

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R M.1462**  
(05/2000)

**Características y criterios de protección  
de los radares del servicio de  
radiolocalización que funcionan  
en la gama de frecuencias  
420-450 MHz**

**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.1462\*

**CARACTERÍSTICAS Y CRITERIOS DE PROTECCIÓN DE LOS RADARES  
DEL SERVICIO DE RADIOLOCALIZACIÓN QUE FUNCIONAN  
EN LA GAMA DE FRECUENCIAS 420-450 MHz**

(Cuestión UIT-R 226/8)

(2000)

**Cometido**

Esta Recomendación describe las características técnicas y operacionales de los sistemas de radiolocalización que funcionan en la gama de frecuencias 420-450 MHz. Los parámetros están destinados a utilizarse como guía para el análisis de compatibilidad entre los radares que operan en el servicio de radiodeterminación y los sistemas de otros servicios.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las características en cuanto a antena, propagación de la señal, detección del objetivo y gran anchura de banda necesaria de los radares para lograr sus funciones son óptimas en ciertas bandas de frecuencia;
- b) que las características técnicas de los radares que funcionan en el servicio de radiodeterminación vienen determinadas por la misión del sistema y varían ampliamente incluso dentro de una banda;
- c) que desde la CAMR-79 se han eliminado o degradado atribuciones considerables de espectro (equivalente a unos 1 GHz) a la radiolocalización y la radionavegación;
- d) que algunos grupos técnicos del UIT-R están considerando la posibilidad de introducir nuevos tipos de sistemas (por ejemplo, el acceso fijo inalámbrico y los sistemas fijos y móviles de gran densidad) o servicios en las bandas comprendidas entre 420 MHz y 34 GHz utilizadas por los radares de radiodeterminación;
- e) que se requieren características técnicas y operacionales representativas de los sistemas que funcionan en las bandas atribuidas al servicio de radiodeterminación a fin de determinar la viabilidad de la introducción de nuevos tipos de sistemas;
- f) que se necesitan procedimientos y metodologías para analizar la compatibilidad entre los radares que funcionan en el servicio de radiodeterminación y los sistemas de otros servicios;
- g) que las características de propagación y de detección del blanco necesarias para realizar estas funciones son óptimas en ciertas bandas de frecuencias, y que la banda 420-450 MHz es particularmente útil para la identificación, seguimiento y clasificación del objeto a muy larga distancia (por ejemplo, en el espacio) por radares terrenales;
- h) que las bandas de frecuencias 420-430 MHz y 440-450 MHz están atribuidas a los servicios fijo y móvil a título primario y al servicio de radiolocalización a título secundario;
- j) que la banda de frecuencias 430-440 MHz está atribuida al servicio de radiolocalización a título primario y al servicio de radioaficionados, a título primario en la Región 1 y en los países de la Región 2 citados en el número S5.278 del RR y a título secundario en las Regiones 2 (excepto los países citados en el número S5.278 del RR) y 3;
- k) que existen muchas atribuciones alternativas y adicionales, así como diferentes categorías de servicio en toda la gama de frecuencias de 420-450 MHz, en relación con los servicios fijo, móvil, de radiolocalización y de radioaficionados,

---

\* La Comisión de Estudio 5 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2008, de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

*recomienda*

- 1 que se consideren las características técnicas y operacionales de los sistemas de radiolocalización descritas en el Anexo 1 como representativas de los que funcionan en la gama de frecuencias 420-450 MHz;
- 2 que se emplee la Recomendación UIT-R M.1461 como guía en el análisis de compatibilidad entre los radares que funcionan en el servicio de radiodeterminación y los sistemas de otros servicios;
- 3 que se utilice el criterio de relación entre la potencia de la señal interferente y el nivel de potencia de ruido del receptor de radar,  $I/N$ , de  $-6$  dB como nivel de protección requerido para los sistemas de radiolocalización, y que esta cifra represente el nivel de protección neto si hay múltiples fuentes interferentes presentes (véase la Nota 1).

NOTA 1 – El criterio de protección expuesto en el *recomienda* 3 no se aplicará a los radares de seguimiento de objetos en el espacio descritos en el Anexo 1; se trata de radares con un elevado grado de sensibilidad que no pueden tolerar la degradación resultante del 6% en el alcance de detección (correspondiente a un 19% de pérdida de la capacidad de vigilancia). Se requieren estudios especializados de compatibilidad con estos radares.

NOTA 2 – Esta Recomendación será revisada cuando se disponga de información más detallada.

## ANEXO 1

**Características técnicas y operacionales de los sistemas de radiolocalización que funcionan en la gama de frecuencias 420-450 MHz****1 Introducción**

Los radares de alta potencia de aeronaves, barcos y tierra funcionan en la gama de frecuencias de 420-450 MHz. A continuación se describen sus características técnicas y operacionales.

**2 Características de los radares en la gama 420-450 MHz**

En los puntos siguientes figuran las características representativas de los sistemas de radiolocalización en la banda 420-450 MHz. La información presentada en este Anexo basta para los cálculos generales necesarios en la evaluación de la compatibilidad entre estos radares y otros sistemas.

**2.1 Radares de tierra**

La banda de frecuencias 420-450 MHz ofrece unas características ideales para la detección, la identificación y el seguimiento de objetos a larga distancia. El seguimiento y la catalogación de objetos espaciales se realizan en esta banda de frecuencias utilizando unos niveles muy elevados (hasta 5 MW) de potencia del transmisor y bastante elevados de ganancia de antena. Los radares funcionan constantemente, durante todo el día y todo el año. Efectúan la exploración a partir de una «barrera» de vigilancia que va de unos  $3^\circ$  hasta unos  $60^\circ$  de elevación, en sectores en acimut de  $120^\circ$ . Los receptores de los radares son muy sensibles a fin de detectar retornos de objetos fuera de la atmósfera y en el espacio. Dada su especialización y las características de diseño que requieren (por ejemplo, redes de antena muy amplias), estos radares de tierra especiales no son muy numerosos, pero merecen un reconocimiento y protección especiales debido a su grado de sensibilidad y a su función. En el Cuadro 1 figuran las características de los radares, y en el Cuadro 2 las ubicaciones de los mismos.

CUADRO 1

**Características de los radares de tierra en la gama 420-450 MHz**

Parámetro	Valor
Tipo de sintonización; gama	Versatilidad de frecuencia; 420-450 MHz
Potencia de salida de cresta en RF (MW)	1-5
Polarización	Circular
Duración del impulso (ms)	0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16
Ciclo de trabajo (media) (%)	25
Modulación de frecuencia del impulso (fluctuación lineal)	Búsqueda: pista de fluctuación de 100-350 kHz fluctuación de 1 ó 5 MHz
Frecuencia de repetición de impulsos (Hz)	Hasta 41
Tipo de antena	Red de elementos radiantes coplanares; 22+ metros de diámetro
Ganancia de antena (dBi)	38,5
Barrido de antena	3-85° de elevación; $\pm 60^\circ$ acimut por cada uno de los 2 sistemas coplanares para un total de 240° de acimut de barrido
Abertura del haz de la antena (grados)	2,2 en elevación 2,2 en acimut
Temperatura de ruido del receptor (K)	$\leq 450$
Anchura de banda del receptor (MHz)	1 ó 5 (véase la anchura de fluctuación)

CUADRO 2

**Ubicación de los radares de seguimiento de objetos espaciales que funcionan en la gama de 420-450 MHz**

Ubicación del radar	Latitud	Longitud
Massachusetts (Estados Unidos de América)	41,8° N	70,5° W
Texas (Estados Unidos de América)	31,0° N	100,6° W
California (Estados Unidos de América)	39,1° N	121,5° W
Georgia (Estados Unidos de América)	32,6° N	83,6° W
Florida (Estados Unidos de América)	30,6° N	86,2° W
Dakota del Norte (Estados Unidos de América)	48,7° N	97,9° W
Alaska (Estados Unidos de América)	64,3° N	149,2° W
Thule (Groenlandia)	76,6° N	68,3° W
Fylingdales Moor (Reino Unido)	54,5° N	4,0° W
Pirinlik (Turquía)	37,9° N	40,0° E

## 2.2 Radares a bordo de aeronaves

Tres bandas de radiolocalización inferiores (420-450 MHz, 1 215-1 400 MHz y 3 100-3 700 MHz) son y continuarán siendo esenciales para el desarrollo y el funcionamiento de los sistemas de vigilancia mediante radar a bordo de aeronave. Estos sistemas funcionan en todo el mundo, durante largos periodos (de horas a días) cuando se encuentran en sus zonas de funcionamiento. La detección, la adquisición y el seguimiento de objetos a larga distancia son funciones esenciales para la detección y el control del tráfico aéreo. Los radares de tierra están extremadamente limitados por su horizonte y el empleo de radares de larga distancia a bordo de aeronaves es un excelente medio para extender la capacidad de cada radar. Al igual que los radares de tierra destinados a la vigilancia aérea, los radares a bordo de aeronaves utilizan barridos de rotación en acimut y barridos de un sector angular especificado en elevación, ya sea explorando electrónicamente en elevación o utilizando una anchura de haz de elevación relativamente amplia. El radar funcionará durante el ascenso y el descenso del vehículo espacial, así como en las altitudes de funcionamiento; la altitud máxima de la aeronave está en unos 9 km. En el Cuadro 3 figuran las características de un sistema representativo de radar a bordo de aeronave que funcione en la banda de frecuencias de 420-450 MHz.

CUADRO 3

### Características de los radares a bordo de aeronaves que funcionan en la gama de frecuencias 420-450 MHz

Parámetro	Valor
Tipo de sintonía; gama	Frecuencia fija o con versatilidad de frecuencia; 420-450 MHz
Potencia de salida de cresta en RF (MW)	2
Polarización	Horizontal
Duración del impulso (µs)	1, 2, 4, 8
Modulación de impulsos	Impulsos no modulados
Frecuencia de repetición de impulsos (kHz)	0,1-2
Tipo de antena	Red de elementos Yagi o red de elementos radiantes coplanares
Ganancia de antena (dBi)	22
Barrido de antena	±60° de elevación (posicionamiento mecánico o barrido electrónico); 360° de acimut a 3-7 radiaciones/min
Abertura del haz de la antena	6-20° de elevación (dependiendo del tipo de barrido); 6° de acimut
Factor de ruido del receptor (dB)	5
Anchura de banda del receptor en frecuencia intermedia (FI) (MHz)	1

## 2.3 Radares a bordo de barcos

Los radares de vigilancia a bordo de barcos funcionan asimismo en la gama de frecuencias de 420-450 MHz. Normalmente funcionan en el mar, aunque puede esperarse que lo hagan en aguas costeras y en puertos navales. Como es habitual en los radares de vigilancia, el sistema realiza una exploración de 360° en acimut y funciona constantemente. En el Cuadro 4 figuran las características de un radar representativo a bordo de un barco en la banda de 420-450 MHz.

CUADRO 4

## Características de los radares a bordo de barcos que funcionan en la gama de frecuencias 420-450 MHz

Parámetro	Valor
Tipo de sintonía; gama	Frecuencia fija; 420-450 MHz
Potencia de salida de cresta en RF (MW)	2
Modulación de impulsos	Impulsos no modulados
Ganancia de antena (dBi)	30 (haz principal) 0 (lóbulo lateral mediano)
Curva de emisión en RF del transmisor	-3 dB    2 MHz -20 dB    3 MHz -70 dB    20 MHz
Selectividad en FI del receptor	-3 dB    2 MHz -103 dB    20 MHz
Nivel de ruido del receptor (dBW)	-136
Tipo de antena	Reflector parabólico

### 3 Criterios de protección

El efecto de desensibilización en los radares de radiodeterminación procedente de otros servicios con señal de onda continua o modulación de tipo ruido se relaciona predeciblemente con su intensidad. En todo sector acimutal del que llegue dicha interferencia, su densidad espectral de potencia puede simplemente añadirse a la densidad espectral de potencia del ruido térmico del receptor radar, en una aproximación razonable. Si se denomina  $N_0$  a la densidad espectral de potencia del ruido en el receptor radar en ausencia de interferencia e  $I_0$  a la interferencia de tipo ruido, la densidad espectral de potencia de ruido efectiva resultante es simplemente la suma  $I_0 + N_0$ . Un aumento de 1 dB aproximadamente constituye una degradación significativa, equivalente a una reducción del alcance de detección del 6% aproximadamente. Un aumento de este tipo corresponde a una relación  $(I + N)/N$  de 1,26 o a una relación  $I/N$  de -6 dB, aproximadamente. Esto representa el efecto acumulado de múltiples fuentes de interferencia presentes; la relación  $I/N$  admisible para una fuente interferente individual depende del número de fuentes de interferencia y de su geometría, y se ha de evaluar a lo largo del análisis de una situación determinada. Si se recibiese interferencia de onda continua de la mayoría de las direcciones acimutales, habría que mantener una relación  $I/N$  inferior.

El factor de acumulación puede ser muy sustancial en el caso de ciertos sistemas de comunicaciones en los que puede instalarse un gran número de estaciones.

El efecto de la interferencia impulsiva es más difícil de cuantificar y depende fuertemente del diseño de los receptores y el procesador, así como del modo de funcionamiento. En particular, las ganancias del procesamiento diferenciales para retornos de blanco válidos que son sincrónicos con los impulsos, y los impulsos de interferencia que generalmente son asincrónicos, suelen tener efectos importantes en la repercusión de los niveles determinados de interferencia impulsiva. Este tipo de desensibilización puede dar lugar a diversas formas distintas de degradación de la calidad. La evaluación de éstas será un objetivo de los análisis de interacciones entre tipos específicos de radares. En general, cabe esperar que las numerosas características de los radares de radiodeterminación contribuyen a suprimir la interferencia impulsiva de ciclo de trabajo pequeño, especialmente la procedente de algunas fuentes aisladas. Las técnicas para suprimir la interferencia impulsiva con ciclo de trabajo corto figuran en la Recomendación UIT-R M.1372 – Utilización eficaz del espectro radioeléctrico por las estaciones del servicio de radiodeterminación.