

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R SA.1163-3
(12/2018)

Criterios de interferencia combinada para los enlaces de servicio en los sistemas de adquisición de datos para los satélites OSG de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite

Serie SA
Aplicaciones espaciales y meteorología



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2019

© UIT 2019

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 SA.1163-3

Criterios de interferencia combinada para los enlaces de servicio en los sistemas de adquisición de datos para los satélites OSG de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite

(Cuestión UIT-R 142/7)

(1995-1997-1999-2018)

Cometido

En esta Recomendación se presentan los criterios que determinan el nivel de potencia interferente combinada de la señal permisible en la salida de la antena de las estaciones que operan enlaces de servicio del servicio de exploración de la Tierra por satélite y el servicio de meteorología por satélite.

Palabras clave

Adquisición de datos, criterios de interferencia, METSAT, satélites OSG, SETS

Recomendaciones UIT-R conexas

Recomendaciones UIT-R SA.1020, UIT-R SA.1022, UIT-R SA.1159

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el sistema ficticio de referencia señalado en la Recomendación UIT-R SA.1020 define enlaces para adquisición de datos e interrogación de plataforma de adquisición de datos;
- b) que es necesario establecer criterios de interferencia para asegurar que pueden diseñarse sistemas con calidad de funcionamiento adecuada en presencia de interferencia;
- c) que los criterios de interferencia pueden determinarse utilizando la metodología descrita en la Recomendación UIT-R SA.1022 y los objetivos de calidad de funcionamiento indicados en la Recomendación UIT-R SA.1159;
- d) que los criterios de interferencia ayudan a elaborar criterios para la compartición de bandas entre los sistemas, incluyendo los que funcionan con otros servicios;
- e) que los sistemas del servicio de exploración de la Tierra por satélite (incluido el servicio de meteorología por satélite) deben aceptar un umbral de interferencia al menos tan elevado como el umbral de interferencia admisible;
- f) que en el Anexo 1 figuran los parámetros de los sistemas representativos que proporcionan la base para los niveles admisibles de interferencia en las transmisiones correspondientes del servicio de exploración de la Tierra por satélite y el servicio de meteorología por satélite,

recomienda

que se utilicen los niveles de interferencia indicados en el Cuadro 1 como niveles de potencia combinada admisible de la señal interferente a la salida de antena de las estaciones que funcionan en los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite.

CUADRO 1

Criterios de interferencia combinada para los enlaces de servicio de los satélites OSG de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite

Banda de frecuencias (MHz)	Potencia de la señal interferente (dBW) en el ancho de banda de referencia que no debe rebasarse más del 20% del tiempo	Potencia de la señal interferente (dBW) en el ancho de banda de referencia que no debe rebasarse más del $p\%$ del tiempo
401-403 Tierra-espacio	-191,5 dBW por 100 Hz ⁽¹⁾	-186,3 dBW por 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,1$
1 670-1 690 espacio-Tierra	-198,8 dBW por 100 Hz ⁽¹⁾	-193,6 dBW por 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,025$
2 025-2 110 Tierra-espacio	-191,2 dBW por 100 Hz ⁽¹⁾	-186,0 dBW por 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,025$
460-470 espacio-Tierra	-191,2 dBW por 100 Hz ⁽¹⁾	-182,3 dBW por 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,1$

(1) La potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia se da para una recepción con ángulos de elevación $> 3^\circ$.

(2) La potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia se da para una recepción con ángulos de elevación $> 0^\circ$.

NOTA 1 – El nivel de potencia total de la señal interferente que no debe rebasarse durante más del $x\%$ del tiempo, siendo x menor del 20% pero mayor que el porcentaje de tiempo a corto plazo especificado ($p\%$ del tiempo), puede determinarse por interpolación entre los valores especificados utilizando una escala logarítmica (de base 10) para el porcentaje de tiempo y una escala lineal para la densidad de potencia de la señal interferente (dB).

NOTA 2 – Aunque los criterios de interferencia se basan en los sistemas descritos en el Anexo, dichos criterios se aplican a todos los sistemas que funcionan en las bandas de frecuencias consideradas y que proporcionan las funciones de servicio especificadas.

NOTA 3 – Los criterios de interferencia se especifican con respecto al porcentaje de tiempo de recepción por la estación terrena. En consecuencia, las estadísticas de calidad de funcionamiento del receptor relativas a la recepción procedente de un satélite en particular (es decir, la distribución acumulativa de la proporción de bits erróneos (BER)) son las mismas que las estadísticas de recepción procedente de diversos satélites similares. El tiempo total de recepción incluye los periodos de tiempo asociados a la adquisición inicial de la señal (es decir, antes y durante la ascensión local del satélite), a la sincronización del receptor a los datos y a la recepción sincronizada de datos. Los análisis de la calidad de funcionamiento a corto plazo que presenta el Anexo (es decir, la calidad de funcionamiento rebasada durante todo el tiempo, salvo un pequeño porcentaje de tiempo p , $p \leq 1\%$) suponen que el satélite tiene el ángulo de elevación mínimo correspondiente al objetivo de calidad de funcionamiento aplicable. Con esto se obtiene la calidad de funcionamiento BER rebasada durante todo el tiempo salvo el $p\%$ del mismo, puesto que E_b/N_0 y BER están relacionadas de forma monótona con el ángulo de elevación.

NOTA 4 – El ángulo de elevación rebasado durante todo el tiempo salvo el 20% durante la recepción, se aproxima adecuadamente mediante el ángulo rebasado durante todo el tiempo salvo el 20% en que el satélite es visible por encima del ángulo de elevación mínimo especificado en el objetivo de calidad de funcionamiento. Se hace esta aproximación en los análisis de calidad de funcionamiento que figuran en el Anexo porque el error de tiempo acumulativo subyacente no puede rebasar el 1% (es decir, el $p\%$ del tiempo) y el error total asociado a la ganancia de antena del satélite, a las pérdidas en el espacio libre, a las pérdidas en el trayecto por exceso y a los valores de los parámetros de la estación terrena, es despreciable. Con el ángulo de elevación resultante rebasado durante todo el tiempo salvo el 20% del tiempo de recepción se obtiene la calidad de funcionamiento BER rebasada durante todo el tiempo salvo el 20%, porque E_b/N_0 y BER están relacionadas de forma monótona con el ángulo de elevación.

Anexo 1

Bases para establecer los criterios de interferencia

1 Introducción

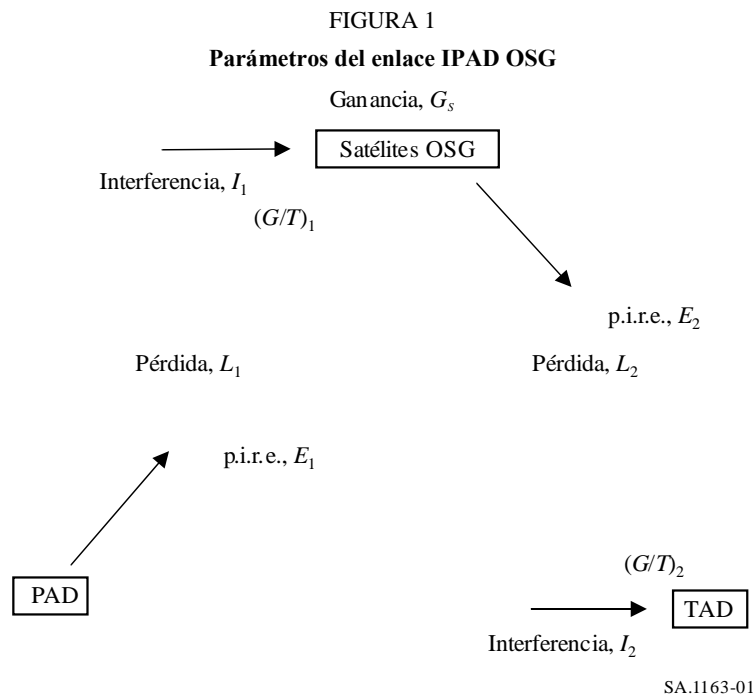
Este Anexo presenta los parámetros utilizados como datos para metodología descrita en la Recomendación UIT-R SA.1022 con objeto de determinar los criterios de interferencia.

2 Descripción general de los enlaces de servicio en los sistemas de adquisición de datos

La plataforma de adquisición de datos (PAD) de los sistemas de adquisición de datos (SAD) transmiten, utilizando la banda 401-403 MHz, informes de PAD (IPAD), que se retransmiten por satélite a una estación de telemando y adquisición de datos (TAD), generalmente en la banda 1 670-1 690 MHz. El transpondedor del satélite puede acomodar varios centenares de transmisiones informes IPAD simultáneas. Hay dos tipos de sistemas de adquisición de datos diferentes:

- 1) SAD con transpondedores de ganancia constante.
- 2) SAD con control automático de ganancia (CAG), que mantienen una p.i.r.e. de IPAD de enlace descendente constante, independientemente de la potencia de entrada del transpondedor.

En la Fig. 1 siguiente se muestra el esquema general de un SAD, válido para ambos tipos de sistemas.



donde:

- E_1 : p.i.r.e. de la PAD
- E_2 : p.i.r.e. del satélite
- G_1 : ganancia de la antena receptora del satélite

- G_2 : ganancia de la antena receptora de la estación TAD
 L_1 y L_2 : pérdidas de los enlaces ascendente y descendente
 G_S : ganancia del satélite (excluida la antena receptora del satélite)
 T_1 y T_2 : temperaturas de ruido del sistema del satélite y de la estación
 I_1 e I_2 : interferencia causada al satélite y a la estación TAD
 G/T : relación ganancia-temperatura de ruido del sistema de la antena.

Como los datos de informes PAD no son regenerados en el satélite, el transpondedor amplifica las señales deseada e interferente en el receptor del satélite y las retransmite al enlace descendente. Por consiguiente la señal interferente en el receptor del satélite afecta a la relación $C/(N+I)$ en la estación TAD. Además, también influirán en la relación $C/(N+I)$ de la estación TAD las señales interferentes recibidas directamente en la estación TAD. Globalmente, las señales interferentes, tanto del enlace ascendente como del enlace descendente (a largo y/o a corto plazo) influirán en la calidad de funcionamiento del SAD.

Así, la influencia de las diversas interferencias posibles es compleja de modelizar y a esa complejidad se añade lo siguiente:

- las características de los sistemas de adquisición de datos pueden variar mucho de un sistema a otro;
- el transpondedor del satélite puede acomodar varios cientos de transmisiones IPAD simultáneas que, además, no se transmiten con el mismo nivel de p.i.r.e.;
- la horquilla de p.i.r.e. del SAD es muy amplia; suele oscilar entre 5 y 19 dBW;
- en los satélites SAD con control automático de ganancia (CAG) la ganancia del satélite no es constante y se ve afectada por el nivel de la señal interferente en el receptor del satélite.

Habida cuenta de lo anterior, para describir un presupuesto de enlace SAD no se puede utilizar un margen típico, M , pues éste ofrece una variación muy grande, de unos pocos dB a, incluso, cifras negativas. Es, por consiguiente, muy difícil realizar un análisis coherente con el modelo descrito en la Recomendación UIT-R SA.1022 a partir de un único margen M .

Así, se propone modelizar la interferencia causada al SAD a partir del concepto de margen mínimo (M_{\min}) descrito en la Recomendación UIT-R SA.1022, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- $M_{\min} = 1,2$ dB;
- $q = 1/3$ para la interferencia a largo plazo, es decir, que la tolerancia al incremento de ruido a largo plazo, A , es 0,4 dB;
- $q = 1$ para la interferencia a corto plazo, es decir, que la tolerancia al incremento de ruido a corto plazo, A , es 1,2 dB.

Estos elementos se aplican tanto al enlace ascendente como al enlace descendente con la siguiente fórmula de incremento de ruido:

$$I = 10\log(kT) + 10\log(10^{(A/10)} - 1)$$

donde:

- A : tolerancia al incremento de ruido
 k : constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)
 T : temperatura de ruido del sistema.

En el siguiente Cuadro A-1 se presentan las características de algunos SAD y los correspondientes cálculos de máximo nivel de interferencia:

CUADRO A-1
Parámetros del enlace SAD y máximo nivel de interferencia

Parámetro	Unidad/ comentario	GOES DCPR	FYGEOSAT DCPR	MSG DCP	MTG DCP (baja velocidad de datos)	MTG DCP (alta velocidad de datos)
E_1 (corto plazo) para 0,1%	dBW	5	5	5	N/A	N/A
E_1 (largo plazo) para 20%	dBW	11	11	11	3,2	8
L_1	dB (Pérdida de polarización y en el espacio libre)	177,1	179,05	177	179	179
G_1	dB <i>i</i>	13,8	8,5	3,9	11,9	11,9
T_1	K	534	464	296	545	545
$(G/T)_1$	dB·K ⁻¹	-13,5	-18,2	-20,8	-15,5	-15,5
Ancho de banda	kHz	400	400	400	400	400
G_s	dB	N/A	142,5	N/A	N/A	N/A
E_2	dBW	3,7	N/A	-22,7	N/A	N/A
L_2 (dB)	dB (Pérdida de polarización y en el espacio libre)	190,1	190,01	190,3	N/A	N/A
G_2	dB <i>i</i>	47,5	44	45,5	N/A	N/A
T_2	K	100	186	141	N/A	N/A
$(G/T)_2$	dB·K ⁻¹	27,5	21,3	24	N/A	N/A
$(C/N_0)_{requerida}$	dB·Hz	31,6	39,1	33,4	32,15	37,8
$I_{1largo-plazo}$ (401-403 MHz)	dBW/Hz	-211,5	-212,1	-214,0	-211,4	-211,4
$I_{1corto-plazo}$ (401-403 MHz)	dBW/Hz	-206,3	-206,9	-208,9	-206,2	-206,2
$I_{2largo-plazo}$ (1 670-1 690 MHz)	dBW/Hz	-218,8	-216,1	-217,3	N/A	N/A
$I_{2corto-plazo}$ (1 670-1 690 MHz)	dBW/Hz	-213,6	-210,9	-212,1	N/A	N/A

Sobre la base de los cálculos del Cuadro A-1 *supra*, se propone conservar los criterios de interferencia para los SAD, las cifras relacionadas con el sistema GOES DCPR. Estos límites se expresan a continuación con respecto a un ancho de banda de 100 Hz:

Enlace ascendente (banda 401-403 MHz):

$$I_{1\text{largo-plazo}} = -191,5 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{1\text{corto-plazo}} = -186,3 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

Enlace descendente (banda 1 670-1 690 MHz):

$$I_{2\text{largo-plazo}} = -198,8 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{2\text{corto-plazo}} = -193,6 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

3 Enlace descendente del servicio de meteorología por satélite en la banda 460-470 MHz

Los satélites geoestacionarios OSG retransmiten las instrucciones PAD con modulación MDP-2 de la estación TAD en la banda 2 025-2 110 MHz a las PAD en la banda 460-470 MHz. El transpondedor del satélite es un limitador duro que mantiene constante la p.i.r.e. de las instrucciones PAD.

Se utiliza un enfoque similar al descrito en el § 2 para los IPAD, por lo que se propone modelizar la interferencia causada al SAD a partir del concepto de margen mínimo ($M_{\text{mín}}$) descrito en la Recomendación UIT-R SA.1022, teniendo en cuenta los elementos siguientes:

- $M_{\text{mín}} = 1,2 \text{ dB}$;
- $q = 1/3$ para la interferencia a largo plazo, es decir, que la tolerancia al incremento de ruido a largo plazo, A , es 0,4 dB;
- $q = 1$ para la interferencia a corto plazo, es decir, que la tolerancia al incremento de ruido a corto plazo, A , es 1,2 dB.

Estos elementos se aplican tanto al enlace ascendente como al enlace descendente con la siguiente fórmula de incremento de ruido:

$$I = 10 \log(kT) + 10 \log(10^{(A/10)} - 1)$$

donde:

- A : tolerancia al incremento de ruido
- k : constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)
- T : temperatura de ruido del sistema.

En el siguiente Cuadro A-2 se presentan las características de algunos SAD y los correspondientes cálculos de máximo nivel de interferencia:

CUADRO A-2
Parámetros del enlace de instrucciones PAD
y nivel máximo de interferencia

Parámetro	Valor	Notas
E_1	55,7 dBW	
P	55,7 dBW	Una señal de instrucción PAD
L_1	191,7 dB	Pérdidas en el espacio libre, por polarización y de puntería
$(G/T)_1$	-18,4 dB(K ⁻¹)	
B	200 kHz	
E_2	15,0 dBW	
L_2	178,5 dB	Pérdidas en el espacio libre, por polarización y de puntería
$(G/T)_2$	-29,3 dB(K ⁻¹)	
T_1	570 K	
T_2	1 338 K	
$(C/N_0)_{requerida}$	33,0 dB/Hz	BER 10 ⁻⁵ Pérdida de instalación = 2 dB Pérdida de modulación = 1,2 dB
$I_{1.largo-plazo}$ (2 015-2 110 MHz)	-211,2 dBW/Hz	
$I_{1.corto-plazo}$ (2 015-2 110 MHz)	-206 dBW/Hz	
$I_{2.largo-plazo}$ (460-470 MHz)	-207,5 dBW/Hz	
$I_{2.corto-plazo}$ (460-470 MHz)	-202,3 dBW/Hz	

Normalizados en un ancho de banda de 100 Hz, los criterios de interferencia del servicio de instrucciones PAD son los siguientes:

Enlace ascendente (banda 2 025-2 110 MHz):

$$I_{1largo-plazo} = -191,2 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{1corto-plazo} = -186 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

Enlace descendente (banda 460-470 MHz):

$$I_{2largo-plazo} = -187,5 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{2corto-plazo} = -182,3 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

Lista de abreviaturas y acrónimos

CAG	Control automático de ganancia
FY	Feng-Yun (China)
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite (EE.UU.)
<i>G/T</i>	Relación ganancia-temperatura de ruido del sistema de la antena (<i>ratio of the antenna gain-to-system noise temperatura</i>)
Instrucción PAD	Instrucción de plataforma de adquisición de datos
IPAD	Informe de plataforma de adquisición de datos
MDP-2	Modulación por desplazamiento de fase binaria
MetSat	Servicio de meteorología por satélite (<i>meteorological satellite</i>)
MSG	Segunda generación de Meteosat (<i>meteosat second generation</i>) (EUMETSAT)
MTG	Tercera generación de Meteosat (<i>meteosat third generation</i>) (EUMETSAT)
OSG	Órbita de los satélites geoestacionarios
PAD	Plataforma de adquisición de datos
p.i.r.e.	Potencia isotropa radiada equivalente
SAD	Sistema de adquisición de datos
SETS	Servicio de exploración de la Tierra por satélite
TAD	Telemando y adquisición de datos
