

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1904
(01/2012)

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

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
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	Radio astronomía
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, 2012

© UIT 2012

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.1904

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

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

(2012)

Cometido

En este proyecto de nueva Recomendación figuran las características y los criterios de protección de los receptores a bordo de vehículos espaciales del servicio de radionavegación por satélite (SRNS). Dicha información está destinada a analizar los efectos de la interferencia de radiofrecuencia en los receptores del SRNS (espacio-espacio) que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz causada por emisiones de fuentes distintas del SRNS.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los receptores a bordo de vehículos espaciales del SRNS que utilizan transmisiones del SRNS existentes o planificadas en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz ya funcionan o tienen previsto funcionar sobre vehículos espaciales de varias redes y sistemas de satélites;
- b) que las emisiones de enlace descendente del SRNS en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz también pueden emplearse para aplicaciones espacio-espacio (por ejemplo, posicionamiento del vehículo espacial), sin utilizar recursos de espectro adicionales;
- c) que la Recomendación UIT-R M.1787 proporciona información sobre características de la señal de sistemas y redes del SRNS y las Recomendaciones UIT-R M.1902, M.1903 y M.1905 ofrecen información sobre las características técnicas y de calidad de funcionamiento de los receptores del SRNS para los sistemas y redes del SRNS;
- d) que la Recomendación UIT-R M.1901 da 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,

reconociendo

- a) que las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz están atribuidas a título primario al SRNS (espacio-Tierra) (espacio-espacio) en las tres Regiones;
- b) que con arreglo al número **5.329A** del Reglamento de Radiocomunicaciones, «la utilización de sistemas del servicio de radionavegación por satélite (espacio-espacio) que funcionan en las bandas 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz no está prevista para aplicaciones de los servicios de seguridad, y no deberá imponer limitaciones adicionales a otros sistemas o servicios que funcionen con arreglo al Cuadro de atribución de bandas de frecuencias»;
- c) que las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz también están atribuidas a título primario a otros servicios en las tres Regiones,

recomienda

- 1 que para llevar a cabo los análisis de comportamiento de la interferencia de radiofrecuencia en los receptores del SRNS a bordo de vehículos espaciales (espacio-espacio) que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz causada por emisiones de fuentes distintas del SRNS, se utilicen las características del receptor y los criterios de protección del SRNS que figuran en los Anexos 1, 2 y 3;
- 2 que en los cálculos de interferencia para los receptores de radionavegación a bordo de satélites se utilicen los umbrales de potencia de interferencia combinada que aparecen en los Anexos;
- 3 que en los cálculos de interferencia en los receptores del SRNS a bordo de vehículos espaciales a las mayores altitudes se utilicen los requisitos señalados en los Anexos 1, 2 y 3 junto con otras características de los sistemas del SRNS;
- 4 que en los casos en que se rebasen los umbrales de potencia de interferencia combinada que figuran en los Anexos, para los cálculos de interferencia en los receptores del SRNS a bordo de vehículos espaciales se utilicen los requisitos indicados en los Anexos 1, 2 y 3 junto con otras características de los sistemas del SRNS;
- 5 que la siguiente Nota se considere parte integrante de la presente Recomendación.

NOTA – Esta Recomendación no está destinada a constituir la base de futuras modificaciones en los máximos niveles de emisiones no deseadas en la banda 1 559-1 610 MHz indicados en los Anexos a las Recomendaciones UIT-R M.1343-1 y M.1480 para las ETM del SMS. Estos máximos niveles de emisiones no deseadas para la citada banda 1 559-1 610 MHz indicados en las Recomendaciones UIT-R M.1343-1 y M.1480 se han determinado con arreglo a una hipótesis de interferencia específica y no están destinados a ser aplicados a ningún servicio diferente de las ETM del SMS que funcionan en la gama 1-3 GHz, a menos que se realicen nuevos estudios.

Anexo 1

Características de los receptores GLONASS a bordo de vehículos espaciales

El Cuadro 1-1 proporciona las características de los receptores del SRNS a bordo de vehículos espaciales utilizados en el Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS).

CUADRO 1-1
**Características de los receptores GLONASS
a bordo de vehículos espaciales**

Parámetro	Valor
Frecuencias portadoras (MHz)	(1998-2005) ⁽¹⁾ $F = 1\,602 + 0,5625 K$ donde $K = -7, \dots, 13$ $F = 1\,246 + 0,4375 K$ donde $K = -7, \dots, 13$ (después de 2005) $F = 1\,602 + 0,5625 K$ donde $K = -7, \dots, 6$ $F = 1\,246 + 0,4375 K$ donde $K = -7, \dots, 6$ $F = 1\,204,704 + 0,423 K$ donde $K = -7, \dots, 12$
Velocidad de segmento de código con ruido pseudoaleatorio (Mcps)	5,11 (señales HA L1 y HA L2) 0,511 (señales SA L1 y SA L2) 4,095 (señales HA L3 y SA L3)
Velocidad binaria de los datos de navegación (bps)	50 (señales L1 y L2) 125 (señales L3)
Máxima proporción de bits erróneos admisible	1×10^{-5}
Método de modulación de la señal	MDPB
Polarización	Polarización circular dextrógira
Elipticidad (dB)	-1,55
Mínimo nivel de potencia recibida (dBW)	-170
Mínima ganancia de antena del receptor ⁽²⁾ (dBi) para el ángulo de elevación correspondiente (grados)	-6 (señales L1, L2, L3) a 5 grados
Máxima ganancia de antena del receptor en el hemisferio superior (dBi)	3
Máxima ganancia de antena del receptor en el hemisferio inferior (dBi)	0
Anchura de banda a 3 dB del filtro de RF (MHz)	60 (señales L1) 30 (señales L2) 17 (señales L3)
Anchura de banda a 3 dB del filtro de precorrelación (MHz)	22 (señales L1) 20 (señales L2) 17 (señales L3)
Temperatura de ruido del sistema receptor ⁽²⁾ (K)	100-670
Nivel de potencia umbral de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de una antena pasiva en modo seguimiento (dBW) ⁽³⁾	-149

CUADRO 1-1 (*Fin*)

Parámetro	Valor
Nivel de potencia umbral de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de una antena pasiva en modo adquisición (dBW) ⁽³⁾	-155
Nivel de densidad de potencia umbral de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de una antena pasiva en modo seguimiento (dBW/MHz) ⁽³⁾	-140
Nivel de densidad de potencia umbral de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de una antena pasiva en modo adquisición (dBW/MHz) ⁽³⁾	-146
Nivel de compresión a la entrada del receptor (dBW)	-80
Nivel de supervivencia del receptor (dBW)	-1
Tiempo de recuperación de sobrecarga (s)	1×10^{-3}

HA = alta precisión.

SA = precisión normalizada.

- ⁽¹⁾ Los receptores GLONASS fabricados antes de 2006 pueden funcionar con señales de navegación que tienen números de frecuencia portadora (K) -7 a +13.
- ⁽²⁾ Receptores de vehículos espaciales distintos pueden tener valores diferentes a estos valores típicos.
- ⁽³⁾ El umbral debe tener en cuenta toda la interferencia combinada no procedente del SRNS. El valor umbral no incluye un margen de seguridad de 6 dB.

Anexo 2

Características de los receptores a bordo de un vehículo espacial del Sistema Mundial de Determinación de la Posición Navstar

Las características del receptor que figuran a continuación tienen por objeto servir en los análisis de interferencia causada al SRNS por fuentes radioeléctricas no pertenecientes a los sistemas del SRNS y no deben considerarse requisitos técnicos, especificaciones o normas. En la Recomendación UIT-R M.1787 aparece la información actual sobre el Sistema Mundial de Determinación de la Posición (GPS) que funciona en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz.

El Cuadro 2-1 proporciona las características de los receptores a bordo de vehículos espaciales para su utilización con el GPS. Cabe señalar que como los requisitos técnicos y el entorno operacional de los receptores del SRNS a bordo de vehículos espaciales difiere del de los receptores terrenales, sus características pueden ser diferentes. Por ejemplo, la adquisición de la señal puede ser más difícil en un receptor a bordo de un vehículo espacial situado en órbita terrestre baja debido a los grandes desplazamientos de frecuencia por efecto Doppler y menor duración del tiempo en que el satélite del SRNS permanece a la vista.

CUADRO 2-1

Características de los receptores a bordo de un vehículo espacial GPS¹

Parámetro	Parámetro (valor)
Gama de frecuencias de la señal (MHz)	1 575,42 ± 15,345 (señal GPS L1), 1 227,6 ± 15,345 (señal GPS L2), 1 176,45 ± 12 (señal GPS L5)
Máxima ganancia de antena del receptor en el hemisferio superior (dBi)	7,0 (antena apuntada en dirección cenital desde una órbita terrestre baja (LEO)) (con respecto a una señal con polarización dextrógira)
Máxima ganancia de antena del receptor en el hemisferio inferior (dBi)	-10,0 (antena apuntada en dirección cenital desde LEO) (con respecto a una señal con polarización dextrógira)
Anchura de banda a 3 dB del filtro de RF (MHz)	24,0
Anchura de banda a 3 dB del filtro de precorrección (MHz)	20,46
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	111,0 (Nota 1)
Nivel de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de una antena pasiva (dBW)	-164,0 (señal L1) (Nota 2) -157,0 (señal L2) (Nota 3) -154,0 (señal L5) (Nota 4) (anchura de banda interferente < 1 MHz) (estos valores se aplican fundamentalmente a las fuentes de interferencia espaciales)
Nivel de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de una antena pasiva (dBW)	-164,0 (señal L1) (Nota 2) -163,0 (señal L2) (Nota 5) -154,0 (señal L5) (Nota 4) (anchura de banda interferente < 1 MHz) (estos valores se aplican fundamentalmente a las fuentes de interferencia espaciales)
Nivel de densidad de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de una antena pasiva (dB(W/MHz))	-154,0 (Nota 6) (anchura de banda interferente ≥ 1 MHz)
Nivel de densidad de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de una antena pasiva (dB(W/MHz))	-154,0 (Nota 6) (anchura de banda interferente ≥ 1 MHz)
Nivel de compresión a la entrada del receptor (dBW)	-56,0
Nivel de supervivencia del receptor (dBW)	-15,0
Tiempo de recuperación de sobrecarga (s)	10 ⁻⁶

¹ En la Recomendación UIT-R M.1787 aparece más información sobre las características de la señal GPS en estas bandas.

Notas relativas al Cuadro 2-1:

NOTA 1 – Esta temperatura de ruido se basa en un receptor espacial existente utilizado para determinar la órbita del vehículo espacial con una precisión de centímetros. El receptor tiene un amplificador de bajo nivel de ruido con un factor de ruido de 0,8 dB, una antena apuntada al zenith de 7 dBi con una temperatura de ruido de la antena de 10 K y unas pérdidas en el cable de 0,5 dB. Por consiguiente, el ruido térmico de fondo es $N_0 = 10\log(kT_{sys}) = -208 \text{ dB(W/Hz)} = -148 \text{ dB(W/MHz)}$ siendo k la constante de Boltzmann.

NOTA 2 – Este valor umbral se aplica únicamente al canal receptor de código L1 CA y para una anchura de banda de la señal interferente de banda estrecha continua inferior a 700 Hz. Para anchuras de banda comprendidas entre 700 Hz y 1 MHz, el umbral crece como sigue (véase la Fig. 2 de la Recomendación UIT-R M.1903); 1) para una anchura de banda de la interferencia B_I de 700 Hz a 10 kHz el umbral aumenta linealmente con el $\log(B_I)$ (B_I en kHz) desde -164 dBW para $B_I = 0,7 \text{ kHz}$ hasta -157 dBW para $B_I = 10 \text{ kHz}$; 2) para $10 \text{ kHz} \leq B_I \leq 100 \text{ kHz}$, el umbral crece linealmente con el $\log(B_I)$ (B_I en kHz) desde -157 dBW para $B_I = 10 \text{ kHz}$ hasta -154 dBW para $B_I = 100 \text{ kHz}$; 3) para $100 \text{ kHz} \leq B_I \leq 1 \text{ 000 kHz}$ el umbral es -154 dBW .

NOTA 3 – Este valor se basa en la señal L2C consistente en un código de longitud moderada de 511,5 kcps (L2C-M) con periodo de código de 20 ms multiplexado en el tiempo con otro código largo de 511,5 kcps (L2C-L) con un periodo de código de 1 500 ms para producir una velocidad de segmento total de 1,023 Mcps. Los umbrales para anchuras de banda de la interferencia comprendidas entre 1 kHz y 1 MHz para L2C no han sido definidos y deben ser objeto de nuevos estudios.

NOTA 4 – Este umbral se debe al carácter de raya espectral de la señal piloto L5 que puede provocar una capacidad de rechazo de la interferencia hasta 10 dB menor que la calculada suponiendo un código aleatorio de 10,23 Mcps no periódico con un espectro de potencia continuo (es decir, bajo la hipótesis de código aleatorio, el umbral sería de -144 dBW). Los umbrales para anchuras de banda de la interferencia comprendidas entre 700 Hz y 1 MHz están siendo objeto de estudio.

NOTA 5 – Este valor se basa en la adquisición directa de la señal L2C utilizando L2C-M. Los umbrales para anchuras de banda de la interferencia comprendidas entre 1 kHz y 1 MHz para L2C no están definidos y pueden requerir más estudios.

NOTA 6 – Este umbral se basa en una relación I/N de -6 dB con respecto al ruido térmico de fondo ($N_0 = -148 \text{ dB(W/MHz)}$). De forma equivalente, esta interferencia dará lugar a un incremento de 1 dB en el ruido térmico de fondo. El incremento del ruido de fondo puede ser superior a 1 dB en las bandas 1 215-1 300 MHz y 1 164-1 215 MHz debido a la posible interferencia de RF impulsiva (por ejemplo, procedente de radares de abertura sintética a bordo de vehículos espaciales y/o transmisores del SRNA). El efecto de la interferencia de RF impulsiva sobre el comportamiento del receptor dependerá de una cierta variedad de factores incluida la potencia impulsiva recibida (valor de cresta/valor medio), la duración del impulso y el ciclo de trabajo del impulso, así como de parámetros específicos del receptor tales como el nivel de saturación del extremo frontal, el tiempo de recuperación tras la saturación, el nivel de saturación del control automático de ganancia y la constante de tiempo (si se emplea A/D multibit) y un tipo de convertor A/D y niveles umbral de cuantificación. Se necesitan más estudios por parte del UIT-R para elaborar un método que evalúe la repercusión de la interferencia de RF impulsiva en los receptores del SRNS.

Anexo 3

Características de los receptores a bordo de un vehículo espacial Galileo

El Cuadro 3-1 proporciona las características de los receptores del SRNS a bordo de un vehículo espacial para su utilización con el sistema Galileo.

CUADRO 3-1

Características de los receptores a bordo de un vehículo espacial Galileo

Parámetro	Valor del parámetro					
	E5a	E5b	E6 CS	E6 PRS	E OS	E PRS
Gama de frecuencias de la señal (MHz)	1 176,45 ± 12	1 207,14 ± 12	1 278,75 ± 20,5		1 575,42 ± 16	
Velocidad de segmento de código con ruido pseudoaleatorio (Mcps)	10,023		5,115		1,023	2,5575
Velocidades binarias de datos/símbolos de navegación (bps/sps)	25 bps/ 50 sps	125 bps/ 250 sps	500 bps/ 1 000 sps	Reservada	125 bps/ 250 sps	Reservada
Máxima proporción de bits erróneos admisible	2 × 10 ⁻⁷					
Método de modulación de la señal	AltBOC (15,10)		MDPB (5)	BOC (10,5)	MBOC	BOC (15,2.5)
Polarización	Polarización circular dextrógira					
Mínimo nivel de potencia recibida (dBW)	-160					
Máxima ganancia de antena del receptor en el hemisferio superior (dBi)	7,0 (satélite LEO) 14 (satélite GSO)					
Máxima ganancia de antena del receptor en el hemisferio inferior (dBi)	-10,0 (satélite LEO) -15 (satélite OSG)					
Anchura de banda a 3 dB del filtro de RF (MHz)	51,15		30,69		4 (básica) a 24 (usos científicos)	32
Anchura de banda a 3 dB del filtro de precorrección (MHz)	24		30,69		4 (básica) a 24 (usos científicos)	32
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	75					

CUADRO 3-1 (Fin)

Parámetro	Valor del parámetro					
	E5a	E5b	E6 CS	E6 PRS	E OS	E PRS
Nivel de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de una antena pasiva (dBW)			-142,0			
Nivel de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia de banda estrecha combinada a la salida de una antena pasiva (dBW)			-135,0			
Nivel de densidad de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de una antena pasiva (dBW/MHz)			-142,0			
Nivel de densidad de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia de banda amplia combinada a la salida de una antena pasiva (dBW/MHz)			-135,0			
Nivel de compresión a la entrada del receptor (dBW)			-50			
Nivel de supervivencia del receptor (dBW)			-10			
Tiempo de recuperación de sobrecarga (s)			10^{-6}			

NOTA 1 – Se considera que una señal de interferencia de banda estrecha continua tiene una anchura de banda inferior a 700 Hz. Se considera que una interferencia de banda amplia continua tiene una anchura de banda superior a 1 MHz.

NOTA 2 – En los parámetros del SRNS Galileo, MDPB-R(n) se refiere a una modulación por desplazamiento de fase binaria que utiliza segmentos rectangulares con una velocidad de segmento de $n \times 1,023$ (Mcps). BOC (m, n) se refiere a una modulación con desplazamiento de portadora binaria con un desplazamiento de frecuencia portadora de $m \times 1,023$ (MHz) y una velocidad de segmento de $n \times 1,023$ (Mcps). MBOC se refiere a una modulación de portadora con desplazamiento binaria multiplexada tal que la densidad del espectro de potencia G_{MBOC} de la señal MBOC a una frecuencia determinada, f , es igual a: $G_{MBOC}(f) = 10/11 G_{BOC(1,1)}(f) + 1/11 G_{BOC(6,1)}(f)$.