

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1462-1
(01/2019)

**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 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
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	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, 2019

© UIT 2019

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.1462-1

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

(2000-2019)

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.

Palabras clave

Características, criterios de protección, radar

Abreviaturas/Glosario

FI	Frecuencia intermedia
I/N	Relación interferencia a ruido
RF	Radiofrecuencia

Recomendaciones UIT-R conexas

Recomendación [UIT-R M.1372](#) – Utilización eficaz del espectro radioeléctrico por las estaciones de radar del servicio de radiodeterminación

Recomendación [UIT-R M.1461](#) – Procedimientos para determinar la posibilidad de interferencia entre radares que funcionan en el servicio de radiodeterminación y 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 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,

reconociendo

- a) que la banda de frecuencia 420-450 MHz, o partes de la misma, están atribuidas mundialmente a los servicios fijo, de radiolocalización, de aficionados, de exploración de la Tierra por satélite (activo) y móvil salvo móvil aeronáutico;

b) que existen otras atribuciones en la gama de frecuencias 420-450 MHz efectuadas mediante notas al Cuadro de atribución de bandas de frecuencias,

observando

que, si la atribución al servicio de radiolocalización es a título secundario, puede ser necesaria la aplicación de técnicas de mitigación o medidas operacionales para proteger los servicios que estén atribuidos a título primario,

recomienda

1 que las características técnicas y operacionales de los sistemas de radiolocalización descritas en el Anexo 1 deberían ser consideradas representativas de los que funcionan en la gama de frecuencias 420-450 MHz;

2 que la Recomendación UIT-R M.1461 debe utilizarse 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 debe utilizarse el criterio de potencia de la señal interferente a 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 dicha I/N represente el nivel de protección neto si hay múltiples fuentes interferentes presentes (véase la Nota 1);

4 que la siguiente Nota se considere parte integral de la presente Recomendación.

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.

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. En las secciones siguientes 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 radar A efectúa el seguimiento y la catalogación de objetos espaciales con potencias de salida del transmisor de hasta 5 MW y altas ganancias de antena. Estos 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° hasta unos 60° de elevación, en sectores en acimut de 120°. 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 los emplazamientos identificados para muchos de ellos.

El radar B es un sistema que permite realizar funciones de vigilancia y seguimiento a gran altura, en emplazamientos fijos o a bordo de vehículos.

El radar C es un sistema transportable para la búsqueda en superficie y en el aire de objetos móviles a corta distancia en torno al emplazamiento del radar.

CUADRO 1

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

Parámetro	Radar A	Radar B	Radar C
Aplicación	Seguimiento de objetos espaciales	Vigilancia a gran altitud	Búsqueda de superficie y aérea
Zona de despliegue	Emplazamientos fijos en todo el mundo	Emplazamientos fijos en todo el mundo y transportable	Emplazamientos fijos en todo el mundo y transportable
Tipo de sintonización; gama (MHz)	Versatilidad de frecuencia; 420-450	Versatilidad de frecuencia; 420-450	Versatilidad de frecuencia; 420-450
Potencia de salida de cresta en RF (MW)	1-5	0,3	0,01
Polarización	Circular	Circular	Lineal
Duración del impulso (ms)	0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16	0,01-16	0,001-1
Ciclo de trabajo (media) (%)	25	1-25	1-10
Modulación de frecuencia del impulso	Búsqueda: pista de fluctuación de 100-350 kHz fluctuación lineal de 1 ó 5 MHz	Fluctuación lineal de 2 MHz	Fluctuación lineal de 1 ó 0,3 MHz
Frecuencia de repetición de impulsos (Hz)	Hasta 41	15-400	100-3 000
Tipo de antena	Red de elementos radiantes coplanares; 22 + metros de diámetro	Red de antenas en fase	Red de antenas en fase
Altura del radar con respecto al suelo (m)	15	5-20	5-10

CUADRO 1 (*fin*)

Parámetro	Radar A	Radar B	Radar C
Ganancia de antena (dBi)	38,5	28-40	10
Barrido de antena	3-85° de elevación; ±60° acimut por cada uno de los 2 sistemas coplanares para un total de 240° de acimut de barrido	Barrido acimutal en un sector de ±60° modo rotacional o aleatorio. Elevación 3-85°	Barrido acimutal de 360° omnidireccional
Anchura del haz de la antena en acimut (grados)	2,2	Valor normal 1,8	80
Anchura del haz de la antena en elevación (grados)	2,2	Valor normal 1,8	60
Temperatura de ruido del receptor (K)	≤ 450	≤ 435	≤ 435
Factor de ruido (dB)		≤ 2,5	≤ 2,5
Ancho de banda de RF del receptor (MHz)		30	30
Ancho de banda de FI del receptor (MHz)	1 ó 5 (véase la anchura de fluctuación)	2	1 ó 0,3

CUADRO 2

Emplazamiento 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

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	Radar 1	Radar 2
Tipo de sintonía; gama	Frecuencia fija o con versatilidad de frecuencia; 420-450 MHz	Versatilidad de frecuencia; 420-450 MHz
Potencia de salida de cresta en RF (MW)	2	2,5
Polarización	Horizontal	Horizontal
Duración del impulso (μ s)	1, 2, 4, 8	30, 35, 100
Modulación de impulsos	Impulsos no modulados	MF lineal
Frecuencia de repetición de impulsos (kHz)	0,1-2	Hasta 3
Tipo de antena	Red de elementos Yagi o red de elementos radiantes coplanares	Red lineal
Ganancia de antena (dBi)	22	19
Barrido de antena	$\pm 60^\circ$ de elevación (posicionamiento mecánico o barrido electrónico); 360° en acimut a 3-7 rpm	Fijo $\pm 45^\circ$ en elevación (barrido electrónico, fijación mecánica); 360° en acimut
Anchura del haz de la antena	6-20° de elevación (dependiendo del tipo de barrido); 6° de acimut	Hasta 60° en elevación y 7° en acimut
Factor de ruido del receptor (dB)	5	3
Anchura de banda del receptor en frecuencia intermedia (FI) (MHz)	1	33

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 frecuencias 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 en la mediana)
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 I/N de -6 dB, aproximadamente. Esto representa el efecto acumulado de múltiples fuentes de interferencia presentes; la 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 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.