

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1905-1
(09/2019)

**Características y criterios de protección
de las estaciones terrenas receptoras del
servicio de radionavegación por satélite
(espacio-Tierra) que funcionan en
la banda 1 164-1 215 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, 2020

© UIT 2020

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.1905-1

Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz

(Cuestiones UIT-R 217-2/4 y UIT-R 288/4)

(2012-2019)

Cometido

En esta Recomendación se presentan las características y los criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz. Esta información tiene por objeto analizar los efectos de la interferencia de radiofrecuencia causada por otras fuentes radioeléctricas distintas del SRNS en los receptores del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz.

Palabras clave

SRNS, criterios de protección, efecto de la interferencia de frecuencias radioeléctricas

Abreviaturas/Glosario

AWGN	Ruido gaussiano blanco aditivo
PDC	Ciclo de trabajo impulsivo
PNT	Posición, navegación y temporización
PRF	Frecuencia de repetición de los impulsos
RHCP	Polarización circular dextrógira
SQPN	Ruido pseudoaleatorio escalonado en cuadratura
SQPSK	Modulación por desplazamiento alternado de fase en cuadratura
SSC	Coefficiente de separación espectral

Recomendaciones e Informes de la UIT conexos

Recomendación UIT-R M.1318-1	Modelo de evaluación de interferencias continuas causadas por otras fuentes radioeléctricas distintas a las del servicio de radionavegación por satélite a los sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz y 5 010-5 030 MHz
Recomendación UIT-R M.1787-3	Descripción de sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra y espacio-espacio) y características técnicas de estaciones espaciales transmisoras que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300MHz y 1 559-1 610 MHz
Recomendación UIT-R M.1901-2	Directrices sobre Recomendaciones del UIT-R relativas a sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz, 5 000-5 010 MHz y 5 010-5 030 MHz

Recomendación UIT-R M.1902-1	Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz
Recomendación UIT-R M.1903-1	Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) y de los receptores del servicio de radionavegación aeronáutica que funcionan en la banda 1 559-1 610 MHz
Recomendación UIT-R M.1904-1	Características, requisitos de calidad de funcionamiento y criterios de protección de las estaciones receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-espacio) que funcionan en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz
Recomendación UIT-R M.1906-1	Características y criterios de protección de las estaciones espaciales receptoras y características de las estaciones terrenas transmisoras del servicio de radionavegación por satélite (Tierra-espacio) que funcionan en la banda 5 000-5 010 MHz
Recomendación UIT-R M.2030-0	Modelo de evaluación de la interferencia impulsiva causada por fuentes radioeléctricas pertinentes distintas de las del servicio de radionavegación por satélite a sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz
Recomendación UIT-R M.2031-1	Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras y características de las estaciones espaciales transmisoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 5 010-5 030 MHz

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a)* que los sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) proporcionan en todo el mundo información exacta para muchas aplicaciones de determinación de la posición, navegación y temporización, incluidos los aspectos de seguridad para algunas bandas de frecuencia y bajo ciertas circunstancias y aplicaciones;
- b)* que existen varios sistemas y redes del SRNS en funcionamiento y planificados;
- c)* que las características de los sistemas y redes del SRNS y sus criterios de protección pueden ser distintos según las bandas de frecuencias y las aplicaciones;
- d)* que se están realizando o se tiene previsto realizar estudios sobre los efectos de las fuentes radioeléctricas distintas del SRNS en los sistemas y redes del SRNS;
- e)* que existe un gran número de aplicaciones del SRNS aeronáuticas y no aeronáuticas utilizadas o cuya utilización está prevista en la banda 1 164-1 215 MHz,

observando

- a) que la Recomendación UIT-R M.1787 proporciona descripciones técnicas de sistemas y redes del SRNS y de las características técnicas de las estaciones espaciales transmisoras que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz;
- b) que la Recomendación UIT-R M.1904 proporciona las características técnicas y los criterios de protección de las estaciones espaciales receptoras que funcionan en el SRNS (espacio-espacio) en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz;
- c) que la Recomendación UIT-R M.1901 proporciona orientaciones sobre ésta y otras Recomendaciones del UIT-R relativas a sistemas y redes del SRNS que funcionan en las bandas de frecuencia 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz, 5 000-5 010 MHz y 5 010-5 030 MHz,

reconociendo

- a) que la banda 1 164-1 215 MHz está atribuida a título primario al SRNS (espacio-Tierra y espacio-espacio) en las tres Regiones;
- b) que la banda 1 164-1 215 MHz está también atribuida a título primario al servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) en las tres Regiones;
- c) que el número **5.328A** del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) indica que «las estaciones del servicio de radionavegación por satélite en la banda 1 164-1 215 MHz funcionarán de conformidad con las disposiciones de la Resolución **609 (Rev.CMR-07)** y no reclamarán protección contra las estaciones del servicio de radionavegación aeronáutica en la banda 960-1 215 MHz. No se aplican las disposiciones del número **5.43A**. Se aplicarán las disposiciones del número **21.18**»,

recomienda

- 1** que para analizar los efectos de la interferencia procedente de fuentes radioeléctricas distintas al SRNS en los receptores del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz se utilicen las características y los criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras que figuran en el Anexo 2;
- 2** que, cuando se lleven a cabo análisis de interferencia, para proteger los aspectos de seguridad y las aplicaciones del SRNS se satisfaga el margen de seguridad indicado en el Anexo 1;
- 3** que la siguiente Nota se considere parte integrante de la presente Recomendación.

NOTA – El margen de seguridad aeronáutica de 6 dB indicado en el § 3.2 del Anexo 1 se estableció para una aplicación de radionavegación aeronáutica específica del SRNS en la banda 1 164-1 215 MHz, y no está destinado a aplicaciones distintas a las aeronáuticas. El nivel del margen de seguridad, caso de existir, que debe utilizarse en aplicaciones de seguridad no aeronáuticas del SRNS se establecerá basándose en los resultados de estudios posteriores.

Anexo 1

Margen para las aplicaciones de seguridad del SRNS

1 Introducción

Históricamente, la UIT y la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) han reservado una parte del balance del enlace de interferencia para establecer un margen que garantice la protección de los aspectos de seguridad del servicio de radionavegación. Los valores de este margen normalmente se encuentran entre 6 y 10 dB, o valores superiores. Además, en la UIT hay un amplio precedente de márgenes de seguridad para las aplicaciones de seguridad en la radionavegación, por ejemplo:

«Con independencia de las intenciones originales de los planificadores del espectro radioeléctrico, no hay ninguna duda de que las presiones para efectuar atribuciones adicionales en el espectro radioeléctrico a varios servicios de radiocomunicación pueden afectar a los criterios de protección aeronáutica considerados como criterios de compartición no aeronáuticos. En consecuencia, un servicio de seguridad debe adoptar precauciones considerables para asegurarse de que cualquier servicio radioeléctrico que comparta la misma banda, tenga una limitación suficiente para dejar un margen adecuado de forma que en todas las circunstancias probables la interferencia perjudicial total nunca rebase los criterios de protección requeridos.»¹

Además, la Recomendación UIT-R M.1318-1 contiene en su Anexo un modelo para evaluar la interferencia causada a los receptores del SRNS por fuentes radioeléctricas distintas del SRNS. Dicho modelo incluye la utilización de un factor denominado «margen de protección (dB)». Su descripción indica que se utiliza «para garantizar la protección, como se estipula en el número **4.10** del RR».

2 Objetivo del margen de seguridad

El margen de seguridad (que también puede recibir el nombre de factor de seguridad pública) es un parámetro crítico para las aplicaciones de seguridad de la vida a fin de tener en cuenta el riesgo de pérdidas de vidas humanas a causa de la interferencia de radiofrecuencia, riesgo que es real pero no cuantificable. Para soportar las aplicaciones de seguridad de la vida humana deben tenerse en cuenta todas las fuentes de interferencia.

3 Aplicaciones del margen de seguridad en la radionavegación aeronáutica

3.1 Consideraciones básicas sobre el margen de seguridad en la radionavegación aeronáutica

La utilización de márgenes de seguridad en los sistemas de navegación está perfectamente establecida. La OACI especifica un margen de seguridad para el sistema de aterrizaje por microondas (MLS) de 6 dB (Anexo 10 al Convenio de la OACI: Normas Internacionales y Prácticas Recomendadas en las Telecomunicaciones Aeronáuticas, Volumen 1 – Ayudas a la navegación aérea (Apéndice G, Cuadro G-2)). El sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) aplica un margen de seguridad de 8 dB (véase la Recomendación UIT-R SM.1009-1, Apéndice 3 del Anexo 2). En cada caso el margen se define con respecto a la potencia de portadora del sistema de navegación. Es decir,

¹ Este texto aparece en el Anexo 5 a la anterior Recomendación UIT-R M.1477 (Ginebra, 2000).

para probar el comportamiento de estos sistemas, la potencia de la señal deseada se reduce de su valor nominal el margen de seguridad y a continuación se prueba para determinar si el sistema proporciona la calidad de funcionamiento requerida en presencia de interferencia. En otras palabras, el fabricante debe diseñar el equipo para que pueda soportar el máximo nivel de interferencia previsto sin perjuicio de que sea capaz de recibir una señal cuyo nivel deseado esté por debajo (en un margen de seguridad) del que correspondería.

Con el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)² este método no es posible porque la potencia del satélite GNSS recibida es muy baja y relativamente restringida y, por consiguiente, los receptores GNSS funcionan a una gama dinámica de señal limitada. Para los receptores GNSS, la principal medida de la calidad de señal recibida es la relación $C/N_{0,EFF}$, que se trata de la relación entre la potencia de portadora recuperada, C , y el ruido efectivo + la densidad espectral de potencia de la interferencia, $N_{0,EFF}$. Los receptores GNSS deben poder funcionar cerca del mínimo valor de $C/N_{0,EFF}$ que es una región en la que importantes parámetros de comportamiento, tales como la tasa de errores de palabra detectados o los errores en la fase de la portadora, aumentan rápidamente para pequeñas reducciones de $C/N_{0,EFF}$ debidas, por ejemplo, a la interferencia.

3.2 Método del margen de seguridad para el GNSS en la banda 1 164-1 215 MHz

Como sucede con el MLS y el ILS, el método para el GNSS consiste en definir un nivel de interferencia de radiofrecuencia no aeronáutica (RFI)³ que el receptor sea capaz de aceptar sin que por ello deje de cumplir las especificaciones de calidad de funcionamiento. Para el GNSS, el límite de prueba de interferencia de RF del receptor (es decir, el umbral de diseño) rebasa el máximo nivel de interferencia combinada medioambiental admisible en un valor igual al margen de seguridad. Específicamente, si el límite de prueba de la interferencia combinada continua para el GNSS es $J_{agg,máx}$ (dBW) y se utiliza un margen de seguridad M (dB), la máxima interferencia de RF continua combinada medioambiental segura, $J_{safe,máx}$ (dBW) es:

$$J_{safe,máx} = J_{agg,máx} - M$$

Al igual que con el GNSS en la banda 1 559-1 610 MHz (véase la Recomendación UIT-R M.1903, Anexo 1), el margen de seguridad necesario, M (dB), es 6 dB.

² GNSS se refiere al sistema mundial de navegación por satélite, que es un conjunto de sistemas del SRNS que proporciona señales de satélite para la radionavegación aeronáutica reconocidas por la OACI.

³ La interferencia no aeronáutica se refiere a la interferencia procedente de fuentes distintas a las del equipo de medición de distancias (DME), a las del sistema de navegación táctica aérea (TACAN) y a los equipos instalados en aeronaves equipadas con receptores del GNSS.

Anexo 2

Características técnicas y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz

1 Introducción

En esta banda de frecuencias es probable que varias clases de receptores diferentes en cuanto a función y comportamiento utilicen las señales del satélite del SRNS. En el Cuadro 1 de este Anexo aparecen las características y los criterios de protección para varios tipos de receptores del SRNS incluidos dos tipos que representan a los receptores de navegación aérea. Un tipo de receptor de navegación aérea emplea una señal SBAS⁴ transmitida en la misma frecuencia central portadora que la señal del SRNS. Otros tipos indicados incluyen receptores del SRNS de alta precisión (por ejemplo, para agrimensura y tratamiento de planos), de posicionamiento en interiores y polivalentes. En la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre las señales del SRNS y del SBAS. Como el SRNS continúa evolucionando, pueden aparecer aplicaciones de este servicio que utilizan receptores más sensibles a la interferencia de RF, lo que exige la actualización de esta Recomendación para tenerlas en cuenta.

2 Tipo de receptor y descripciones de la aplicación

Este punto describe varios tipos del receptor del SRNS actuales y previstos.

2.1 Receptor de navegación aérea

La categoría de navegación aérea representa varios tipos de receptores del SRNS. Se trata de receptores a bordo de aeronave de alta integridad para el funcionamiento en todas las fases del vuelo y que tienen dispositivos específicos para reducir la interferencia impulsiva. En el Cuadro 1 figuran las características y los criterios de protección para dos tipos de receptores del SRNS. El receptor de navegación aérea N° 1 utiliza señales del SRNS y del SBAS con AMDC⁵. Los umbrales de interferencia para el receptor de navegación aérea N° 1 representan los límites aplicables más bajos para el conjunto de señales del SRNS y del SBAS utilizadas en ese receptor (véase el Cuadro 1, columna 1).

⁴ SBAS se refiere al sistema de aumento basado en satélite que es un método para proporcionar la corrección de errores en las mediciones regionales y datos de integridad del SRNS a través de una señal de satélite geoestacionario.

⁵ El término «AMDC» se refiere a la utilización de la técnica de modulación mediante acceso múltiple por división de código en la que todos los satélites del RNSS y el SBAS transmiten en la misma frecuencia portadora, pero con distintos códigos de modulación. En el Anexo 2 (GPS) de la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre la señal.

El receptor de navegación aérea N° 2 puede emplear señales del SRNS con AMDC y/o AMDF⁶ y funciona en varias frecuencias portadoras simultáneamente (Cuadro 1, columna 2).

Las características de estos receptores de navegación aérea también pueden aplicarse a receptores diseñados para aplicaciones terrestres y marítimas que no se describen en el presente Anexo.

2.2 Receptor de alta precisión

La categoría de alta precisión representa a los receptores del SRNS utilizados en aplicaciones que exigen una elevada precisión en el posicionamiento (por ejemplo, aplicaciones topográficas y de levantamiento de planos, científicas y agrícolas). Estos receptores de alta precisión emplean varias técnicas (por ejemplo, técnicas de codificación parcial) para adquirir y realizar el seguimiento de señales del SRNS en dos o tres bandas de frecuencias del SRNS para la resolución de la ambigüedad de la fase de portadora y requieren protección en todas las bandas utilizadas. Las características y los niveles de protección para los receptores de alta precisión también se aplican a los receptores del SRNS diseñados para funcionar en aplicaciones del SRNS especializadas (por ejemplo, redes terrestres monofrecuencia y navegación de precisión).

Los receptores del SRNS de alta precisión y los receptores diseñados para funcionar en aplicaciones del SRNS especializadas también pueden explotarse en entornos difíciles (por ejemplo, bajo un espeso manto de vegetación). En el Cuadro 1, columna 3 se indican tres tipos de receptores, cada uno de los cuales utiliza un tipo de señal del satélite del SRNS distinta (de acceso múltiple por división de código (AMDC) o de acceso múltiple por división de frecuencia (AMDF)) y una gama de frecuencias diferente.

2.3 Receptor de posicionamiento en interiores

La categoría de posicionamiento en interiores representa a receptores del SRNS destinados a su utilización en interiores y que normalmente tiene una baja capacidad de C/N_0 (es decir, son receptores muy sensibles). Dado que con las señales de baja potencia presentes en entornos de interiores no puede utilizarse seguimiento de portadora, en este tipo de receptor sólo se emplea seguimiento de código. En el Cuadro 1, columna 4, se indican tres tipos de receptores, cada uno de los cuales utiliza distintos tipos de señal del satélite del SRNS (AMDC para la señal E5a⁷ o AMDC y/o AMDF para señales GLONASS) y diferentes gamas de frecuencias y anchuras de banda del filtro de precorrección.

2.4 Receptor polivalente

La categoría polivalente representa diversos tipos de receptores del SRNS. Estos receptores están diseñados para navegación en vehículos, navegación peatonal, posicionamiento general, etc. En el Cuadro 1, columna 5 aparecen tres tipos de receptor, cada uno de los cuales utiliza diferentes tipos de

⁶ El término «AMDF» se refiere a la técnica de modulación mediante acceso múltiple por división de frecuencia en la que todos los satélites del SRNS utilizan el mismo código de modulación, pero cada satélite transmite en una frecuencia portadora distinta. El término «AMDC» se refiere a una técnica en la que todas las señales de satélites del SRNS se transmiten en la misma frecuencia portadora con diferentes códigos de modulación. En el Anexo 1 (GLONASS) a la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre la señal.

⁷ En el Anexo 3 (Galileo) a la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre la señal E5a.

señal del satélite del SRNS (AMDC, para la señal B2⁸ o AMDC y/o AMDF para señales GLONASS) y distintas gamas de frecuencia.

3 Interferencia impulsiva⁹

Los receptores del SRNS que funcionan en la banda de frecuencias 1 164-1 215 MHz probablemente se encontrarán con interferencia de RF impulsiva dentro de la banda procedente de estaciones en tierra y a bordo de aeronave del SRNA, además de la interferencia continua dentro de la banda causada por las estaciones espaciales del SRNS y otras fuentes continuas. Para un receptor del SRNS a bordo de aeronave, se sabe que la interferencia de RF impulsiva SRNA combinada es más intensa a mayores altitudes donde más estaciones en tierra del SRNA se encuentran dentro del horizonte radioeléctrico. La intensidad de la interferencia de RF impulsiva SRNA disminuye hasta un valor menor cerca del suelo, a medida que disminuye igualmente el horizonte radioeléctrico.

Se necesita un método de análisis de la interferencia de RF distinto para tener en cuenta la intensa interferencia de RF impulsiva en la banda 1 164-1 215 MHz que, por ejemplo, en la banda 1 559-1 610 MHz, donde dicha interferencia de RF es casi insignificante. Los estudios realizados por dos organizaciones de normas de aviación¹⁰ han identificado un método de análisis que aborda el efecto combinado de la interferencia de RF¹¹ impulsiva SRNA y continua. Se obtuvieron dos variaciones del método básico: una para un receptor de navegación aérea del SRNS (con una interferencia de RF impulsiva SRNA de elevado ciclo activo) y otra para receptores del SRNS más polivalentes (con una interferencia de RF impulsiva SRNA de bajo ciclo activo).

Los estudios de las dos organizaciones de normas de aviación han demostrado que los niveles más elevados de interferencia de RF impulsiva que afecta a los receptores de navegación aérea del SRNS que funcionan a un nivel de vuelo 200 o superior (6 096 m por encima del nivel medio del mar) se producen en varias regiones localizadas alrededor del mundo. En esas regiones, la evaluación de los parámetros de interferencia de RF impulsiva SRNA básicos arrojó valores del porcentaje de supresión de hasta el 65% para el procesamiento de la señal recibida causada por los impulsos de alto nivel de la interferencia de RF.

Adicionalmente, los impulsos SRNA de menor nivel que también están presentes contribuyen a un efecto de la interferencia de RF media equivalente a un incremento del 100% al 150% en el ruido del sistema del SRNS. La presencia de estos valores de la interferencia de RF impulsiva SRNA relativamente elevados limita el volumen de interferencia de RF continua o RF impulsiva no SRNA que puede tolerar un receptor del SRNS teniendo en cuenta las limitaciones en la señal de satélite y en la tecnología del receptor que determinan el máximo efecto de la interferencia.

Se sabe que los parámetros de la interferencia impulsiva SRNA dependen del número y el tipo de estaciones en tierra del SRNA situadas en el radio de visibilidad directa del receptor del SRNS. Sin embargo, la relación exacta entre los umbrales de interferencia del receptor y la altitud en las regiones de mayor concentración de fuentes del SRNA debe ser objeto de más estudios.

⁸ En el Anexo 7 (COMPASS) a la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre la señal B2.

⁹ Por interferencia impulsiva se entiende la interferencia que consiste en ráfagas de transmisión seguidas de períodos sin transmisiones. La compatibilidad con el SRNS es una función de la potencia y duración de la ráfaga, y el ciclo de trabajo de transmisión.

¹⁰ RTCA, con sede en Estados Unidos de América, y EUROCAE con sede en Europa.

¹¹ RTCA SC-159, «Assessment of the Radio Frequency Interference Relevant to the GNSS L5/E5A Frequency Band», RTCA Document N° RTCA/DO-292, Washington, DC, 29 de julio de 2004.

También son necesarios nuevos estudios para elaborar un método general que evalúe la repercusión de la interferencia del RF impulsiva en los receptores del SRNS.

4 Características técnicas y criterios de protección del receptor del SRNS

En el Cuadro 1 aparecen las características técnicas y los criterios de protección (máximos valores umbral de la interferencia combinada) para varios receptores del SRNS representativos y aplicaciones en la banda 1 164-1 215 MHz. En la Recomendación UIT-R M.1787 aparece más información sobre la señal del SRNS.

Las características técnicas y los criterios de protección dependen del tipo de aplicación del SRNS. En el Cuadro 1 se han incluido los siguientes receptores y aplicaciones del SRNS:

- Receptores de navegación (2 tipos) (véase el § 2.1 y el Cuadro 1, columnas 1 y 2).
- Receptores de alta precisión (3 tipos) (véase el § 2.2 y el Cuadro 1, columna 3).
- Receptores de posicionamiento en interiores (3 tipos) (véase el § 2.3 y el Cuadro 1, columna 4).
- Receptores polivalentes (3 tipos) (véase el § 2.4 y el Cuadro 1, columna 5).

CUADRO 1

**Características técnicas y criterios de protección para los receptores del SRNS (espacio-Tierra)
que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz**

	1	2	3	4	5
Parámetro	Receptor de navegación aérea N° 1	Receptor de navegación aérea N° 2 (Nota 9)	Receptores de alta precisión (Nota 12)	Receptores de posicionamiento en interiores	Receptores polivalentes
Gama de frecuencias de la señal (MHz)	1 176,45 ± 12	1 204,704 + 0,423 K ± 4,095, donde K = -7, ..., +12 (Nota 10)	1 176,45 ± 12 1 204,704 + 0,423 K ± 4,095, donde K = -7, ..., +12	1 176,45 ± 12 1 204,704 + 0,423 K ± 4,095, donde K = -7, ..., +12	1 207,14 ± 12 1 176,45 ± 12 1 204,704 + 0,423 K ± 4,095, donde K = -7, ..., +12
Máxima ganancia de la antena receptora en el hemisferio superior (dBi)	+6 (circular) (Nota 2)	7 (circular) (Nota 11)	3,0 circular	3	3
Máxima ganancia de la antena receptora en el hemisferio inferior (dBi)	-5 (lineal) (Nota 3)	-10 (circular)	-7 (lineal) (elev. ≤ +10°)	-9	-10
Anchura de banda a 3dB del filtro de RF (MHz)	24,0	17 30	24,0 ó 24,9 30	24 30	24 30
Anchura de banda a 3dB del filtro de precorrección (MHz)	20,46	17 25	20,46 25	20,46 17 25	20,46 25
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	727	400	513	330	330
Umbral para interferencia continua					
Nivel de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de la antena pasiva (dBW) (Nota 1)	-154,8 (Notas 4, 5)	-143 (Nota 13)	-157,4	-193	-150
Nivel de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de la antena pasiva (dBW) (Nota 1)	-158,7 (Notas 4, 6)	-149 (Nota 13)	-157,4	-199	-156

CUADRO 2-1 (cont.)

	1	2	3	4	5
Parámetro	Receptor de navegación aérea N° 1	Receptor de navegación aérea N° 2 (Nota 9)	Receptores de alta precisión (Nota 12)	Receptores de posicionamiento en interiores	Receptores polivalentes
Nivel de densidad de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de la antena pasiva (dB(W/MHz)) (Nota 1)	-144,8 (Notas 4, 5)	-140 (Nota 13)	-147,4	-150	-140
Nivel de densidad de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de la antena pasiva (dB(W/MHz)) (Nota 1)	-148,7 (Notas 4, 6)	-146 (Nota 13)	-147,4	-156	-146
Umbrales para la interferencia impulsiva (véase la Nota 15)					
Nivel de saturación a la entrada del receptor (dBW) (Notas 14 y 15)	-114 (Nota 7)	-80	-120	-100	-100
Nivel de supervivencia del receptor (dBW) (Nota 15)	0 (Nota 8)	-1	-20	-17	-17
Tiempo de recuperación de sobrecarga (s) (Nota 15)	1×10^{-6}	$(1 \text{ a } 30) \times 10^{-6}$	$(1 \text{ a } 30) \times 10^{-6}$	30×10^{-6}	30×10^{-6}

NOTA 1 – A menos que se especifique lo contrario, se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 700 Hz. Se considera que la interferencia continua de banda amplia tiene una anchura de banda inferior a 1 MHz. Los umbrales para el ancho de bandas de interferencia entre 700 Hz y 1 MHz pueden requerir más estudios.

NOTA 2 – La máxima ganancia de la antena RHCP receptora en el hemisferio superior aparece para un ángulo de elevación de 90° respecto al plano horizontal de la antena.

NOTA 3 – El máximo valor de ganancia en el hemisferio interior se produce para un ángulo de elevación de 0°. Para ángulos de elevación comprendidos entre 0° y -30°, la máxima ganancia disminuye con el ángulo de elevación hasta -10 dBi a -30° y permanece constante a -10 dBi para ángulos de elevación entre -30° y -90°.

NOTA 4 – Cuando se utiliza en el modelo de evaluación de la interferencia de la Recomendación UT-R M.1318-1, el valor umbral se inserta en la Línea (a) y 6 dB (el margen de seguridad descrito en el Anexo 1) se inserta en la Línea (b) de la plantilla de evaluación.

NOTA 5 – El valor umbral de interferencia de RF continua se aplica al funcionamiento de los receptores a bordo de aeronaves situadas a una altitud superior a 6 096 m (20 000 pies) sobre el nivel medio del mar. Los valores del modo de seguimiento para el funcionamiento a bordo de aeronave a una altitud inferior a 610 m (2 000 pies) sobre el nivel del suelo son -143,0 dBW (banda estrecha) y -133,0 dB(W/MHz) (banda amplia).

NOTA 6 – El valor umbral de la interferencia de RF continua se aplica al funcionamiento de los receptores a bordo de aeronaves situados a una altitud superior a 6 096 m (20 000 pies) sobre el nivel medio del mar. Los valores del modo de adquisición para el funcionamiento a bordo de aeronave a una altitud inferior a 610 m (2 000 pies) sobre el nivel del suelo son -143,1 dBW (banda estrecha) y -133,1 dB(W/MHz) (banda amplia).

NOTA 7 – El nivel de saturación a la entrada se refiere a la potencia en una anchura de banda del filtro precorrelados de 20 MHz.

NOTA 8 – El nivel de supervivencia es el nivel de potencia de cresta para una señal impulsiva con un factor de actividad máximo del 10%.

CUADRO 2-1 (*fin*)

NOTA 9 – Los valores indicados representan las características típicas de los receptores. Bajo ciertas condiciones, podrían exigirse valores más rígidos para algunos parámetros (por ejemplo, tiempo de recuperación tras una sobrecarga, valores umbral de interferencia combinada, etc.).

NOTA 10 – Este tipo de receptor funciona en varias frecuencias portadoras simultáneamente, las frecuencias portadoras se definen por f_c (MHz) = 1 204,704 + 0,423K, siendo $K = -7$ a +12 (señales del SRNS).

NOTA 11 – La mínima ganancia de antena del receptor para un ángulo de elevación de 5° es –5,5 dBic.

NOTA 12 – Esta columna del Cuadro cubre las características y umbrales de receptores que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz. Para las características y umbrales de receptores que también realizan la adquisición y el seguimiento de señales del SRNS en las bandas 1 215-1 300 MHz y/o 1 559-1 610 MHz véanse además las Recomendaciones UIT-R M.1902 y/o UIT-R M.1903. Las características y los niveles de protección indicados en esta columna también se aplican a los receptores del SRNS diseñados para funcionar en aplicaciones del SRNS especializadas (véase en el § 2.2 la definición de alta precisión). Los parámetros de la respuesta de este tipo de receptor a la interferencia impulsiva deben ser objeto de más estudio en el marco de los trabajos del UIT-R sobre un método de evaluación general de la interferencia de RF impulsiva.

NOTA 13 – Este umbral debe tener en cuenta toda la interferencia combinada. El valor umbral no incluye ningún margen de seguridad. Para el procesamiento de la señal con AMDF o AMDC (frecuencia portadora 1 202,025 MHz) se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 1 kHz. Se considera que la interferencia continua de banda amplia tiene una anchura de banda superior a 500 kHz. Los umbrales para el ancho de banda de interferencia entre 1 kHz y 500 kHz pueden requerir más estudios.

NOTA 14 – En el caso de los receptores que funcionan con la frecuencia portadora de 1 176,45 MHz, el nivel de saturación a la entrada del receptor se aplica en el ancho de banda de –3 dB del filtro de RF correspondiente. Para otras frecuencias portadoras, se está estudiando actualmente el ancho de banda de RF correspondiente para el nivel de saturación a la entrada del receptor.

NOTA 15 – Los valores de esta fila deben utilizarse para evaluar la interferencia causada por fuentes impulsivas junto con la metodología descrita en la Recomendación UIT-R M.2030.
