

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

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

**Características y criterios de protección  
de los radares que funcionan en  
el servicio de radionavegación  
aeronáutica (SRNA) en la  
banda de frecuencias  
5 150-5 250 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>	Radioastronomía
<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, 2015

© UIT 2015

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.2007

**Características y criterios de protección de los radares que funcionan en el servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) en la banda de frecuencias 5 150-5 250 MHz**

(2012)

**Cometido**

En esta Recomendación se especifican las características y los criterios de protección de los radares que funcionan en el servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) en la banda de frecuencias 5 150-5 250 MHz. Las características técnicas y de funcionamiento deben utilizarse al analizar la compatibilidad entre los radares del servicio de radionavegación aeronáutica y los sistemas de otros servicios.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que la antena, la propagación de la señal, la detección del objetivo y la gran anchura de banda necesaria de los radares requeridas para que éstos cumplan sus funciones son óptimas en ciertas bandas de frecuencias;
- b) que las características técnicas de los radares que funcionan en el servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) vienen determinadas por la misión del sistema y varían ampliamente incluso dentro de una banda de frecuencias;
- c) que se requieren características técnicas y operacionales representativas de los sistemas que funcionan en las bandas de frecuencias atribuidas al servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) a fin de determinar la viabilidad de la introducción de nuevos tipos de sistemas;
- d) que se necesitan procedimientos y metodologías para analizar la compatibilidad entre los radares que funcionan en el SRNA y los sistemas de otros servicios,

*reconociendo*

- a) que la banda de frecuencias 5 150-5 250 MHz está atribuida, a título primario, a los servicios de radionavegación aeronáutica, fijo por satélite (Tierra-espacio), y móvil excepto móvil aeronáutico con arreglo al número 5.446A del Reglamento de Radiocomunicaciones,

*recomienda*

- 1 que se consideren las características técnicas y operacionales de los radares que funcionan en el SRNA descritas en el Anexo 1 como representativas de los que funcionan en la banda de frecuencias 5 150-5 250 MHz, y que se utilicen en los estudios de compatibilidad con sistemas de otros servicios;
- 2 que se utilice la Recomendación UIT-R M.1461 para el análisis de compatibilidad de los radares que funcionan en el servicio de radiodeterminación con los sistemas de otros servicios;
- 3 que se utilicen los criterios de relación entre la potencia de la señal interferente y el nivel de potencia de ruido en el receptor del radar ( $I/N$ ) de  $-6$  dB como nivel de protección requerido para los radares de radionavegación aeronáutica, y que esta cifra represente el nivel neto de protección contra la interferencia combinada si están presentes múltiples fuentes de interferencia.

## Anexo 1

### Características técnicas y operacionales de los radares que funcionan en el servicio de radionavegación aeronáutica en la banda de frecuencias 5 150-5 250 MHz

#### 1 Introducción

El SRNA funciona en todo el mundo, a título primario, en la banda de frecuencias 5 150-5 250 MHz. En el presente Anexo se indican las características técnicas y operacionales de los radares Doppler de impulsos representativos del SRNA que funcionan en dicha banda de frecuencias.

#### 2 Características de los sistemas de detección y esquiava de radionavegación aeronáutica

Para garantizar la seguridad del vuelo de una aeronave no tripulada (ANT) es necesario recurrir a técnicas avanzadas que permitan detectar y realizar un seguimiento de las aeronaves, el terreno y otros obstáculos a la navegación situados en las inmediaciones. Al igual que las aeronaves tripuladas, las ANT deben evitar dichos objetos. Los pilotos a distancia deberán ser conscientes del entorno en el que está funcionando la aeronave, poder identificar las posibles amenazas al funcionamiento seguro de la aeronave y tomar las medidas apropiadas para evitar el peligro. La función primordial del radar de detección y esquiava de radionavegación aeronáutica es proporcionar la capacidad de detectar, rastrear e informar del tráfico aéreo al piloto a distancia para que mantenga la separación adecuada respecto de las demás aeronaves y los obstáculos. El sistema utiliza un planteamiento de «piloto informado», en el que el piloto del sistema de aeronave no tripulada (SANT) en tierra tomará la decisión definitiva respecto a las maniobras para evitar colisiones. En el Cuadro 1 se muestran los parámetros técnicos de los radares de radionavegación aeronáutica que funcionan en la banda de frecuencias 5 150-5 250 MHz.

CUADRO 1

#### Parámetros técnicos del radar de detección y esquiava a bordo de la aeronave

Parámetro	Radar 1
Plataforma	Aeronave no tripulada
Altura de la plataforma (km)	Hasta 20
Tipo de radar	Sistema anticolidión en el tráfico aéreo
Velocidad respecto del suelo (km/h)	Hasta 1 500
Gama de sintonización de frecuencias (MHz)	5 150-5 250
Tipo de emisión	Impulsos con MF lineal
Ancho de banda de impulsos modulados (MHz)	20
Anchura del impulso ( $\mu$ s)	5-11
Tiempos de subida y caída de los impulsos ( $\mu$ s)	0,1-0,2
Anchura de banda de la emisión en RF	
-3 dB	18
-20 dB (MHz)	22
-40 dB	26

CUADRO 1 (*Fin*)**Parámetros técnicos del radar de detección y esquivia a bordo de la aeronave**

Frecuencia de repetición de impulsos (pps)	31 500-33 500
Potencia de cresta del transmisor (W)	80,0
Potencia media del transmisor (W)	16
Anchura de banda a -3 dB de la FI del receptor (MHz)	30
Sensibilidad (dBm)	-133
Factor de ruido del receptor (dB)	5
Tipo de antena	Sistema de antenas controlado por fase
Emplazamiento de la antena	Parte delantera y lateral del morro del avión
Ganancia de la antena (dBi)	33-36
Primer lóbulo lateral de la antena (dBi)	18-20
Anchura del haz horizontal (grados)	8
Anchura del haz vertical (grados)	8
Polarización	Vertical
Exploración vertical de la antena (grados)	±45
Exploración horizontal de la antena (grados)	±45
Criterios de protección (dB)	-6

**3 Funcionamiento de la detección y la esquivia**

Durante mucho tiempo, las aeronaves tripuladas se han basado en la vista del piloto humano en la cabina como método principal para detectar la presencia de otras aeronaves y evitar las colisiones en el aire, incluso cuando se dispone de sistemas de transpondedores y de radares. Los SANT no se benefician de esta característica de seguridad a bordo. Se considera que las ANT han de estar plenamente integradas con las aeronaves tripuladas en toda la gama de aplicaciones. Se ha demostrado o planificado la utilización de aplicaciones de los SANT en ámbitos tales como la agricultura, los enlaces de comunicaciones, la fotografía aérea, la cartografía, la gestión de emergencias, la investigación científica, la gestión del medio ambiente y el cumplimiento de la ley. Así pues, los SANT deben disponer de esta función de detección y esquivia (Sense and Avoid – S&A) para su funcionamiento rutinario en un espacio aéreo no segregado. El mantenimiento de la sensibilidad del sistema de sensores de S&A resulta esencial a la hora de garantizar que se detectarán a tiempo las aeronaves próximas al SANT a fin de evitar las colisiones.

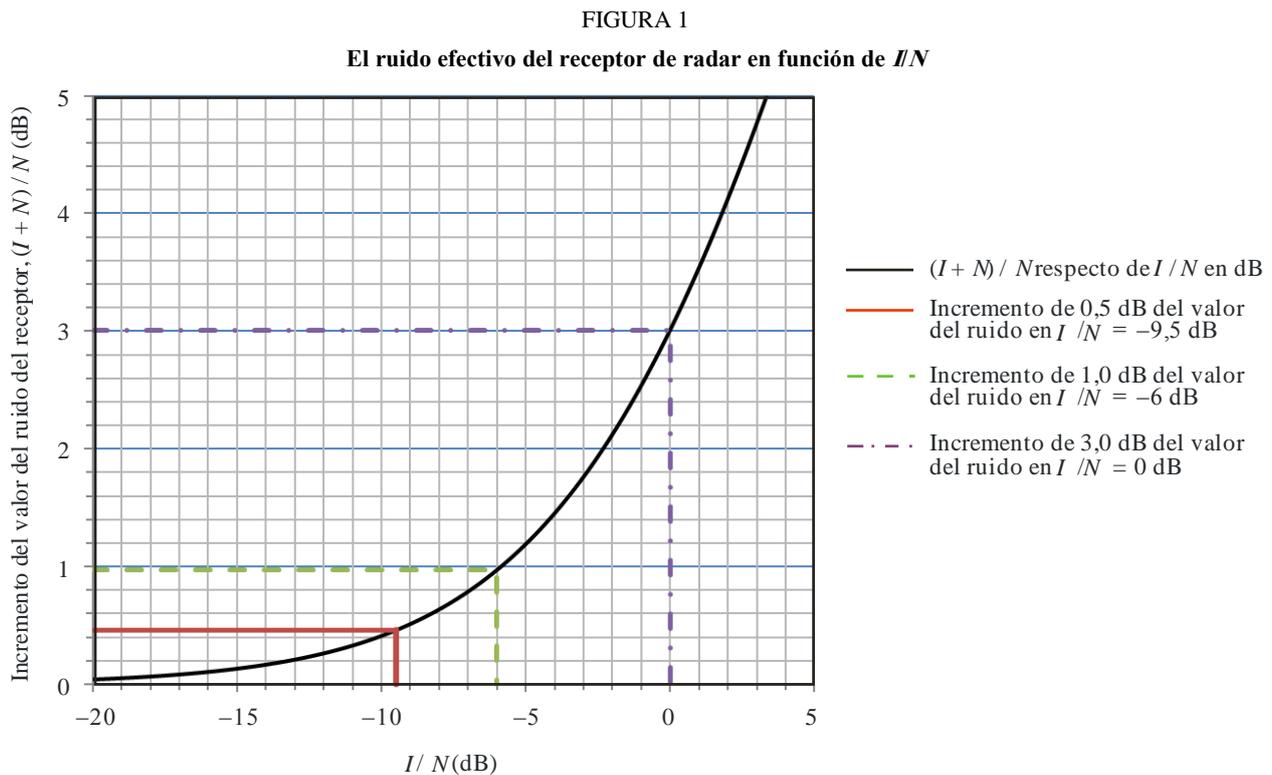
A fin de velar por el mantenimiento de una distancia de seguridad respecto de las demás aeronaves se necesita una función de búsqueda activa para mantener una distancia de separación suficiente de las mismas. Los parámetros de la función de búsqueda pueden incluir el tiempo, la distancia, la velocidad de acercamiento, el ángulo de aproximación y la maniobrabilidad. La función de autoseparación funciona con un margen de tiempo suficiente para maniobrar el SANT a fin de evitar la activación de la función anticolidión.

La maniobra anticolidión es la maniobra de último recurso para evitar la colisión. Esta función se pone en marcha cuando fallan todos los modos de garantía de la separación para mantener una distancia de seguridad. De nuevo, sus parámetros pueden incluir el tiempo, la distancia, la velocidad de acercamiento, el ángulo de aproximación y la maniobrabilidad. En este volumen de colisión, el SANT dispone de poco tiempo para maniobrar a fin de evitar las colisiones en el aire. Esta función debe ser capaz de interpretar los datos de los sensores y de generar las maniobras apropiadas

correspondientes. Los datos de los sensores pueden incluir la sección transversal y el alcance del radar. Si se reduce la relación señal/ruido, la distancia de detección también se reduce. Además, puede producirse una variación importante de la atenuación atmosférica (incluso en 5 000 MHz), por lo que se requiere también una amplia tolerancia en cuanto a la distancia operativa.

#### 4 Criterios de protección

Si se introduce una interferencia en un receptor de radar, la contribución de la potencia media de la interferencia,  $I$ , se sumará a la potencia de ruido inherente del radar,  $N$ , y esas potencias sumadas tenderán a enmascarar la detección de los objetivos deseados. La relación entre la suma de ruido más interferencia y el ruido inherente es  $(I+N)/N$ , y su comportamiento respecto de la relación de  $I/N$  se representa gráficamente en la Fig. 1.



M.2007-01

Como se refleja en la Fig. 1, el valor del ruido del receptor se incrementa en 0,5 dB cuando el valor de la potencia de interferencia media es de 9,5 dB por debajo del nivel de ruido nominal del receptor, y el valor del ruido del receptor se incrementa en 1 dB cuando el valor de la potencia de interferencia media es de 6 dB por debajo del nivel de ruido nominal del receptor. Estos incrementos del valor del ruido efectivo representarían incrementos equivalentes en el nivel mínimo de la señal detectable de los receptores de radar sometidos a la interferencia. Por consiguiente, con el fin de proteger plenamente el funcionamiento de los radares del SRNA en esta banda de frecuencias, los criterios de protección  $I/N$  deben ser iguales a  $-6$  dB<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Recomendación UIT-R M.1461-1 «Procedimientos para determinar la posibilidad de interferencia entre radares que funcionan en el servicio de radiodeterminación y sistemas de otros servicios».

Estos criterios de protección representan los efectos acumulados de varios sistemas interferentes presentes; la relación  $I/N$  tolerable para un determinado interferente depende del número de interferentes y de su geometría, y es preciso evaluarla en el marco del estudio de cada escenario concreto. 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 y el modo de funcionamiento del receptor y del procesador. En particular, las ganancias del procesamiento diferenciales para el retorno del objetivo a detectar válido, que es impulsado de manera sincronizada, y los impulsos de interferencia, que generalmente son asíncronos, suelen tener efectos importantes en la repercusión de determinados niveles de interferencia impulsiva. Este tipo de desensibilización puede dar lugar a diversas formas distintas de degradación de la calidad de funcionamiento; su evaluación será un objetivo para los estudios de las interacciones entre tipos de radar concretos. Las técnicas para suprimir la interferencia impulsiva con ciclo de trabajo corto figuran en la Recomendación UIT-R M.1372.

---