frecuencia máxima admisible (kHz)
25 / 30	$\pm 5,0$
20	$\pm 4,0 / \pm 5,0$
12,5 / 15	$\pm 2,5$

2.3 Potencia en el canal adyacente

2.3.1 Para una separación entre canales de 25 y 30 kHz

25-500 MHz: Al menos 70 dB por debajo de la potencia de la portadora en una anchura de banda de 16 kHz.

500-1 000 MHz: Al menos 65 dB por debajo de la potencia de la portadora en una anchura de banda de 16 kHz. (Para la clase A se especifican 70 dB a 512 MHz y 60 dB de 512 MHz a 940 MHz. Para la clase E se especifican 70 dB de 500 MHz a 1 000 MHz.)

2.3.2 Para una separación entre canales de 20 kHz

70 dB al menos por debajo de la potencia de la portadora en una anchura de banda de 14 kHz, para $\Delta f = 4$ kHz, siendo Δf la excursión de frecuencia máxima admisible,

60 dB al menos por debajo de la potencia de la portadora en una anchura de banda de 14 kHz, para $\Delta f = 5$ kHz, siendo Δf la excursión de frecuencia máxima admisible.

2.3.3 Para una separación entre canales de 12,5 kHz

60 dB al menos por debajo de la potencia de la portadora en una anchura de banda de 8,5 kHz. (Para la clase A se especifican 50 dB de 512 a 940 MHz.)

En cada caso no es necesario reducir la potencia en el canal adyacente por debajo de $0,25 \mu\text{W}$. (Para la clase A se especifican $50 \mu\text{W}$ en lugar de $0,25 \mu\text{W}$.)

2.4 Radiaciones no esenciales por conducción

Las radiaciones no esenciales en frecuencias discretas, medidas con una carga no reactiva igual a la impedancia nominal de salida del transmisor, no deben exceder de $2,5 \mu\text{W}$ para potencias de portadora de hasta 25 W. Para portadoras con potencia superior a 25 W, el nivel de radiaciones no esenciales será inferior, por lo menos, en 70 dB a la potencia de la portadora. (Para la clase A se especifican $50 \mu\text{W}$ en lugar de $2,5 \mu\text{W}$. Para la clase E se especifica que las emisiones no esenciales por conducción no deben sobrepasar los valores del Cuadro 4.)

CUADRO 4

Emisiones no esenciales por conducción de clase E

Gama de frecuencias	9 kHz a 1 GHz	Entre 1 y 4 GHz o entre 1 y 12,75 GHz ⁽¹⁾
Transmisor en funcionamiento (μW)	0,25	1,00
Transmisor en espera (nW)	2,0	20,0

⁽¹⁾ La gama de frecuencias es de 1 a 4 GHz para el equipo que funciona por debajo de 470 MHz y de 1 a 12,75 GHz para el equipo que funciona por encima de 470 MHz.

2.5 Radiación de la caja del equipo

La potencia radiada por la caja del equipo no deberá ser superior a 25 μW . La del equipo manual portátil no debe exceder 2,5 μW . En algunos medios ambientales radioeléctricos puede requerirse un valor más bajo. (Para la clase E se especifica que la radiación de la caja del equipo no sobrepase los valores del Cuadro 5.)

CUADRO 5

Radiación de la caja del equipo de clase E

Gama de frecuencias	30 MHz a 1 GHz	Entre 1 y 4 GHz
Transmisor en funcionamiento (μW)	0,25	1,00
Transmisor en espera (nW)	2,0	20,0

2.6 Atenuación de la intermodulación de los transmisores de la estación de base

En caso de que en el lugar donde esté ubicada la estación de base se exploten varios transmisores, la atenuación de la intermodulación será como mínimo de 20 dB, cuando se registren no linealidades en la etapa de salida del transmisor. En ciertas condiciones podrían resultar necesarios valores incluso más elevados de la atenuación, que podrían obtenerse recurriendo a dispositivos de protección apropiados. (Para las clases A y E se especifican 40 dB con un método de medición diferente del previsto en la Publicación 489 de la CEI.)

3 Características de los receptores

Salvo las emisiones no esenciales por conducción y la radiación de la caja del equipo, no todos los parámetros son objeto de reglamentación en ciertos países (esta especificación puede imponerse con carácter obligatorio a los países que someten a reglamentación los equipos sirviéndose de normas aplicables a la clase E). Las mediciones deben efectuarse aplicando la técnica MUS (véase la Nota 5).

3.1 Sensibilidad de referencia

La sensibilidad de referencia debe ser inferior a 2,0 μV (f.e.m.) para una relación señal/ruido de referencia dada a la salida del receptor (véase la Nota 1).

3.2 Selectividad con relación al canal adyacente (véanse las Notas 1 y 2)**3.2.1 Canales separados 20, 25 y 30 kHz**

La selectividad para el canal adyacente no debe ser inferior a 70 dB. (Ciertos países exigen no menos de 65 dB tratándose de la gama de frecuencias 500-1 000 MHz. Asimismo, para la clase A se especifican 60 dB en relación con el equipo manual portátil.)

3.2.2 Canales separados 12,5 kHz

La selectividad para el canal adyacente no debe ser inferior a 60 dB (véase la Nota 3).

3.3 Intermodulación en radiofrecuencia (véase la Nota 2)

La relación de rechazo de los productos de intermodulación no debe ser inferior a 70 dB, cuando ésta se mida aplicando una combinación de frecuencias interferentes separadas de la frecuencia de recepción 2 y 4 veces la separación entre canales (véanse las Notas 3 y 4).

3.4 Rechazo cocanal

Cuando una señal deseada se aplica en presencia de una señal interferente en la misma frecuencia, la relación interferencia/señal no será inferior a -8 dB para una separación entre canales de 25 kHz y no inferior a -12 dB para una separación entre canales de 12,5 kHz.

3.5 Respuestas parásitas (véase la Nota 2)

Para toda frecuencia que diste de la frecuencia nominal del receptor más de una separación de canal, la relación de rechazo de la respuesta parásita no debe ser inferior a 70 dB. (En la clase A se especifican 60 dB para los equipos portátiles manuales.)

3.6 Radiaciones no esenciales por conducción

La potencia de cualquier radiación no esencial en una frecuencia discreta, medida en los bornes de salida de la antena con la terminación adaptada, no debe exceder de 2,0 nW. (Para la clase A se especifican 20 nW. Para la clase E se especifica que ninguna emisión no esencial por conducción sobrepase los valores consignados en el Cuadro 6.)

CUADRO 6

Emisiones no esenciales por conducción de clase E

Gama de frecuencias	9 kHz a 1 GHz	Entre 1 y 4 GHz o entre 1 y 12,75 GHz ⁽¹⁾
Límite (nW)	2,0	20,0

⁽¹⁾ La gama de frecuencias de 1 a 4 GHz para el equipo que funciona por debajo de 470 MHz y de 1 a 12,75 GHz para el equipo que funciona por encima de 470 MHz.

3.7 Radiación de la caja del equipo

La potencia radiada aparente de cualquier radiación no esencial en una frecuencia comprendida entre 25 MHz y 1 000 MHz o entre 1 000 MHz y 3 000 MHz no debe exceder 4,0 nW y 20 nW, respectivamente. (Para la clase A se especifica este límite como intensidad de campo a una distancia de 3 m, según se indica en el Cuadro 7. Para la clase E se especifica que ninguna radiación de la caja exceda los valores que figuran en el Cuadro 8.)

CUADRO 7

Radiación de la caja del equipo de clase A (separación de 3 m)

Gama de frecuencias	30-88 MHz	88-216 MHz	216-960 MHz	960 MHz a 1 GHz
Límite (µV/m)	100	150	200	500

CUADRO 8

Radiación de la caja del equipo de clase E

Gama de frecuencias	30 MHz a 1 GHz	Entre 1 y 4 GHz
Límite (nW)	2,0	20,0

NOTA 1 – Para la clase E se especifica un método de medición con señal + ruido + distorsión (SINAD) de 20 dB y una degradación de 6 dB, y utilizando un filtro sofométrico.

NOTA 2 – Para la clase E se especifica que en las mediciones se utilice la técnica SUS (véase la Nota 5).

NOTA 3 – Ciertos países requieren al menos 65 dB para la gama de frecuencias 500-1 000 MHz. Para la clase A se especifican 50 dB en relación con el equipo manual portátil y en el caso de la clase E se especifican 65 dB para el equipo móvil y manual portátil.

NOTA 4 – Para las clases A y E se especifica que las frecuencias de medición sean una combinación de 50 y 100 kHz desplazados con respecto a la frecuencia de referencia.

NOTA 5 – La sensibilidad utilizable medida (MUS) y la sensibilidad utilizable especial (SUS) se definen en el Documento 12F(S) 216 de la CEI, que se ha aprobado en calidad de Norma Provisional Internacional (DIS). Se están preparando métodos de medición para la radiación por encima de 1 GHz, con objeto de revisar la Publicación 489 de la CEI.

4 Características de las estaciones

4.1 Características de frecuencia

4.1.1 Bandas de radiofrecuencia utilizadas en la explotación

Conforme al Artículo 8 del RR, en particular se utilizan las bandas de 35, 80, 160, 300, 450, 800 y 900 MHz.

4.1.2 Separación entre las frecuencias de transmisión y de recepción, en explotación dúplex

Banda de 35 MHz: 4 MHz

Banda de 80 MHz: 3 MHz

Banda de 160 MHz: 3 MHz

Banda de 300 MHz: 4 MHz

Banda de 450 MHz: 5 MHz

Los valores citados son valores mínimos prácticos determinados por el costo y el aislamiento necesario, siendo posibles separaciones más pequeñas empleando duplexores de mejor calidad y más costosos.

Banda de 800 MHz: 45 ó 55 MHz

Banda de 900 MHz: 39 ó 45 MHz

Este valor preferido está determinado por la conveniencia de proporcionar sistemas de gran capacidad con elevado número de canales. Sin embargo en algunos sistemas puede necesitarse una mayor separación entre las frecuencias de transmisión y recepción.

En la práctica, las separaciones reales utilizadas pueden tener valores diferentes de los indicados, y estar determinadas por factores distintos de los utilizados en esta Recomendación. Las frecuencias deben asignarse preferentemente con una separación constante entre las frecuencias de transmisión y recepción en toda la banda, o en las sub-bandas de una banda.

4.2 Potencia radiada aparente y altura de la antena

Se reconoce que la responsabilidad de limitar la potencia radiada aparente y la altura de la antena sobre el nivel medio del suelo, incumbe a las administraciones, teniendo en cuenta:

- el requisito general de no radiar con más potencia de la necesaria y de no utilizar antenas más altas que lo preciso;
- la distancia y la calidad de las comunicaciones requeridas;

- la banda de frecuencias de explotación;
- las características del terreno que debe cubrir el servicio;
- condiciones especiales; por ejemplo recepción por diversidad en estaciones receptoras remotas;
- los posibles efectos entre servicios, o dentro de un servicio, debidos a la coexistencia entre el servicio móvil y otros servicios de radiocomunicaciones.

4.3 Sistema de antena

Polarización vertical.

ANEXO 2

Métodos de asignación

1 Principios recomendados

1.1 Se sugiere la aplicación de los siguientes principios generales a la asignación de frecuencias en el marco del servicio móvil terrestre:

- la elección del modo de funcionamiento más ventajoso, esto es, explotación en frecuencia única o en dos frecuencias, con arreglo al tipo de servicio considerado, habida cuenta la necesidad de establecer coordinación entre las administraciones de las zonas fronterizas;
- la adopción paulatina, a medida que se vaya presentando la posibilidad, de los mismos bloques de frecuencias para las estaciones de base por todas las administraciones y, de manera análoga, de los mismos bloques de frecuencias para las estaciones móviles, con el fin de reducir al mínimo la interferencia entre los servicios de diferentes administraciones;
- la adopción paulatina por todas las administraciones, a medida que se vaya presentando la posibilidad, de los mismos bloques de frecuencias para los mismos tipos de servicio o, al menos, para los servicios que requieran una cobertura similar;
- la adopción de planes de frecuencias compatibles, con la misma separación entre canales y las mismas frecuencias centrales de los canales y, en su caso, con frecuencias centrales desplazadas, por ejemplo, medio canal, especialmente en zonas en que pueda producirse interferencia entre los servicios de diferentes administraciones;
- el recurso a la separación de canal común, preferiblemente de 12,5 kHz (véase la Nota 1) y de equipos fácilmente adaptables para reducir la separación entre canales, sin necesidad de reemplazar la totalidad del equipo;
- una atribución de canales tal que se reduzca al mínimo la interferencia ocasionada por los productos de intermodulación;
- la adopción de zonas de servicio con dimensiones y formas óptimas a fin de economizar frecuencias;
- la utilización de una potencia radiada aparente mínima compatible con el alcance requerido del servicio;
- la utilización de una altura mínima para las antenas de la estación de base, compatible con el alcance requerido del servicio;
- la ubicación de estaciones cocanal con la separación geográfica mínima, compatible con las relaciones de protección y las intensidades de campo mínimas objeto de protección que resulten apropiadas para el servicio;
- la utilización por todas las administraciones de datos comunes de propagación;
- la asignación del mismo canal de frecuencias a una serie de usuarios en la misma zona con objeto de permitir la utilización óptima del canal.

NOTA 1 – Si bien se reconoce que algunas administraciones utilizan otras separaciones entre canales, habrá que hacer todo lo posible por utilizar la separación de canal común.

1.2 Para aplicar con la máxima eficacia posible estos principios al planificar servicios móviles terrestres, habrá que traducirlos a la práctica en su totalidad, ya que entre ellos hay una gran interdependencia.

2 Resumen de las consideraciones sobre separación entre canales y prácticas nacionales

- Se está utilizando una separación entre canales de 12,5 kHz, que constituye una reducción de la separación de 25 kHz.
- Se está utilizando también una técnica de explotación de entrelazado de 12,5 kHz, con equipo de separación de 25 kHz.
- Se están utilizando otras separaciones entre canales, por ejemplo de 10, 15, 20, 25, 30 y 40 kHz.

ANEXO 3

Algunos ejemplos de valores que pueden utilizarse en la banda de 1 500 MHz

Los parámetros que no se mencionan en lo que sigue adoptan los valores especificados en el Anexo 1 para las características de los transmisores y receptores.

1 Características de los transmisores

1.1 Tolerancia de frecuencia

Banda de frecuencias		
1 500 MHz		
Separación entre canales (kHz)	Valores aproximados (kHz)	ppm
25	2,7 (Estación móvil) 0,7 (Estación de base)	2 0,5

1.2 Potencia del canal adyacente

Separación entre canales de 25 kHz: al menos 60 dB por debajo de la potencia de la portadora en una anchura de banda de 16 kHz.

1.3 Emisiones no esenciales por conducción

Al menos 60 dB por debajo de la potencia de la portadora.

2 Características de los receptores

En todas las mediciones se utiliza la técnica MUS (véase la Nota 5 del § 3 del Anexo 1).

2.1 Selectividad del canal adyacente

Separación entre canales de 25 kHz: no inferior a 60 dB.

2.2 Intermodulación en radiofrecuencia

No inferior a 60 dB.

Las frecuencias de medición deben ser una combinación de frecuencias separadas de la frecuencia de recepción tres y cuatro veces la separación de canal.

2.3 Respuestas no esenciales

No inferiores a 60 dB.

2.4 Emisiones no esenciales por conducción en las características de los receptores

20 nW en las frecuencias comprendidas entre 1 000 y 3 000 MHz.

2.5 Radiación de la caja del equipo en las características de los receptores

La potencia radiada aparente de todas las emisiones no esenciales en cualquier frecuencia comprendida entre 25 y 1 000 MHz o entre 1 000 y 3 000 MHz no deben sobrepasar 40 nW y 20 nW, respectivamente.

3 Características de las estaciones

3.1 Separación de las frecuencias de transmisión y recepción para la explotación en modo dúplex: 48 MHz.
