

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.1731-1
(12/2010)

**Criterios de protección para los terminales
de usuario local del sistema Cospas-Sarsat
en la banda 1 544-1 545 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, 2011

© UIT 2011

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.1731-1*

Criterios de protección para los terminales de usuario local del sistema Cospas-Sarsat en la banda 1 544-1 545 MHz

(2005-2010)

Cometido

Esta Recomendación indica los criterios de protección para los terminales de usuario local del sistema Cospas-Sarsat que reciben señales de los enlaces descendentes en la banda 1 544-1 545 MHz procedentes de satélites geoestacionarios y satélites situados en órbita terrestre baja. El programa Cospas-Sarsat recibe y procesa señales de las radiobalizas de localización de siniestros (RLS) y de otras balizas de socorro que funcionan a 406 MHz. En algunos casos las señales son enviadas a las estaciones de tierra mediante enlaces descendentes que funcionan en la banda de 1 544-1 545 MHz.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la Recomendación UIT-R SM.1535 se refiere a la protección de los servicios de seguridad contra las emisiones no deseadas;
- b) que el sistema mundial de búsqueda y salvamento por satélite Cospas-Sarsat funciona en la banda 1 544-1 545 MHz cuya utilización está limitada por el número 5.356 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) a las radiocomunicaciones de socorro y seguridad en el sentido espacio-Tierra;
- c) que la interferencia perjudicial en los servicios de seguridad puede provocar las pérdidas de vidas humanas y de bienes;
- d) que los terminales de usuario local en órbita geoestacionaria del sistema Cospas-Sarsat (GEOLUT) reciben en la banda 1 544-1 545 MHz señales de radiobalizas de localización de siniestros (RLS) retransmitidas por satélites en órbita geoestacionaria del medio ambiente (GOES) y satélites Meteo-Sat de la segunda generación (MSG);
- e) que los terminales de usuario local en órbita terrestre baja del sistema Cospas-Sarsat (LEOLUT) reciben en la banda 1 544-1 545 MHz señales de RLS retransmitidas desde repetidores de búsqueda y salvamento (SARR) en los satélites de Cospas y Sarsat;
- f) que los LEOLUT Cospas-Sarsat reciben en la banda 1 544-1 545 MHz un tren global de datos procesados (PDS) relativos a los RLS tratados por los procesadores de búsqueda y salvamento (SARP) en los satélites Cospas y Sarsat;
- g) que los terminales de usuario local en órbita terrestre media del sistema Cospas-Sarsat (MEOLUT) reciben en la banda 1 544-1 545 MHz las señales de RLS retransmitidas desde los satélites de navegación en órbita terrestre media (GALILEO);
- h) que el Anexo 6 contiene balances del enlace Cospas-Sarsat para las operaciones en órbita terrestre baja (LEO), órbita terrestre media (MEO) y órbita de los satélites geoestacionarios (GEO) que utilizan los valores de caso más desfavorable referidos en dicho Anexo como «caso de bajo nivel».

* La presente Recomendación debe ser puesta a disposición de Cospas-Sarsat, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Organización Marítima Internacional (OMI).

recomienda

- 1 que los análisis de la interferencia causada a los GEOLUT Cospas-Sarsat que funcionan con los satélites GOES se basen en el Anexo 1;
- 2 que los análisis de la interferencia causada a los LEOLUT Cospas-Sarsat que reciben datos PDS de las RLS se basen en el Anexo 2;
- 3 que los análisis de la interferencia causada a los LEOLUT Cospas-Sarsat que reciben señales de las RLS a 406 MHz retransmitidas por satélites en órbita terrestre baja Cospas y Sarsat se basen en el Anexo 3;
- 4 que los análisis de la interferencia causada a los GEOLUT Cospas-Sarsat que funcionan con satélites MSG se basen en el Anexo 4;
- 5 que los análisis de la interferencia causada a los MEOLUT Cospas-Sarsat que funcionan con satélites GALILEO se basen en el Anexo 5.

Anexo 1**Criterios de protección en la banda 1 544-1 545 MHz para los GEOLUT Cospas-Sarsat que reciben señales de RLS retransmitidas a través de satélites GOES****1.1 Introducción**

Los repetidores de búsqueda y salvamento Cospas-Sarsat se encuentran a bordo de los satélites GOES. Estos repetidores reciben señales de las RLS de 406 MHz y retransmiten las señales a los GEOLUT Cospas-Sarsat en las frecuencias de enlace descendente en la banda 1 544-1 545 MHz. De conformidad con el RR, la banda 1 544-1 545 MHz se encuentra atribuida al servicio móvil por satélite (SMS), espacio-Tierra, y está específicamente limitada por la disposición del número 5.356 del RR a las comunicaciones de socorro y seguridad. El análisis realizado en este Anexo establece los criterios de protección contra la interferencia provocada a los GEOLUT que reciben las señales del enlace descendente en la banda 1 544-1 545 MHz del GOES.

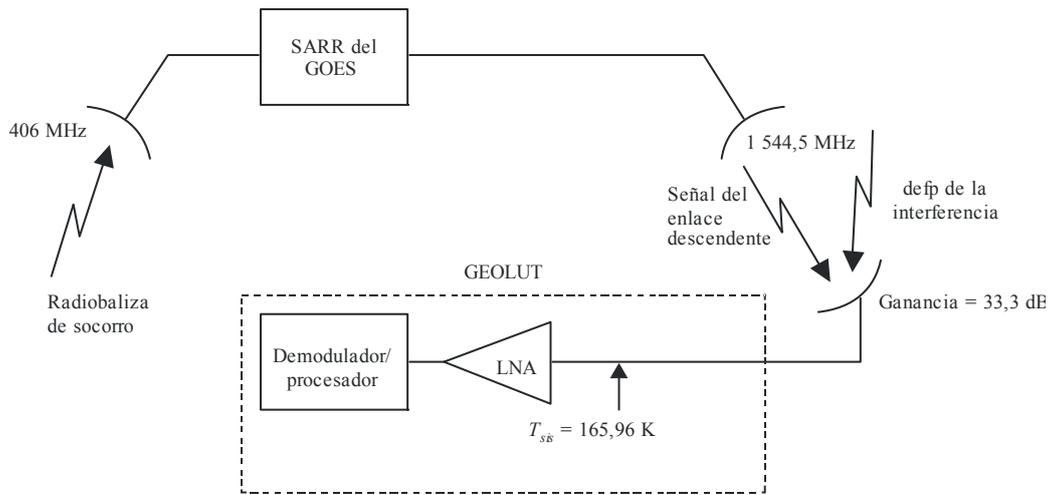
1.2 Mínima calidad de funcionamiento aceptable para la detección de las señales RLS retransmitidas a través del satélite GOES

Para detectar con fiabilidad las señales de las radiobalizas de socorro a 406 MHz que utilizan los repetidores del satélite GOES a 406 MHz, la proporción de bits erróneos (BER) del canal no debe rebasar el valor de 5×10^{-5} .

1.3 Análisis de la densidad espectral de flujo de potencia de la interferencia (defp)

La BER de un canal de comunicaciones se obtiene a partir de la relación entre la energía contenida en cada bit de datos, E_b , y la densidad de ruido. La densidad de ruido total está constituida por el ruido desarrollado por el equipo Cospas-Sarsat, N_0 , y el ruido provocado por la interferencia procedente de otros sistemas, I_0 . La Fig. 1 representa el canal SARR a 406 MHz del satélite GOES con interferencia en el enlace descendente.

FIGURA 1
SARR del GOES con interferencia en el enlace descendente



M.1731-01

LNA: amplificador de bajo nivel de ruido

Para lograr una BER de 5×10^{-5} , la relación entre la energía por bit y la densidad de ruido más interferencia ($E_b/(N_0 + I_0)$) en el demodulador del GEOLUT debe ser igual o superior a 8,8 dB. Este análisis determina la máxima cantidad de interferencia similar al ruido de banda ancha especificada como una defp con referencia a la entrada de la antena del GEOLUT que podría aceptarse sin degradar la relación $E_b/(N_0 + I_0)$ del enlace global a un valor inferior a 8,8 dB.

Como puede verse en la Fig. 1, las señales de la radiobaliza de socorro a 406 MHz son recibidas por el SARR del GOES y se modulan en fase con una portadora del enlace descendente de 1 544,5 MHz para su detección y procesamiento por los GEOLUT. La ganancia de antena y la temperatura de ruido del sistema en un GEOLUT del GOES son 33,3 dB y 165,96 K, respectivamente.

La señal de la RLS tiene un ángulo de elevación de 5° con respecto al vehículo espacial. Cuando no hay ninguna fuente externa de interferencia, la relación C/N_0 global es 31,1 dB-Hz, lo que supone un valor de la relación E_b/N_0 de 5,1 dB. Teniendo en cuenta las pérdidas de realización y de demodulación de los datos en la radiobaliza así como las ganancias de procesamiento en el GEOLUT, se obtiene un valor eficaz de la relación E_b/N_0 de 10,1 dB. Como el canal requiere un valor global de $E_b/(N_0 + I_0)$ de al menos 8,8 dB para satisfacer con fiabilidad la mínima calidad de funcionamiento, no puede aceptarse una acumulación de interferencia de banda ancha en el enlace descendente que reduzca más de 1,3 dB la relación global entre la portadora/ruido más interferencia.

Como la C/N_0 global en ausencia de interferencia es de 31,1 dB-Hz, una interferencia similar al ruido de banda ancha en el enlace descendente que degrade ese valor en 1,3 dB, daría lugar a una relación global portadora/ruido más interferencia $(C/(N_0 + I_0))_{\text{global}}$ de:

$$\begin{aligned} (C/(N_0 + I_0))_{\text{global}} &= (C/N_0)_{\text{global}} - 1,3 \text{ dB} \\ &= 31,1 \text{ dB-Hz} - 1,3 \text{ dB} \\ &= 29,8 \text{ dB-Hz} \end{aligned}$$

El valor de $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ se calcula a partir de las relaciones entre portadoras/ruido más interferencia en los enlaces ascendente y descendente, como se indica a continuación:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

Como este análisis sólo se refiere a la interferencia del enlace descendente, la ecuación anterior puede simplificarse obteniendo:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/N_0)^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

Sustituyendo $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ por 29,8 dB-Hz y $(C/N_0)_{\uparrow}$ por 31,3 dB-Hz se obtiene un valor de $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ de 35,1 dB-Hz (véase a continuación):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{global}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

o

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-29,8/10} - 10^{-31,3/10})^{-1})$$

por consiguiente:

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 35,1 \text{ dB-Hz}$$

La densidad espectral de potencia del ruido del enlace descendente sin interferencia a la entrada del LNA es $N_0 = k T$, donde k es la constante de Boltzmann. Por lo tanto, $N_0 = -228,6 + 22,2 = -206,4 \text{ dB(W/Hz)}$.

La relación $(C/N_0)_{\downarrow}$ es igual a 43,8 dB y $(N_0)_{\downarrow}$ es igual a $-206,4 \text{ dB(W/Hz)}$, en consecuencia el valor de C_{\downarrow} es $-162,6 \text{ dBW}$.

La máxima densidad espectral de potencia interferente admisible en el enlace descendente procedente de la combinación de todos los emisores interferentes, $I_0(\text{máx})$, medida a la entrada del receptor LNA del GEOLUT en la banda $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ es:

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0)_{\downarrow})/10)} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

o

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log (10^{(-162,6 - 35,1)/10} - 10^{-206,4/10})$$

por consiguiente:

$$I_0(\text{máx}) = -198,3 \text{ dB(W/Hz)}$$

Es conveniente caracterizar el criterio de protección en términos del valor umbral de la defp de la interferencia especificada en $\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ a la entrada de la antena del GEOLUT. La abertura efectiva de una antena, A_e , de ganancia G es $A_e = G\lambda^2/4\pi$. La antena del GEOLUT presenta una ganancia de 33,3 dB; por consiguiente, la abertura efectiva es $6,42 \text{ m}^2$. La máxima interferencia combinada aceptable especificada como defp es:

$$\text{defp} = I_0(\text{máx}) - L_{\text{Linea}} - A_e$$

Suponiendo que $L_{\text{Linea}} = 0$.

$$\begin{aligned} \text{defp} &= -198,3 - 0 - 10 \log (6,42) \\ &= -206,4 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))} \end{aligned}$$

El máximo nivel de interferencia similar al ruido de banda ancha en el canal GEOLUT de $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ no deberá rebasar el valor de $-206,4 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

1.4 Procedimiento para calcular el nivel de interferencia en el enlace descendente del canal SARR a 406 MHz del GOES

La interferencia causada al sistema Cospas-Sarsat a menudo proviene de las emisiones fuera de banda provocadas por servicios en bandas adyacentes o casi adyacentes, tales como las atribuciones al SMS en sentido espacio-Tierra.

Debe examinarse la anchura de banda de la emisión para determinar si se transmite energía en la gama de frecuencias $1\,544,5\text{ MHz} \pm 100\text{ kHz}$. Debe prestarse especial atención cuando se analicen las repercusiones de los sistemas móviles (por ejemplo, satélites no geoestacionarios y transmisores a bordo de aeronaves) para tener en cuenta la influencia de la deriva por efecto Doppler a causa de su movimiento.

Debe calcularse el nivel de interferencia producida por todas las fuentes que transmiten energía en la banda, expresado como nivel de defp en la antena del GEOLUT. El nivel combinado para todas las fuentes interferentes no debe rebasar el valor de $-206,4\text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ en ninguna frecuencia de esta gama.

El nivel anterior se basa en una ganancia fuera del eje de la antena del GEOLUT de 33,3 dBi. Dependiendo de los sistemas, para determinar la repercusión de la interferencia deben tenerse en cuenta la discriminación de la antena correspondiente, la polarización y otras consideraciones de tipo técnico.

Anexo 2

Criterios de protección contra la interferencia en la banda 1 544-1 545 MHz para LEOLUT que reciben datos procesados por los SARP a 2,4 kbit/s de los satélites Cospas y Sarsat

1 Consideraciones generales

El canal SARP de 2,4 kbit/s Cospas y Sarsat está situado en la frecuencia de $1\,544,5\text{ MHz} \pm 5\text{ kHz}$ en los enlaces descendentes de la carga útil del LEOSAR. Debido a la dispersión de frecuencias provocada por el proceso de modulación y la deriva por efecto Doppler causada por el movimiento del satélite, dicho canal se recibe en los LEOLUT en una gama de frecuencias de $1\,544,5\text{ MHz} \pm 50\text{ kHz}$.

En el Cuadro 1 aparecen los balances de potencia del enlace descendente recomendados para los canales SARP Cospas y Sarsat elaborados para ayudar a las administraciones a diseñar los LEOLUT que utilicen en el sistema Cospas-Sarsat. El balance del enlace muestra que el canal SARP Cospas tiene un enlace de comunicaciones más robusto que el servicio SARP Sarsat; por lo tanto, los requisitos de protección adecuados para el canal SARP Sarsat proporcionarían igualmente protección adecuada al servicio SARP Cospas.

2 Mínima calidad de funcionamiento aceptable para los datos PDS a 2,4 kbit/s en el canal SARP

Para detectar y ubicar con fiabilidad las radiobalizas de socorro de 406 MHz, la BER del enlace descendente del canal SARP no debe ser superior a 1×10^{-6} (véase el Cuadro 1).

3 Análisis de la defp que provoca interferencia

La BER de un canal de comunicaciones se obtiene a partir de la relación entre la energía contenida en cada bit de datos, E_b , y la densidad de ruido. La densidad de ruido total está constituida por el ruido desarrollado por el equipo Cospas-Sarsat, N_0 , y el ruido provocado por la interferencia procedente de otros sistemas, I_0 .

Este análisis establecerá el nivel de interferencia, expresado como una defp en la antena del LEOLUT, que degradaría la BER del enlace descendente del canal SARP hasta un bit erróneo por cada millón de bits (1×10^{-6}).

CUADRO 1

Parámetros de balance de potencia del enlace descendente para el PDS Cospas y Sarsat del SARP

Parámetro	Cospas nominal	Sarsat nominal	Fuente
Frecuencia portadora (MHz)	1 544,5		
Polarización (circular levógira)	LHCP		
Ángulo de elevación (grados)	5		
Altitud del satélite (km)	1 000	850	
p.i.r.e. del satélite ⁽¹⁾ (dBW)	6,2	7,1	
Distancia oblicua, aproximadamente 5° (dBW)	3 200	2 900	Calculada a partir de consideraciones geométricas
Pérdidas de trayecto en el espacio libre (L_p) (dB)	166,3	165,5	Calculadas con la fórmula normalizada
Pérdidas por desvanecimiento a corto plazo (L_f) (dB)	10		
Otras pérdidas (L_o) (dB)	3,6 ⁽²⁾		LUT – dependiente del diseño y del emplazamiento
(G/T) de la antena ⁽³⁾ (dB(K ⁻¹))	4,3		$G = 26,7$ dB, $T = 22,4$ dB(K)
Constante de Boltzmann, k (dB(W/(K · Hz)))	-228,6		Constante física
Factor de velocidad de transmisión de datos, a 2,4 kbit/s, r (dB-Hz)	33,8		
Pérdidas de modulación (dB)	-12,1	-14,1	
Máxima proporción BER	10^{-6}		
(E_b/N_0) calculada (dB)	13,3	13,0	Utilizando los parámetros anteriores
(E_b/N_0)-i teórica para una BER de 10^{-6} (dB)	10,6		E_b/N_0 para la BER requerida
Margen del enlace PDS (dB)	2,7	2,4	

LUT: terminal local de usuario.

⁽¹⁾ Potencia isotrópica radiada equivalente.

⁽²⁾ Pérdidas por desadaptación de la polarización, orientación de la antena y realización del demodulador.

⁽³⁾ Relación entre ganancia de antena y temperatura de ruido para incluir el radomo, si ha lugar, y las pérdidas del cable. G/T en los LUT de Estados Unidos de América = 4,3 dB.

El Cuadro 1 muestra el balance de potencia del enlace descendente recomendado para el canal SARP. El balance del enlace se ha completado utilizando los parámetros LEOLUT típicos. Dicho balance muestra que la BER necesaria de 1×10^{-6} se logra con un margen de 2,4 dB para los sistemas Sarsat de seguimiento. El enlace debe mantener un margen positivo para soportar la BER necesaria. Por lo tanto, no puede admitirse que el total de toda la interferencia degrade el enlace más de 2,4 dB. En este caso, la densidad espectral de potencia de interferencia acumulativa, I_0 en el receptor del LEOLUT viene dada por la siguiente ecuación (cantidades numéricas):

$$N_0 + I_0 \leq 10^{(2,4/10)} \times N_0$$

o

$$I_0/N_0 \leq (10^{(2,4/10)} - 1) = 0,738 \text{ (numérico)}$$

por consiguiente:

$$I_0/N_0 = -1,3 \text{ dB}$$

En consecuencia, el efecto acumulativo de todas las fuentes interferentes no deben rebasar un valor de $I_0/N_0 = -1,3$ dB.

Para los LEOLUT con una ganancia de antena G de 26,7 dB y una temperatura de ruido del sistema, T , de 22,4 dBK en el LNA del LEOLUT, la densidad espectral de potencia de ruido sin interferencia, N_0 , es el producto de la constante de Boltzmann, k por la temperatura de ruido T , o $N_0 = k T$, y se expresa en dB de la forma siguiente:

$$N_0 = -228,6 + 22,4 = -206,2 \text{ dB(W/Hz)}$$

Por tanto, la máxima densidad espectral de potencia de interferencia procedente de todos los emisores interferentes, $I_0(\text{máx})$, en el LNA del LEOLUT en la banda $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 50 \text{ kHz}$ no debe rebasar la siguiente cantidad:

$$I_0(\text{máx}) = N_0 - 1,3 = -207,5 \text{ dB(W/Hz)}$$

Conviene caracterizar los criterios de protección en términos del valor umbral de la defp de la interferencia especificada en dB(W/(m² · Hz)) a la entrada de la antena del LEOLUT. La abertura efectiva de una antena de ganancia G es $A_e = G\lambda^2/4\pi$. Una ganancia de la antena del LEOLUT de 26,7 dB da lugar a un valor de $A_e = 1,4 \text{ m}^2$. Por consiguiente, el máximo nivel de toda la interferencia en el enlace descendente es:

$$\begin{aligned} \text{defp} &= I_0/A_e = -207,5 - 10 \log(1,4) \\ &= -209,0 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))} \end{aligned}$$

El máximo nivel de interferencia similar al ruido de banda ancha en la banda $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 50 \text{ kHz}$ no debe rebasar el valor de $-209,0 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 Procedimiento para calcular el nivel de interferencia causado al canal SARP del LEOSAR

La interferencia que sufre el sistema Cospas-Sarsat a menudo procede de emisiones fuera de banda procedentes de servicios en bandas adyacentes o casi adyacentes, tales como las atribuciones del SMS en sentido espacio-Tierra.

Debe determinarse la anchura de banda de la emisión para observar si se transmite energía en la gama de frecuencias $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 50 \text{ kHz}$. Debe tenerse especial cuidado al analizar la repercusión de los sistemas móviles (por ejemplo, satélites no geoestacionarios y transmisores a bordo de aeronaves) para tener en cuenta la influencia de la deriva por efecto Doppler a causa de su movimiento.

Debe calcularse el nivel de defp en la antena del LEOLUT. El nivel combinado de todas las fuentes de interferencia no debe rebasar el valor de $-209,0 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ en ninguna parte de la gama $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 50 \text{ kHz}$.

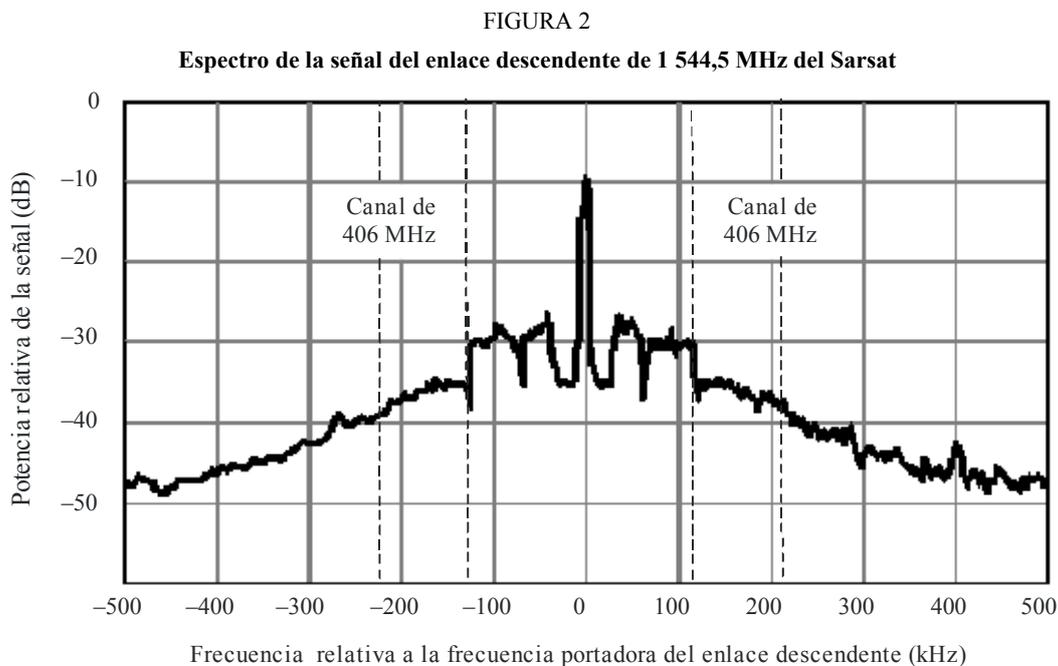
Anexo 3

Criterios de protección en la banda 1 544-1 545 MHz para los servicios del repetidor de 406 MHz Sarsat (SARR) contra la interferencia procedente de emisiones de banda ancha

1 Consideraciones generales

El canal SARR de 406 MHz Sarsat ocupa aproximadamente 100 kHz de espectro empezando 120 kHz por encima y por debajo de la portadora de 1 544,5 MHz. Sin embargo, debido a la desviación de frecuencia admisible causada por el envejecimiento del transmisor del satélite, la deriva por efecto Doppler provocada por el movimiento del satélite Sarsat, una mínima banda de guarda y la dispersión de la señal causada por el proceso de modulación, los LEOLUT requieren 220 kHz de espectro comenzando 80 kHz por encima y por debajo de la portadora de 1 544,5 MHz para procesar el canal SARR de 406 MHz.

En la Fig. 2 se representa la frecuencia ocupada por el canal SARR.

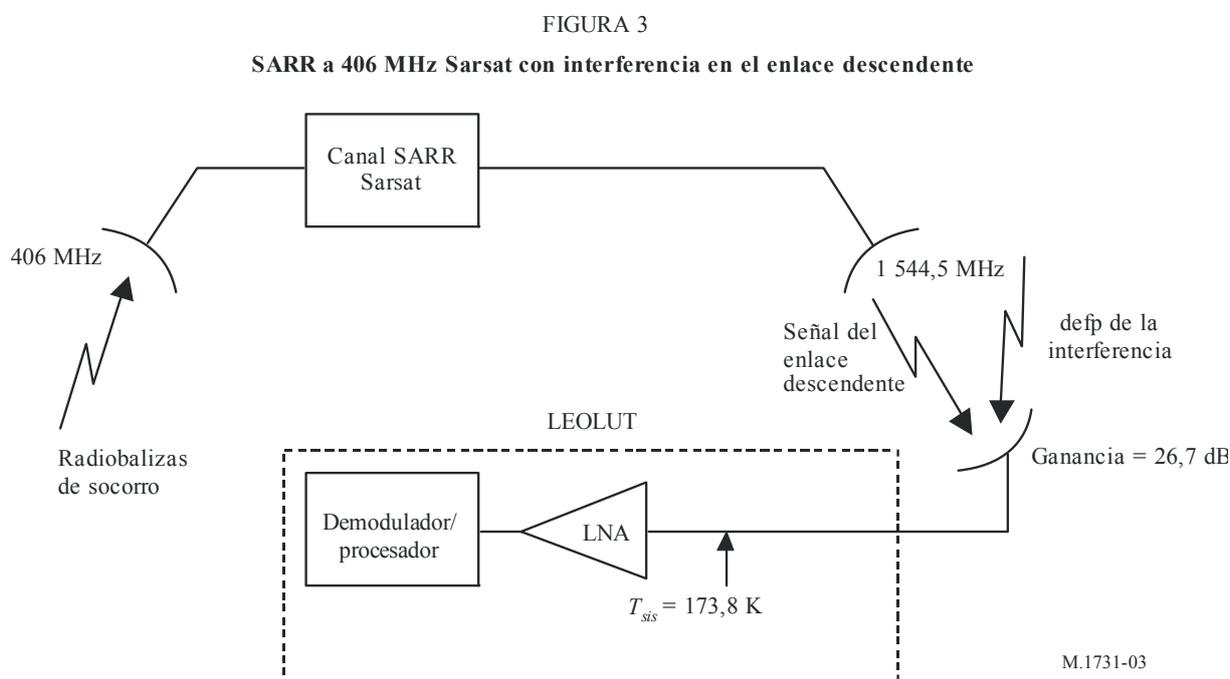


2 Mínima calidad de funcionamiento aceptable para la detección de señales de RLS retransmitidas a través del canal SARR de 406 MHz de Sarsat

Para detectar y ubicar con fiabilidad las radiobalizas de socorro de 406 MHz utilizando los repetidores del satélite de 406 MHz Sarsat, la proporción de bits erróneos en el canal SARR de 406 MHz Sarsat no debe rebasar el valor de 5×10^{-5} .

3 Análisis de la defp de la interferencia

La BER de un canal de comunicaciones se obtiene a partir de la relación entre la energía contenida en cada bit de datos, E_b , y la densidad de ruido. La densidad de ruido total está constituida por el ruido desarrollado por el equipo Cospas-Sarsat, N_0 , y el ruido provocado por la interferencia procedente de otros sistemas, I_0 . La Fig. 3 representa el canal SARR de 406 MHz con interferencia en el enlace descendente.



Para lograr una BER de 5×10^{-5} , la relación entre la energía por bit y la densidad de ruido más interferencia ($E_b/(N_0 + I_0)$) en el demodulador del LEOLUT debe ser igual o superior a 8,8 dB. Este análisis determina la máxima cantidad de interferencia similar al ruido de banda ancha especificada como una defp con referencia a la entrada de la antena del LEOLUT que podría aceptarse sin degradar el valor de $E_b/(N_0 + I_0)$ total del enlace por debajo de 8,8 dB.

El canal SARR a 406 MHz de la Fig. 3 tiene una modulación de la portadora del enlace descendente de 1 544,5 MHz para su detección y procesamiento por los LEOLUT. La ganancia de antena y la temperatura de ruido del sistema en un LEOLUT son 26,7 dB y 173,8 K, respectivamente.

La señal de la RBLs tiene un ángulo de elevación de 5° con respecto al vehículo espacial. Cuando no hay ninguna fuente externa de interferencia, el valor global de C/N_0 es 38,8 dB-Hz, que equivale a un valor de E_b/N_0 de 12,8 dB. Teniendo en cuenta las pérdidas de realización y de demodulación de datos en la radiobaliza y las ganancias de procesamiento, el valor eficaz de la relación E_b/N_0 es 10,8 dB. Como el canal requiere un valor global de $E_b/(N_0 + I_0)$ de al menos 8,8 dB para satisfacer con fiabilidad la mínima calidad de funcionamiento requerida, no puede admitirse

ninguna interferencia de banda ancha en el enlace descendente que reduzca más de 2,0 dB la relación global entre la portadora/ruido más interferencia $(C/(N_0 + I_0))_{global}$.

Como la C/N_0 en ausencia de interferencia es de 38,8 dB-Hz, una interferencia similar al ruido de banda ancha en el enlace descendente que degrade ese valor en 2,0 dB, daría lugar a una $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ de:

$$\begin{aligned}(C/(N_0 + I_0))_{global} &= (C/N_0)_{global} - 2,0 \text{ dB} \\ &= 38,8 \text{ dB-Hz} - 2,0 \text{ dB} \\ &= 36,8 \text{ dB-Hz}\end{aligned}$$

La relación $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ puede calcularse a partir de las relaciones entre portadoras/ruido más interferencia en los enlaces ascendente y descendente, como se indica a continuación:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

Como este análisis se refiere únicamente a la interferencia del enlace descendente, la ecuación anterior se simplifica como sigue:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/N_0)^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

Sustituyendo $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ por 36,8 dB-Hz y $(C/N_0)_{\uparrow}$ por 41,3 dB-Hz se obtiene un valor de $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ de 38,7 dB-Hz (véase a continuación):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{global}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

o

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-36,8/10} - 10^{-41,3/10})^{-1})$$

por consiguiente:

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 38,7 \text{ dB-Hz}$$

La densidad espectral de potencia de ruido en el enlace descendente en ausencia de interferencia y referida a la entrada del LNA es $N_0 = k T$, siendo k la constante de Boltzmann. Por lo tanto, $N_0 = -228,6 + 22,4 = -206,2 \text{ dB(W/Hz)}$.

Como $(C/N_0)_{\downarrow}$ es igual a 42,5 dB y $(N_0)_{\downarrow}$ es igual a $-206,2 \text{ dB(W/Hz)}$, el valor de C_{\downarrow} es $-163,7 \text{ dBW}$.

La máxima densidad espectral de potencia de interferencia admisible en el enlace descendente procedente de la combinación de todos los emisores interferentes, $I_0(\text{máx})$, medida a la entrada del receptor LNA del LEOLUT en la banda 1 544-1 545 MHz utilizada para el enlace ascendente del canal SARR de 406 MHz viene dada por la siguiente expresión:

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow})/10} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

o

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log (10^{(-163,7 - 38,7)/10} - 10^{-206,2/10})$$

por consiguiente:

$$I_0(\text{máx}) = -204,7 \text{ dB(W/Hz)}$$

Es conveniente caracterizar el criterio de protección en términos del valor umbral de la defp de la interferencia especificada en $\text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ a la entrada de la antena del LEOLUT. La abertura efectiva de una antena, A_e de ganancia G es $A_e = G\lambda^2/4\pi$. Para antenas del LEOLUT con una ganancia de 26,7 dB, la abertura efectiva es 1,4 m^2 . Por consiguiente, la máxima interferencia combinada aceptable especificada como un valor de defp es:

$$\text{defp} = I_0(\text{máx}) - L_{\text{Linea}} - A_e$$

Suponiendo $L_{\text{Linea}} = 0$.

$$\text{defp} = -204,7 - 0 - 10 \log(1,4) = -206,2 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

El máximo nivel de la interferencia similar al ruido de banda ancha en las bandas procesadas por los LEOLUT para el canal SARR de 406 MHz no deberán rebasar el valor de $-206,2 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 Procedimiento para calcular el nivel de interferencia en la banda 1 544-1 545 MHz causada a los LEOLUT que reciben el canal SARR de 406 MHz

Debe considerarse la anchura de banda de la emisión para determinar si se transmite energía en las gamas de frecuencias procesadas por los LEOLUT para el canal SARR de 406 MHz (es decir, 1 544,58-1 544,80 MHz y 1 544,42-1 544,20 MHz). Debe tenerse especial precaución cuando se analice la repercusión de los sistemas móviles (por ejemplo, satélites no geoestacionarios y transmisores a bordo de aeronaves) para tener en cuenta la influencia de la deriva por efecto Doppler a causa de su movimiento.

Debe calcularse el nivel de interferencia producida por todas las fuentes que transmiten energía en la banda, expresado como un nivel de defp en la antena del LEOLUT. El nivel combinado para todas las fuentes interferentes no debe rebasar el valor de $-206,2 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ en cualquier frecuencia de esta gama.

El nivel anterior se determinó utilizando una antena de LEOLUT con polarización circular levógira (LHCP) y una ganancia en el eje de 26,7 dBi. Para determinar la influencia de la interferencia deben tenerse en cuenta la discriminación por polarización y otras consideraciones técnicas relativas a los sistemas implicados.

Anexo 4

Criterios de protección en la banda 1 544-1 545 MHz para los GEOLUT Cospas-Sarsat que reciben señales de RLS retransmitidas a través de satélites MSG

1 Introducción

Los repetidores de búsqueda y salvamento del sistema Cospas-Sarsat se encuentran a bordo de satélites MSG. Estos repetidores reciben señales de las RLS de 406 MHz y las retransmiten a los GEOLUT del Cospas-Sarsat en frecuencias de enlace descendente en la banda 1 544-1 545 MHz. De conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, dicha banda ha sido atribuida al servicio móvil por satélite (SMS), en sentido espacio-Tierra, y está específicamente limitada por el número 5.356 del RR a las comunicaciones de socorro y seguridad. El análisis realizado en este Anexo establece los criterios de protección contra la interferencia para los GEOLUT que reciben el enlace descendente de los satélites MSG en la banda 1 544-1 545 MHz.

2 Mínima calidad de funcionamiento aceptable para la detección de las señales de RBLs retransmitidas a través del satélite MSG

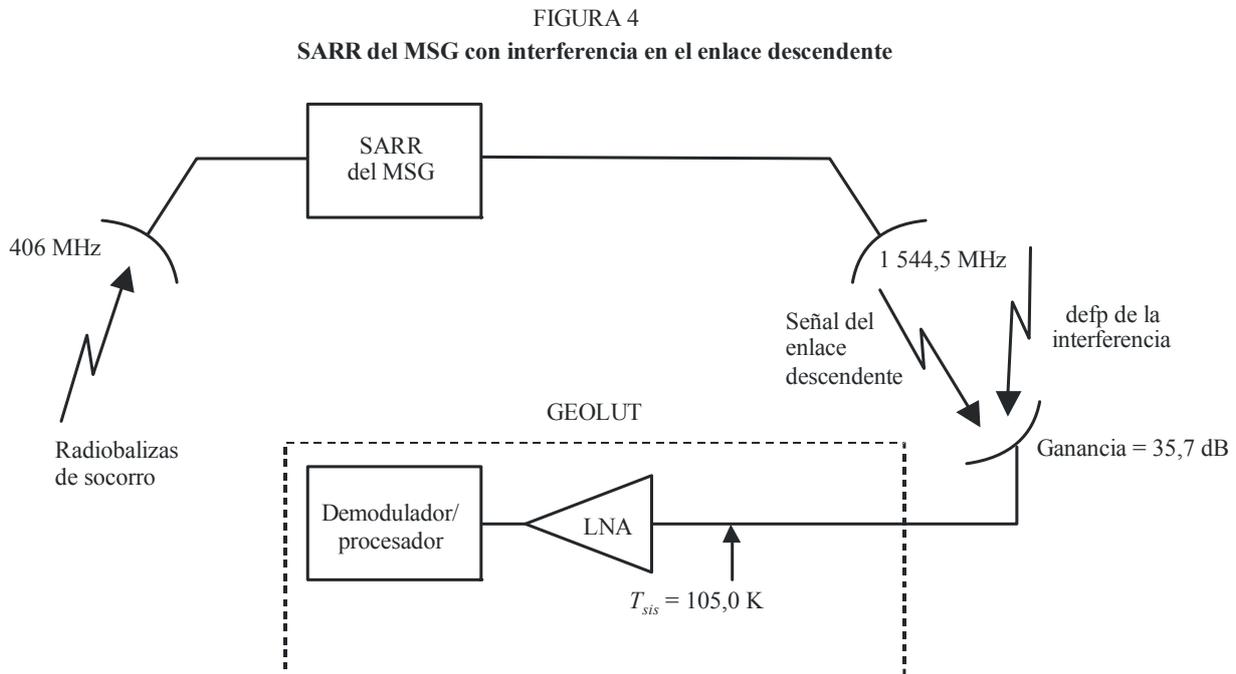
Para detectar con fiabilidad las radiobalizas de socorro a 406 MHz utilizando los repetidores del satélite MSG de 406 MHz, la BER del canal no debe rebasar el valor de 5×10^{-5} .

3 Análisis de la defp de la interferencia

La BER de un canal de comunicaciones se obtiene a partir de la relación entre la energía contenida en cada bit de datos, E_b y la densidad de ruido. La densidad de ruido total está constituida por el ruido desarrollado por el equipo del Cospas-Sarsat, N_0 , y el ruido causado por la interferencia procedente de otros sistemas, I_0 . En la Fig. 4 se representa el canal SARR a 406 MHz del satélite MSG con interferencia en el enlace descendente.

Para lograr una BER de 5×10^{-5} , la relación entre la energía por bit y la densidad de ruido más interferencia ($E_b/(N_0 + I_0)$) en el demodulador del GEOLUT debe ser igual o mayor que 8,8 dB. Este análisis determina la máxima cantidad de interferencia similar al ruido de banda ancha especificada como una defp con referencia a la entrada de la antena del GEOLUT que podría aceptarse sin degradar la relación $E_b/(N_0 + I_0)$ del enlace global a un valor inferior a 8,8 dB.

Como puede verse en la Fig. 4, las señales de la radiobaliza de socorro a 406 MHz son recibidas por el SARR del MSG y se transfieren a un enlace descendente de $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ para su detección y procesamiento por los GEOLUT. La ganancia de antena y la temperatura de ruido del sistema en un GEOLUT MSG son 35,7 dB y 105,0 K, respectivamente.



La señal de la RLS tiene un ángulo de elevación de 5° con respecto al vehículo espacial. Cuando no hay ninguna fuente externa de interferencia, el valor global de la relación C/N_0 es de 27,4 dB-Hz, que corresponde a un valor de E_b/N_0 de 1,4 dB. Teniendo en cuenta las pérdidas de realización y de demodulación de los datos en la radiobaliza, así como las ganancias de procesamiento en el GEOLUT, se obtiene un valor eficaz de la relación E_b/N_0 de 8,9 dB. Como el canal requiere una $E_b/(N_0 + I_0)$ global de al menos 8,8 dB para satisfacer con fiabilidad la mínima calidad de funcionamiento, no puede aceptarse una acumulación de interferencia de banda ancha en el enlace descendente que reduzca más de 0,1 dB el valor global de la relación portadora/ruido más interferencia.

Como la C/N_0 global en ausencia de interferencia es de 27,4 dB-Hz, una interferencia similar al ruido de banda ancha en el enlace descendente que degrade ese valor en 0,1 dB, daría lugar a una relación global portadora/ruido más interferencia $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ de:

$$\begin{aligned} (C/(N_0 + I_0))_{global} &= (C/N_0)_{global} - 0,1 \text{ dB} \\ &= 27,4 \text{ dB-Hz} - 0,1 \text{ dB} \\ &= 27,3 \text{ dB-Hz} \end{aligned}$$

El valor de $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ se calcula a partir de las relaciones entre portadoras/ruido más interferencia en los enlaces ascendente y descendente, como se indica a continuación:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

Como este análisis se refiere únicamente a la interferencia del enlace descendente, la anterior ecuación se simplifica de la forma siguiente:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/N_0)^{-1}_{\uparrow} + (C/(N_0 + I_0))^{-1}_{\downarrow})^{-1}$$

Sustituyendo $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ por 27,3 dB-Hz y $(C/N_0)_{\uparrow}$ por 28,1 dB-Hz se obtiene un valor de $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ de 35,0 dB-Hz (véase a continuación):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{global}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

o

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log((10^{-27,3/10} - 10^{-28,1/10})^{-1})$$

por consiguiente:

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 35,0 \text{ dB-Hz}$$

La densidad espectral de potencia de ruido del enlace descendente sin interferencia a la entrada del LNA es $N_0 = k T$, siendo k la constante de Boltzmann. Por lo tanto, $N_0 = -228,6 + 20,2 = -208,4 \text{ dB(W/Hz)}$.

La relación $(C/N_0)_{\downarrow}$ es igual a 35,5 dB y $(N_0)_{\downarrow}$ es igual a $-208,4 \text{ dB(W/Hz)}$, de forma que C_{\downarrow} tiene un valor de $-171,0 \text{ dBW}$.

La máxima densidad espectral de potencia interferente admisible en el enlace descendente procedente de la combinación de todos los emisores interferentes, $I_0(\text{máx})$, medida a la entrada del receptor LNA del GEOLUT en la banda $1\,544,5 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ es:

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log(10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow})/10} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

o

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log(10^{(-171,0 - 35,0)/10} - 10^{-208,4/10})$$

por consiguiente:

$$I_0(\text{máx}) = -209,7 \text{ dB(W/Hz)}$$

Es conveniente caracterizar el criterio de protección en términos del valor umbral de la defp de la interferencia especificada en dB(W/(m² · Hz)) a la entrada de la antena del GEOLUT. La abertura efectiva de una antena, A_e , de ganancia G es $A_e = G\lambda^2/4\pi$. La antena del GEOLUT tiene una ganancia de 35,7 dB, por consiguiente, la abertura efectiva es 12,0 m². La máxima interferencia combinada aceptable especificada como defp es:

$$\text{defp} = I_0(\text{máx}) - L_{\text{Línea}} - A_e$$

Suponiendo que $L_{\text{Línea}} = 0$:

$$\begin{aligned} \text{defp} &= -209,7 - 0 - 10 \log (12,0) \\ &= -220,5 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))} \end{aligned}$$

El máximo nivel de la interferencia similar al ruido de banda ancha en el canal GEOLUT de 1 544,5 MHz ± 100 kHz no deberá rebasar el valor de -220,5 dB(W/(m² · Hz)).

4 Procedimiento para calcular el nivel de interferencia en el enlace descendente del canal SARR de 406 MHz del MSG

La interferencia causada al sistema Cospas-Sarsat a menudo proviene de las emisiones fuera de banda procedentes de servicios en bandas adyacentes o casi adyacentes, tales como las atribuciones al SMS en sentido espacio-Tierra.

Debe determinarse la anchura de banda de la emisión para observar si se transmite energía en la gama de frecuencias 1 544,5 MHz ± 100 kHz. Debe prestarse especial atención al analizar la repercusión de los sistemas móviles (por ejemplo, satélites no geoestacionarios y transmisores a bordo de aeronaves) para tener en cuenta la influencia de la deriva por efecto Doppler generada por su movimiento.

Debe calcularse el nivel de interferencia producida por todas las fuentes que transmiten energía en la banda, expresado como nivel de defp en la antena del GEOLUT. El nivel combinado para todas las fuentes interferentes no debe superar el valor de -220,5 dB(W/(m² · Hz)) en ninguna frecuencia de esta gama.

El nivel anterior se basa en una ganancia en el eje de la antena del GEOLUT de 35,7 dBi. Dependiendo de los sistemas implicados, para determinar la repercusión de la interferencia deben tenerse en cuenta la discriminación de antena, la polarización y otras consideraciones de tipo técnico.

Anexo 5

Criterios de protección en la banda 1 544-1 545 MHz para los MEOLUT Cospas-Sarsat que reciben señales de radiobalizas de socorro que funcionan en 406 MHz retransmitidas por satélites GALILEO

1 Introducción

Los repetidores de búsqueda y salvamento Cospas-Sarsat se encuentran a bordo de los satélites GALILEO. Estos repetidores reciben señales en 406 MHz procedentes de radiobalizas de socorro y retransmiten las señales a los MEOLUT Cospas-Sarsat en frecuencias del enlace descendente en la banda 1 544-1 545 MHz. El análisis que figura en el presente Anexo establece los criterios de protección contra la interferencia para los MEOLUT que reciben las señales del enlace descendente de GALILEO en la banda 1 544-1 545 MHz.

2 Mínima calidad de funcionamiento aceptable para la detección de las señales de radiobalizas de socorro de 406 MHz retransmitidas por los satélites GALILEO

Para detectar con fiabilidad las señales de las radiobalizas de socorro a 406 MHz que utilizan los repetidores del satélite GALILEO a 406 MHz, la BER del canal no debe rebasar el valor de 5×10^{-5} .

3 Análisis de la defp de la interferencia

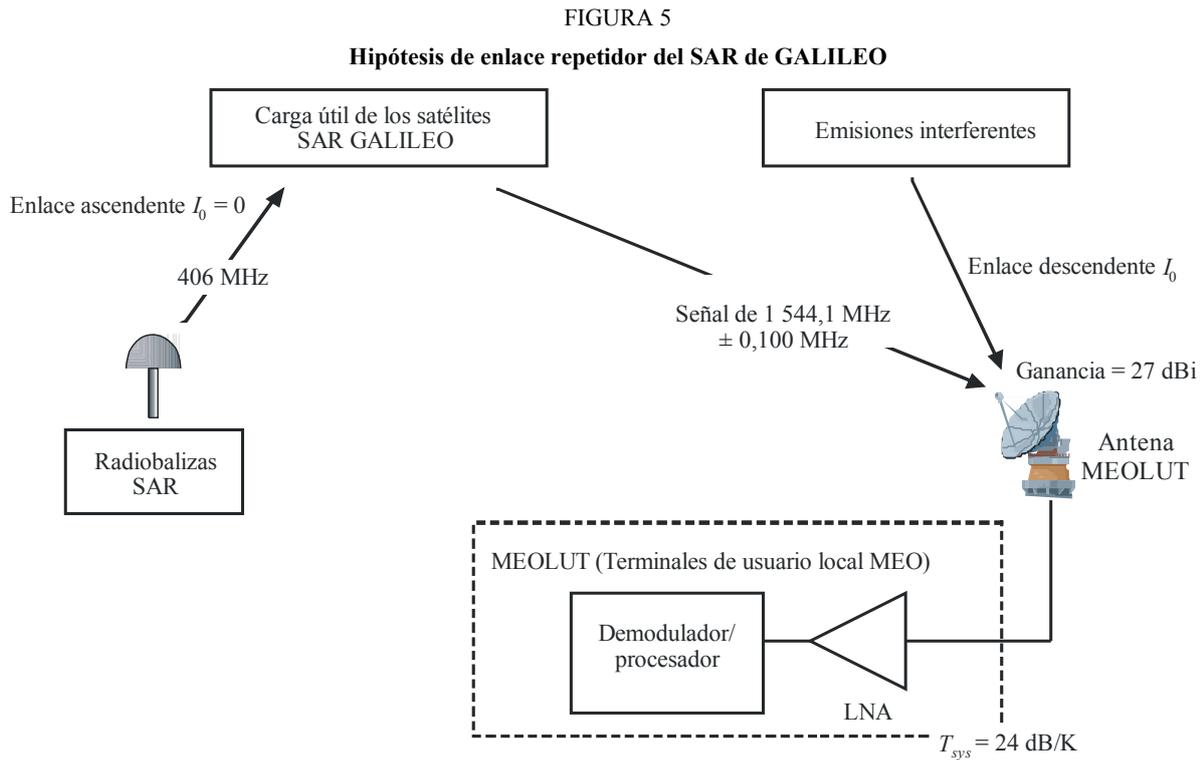
La BER de un canal de comunicación se obtiene a partir de la relación entre la energía contenida en cada bit de datos, E_b , y la densidad de ruido. La densidad de ruido total se compone del ruido térmico, N_0 , y el ruido causado por la interferencia procedente de otros sistemas, I_0 . La Fig. 5 representa el canal de carga útil SAR GALILEO a 406 MHz con interferencia en el enlace descendente.

Para obtener una BER de 5×10^{-5} , la relación entre la energía por bit y la densidad de ruido más interferencia ($E_b/(N_0 + I_0)$) en el demodulador MEOLUT debe ser igual o superior a 8,8 dB. Este análisis determina la máxima cantidad de interferencia similar al ruido de banda ancha especificada como una dfpe con referencia a la entrada de la antena MEOLUT, que podría aceptarse sin degradar la relación $E_b/(N_0 + I_0)$ del enlace global a un valor inferior a 8,8 dB.

El valor global de $C/(N_0 + I_0)$ requerido a 400 bit/s (26 dB) es:

$$C/(N_0 + I_0) \text{ global} = 8,8 + 10 \log_{10}(400) = 34,8 \text{ dB-Hz}$$

Como puede verse en la Fig. 5, las señales de radiobaliza de socorro de 406 MHz se reciben por la carga útil SAR GALILEO y se trasladan a un enlace descendente de $1\,544,1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ para su detección y procesamiento por los MEOLUT. La ganancia de antena y la temperatura de ruido del sistema para un MEOLUT SAR/Galileo son 27 dBi y 253 K (24 dB(K)), respectivamente. El correspondiente valor de G/T es de 3 dB/K.



La señal de la radiobaliza tiene un ángulo de elevación de 5° con respecto al vehículo espacial. Cuando no existe ninguna fuente externa de interferencia, y de acuerdo con el Anexo 6 (cálculo del balance del enlace Cospas-Sarsat), la relación global C/N_0 es 35,4 dB-Hz, que para 400 bit/s supone un valor de la relación E_b/N_0 de 9,4 dB (35,4 dB-Hz – 26 dB/s). Teniendo en cuenta las pérdidas de realización (0,5 dB), las pérdidas de modulación de los datos de la radiobaliza (1,0 dB) y la ganancia de procesamiento (2,0 dB) en el MEOLUT, se obtiene un valor eficaz de la relación E_b/N_0 de 9,9 dB. Como el canal requiere un valor global de $E_b/(N_0 + I_0)$ de al menos 8,8 dB para satisfacer con fiabilidad la mínima calidad de funcionamiento, no puede aceptarse una acumulación de la interferencia de banda ancha en el enlace descendente que reduzca más de 1,1 dB la relación global portadora/densidad de ruido más interferencia.

Como la C/N_0 global en ausencia de interferencia es de 35,4 dB-Hz, una interferencia similar al ruido de banda ancha en el enlace descendente que degrade ese valor en 1,1 dB, daría lugar a una relación global portadora/densidad de ruido más interferencia $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ de 34,3 dB-Hz.

El valor de $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ se calcula a partir de las relaciones portadora/densidad de ruido más interferencia en los enlaces ascendente y descendente, como se indica a continuación:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/(N_0 + I_0))_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

Dado que este análisis sólo se refiere a la interferencia del enlace descendente, la anterior ecuación se simplifica como sigue:

$$(C/(N_0 + I_0))_{global} = ((C/N_0)_{\uparrow}^{-1} + (C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}^{-1})^{-1}$$

Sustituyendo $(C/(N_0 + I_0))_{global}$ por 34,3 dB-Hz y $(C/N_0)_{\uparrow}$ por 35,7 dB-Hz se obtiene un valor de $(C/(N_0 + I_0))_{\downarrow}$ de 39,9 dB-Hz (véase a continuación):

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = ((C/(N_0 + I_0))_{global}^{-1} - (C/N_0)_{\uparrow}^{-1})^{-1}$$

o

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 10 \log ((10^{-34,3/10} - 10^{-35,7/10})^{-1})$$

por consiguiente

$$C/(N_0 + I_0)_{\downarrow} = 39,9 \text{ dB-Hz}$$

La densidad espectral de potencia de ruido del enlace descendente sin interferencia a la entrada del LNA es $N_0 = kT$, siendo k la constante de Boltzmann. Por tanto, $N_0 = -228,6 + 24 = -204,6 \text{ dB(W/Hz)}$.

La relación $(C/N_0)_{\downarrow}$ es igual a 46,7 dB y $(N_0)_{\downarrow}$ es igual a $-204,6 \text{ dB(W/Hz)}$, por consiguiente el valor de C_{\downarrow} es $-157,9 \text{ dBW}$.

La máxima densidad espectral de potencia interferente admisible en el enlace descendente procedente de la combinación de todos los emisores interferentes, $I_0(\text{máx})$, medida a la entrada del receptor LNA del MEOLUT en la banda $1\,544,1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ es:

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log (10^{(C_{\downarrow} - (C/(N_0 + I_0)_{\downarrow})/10)} - 10^{(N_0)_{\downarrow}/10})$$

o

$$I_0(\text{máx}) = 10 \log (10^{(-157,9 - 39,9)/10} - 10^{-204,6/10})$$

por consiguiente

$$I_0(\text{máx}) = -198,8 \text{ dB(W/Hz)}$$

Conviene caracterizar los criterios de protección en términos del valor umbral de la defp de la interferencia especificada en $\text{dB(W/m}^2 \cdot \text{Hz)}$ a la entrada de la antena MEOLUT. La abertura efectiva de una antena, A_e , con una ganancia de G es $A_e = G\lambda^2/4\pi$. La antena del MEOLUT tiene una ganancia de 27 dBi; por lo tanto, la abertura efectiva es de $1,5 \text{ m}^2$. La máxima interferencia combinada aceptable especificada como defp es:

$$\text{defp} = I_0(\text{máx}) - L_{\text{Linea}} - A_e$$

Suponiendo que $L_{\text{Linea}} = 0$:

$$\text{defp} = -200,6 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

El máximo nivel de interferencia similar al ruido de banda ancha en el canal SAR/Galileo MEOLUT de $1\,544,1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$ no deberá rebasar el valor de $-200,6 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 Procedimiento para calcular el nivel de interferencia en el enlace descendente del canal de carga útil SAR GALILEO de 406 MHz

La interferencia causada al sistema Cospas-Sarsat procede a menudo de las emisiones fuera de banda provocada por servicios que funcionan en bandas adyacentes o casi adyacentes.

Debe examinarse la anchura de banda de la emisión para determinar si se transmite energía en la gama de frecuencias $1\,544,1 \text{ MHz} \pm 100 \text{ kHz}$. Debe prestarse especial atención cuando se analicen las repercusiones de los sistemas móviles (por ejemplo, satélites no geoestacionarios y transmisores a bordo de aeronaves) a fin de tener en cuenta los efectos de la deriva por efecto Doppler generados por su movimiento.

Debe calcularse el nivel de interferencia procedente de todas las fuentes que transmiten energía en la banda, expresado como nivel de defp en la antena del MEOLUT. El nivel combinado para todas las fuentes de interferencia no debe rebasar el valor de $-200,6 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$ en ninguna frecuencia de esta gama.

El nivel anterior se basa en una ganancia en el eje de la antena del MEOLUT de 27 dBi. Dependiendo de los sistemas implicados, para determinar la repercusión de la interferencia deben tenerse en cuenta la discriminación de la antena, la polarización y otras consideraciones de tipo técnico.

Anexo 6

CUADRO 2

Balances del enlace Cospas-Sarsat

Parámetro, unidad	Véase la Nota	LEOSAR			GEOSAR		MEOSAR
		PDS Sarsat	SARR Sarsat	SARR Cospas	SARR GOES	SARR MSG	SARR GALILEO
		Caso de bajo nivel					
RLS al enlace ascendente del vehículo espacial							
Anchura de banda de la frecuencia de SAR (kHz)	1		80,0			100,0	80,0
Velocidad de transmisión de datos, Rb (Hz)			400,0				
Frecuencia (MHz)	2		406,05				
Potencia de transmisión (dBW)	3		5,0				
Ganancia de la antena de Tx (dBi)	4		-2,0				
p.i.r.e. (dBW)			3,0				
Ángulo de elevación (grados)	5		5,0				
Distancia del trayecto (km)			2 900,0	3 200,0	41 126,3		28 354,4
Pérdidas de trayecto (dB)			153,8	154,7	176,9		173,7
Pérdidas de polarización (dB)	6				4,9	4,5	4,0
Pérdidas de desvanecimiento (dB)	6a		2,5				2,5
G/T de la antena receptora del satélite (dB/K)	7		-34,0		-18,5	-22,1	-15,7
Constante de Boltzmann (dB(J/K))			-228,6				
C/N ₀ del enlace ascendente (dBHz)			41,3	40,4	31,3	28,1	35,7
Enlace descendente espacio-Tierra							
Frecuencia del enlace descendente (MHz)	8	1 544,5	1 544,5 ± 40 kHz			1 544,5± 50 kHz	1 544,1± 40 kHz
p.i.r.e. del transmisor (dBW)	9	7,1		6,2	15,0	-18,9	1,6
Pérdidas de compartición de potencia (dB)	10		15,3	15,5	18,3		/
Pérdidas de modulación (dB)	11	14,1		6,0	3,54		/
Ángulo de elevación (grados)	12	5,0					
Distancia del trayecto (km)		2 900,0		3 200,0	41 126,3		28 354,4
Pérdidas de trayecto (dB)		165,5		166,4	188,46		185,3
G/T de la antena de recepción del LUT (dB/K)	13	4,3			11,0	15,5	3,0
Pérdidas de polarización (dB)	14				0,35	0,2	0,2
Otras pérdidas (dB)		2,6					1,0
Pérdidas de puntería (dB)	15				0,20	1,0	0,1
Pérdidas de desvanecimiento a corto plazo (dB)	16	10,0					

CUADRO 2 (*fin*)

Parámetro, unidad	Véase la Nota	LEOSAR			GEOSAR		MEOSAR
		PDS Sarsat	SARR Sarsat	SARR Cospas	SARR GOES	SARR MSG	SARR GALILEO
		Caso de bajo nivel					
Enlace descendente espacio-Tierra (cont.)							
C/N_0 del enlace descendente (dBHz)		47,8	42,5	48,6	43,8	35,5	46,7
C/N_0 global (dBHz)			38,8	39,8	31,1	27,4	35,4
Velocidad de transmisión de datos, R_b (dBHz)	17	33,8	26,0				
E_b/N_0 (dB)		14,0	12,8	13,8	5,1	1,4	9,4
Pérdidas de realización (dB)		1,0				0,5	
Pérdidas de modulación de datos en la radiobaliza, $b = 1,1$ rad (dB)	18		1,0				
Ganancia de codificación (dB)		0,0				2,0	
Ganancia de procesamiento (5 ráfagas) (dB)	19				7,0		0,0
Enlace descendente espacio-Tierra							
E_b/N_0 disponible (dB)		13,0	10,8	11,8	10,1	8,9	9,9
E_b/N_0 teórica para BER de 10^{-6} y 5×10^{-5} (dB)	20	10,6	8,8				
Margen (dB)	21	2,4	2,0	3,0	1,3	0,1	1,1

Notas relativas al Cuadro 2:

- 1 Anchura de banda nominal a 1 dB del receptor del satélite, centrada en 406,05 MHz.
- 2 Las frecuencias de radiobaliza se encuentran en la gama de 406,022 a 406,079 MHz.
- 3 Un transmisor de radiobaliza puede emitir con potencias de 5 a 9 dBW, por consiguiente esta radiobaliza de baja potencia (5 dBW) se emplea para el cálculo del balance del enlace, mientras se supone que dos radiobalizas adicionales de 406 MHz transmiten simultáneamente ráfagas, cada una con un ángulo de elevación de 40° hacia el satélite, con 7 dBW, ganancia de antena de 0 dB, pérdidas de emisión de 1 dB y una p.i.r.e. del enlace ascendente de 6 dBW (esta carga de la radiobaliza adicional afecta al valor de compartición de potencia del transmisor del satélite).
- 4 La antena de transmisión tiene una polarización lineal.
- 5 La elevación de 5° de la radiobaliza al satélite es el borde nominal de la cobertura y la altitud nominal de los satélites GEOSAR es 35 786 km, la de los satélites Sarsat 850 km (oscilando entre 830 y 870 km) y la de los satélites Cospas 1 000 km.
- 6 Pérdidas de polarización debidas a la polarización lineal de la antena de la radiobaliza y el desvanecimiento de la señal del enlace ascendente. Las pérdidas de polarización del enlace LEOSAR se incluyen en la ganancia de antena y, por tanto, se reflejan en la G/T de la antena de recepción del satélite.
 - 6a Se proporciona al enlace un margen de 2,5 dB para tener en cuenta el desvanecimiento de la señal (dominado por el centelleo) (véase el Documento C/S R.012, Anexo J. Puede obtener de forma gratuita una copia de este documento en la dirección web de la secretaría de Cospas-Sarsat (Correo-e: cospas_sarsat@imso.org <http://www.cospas-sarsat.org/>).
- 7 G/T del receptor de 406 MHz del satélite referenciado a la entrada del LNA, donde la ganancia nominal y la temperatura de ruido son:
 - GOES: $G = 7,05$ dB y una temperatura de ruido = 359 K.
 - MSG: $G = 3,0$ dB y una temperatura de ruido = 326 K.
 - Sarsat: $G = -4,0$ dB y una temperatura de ruido = 1 000 K.
 - Cospas: $G = -4,0$ dB y una temperatura de ruido = 1 000 K.
- 8 La banda de frecuencias del enlace descendente atribuida para socorro y seguridad es 1 544-1 545 MHz.

Notas relativas al Cuadro 2 (cont.):

- 9 La p.i.r.e. se basa en la potencia de transmisión del satélite y en la ganancia de antena del transmisor. En los casos de MSG y Galileo, se indica la p.i.r.e. de la radiobaliza observada (en consecuencia, se incluye la compartición de potencia con otras radiobalizas y el ruido térmico).
 - 10 Las pérdidas de compartición de potencia son la fracción de la p.i.r.e. transmitida asignada por esta señal de la radiobaliza de socorro. Las «Pérdidas de compartición de potencia» se han incluido en el punto «p.i.r.e. del transmisor» en los casos de MSG y GALILEO.
 - 11 Las pérdidas de modulación es la fracción de la p.i.r.e. transmitida asignada a la banda del repetidor de 406 MHz en el satélite, establecida por el índice de modulación de fase (no aplicable al satélite MSG y a los satélites MEOSAR, que tiene traslación de frecuencia directa).
 - 12 El ángulo de elevación de 5° del LUT al satélite es el borde nominal de la cobertura.
 - 13 G/T utiliza los valores nominales para cada tipo de LUT.
 - 14 Pérdidas de polarización para cada tipo de antena LUT.
 - 15 Pérdidas de puntería debido a la puntería de la antena LUT.
 - 16 Los 10 dB de corta duración caen al nivel de portadora debido a la elevada modulación en otros canales antes de que responda el CAG.
 - 17 La velocidad de transmisión de datos es 400 bit/s para la emisión de la radiobaliza y 2 400 bits/s para el PDS.
 - 18 Pérdidas de modulación de datos en la radiobaliza, ya que se retiene intencionadamente en la portadora algo de potencia, pues el índice de modulación se fija a $1,1 \pm 0,1$ radianes.
 - 19 Ganancia de procesamiento debida a la integración de varias ráfagas de radiobaliza en el LUT. Para MEOSAT se supone una sola demodulación de ráfaga (véase el Documento C/S R.012, Anexo J. Puede obtenerse gratuitamente una copia de este documento en la dirección web de la secretaría de Cospas-Sarsat (Correo-e: cospas_sarsat@imso.org <http://www.cospas-sarsat.org/>)).
 - 20 La BER para la banda del repetidor es $5,0 \times 10^{-5}$, como indica la Recomendación UIT-R M.1478, mientras que para el canal PDS es $1,0 \times 10^{-6}$.
 - 21 Es el margen la señal adicional restante que puede tomarse cuando existe interferencia.
-