

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1902-2 (01/2022)

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

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.

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 IPR 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.

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, 2022

© UIT 2022

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1902-2

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

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

(2012-2019-2022)

Cometido

En esta Recomendación figuran las características y los criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz. Dicha información está destinada a analizar los efectos de la interferencia de radiofrecuencia en los receptores del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz causada por otras fuentes radioeléctricas distintas del SRNS. Cabe mencionar que se espera que esta Recomendación se aplique a fines civiles.

Palabras clave

SRNS, criterios de protección, efectos de la interferencia de radiofrecuencia

Abreviaturas/Glosario

AWGN	Ruido blanco gaussiano aditivo (<i>additive white gaussian noise</i>)
PDC	Ciclo de trabajo impulsivo (<i>pulse duty cycle</i>)
PNT	Posición, navegación y temporización
PRF	Frecuencia de repetición de impulsos (<i>pulse repetition frequency</i>)
RHCP	Polarización circular dextrógira (<i>right-hand circular polarization</i>)
SQPN	Ruido pseudoaleatorio escalonado en cuadratura (<i>staggered quadrature pseudo-random noise</i>)
SQPSK	Modulación por desplazamiento alternado de fase en cuadratura (<i>staggered quadrature phase-shift keying</i>)
SSC	Coefficiente de separación espectral (<i>spectral separation coefficient</i>)

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.1787-4	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, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz

- Recomendación UIT-R M.1901-3 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.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.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
- 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 Método de evaluación para 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 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
- Informe [UIT-R M.2220-1](#) Método de cálculo para determinar los parámetros de interferencia agregada de sistemas de radiofrecuencia de impulsos operando en las bandas 1 164-1 215 MHz y 1 215-1 300 MHz, y cerca de ellas, que pueden afectar a receptores del servicio de radionavegación por satélite en aeronaves y en tierra, operando en esas bandas de frecuencias
- Informe UIT-R M.2458-0 Radionavigation-satellite service applications in the 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, and 1 559-1 610 MHz frequency bands (Aplicaciones del servicio de radionavegación por satélite en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz)

Informe UIT-R M.2496

Use of RNSS receiver characteristics in assessment of interference from pulsed sources in the 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz and 1 559-1 610 MHz frequency bands (Uso de características de receptor del SRNS en la evaluación de la interferencia procedente de fuentes de impulso en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) proporcionan información precisa a escala mundial para muchas aplicaciones de posicionamiento, navegación y temporización, incluidos los aspectos de seguridad en algunas bandas de frecuencia y bajo ciertas circunstancias y aplicaciones;
- b) que toda estación terrena adecuadamente equipada puede recibir información de navegación procedente de sistemas y redes del SRNS en todo el mundo;
- c) que la Recomendación UIT-R M.1787 proporciona descripciones técnicas de sistemas y redes del SRNS y características técnicas de estaciones espaciales transmisoras que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz;
- d) que la Recomendación UIT-R M.1904 proporcionan las características técnicas y los criterios de protección de las estaciones espaciales receptoras del SRNS (espacio-espacio) en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz;
- e) que la Recomendación UIT-R M.1463 contiene las características de los sistemas de radiodeterminación en la banda 1 215-1 400 MHz;
- f) que la Recomendación UIT-R M.1901 proporciona directrices sobre esta 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;
- g) que el Informe UIT-R M.2220 proporciona un método de cálculo para determinar los parámetros de interferencia agregada de sistemas de radiofrecuencia de impulsos operando en las bandas 1 164-1 215 MHz y 1 215-1 300 MHz, y cerca de ellas, que pueden afectar a receptores del servicio de radionavegación por satélite en aeronaves y en tierra que operan en esas bandas de frecuencias;
- h) que el Informe UIT-R M.2458 describe aplicaciones del SRNS en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz;
- i) que el Informe UIT-R M.2496 proporciona información sobre características del extremo frontal de los receptores del SRNS, incluyendo el uso apropiado de estos parámetros en evaluaciones de la interferencia, y también proporciona un examen conexo de modelos de interferencia impulsiva para receptores del SRNS,

reconociendo

- a) que la banda 1 215-1 300 MHz está atribuida a título primario al servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) (activo), al servicio de radiolocalización, al SRNS (espacio-Tierra y espacio-espacio) y al servicio de investigación espacial (activo) en las tres Regiones;

b) que, en un cierto número de países, la banda 1 215-1 300 MHz también contiene atribuciones primarias a los servicios fijo y móvil y/o al servicio de radionavegación (limitado en algunos casos a la utilización de la radionavegación aeronáutica en una parte de la banda);

c) que el número **5.329** del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) indica que: «La utilización por el servicio de radionavegación por satélite de la banda 1 215-1 300 MHz estará sujeta a la condición de no causar interferencias perjudiciales al servicio de radionavegación, autorizado en el número **5.331** ni reclamar protección con respecto al mismo. Además, la utilización del servicio de radionavegación por satélite en la banda 1 215-1 300 MHz estará sujeta a la condición de no causar interferencia perjudicial al servicio de radiolocalización. No se aplica el número **5.43** en relación con el servicio de radiolocalización. Se aplicará la Resolución **608 (CMR-03)**»;

d) que el RR número **5.332** señala que el SETS (activo) en la banda 1 215-1 260 MHz no deberá causar interferencia perjudicial al SRNS,

observando

que la Recomendación UIT-R RS.1749 contiene las características de varios radares de abertura sintética a bordo de vehículos espaciales en la banda 1 215-1 300 MHz y la Recomendación UIT-R RS.1347 recomienda que se considere viable la compartición de la banda 1 215-1 260 MHz entre los radares de abertura sintética a bordo de vehículos espaciales y el SRNS basándose en demostraciones, incluidas las pruebas de compatibilidad en tierra,

recomienda

que se utilicen las características y los criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras que aparecen en el Anexo 1 para llevar a cabo los análisis de la repercusión de la interferencia causada por fuentes radioeléctricas distintas al SRNS en los receptores del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz.

Anexo 1

Características técnicas y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz

1 Introducción

Probablemente las señales del satélite del SRNS en la banda de frecuencia 1 215-1 300 MHz serán utilizadas por varias clases de receptores que varían en cuanto a funciones y comportamiento. Los siguientes puntos incluyen una descripción general de cada tipo de receptor del SRNS, así como una descripción de las características y de los criterios de protección del receptor. Varios receptores descritos son del tipo de banda multifrecuencia que utilizan o tienen previsto utilizar las señales del SRNS simultáneamente para esta y una o más bandas del SRNS.

2 Descripción de las aplicaciones del receptor del SRNS

Este punto describe varios tipos de receptores del SRNS actuales y previstos.

2.1 Receptor de referencia en tierra del sistema de aumento basado en satélite¹

Este tipo de receptor basado en tierra se utiliza en el funcionamiento de la red terrestre del sistema de aumento basado en satélite (SBAS) para determinar los retardos ionosféricos y la integridad de la señal del SRNS. El receptor emplea una técnica de codificación parcial que explota una característica singular habilitada por la arquitectura particular de la señal del SRNS mediante la cual se realiza un seguimiento de las señales L1 y L2 P(Y), con ayuda del conocimiento de la fase de la portadora dinámica obtenido a partir del código L1 C/A² y del seguimiento de portadora, y del conocimiento de la velocidad media del reloj de encriptación. Esta técnica de correlación cruzada proporciona la capacidad de medir el retardo de la señal en L2 haciendo posible de esa forma determinar las variaciones en el retardo de la señal debidas a la ionosfera. El esquema de correlación cruzada es posible en parte por el hecho de que las señales L1 y L2 P(Y) tienen códigos idénticos. Este receptor también puede realizar una adquisición y seguimiento de las señales del satélite SBAS a la misma frecuencia que la portadora L1 C/A. Los receptores con codificación parcial son más sensibles a la interferencia porque funcionan sin la ventaja que supone conocer el código Y³. La adquisición se lleva a cabo utilizando la señal de código L1 C/A. La adquisición en L2 no es aplicable a este tipo de receptor. Las características y los criterios de protección para este receptor aparecen en el Cuadro 1, columna 1. Como el receptor utiliza señales L1 C/A y P(Y) simultáneamente con L2 P(Y), también es susceptible a la interferencia en la banda 1 559-1 610 MHz. Los criterios de protección y otras características para el receptor de referencia en tierra SBAS en esa banda de frecuencias se especifican en la Recomendación UIT-R M.1903.

Los receptores de referencia en tierra SBAS desempeñan cometidos críticos tales como la supervisión de la integridad de los sistemas del SRNS en las estaciones en tierra SBAS situadas en emplazamientos fijos conocidos. Por consiguiente, a estos receptores se les ofrece la adecuada protección para garantizar el acceso ininterrumpido continuo a las señales del SRNS, tales como, entre otras, las zonas físicas de amortiguación.

2.2 Receptores del SRNS con codificación parcial

2.2.1 Receptores con codificación parcial de alta precisión

Los receptores con codificación parcial de alta precisión se utilizan fundamentalmente para levantamiento de planos y otras aplicaciones de precisión (por ejemplo, agricultura de precisión, investigaciones científicas, etc.) para las que deben realizarse mediciones del retardo ionosférico. De forma similar al receptor de referencia en tierra SBAS anterior, estos receptores con codificación parcial emplean una técnica mediante la que se efectúa un seguimiento de las señales L1 y L2 P(Y), ayudado por el conocimiento de la fase de la portadora dinámica obtenido a partir del seguimiento del código L1 C/A. Existen dos métodos básicos para ello: 1) se efectúa una correlación cruzada de las señales L1 y L2 P(Y), o 2) se realiza de hecho un seguimiento independiente de las señales. Los receptores de alta precisión llevan a cabo la adquisición y el seguimiento de las señales del SRNS en dos o tres bandas de frecuencias para el funcionamiento adecuado y requieren protección en todas las bandas utilizadas.

¹ SBAS es un medio de proporcionar corrección de errores y datos de integridad en las mediciones regionales del SRNS a través de las señales de un satélite OSG.

² Las señales L1 C/A y L1 P(Y) se encuentran en la banda de frecuencias del SRNS 1 559-1 610 MHz, mientras que las señales L2 P(Y) están en la banda 1 215-1 300 MHz del SRNS. En el Anexo 2 (GPS) a la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles de estas señales.

³ El código Y es un código P modificado y encriptado con la misma velocidad de chip y características de modulación que las del código P.

También existen variaciones a estos métodos o combinaciones de los dos métodos. En cualquier caso, el objetivo es proporcionar una estimación del retardo ionosférico o realizar un conjunto independiente de mediciones de la fase de portadora que soporten la rápida supresión de las ambigüedades de la longitud de onda, aun cuando el receptor se encuentre en movimiento. Este proceso proporciona una precisión de la posición mejorada. El esquema de correlación cruzada es posible por el hecho de que L1 y L2 tienen códigos P(Y) idénticos y casi sincronizados. Los códigos de la señal L2 P(Y) sufren un retardo en la ionosfera con respecto a los códigos de la señal L1 P(Y) y también van acompañados de avances en la fase de la portadora. La señal L1 P(Y) tiene un código y una portadora Doppler idénticos a los de la señal L1 C/A, lo que permite ayudar al seguimiento con codificación parcial utilizando bucles de seguimiento de anchura de banda muy estrecha. Este receptor tendrá características similares al receptor de referencia en tierra SBAS antes descrito, pero puede diferir en su susceptibilidad a la interferencia. Las características de este tipo de receptor aparecen en el Cuadro 1, columna 2. Como este receptor también utiliza las señales de la banda 1 559-1 610 MHz, puede sufrir interferencia en esa banda. En la Recomendación UIT-R M.1903 figuran los criterios de protección y otras características en la banda 1 559-1 610 MHz especificada para el receptor de alta precisión del tipo AMDC.

2.2.2 Receptores con codificación parcial de alta precisión de transición L2C

Este receptor tiene todas las características del receptor con codificación parcial de alta precisión descrito en el § 2.2.1 y también realiza el seguimiento y la adquisición de la nueva señal L2C⁴ en la portadora L2C recibida de los satélites de última generación disponibles. Este receptor utilizará la técnica de codificación parcial descrita anteriormente para efectuar la adquisición y el seguimiento de las señales L2 P(Y) en otros satélites de generaciones anteriores y puede emplear esta técnica también en las señales L2 P(Y) procedentes de satélites de generaciones posteriores, al menos para proporcionar información de calibración para el funcionamiento L2C/L2 P(Y) híbrido. Este funcionamiento híbrido requiere conocer la diferencia de fase entre las señales L2C y L2 P(Y). La señal L2C ofrece más robustez que la que puede disponerse con el funcionamiento de codificación parcial L2 P(Y), que es más conveniente en entornos difíciles. Sin embargo, como los receptores con esta capacidad se utilizan en aplicaciones de sistemas que también emplean los receptores con codificación parcial L2 P(Y) tradicionales, en general esta robustez adicional no siempre está disponible. Por consiguiente, siguen aplicándose los niveles de potencia de interferencia umbral especificados en el Cuadro 1, columna 2.

2.3 Receptores de alta precisión

La categoría de alta precisión representa a los receptores del SRNS utilizados en el ámbito de la presente recomendación en aplicaciones que exigen una elevada precisión en el posicionamiento (p. ej., aplicaciones de prospección, científicas y agrícolas). Estos receptores de alta precisión emplean varias técnicas (p. ej., 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 (p. ej., redes terrestres monofrecuencia y navegación de precisión).

⁴ En el Anexo 2 (GPS) a la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles de la señal L2C.

Los receptores del SRNS de alta precisión y los receptores diseñados para funcionar en aplicaciones del SRNS especializadas también pueden explotarse en entornos difíciles (p. ej., bajo un espeso manto de vegetación). En el Cuadro 1, columnas 3 y 3a se indican dos tipos de receptores, cada uno de los cuales utiliza un tipo de señal del satélite del SRNS distintas (bien por la señal L2C o por las señales B3 y B3A).

El primer tipo de receptor es uno basado en tierra que realiza una adquisición y seguimiento de la señal L2C pero no necesariamente de la señal L2 P(Y). La función de este receptor es la misma que la del receptor con codificación parcial de alta precisión antes descrito, pero presenta una mayor robustez debido a la adquisición y seguimiento de la señal L2C.

Este tipo de receptor efectúa la adquisición y el seguimiento del nuevo código L2C recibido de ciertos satélites de la última generación. Este receptor también puede utilizar la técnica de codificación parcial descrita antes para realizar la adquisición y el seguimiento de las señales L2 P(Y) también desde éstos y desde otros satélites, al menos para proporcionar la información de calibración para el funcionamiento L2C/L2 P(Y) híbrido. Este funcionamiento híbrido requiere conocer la diferencia de fase entre las señales L2C y L2 P(Y). Las características de este tipo de receptor que lleva a cabo la adquisición y el seguimiento de la señal L2C figuran en el Cuadro 1, columna 3. La señal L2C proporciona más robustez que la disponible con el funcionamiento con codificación parcial L2 P(Y), que es más conveniente en entornos difíciles. Sin embargo, como los receptores con esta capacidad se utilizan en aplicaciones de sistemas que también emplean los receptores con codificación parcial L2 P(Y) tradicionales, en general esta robustez adicional no siempre está disponible. Por consiguiente, también se aplican los niveles de potencia de interferencia umbral especificados en la columna 2 del Cuadro 1.

El segundo tipo de receptor es uno basado en tierra que realiza una adquisición y seguimiento de las señales B3 y B3A⁵. El Cuadro 1, columna 3a recoge las características y los criterios de protección para este tipo de receptor.

2.4 Receptores de autenticación y de alta precisión que utilizan E6-BC y L6

Este tipo de receptor es uno basado en tierra que realiza el seguimiento de la señal E6-BC. La función de este receptor consiste en seguir cualquiera de los dos componentes de las señales de banda ancha E6-B (datos) y E6-C (piloto), o ambos. Si está implicada la señal E6-B, el receptor también demodulará los datos transmitidos en este componente de señal, que ofrece, entre otros datos, correcciones de posicionamiento de punto preciso (PPP). Si se procesa la señal E6-C, el receptor aplicará métodos de autenticación avanzada, incluyendo la descryptación del código de ensanche.

Las características de este tipo de receptor que procesa la señal E6-BC figuran en el Cuadro 1, columna 3b. Puesto que este receptor también usa señales de la banda 1 559-1 610 MHz (por lo menos E1-BC para la adquisición de señal), está sujeto a interferencias en dicha banda⁶. Los criterios de protección y otras características en la banda 1 559-1 610 MHz especificados para el receptor de alta precisión de tipo AMDC se recogen en la Recomendación UIT-R M.1903.

Las características en la columna 3b abarcan también los tipos de receptores basados en tierra para la señal L6 (véase el Anexo 4 (QZSS) de la Recomendación UIT-R M.1787 para más detalles).

⁵ En el Anexo 7 (COMPASS) a la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre las señales B3 y B3A.

⁶ La señal E1-BC está en la banda de frecuencias 1 559-1 610 MHz del SRNS, mientras que la señal E6-BC está en la banda 1 215-1 300 MHz del SRNS. En el Anexo 3 (Galileo) a la Recomendación UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre estas señales.

2.5 Receptor de navegación aérea

La navegación aérea se refiere a un receptor a bordo de aeronave diseñado para utilizarse durante todas las fases del vuelo. Este tipo de receptor utiliza señales con AMCD y/o AMDF del SRNS⁷ y puede funcionar en varias frecuencias portadoras simultáneamente. Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 1, columna 4.

Las características de los receptores de navegación aérea también pueden aplicarse a los receptores diseñados para aplicaciones terrestres y marítimas no descritas en el presente Anexo.

2.6 Posicionamiento en interiores

La categoría de posicionamiento en interiores representa a los receptores del SRNS destinados a su uso en interiores y que normalmente tiene una baja capacidad C/N_0 (es decir, son receptores muy sensibles). Como no puede utilizarse seguimiento de portadora con las señales de baja potencia presentes en los entornos de interiores, en este tipo de receptor únicamente se emplea seguimiento de código. En el Cuadro 1, columna 5, se indican cuatro tipos de receptores, cada uno de los cuales utiliza un tipo distinto de señal del satélite del SRNS (AMDC para la señal L2C o para las señales B3 y B3A; o AMDC y/o AMDF para señales GLONASS).

2.7 Aplicaciones polivalentes

La categoría polivalente representa varios tipos de receptores del SRNS. Estos receptores están diseñados para la navegación en vehículos, la navegación peatonal, el posicionamiento general, etc. En el Cuadro 1, columna 6, se indican cuatro tipos de receptores, cada uno de los cuales emplea un tipo diferente de señal del satélite del SRNS (AMDC para la señal L2C o para las señales B3 y B3A; o AMDC y/o AMDF para señales GLONASS).

3 Efectos de la interferencia de radiofrecuencia impulsiva⁸

Además de la interferencia continua procedente de una variedad de fuentes, incluidas las estaciones espaciales del SRNS, los receptores del SRNS que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz están sujetos a la interferencia de radiofrecuencia impulsiva dentro de la banda y en la banda adyacente causada por los radares de radiolocalización y los transmisores del SRNA. La presencia de este tipo de interferencia impulsiva reduce la cantidad de interferencia de RF continua que puede tolerar el receptor del SRNS. El grado de interferencia de RF depende del número de fuentes situadas dentro del horizonte radioeléctrico de la antena receptora del SRNS.

⁷ El término «AMDF» se refiere a la técnica de modulación mediante acceso múltiple por división de frecuencia en la cual 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) y Anexo 2 (GPS) a la Recomendación UIT-R M.1787 figuran más detalles al respecto.

⁸ Por interferencia continua se entiende la interferencia causada por fuentes de potencia bastante constante que generalmente está presente en todo momento, a diferencia de la interferencia impulsiva, que consiste en ráfagas de transmisión seguidas de periodos sin transmisiones. La compatibilidad de esta última con el SRNS es función de la potencia y la duración de la ráfaga, y del ciclo de trabajo de la transmisión.

Se necesita un método distinto de análisis de la interferencia de RF para tener en cuenta la interferencia de RF impulsiva en la banda 1 215-1 300 MHz que, por ejemplo, en la banda 1 559-1 610 MHz, donde este tipo de interferencia es insignificante. Los estudios realizados por dos organismos de normas de aviación⁹ han identificado un método de análisis que aborda el efecto combinado de la interferencia de RF impulsiva y continua¹⁰. Se obtuvieron dos variaciones del método básico que dependen del tipo de reducción en el receptor del SRNS para fuentes impulsivas: una para receptores que integran la tecnología de supresión del impulso (desarrollada para el funcionamiento en entornos con una interferencia de RF impulsiva de ciclo activo alto) y otra para receptores polivalentes que trabajan en saturación (adecuada para entornos con una interferencia de RF impulsiva de ciclo activo bajo). Por ejemplo, el receptor de referencia en tierra SBAS (véase el § 2.1) incorpora la tecnología de supresión del impulso para lograr una mejor calidad de funcionamiento en presencia de esta interferencia de RF impulsiva.

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 y aplicaciones del SRNS representativos en la banda 1 215-1 300 MHz. En la Recomendación UIT-R M.1787 figura más información sobre la señal del SRNS.

En el Cuadro 1 aparecen diferentes niveles de protección dependiendo de las aplicaciones del SRNS. En dicho Cuadro se han incluido los siguientes receptores y aplicaciones del SRNS:

- Receptor de referencia en tierra SBAS (véase el § 2.1 y el Cuadro 1, columna 1).
- Receptor con codificación parcial de alta precisión (véase el § 2.2.1 y el Cuadro 1, columna 2). (Obsérvese que la columna 2 también se aplica al receptor con codificación parcial de alta precisión de transición L2C; véase el § 2.2.2).
- Receptor de alta precisión (2 tipos) (véase el § 2.3 y el Cuadro 1, columnas 3 y 3a).
- Receptores de autenticación y de alta precisión que utilizan E6-BC/L6 (véase el § 2.4 y el Cuadro 1, columna 3b).
- Receptor de navegación aérea (2 tipos) (véase el § 2.5 y el Cuadro 1, columna 4).
- Posicionamiento en interiores (4 tipos) (véase el § 2.6 y el Cuadro 1, columna 5).
- Polivalentes (4 tipos) (véase el § 2.7 y el Cuadro 1, columna 6).

⁹ RTCA, con sede en Estados Unidos de América, y EUROCAE en Europa.

¹⁰ RTCA SC-159, «Assessment of the radio frequency interference relevant to the GNSS L5/E5A frequency band», RTCA Document No. RTCA/DO-292, Washington, DC, 29 de julio de 2004.

CUADRO 1

Características técnicas y criterios de protección para los receptores del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la 1 215-1 300 MHz

	1	2	3	3a	3b	4	5				6					
Parámetro	Receptor de referencia en tierra SBAS*	Receptor con codificación parcial de alta precisión*	Receptor de alta precisión que utiliza L2C*	Receptor de alta precisión que utiliza B3 y B3A	Receptor de autenticación y de alta precisión que utiliza E6-BC/L6	Receptor de navegación aérea (Nota 10)		Posicionamiento en interiores				Polivalente				
Gama de frecuencias de la señal (MHz)	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	1 268,52 ± 12	1 278,75 ± 21	1 246 + 0,4375*K ± 5,11 donde K = -7, ..., +6 (Nota 8)	1 248,06 ± 7,7	1 227,6 ± 12	1 246 + 0,4375*K ± 5,11 donde K = -7, ..., +6	1 248,06 ± 7,7	1 268,52 ± 12	1 227,6 ± 12	1 246 + 0,4375*K ± 5,11 donde K = -7, ..., +6	1 248,06 ± 7,7	1 268,52 ± 12	
Máxima ganancia de antena en el hemisferio superior (dBi)	-2,0 circular (Nota 3)	3,0 circular	3,0 circular	3,0 circular	3 circular	7 circular (Nota 11)		6				3	6		3	
Máxima ganancia de antena en el hemisferio inferior (dBi)	-5,0 circular (Nota 3)	-7 lineal (< 10° elev.)	-7 lineal (< 10° elev.)	-7 lineal (< 10° elev.)	-6 circular (Nota 15)	-10 circular		6 (Nota 12)				-9	6 (Nota 12)		-10	
Anchura de banda a 3 dB del filtro de RF (MHz)	24,0	24,0	24,0	24,0	40,92 (Nota 18)	42,0 (Nota 18)	30		32	30			24	32	30	24
Anchura de banda a 3 dB de filtro de precorrección (MHz)	20,46	20,46	20,46	20,46	40,92 (Nota 18)	42,0 (Nota 18)	20	25	2	20	25	20,46	2	20	25	20,46
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	513	513	513	513	722 (Nota 18)	645 (Nota 18)	400		645				330	645		330
Umbral para la interferencia continua																
Nivel de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia combinada de banda estrecha a la salida de la antena pasiva (dBW)	-137,5 (P(Y)) (Nota 1)	-137,4 (P(Y)) (Nota 1)	-151,4 (Nota 1)	-157,4 (Nota 2)	-134,5 (Nota 16)	-149 (Nota 1) (Nota 9)		-193 (Nota 1)				-193 (Nota 2)	-158 (Nota 1)		-150 (Nota 2)	

CUADRO 1 (continuación)

	1	2	3	3a	3b	4	5		6	
Parámetro	Receptor de referencia en tierra SBAS*	Receptor con codificación parcial de alta precisión*	Receptor de alta precisión que utiliza L2C*	Receptor de alta precisión que utiliza B3 y B3A	Receptor de autenticación y de alta precisión que utiliza E6-BC/L6	Receptor de navegación aérea (Nota 10)	Posicionamiento en interiores		Polivalente	
Nivel de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia combinada de banda estrecha a la salida de la antena pasiva (dBW)	Véase Nota 4	Véase Nota 5	-157,4 (Nota 1)	-157,4 (Nota 2)	Véase Nota 17	-155 (Nota 1) (Nota 9)	-199 (Nota 1)	-199 (Nota 2)	-164 (Nota 1)	-156 (Nota 2)
Nivel de densidad de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia combinada de banda amplia a la salida de la antena pasiva (dB(W/MHz))	-147,5 (P(Y)) (Nota 1)	-147,4 (P(Y)) (Nota 1)	-147,4 (Nota 1)	-147,4 (Nota 2)	-140 (Nota 16)	-140 (Nota 1) (Nota 9)	-150 (Nota 1)	-145 (Nota 2)	-139 (Nota 1)	-140 (Nota 2)
Nivel de densidad de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia combinada de banda amplia a la salida de la antena pasiva (dB(W/MHz))	Véase Nota 4	Véase Nota 5	-147,4 (Nota 1)	-147,4 (Nota 2)	Véase Nota 17	-146 (Nota 1) (Nota 9)	-156 (Nota 1)	-151 (Nota 2)	-145 (Nota 1)	-146 (Nota 2)
Umbrales para la interferencia impulsiva (véase la Nota 14)										
Nivel de saturación a la entrada del receptor (dBW) (Nota 14)	-135,0 (Nota 6) (Nota 13)	-120 (Nota 6)	-120 (Nota 6)	-120 (Nota 6)	-120 (Nota 6)	-80	-70	-100	-70	-100
Nivel de supervivencia del receptor (dBW) (Nota 14)	-10,0 (Nota 7)	-20	-20	-20	-20	-1	-20	-17	-20	-17
Tiempo de recuperación de sobrecarga(s) (Nota 14)	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ a } 30) \times 10^{-6}$	30×10^{-6}		30×10^{-6}	

CUADRO 1 (*fin*)*Notas relativas al Cuadro 1:*

* Estas columnas se refieren a las características y los umbrales para los receptores del SRNS que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz. (Los receptores de este tipo funcionan con las señales descritas en el Anexo 2 a la Recomendación UIT-R M.1787.) Con respecto a las características y los criterios de protección para el funcionamiento del receptor en las bandas 1 559-1 610 MHz y/o 1 164-1 215 MHz, véanse también las columnas del Cuadro correspondiente de las Recomendaciones UIT-R M.1903 y/o UIT-R M.1905, respectivamente.

Nota 1: Para el procesamiento de la señal P(Y), incluidas las técnicas de codificación parcial, se considera que la interferencia de banda estrecha tiene menos de 100 kHz de anchura de banda y la interferencia de banda amplia tiene más de 1 MHz de anchura de banda. Para el procesamiento de la señal L2C, se considera que la interferencia de banda estrecha tiene menos de 1 kHz de anchura de banda y la interferencia de banda amplia, más de 1 MHz de anchura de banda. Para el procesamiento de señales con AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 248,06 MHz), se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 1 kHz y la interferencia continua de banda amplia, una anchura de banda superior a 500 kHz. Los umbrales para las anchuras de banda de interferencia entre 100 kHz (para P(Y)) o 1 kHz (para L2C y AMDF/AMDC (frecuencia portadora 1 248,06 MHz) a 1 MHz (o para AMDF a 500 kHz) no están definidas y pueden requerir más estudios.

Nota 2: Se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 700 Hz. La interferencia continua de banda amplia se considera que tiene una anchura de banda superior a 1 MHz. Los umbrales para el ancho de banda de interferencia entre 700 Hz y 1 MHz podrían requerir más estudios.

Nota 3: La máxima ganancia en el hemisferio superior indicada se aplica para un ángulo de elevación de 30° (es decir, el máximo ángulo de llegada de la interferencia de RF esperada). El máximo valor de la ganancia en el hemisferio inferior indicada se aplica para un ángulo de elevación de 5°.

Nota 4: La adquisición de la señal se realiza utilizando la señal L1 C/A. Véase la fila adecuada del umbral de adquisición en la Recomendación UIT-R M.1903, Anexo 2, Cuadro 2-2, columna «Receptor de referencia en tierra SBAS».

Nota 5: La adquisición de la señal se realiza utilizando la señal L1 C/A. Véase la fila adecuada del umbral de adquisición en la Recomendación UIT-R M.1903, Anexo 2, Cuadro 2-2, columna «Alta precisión».

Nota 6: Estos niveles de saturación a la entrada del receptor se aplican al ancho de banda de 3 dB del filtro RF correspondiente.

Nota 7: Este nivel de supervivencia es el nivel de potencia de cresta para una señal impulsiva con un máximo factor de actividad del 10%.

Nota 8: Este tipo de receptor funciona en varias frecuencias portadoras de la señal SRNS simultáneamente. Las frecuencias portadoras se definen como sigue: f_c (MHz) = 1 246,0 + 0,4375 K, siendo K = -7 a +6.

Nota 9: Este umbral debe tener en cuenta la potencia combinada de todas las fuentes de interferencia. El valor umbral no incluye ningún margen de seguridad.

Nota 10: Los valores indicados representan las características típicas de los receptores. Bajo ciertas condiciones podrían necesitarse valores más rígidos para algunos parámetros (por ejemplo, tiempo de recuperación tras una sobrecarga, valores umbral de la interferencia combinada, etc.).

Nota 11: La mínima ganancia de antena para un ángulo de elevación de 5 grados es -5,5 dBic.

Nota 12: Dado que en algunas aplicaciones del receptor del SRNS la antena podría apuntarse potencialmente en cualquier dirección, la máxima ganancia de antena en el hemisferio inferior podría ser igual (en condiciones más desfavorables) a la del hemisferio superior.

Nota 13: Este nivel de saturación a la entrada del receptor se corresponde a la energía en un ancho de banda de 1 MHz.

Nota 14: Los valores de estas filas deben utilizarse para evaluar la interferencia procedente de fuentes impulsivas junto con la metodología.

Nota 15: El máximo valor de ganancia en el hemisferio inferior indicado se refiere a un ángulo de elevación de 5 grados.

Nota 16: Se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 128 kHz. La interferencia continua de banda amplia se considera que tiene una anchura de banda superior a 1 MHz. Los umbrales para la interferencia con ancho de banda de entre 128 kHz y 1 MHz podrían requerir más estudios.

Nota 17: En el caso de E6-BC, la adquisición de la señal se realiza utilizando la señal E1-BC. Véase la fila adecuada del umbral de adquisición en la Recomendación UIT-R M.1903, Anexo 2, Cuadro 2-2, columna «Alta precisión». Para la señal L6, algunos receptores realizan la adquisición de la señal utilizando las señales en la banda L1, y en otros se espera que el umbral del modo adquisición sea 6 dB inferior al modo seguimiento.

Nota 18: El ancho de banda de 40,92 MHz es para el receptor de E6-BC, y el de 42,0 MHz, para el receptor de L6. La temperatura de ruido de 722 K es para el receptor de E6-BC, y la de 645 K, para el receptor de L6.