

RECOMENDACIÓN UIT-R SA.1160-2

CRITERIOS DE INTERFERENCIA PARA SISTEMAS DE DIFUSIÓN Y LECTURA DIRECTA DE DATOS QUE FUNCIONAN EN LOS SERVICIOS DE EXPLORACIÓN DE LA TIERRA POR SATÉLITE Y DE METEOROLOGÍA POR SATÉLITE QUE UTILIZAN SATÉLITES DE ÓRBITA GEOESTACIONARIA

(Cuestión UIT-R 141/7)

(1995-1997-1999)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que es necesario establecer criterios de interferencia para asegurar que pueden diseñarse sistemas que tengan la calidad adecuada en presencia de interferencia;
- b) que pueden determinarse criterios de interferencia utilizando la metodología descrita en la Recomendación UIT-R SA.1022 y los objetivos de calidad enumerados en la Recomendación UIT-R SA.1159;
- c) que los criterios de interferencia sirven para el desarrollo de criterios de compartición de bandas entre sistemas, incluyendo los que funcionan en otros servicios;
- d) que los sistemas de los servicios de exploración de la Tierra por satélite (SETS) y de meteorología por satélite (MetSat) deben especificar umbrales de interferencia con niveles superiores o iguales a los admisibles;
- e) que el Anexo 1 presenta parámetros de sistemas representativos que constituyen la base de los niveles admisibles de interferencia para las transmisiones pertinentes del SETS y del servicio MetSat,

recomienda

- 1 que se utilicen los niveles de interferencia especificados en el Cuadro 1 como niveles de potencia total admisible de la señal interferente en la salida de la antena de las estaciones del SETS y del servicio MetSat.

CUADRO 1

Criterios de interferencia para las estaciones del SETS y del servicio MetSat que utilizan vehículos espaciales en órbita geoestacionaria

Banda de frecuencias (MHz)	Función y tipo de estación terrena	Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse durante más del 20% del tiempo	Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse durante más del $p\%$ del tiempo
1 670-1 710 espacio-Tierra	Lectura directa de datos, Antena de alta ganancia	-153,8 dBW por 2,6 MHz	-148,6 dBW por 2,6 MHz $p = 0,025$
	Difusión de datos Antena de baja ganancia	-167,5 dBW por 4 kHz	-160,4 dBW por 4 kHz $p = 0,025$
	Difusión de datos Antena de alta ganancia	-153,4 dBW por 2,11 MHz	-148,1 dBW por 2,11 MHz $p = 0,025$
2 025-2 110 Tierra-espacio	Estación de telemando y adquisición de datos (TAD) Datos de alta resolución	-136,7 dBW por 2,11 MHz	-133,4 dBW por 2,11 MHz $p = 0,025$
	Estación TAD Datos de facsímil meteorológico (WEFAX)	-147,8 dBW por 4 kHz	-140,7 dBW por 4 kHz $p = 0,025$
25 500-27 000 espacio-Tierra	Lectura directa de datos	-131,7 dBW por 10 MHz	-116,3 dBW por 10 MHz $p = 0,25$

NOTA 1 – La potencia de la señal interferente (dBW) en las anchuras de banda de referencia se especifican para la recepción con ángulos de elevación $\geq 3^\circ$.

NOTA 2 – El nivel de potencia total de la señal interferente que puede excederse durante no más del $x\%$ del tiempo, siendo x menor del 20% pero superior al porcentaje de tiempo corto especificado ($p\%$ del tiempo), puede determinarse mediante interpolación entre los valores especificados utilizando una escala logarítmica (base 10) para el porcentaje de tiempo y una escala lineal para la densidad de potencia de la señal interferente (dB).

NOTA 3 – Los criterios de compartición pueden expresarse como las densidades de flujo de potencia admisibles en el haz principal de la antena receptora sustrayendo $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$ del valor indicado en el Cuadro 1, siendo G la ganancia de la antena receptora y λ la longitud de onda.

NOTA 4 – Aunque los criterios de interferencia se basan en los sistemas descritos en el Anexo 1, los criterios de interferencia se aplican a todos los sistemas que funcionan en las bandas de frecuencia en cuestión y que realizan las funciones de servicio especificadas.

ANEXO 1

Bases para establecer los criterios de referencia

Este Anexo presenta los parámetros utilizados con la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022 para obtener los criterios de interferencia relativos a los sistemas de difusión y de lectura directa de datos.

1 Sistemas de lectura directa de datos

En el Cuadro 2 aparecen los criterios para los sistemas de lectura directa de datos, en los cuales toda la interferencia entra directamente en la estación receptora y no se recibe ninguna interferencia en la estación a través del satélite que origina los datos.

Los criterios de interferencia pueden expresarse como las densidades de flujo de potencia admisibles en el haz principal de la antena receptora sustrayendo $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$ de los valores indicados en el Cuadro 2, siendo G la ganancia de la antena receptora y λ la longitud de onda.

CUADRO 2

Características del sistema de lectura directa de datos utilizado como base para establecer los criterios de interferencia de las estaciones que funcionan con satélites de órbita geoestacionaria

a) Banda de frecuencias 1 670-1 710 MHz

Parámetro del enlace	Valor	Notas
p.i.r.e. del enlace descendente	16,1 dBW	
Pérdidas en el enlace descendente	190,1 dB	Espacio libre, polarización y puntería de antena
G/T del enlace descendente	24,4 dB(K ⁻¹)	
C/N_0 del enlace descendente	79,0 dB/Hz	
Velocidad de transmisión de datos	2,6 Mbit/s	
C/N_0 requerida	78,1 dB/Hz	BER de 1×10^{-6} 2,2 dB de pérdidas de realización 1 dB de pérdidas de modulación
Margen	0,9 dB	A largo plazo y a corto plazo
Ganancia de la antena receptora	45,1 dBi	
Densidad de ruido del receptor	-207,9 dB(W/Hz)	
Criterios de interferencia	A largo plazo	-153,8 dB(W/2,6 MHz)
	A corto plazo	-148,6 dB(W/2,6 MHz)
		$q = 1/3$ y $M_{\min} = 1,2$ dB
		$q = 1$ y $M_{\min} = 1,2$ dB

CUADRO 2 (Continuación)

b) Banda de frecuencias 25,5-27,0 GHz

Parámetro del enlace		Valor	Notas
p.i.r.e. del enlace descendente		50,8 dBW	
Pérdidas en el enlace descendente	A largo plazo	213,2 dB	Espacio libre, polarización y puntería de antena
	A corto plazo	220,3 dB	7,1 dB de pérdidas del trayecto en exceso
G/T del enlace descendente		31,6 dB(K ⁻¹)	
C/N ₀ del enlace descendente	A largo plazo	97,8 dB/Hz	
	A corto plazo	90,7 dB/Hz	
Velocidad de transmisión de datos		15 Mbit/s	
C/N ₀ requerida		83,8 dB/Hz	BER de 1 × 10 ⁻⁷ 0,5 dB de pérdidas de realización 1 dB de pérdidas de modulación
Margen	A largo plazo	14,0 dB	
	A corto plazo	6,9 dB	
Ganancia de la antena receptora		60,1 dBi	
Densidad de ruido del receptor		-200,1 dB(W/Hz)	
Criterios de interferencia	A largo plazo	-131,7 dB(W/10 MHz)	q = 1/3 y M _{mín} = 1,2 dB
	A corto plazo	-116,3 dB(W/10 MHz)	q = 1 y M _{mín} = 1,2 dB

2 Sistemas de difusión de datos

La difusión de datos procesados de alta resolución y datos WEFAX de resolución más baja viene afectada por la interferencia recibida en la estación a través del satélite así como por la interferencia transmitida directamente a la estación en la banda 1 670-1 710 MHz. Los datos procesados de alta resolución y los datos WEFAX se transmiten hacia el satélite en la banda 2 025-2 110 MHz y se retransmiten, junto con las señales de interferencia que llegan al satélite en la misma banda, a los receptores de la estación terrena a través de transpondedores de satélite de ganancia fija.

Las relaciones entre las densidades de la portadora y del ruido más la interferencia en los enlaces ascendente y descendente son, respectivamente:

$$\left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{\text{ascendente}} = \frac{(C/N_0)_{\text{ascendente}}}{1 + \frac{I_{01}}{k T_1}}$$

y

$$\left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{\text{descendente}} = \frac{(C/N_0)_{\text{descendente}}}{1 + \frac{I_{02}}{k T_2}}$$

siendo:

I₀₁ e I₀₂: densidades de interferencia transmitidas al satélite y al receptor de la estación

T₁ y T₂: temperaturas de ruido del sistema de los receptores del satélite y la estación

k: constante de Boltzmann.

La relación compuesta entre las densidades de la portadora y del ruido más la interferencia es:

$$\frac{C}{N_0 + I_0} = \left[\left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{ascendente}^{-1} + \left(\frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{descendente}^{-1} \right]^{-1}$$

Con arreglo a la Recomendación UIT-R SA.1022 esta fórmula también puede expresarse de la forma siguiente:

$$\frac{C}{N_0 + I_0} = M^{-q} \frac{C}{N_0}$$

siendo:

M : margen libre de interferencia que se permite consumir a la interferencia

C/N_0 : relación compuesta entre las densidades de la portadora y del ruido expresada por:

$$C/N_0 = \left[(C/N_0)_{ascendente}^{-1} + (C/N_0)_{descendente}^{-1} \right]^{-1}$$

De las ecuaciones anteriores se puede deducir:

$$M^q = 1 + \frac{\frac{I_{01}}{k T_1} (C/N_0)_{ascendente} + \frac{I_{02}}{k T_2} (C/N_0)_{descendente}}{(C/N_0)_{ascendente} + (C/N_0)_{descendente}}$$

Se supone que la interferencia en el enlace ascendente y en el enlace descendente se distribuye de manera que una parte p de la interferencia que afecta a la estación terrena se recibe a través del satélite y una parte $1-p$ se transmite directamente a la estación. Es conveniente que p tenga un valor próximo a $1/2$ para lograr un equilibrio razonable entre la interferencia atribuida al enlace ascendente y al enlace descendente. Para un transpondedor de ganancia fija puede demostrarse que:

$$\frac{I_{02}}{k T_2} = \frac{1-p}{p} \frac{I_{01}}{k T_1} \frac{(C/N_0)_{descendente}}{(C/N_0)_{ascendente}}$$

de manera que:

$$M^q = 1 + \frac{1}{p} \frac{I_{01}}{k T_1} \left[1 + \frac{(C/N_0)_{ascendente}}{(C/N_0)_{descendente}} \right]^{-1}$$

De acuerdo con ello, la densidad de la interferencia admisible en el enlace ascendente pasa a ser:

$$I_{01} = 1 + p k T_1 \left[1 + \frac{(C/N_0)_{ascendente}}{(C/N_0)_{descendente}} \right] (M^q - 1) \quad \text{para } M > M_{\min}$$

donde, de acuerdo con la Recomendación UIT-R SA.1022, M_{\min} es el margen libre de interferencia más pequeño para el cual únicamente una parte q del margen es consumido por la interferencia. En consecuencia, la densidad de interferencia en el enlace ascendente admisible es:

$$I_{02} = (1-p) k T_2 \left[1 + \frac{(C/N_0)_{descendente}}{(C/N_0)_{ascendente}} \right] (M^q - 1) \quad \text{para } M > M_{\min}$$

En los Cuadros 3 y 4 se resume el cálculo de I_{01} e I_{02} para datos de alta resolución y WEFAX, respectivamente, suponiendo que $p = 1/2$, $q = 1/3$, y $M_{\min} = 1,2$ dB para la interferencia a largo plazo y que $p = 1/2$, $q = 1$ y $M_{\min} = 1,2$ dB para la interferencia a corto plazo.

Los criterios de interferencia pueden expresarse como las densidades de flujo de potencia admisibles en el haz principal de la antena receptora sustrayendo $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$ de los valores indicados en los Cuadros 3 y 4, siendo G la ganancia de la antena receptora y λ la longitud de onda.

CUADRO 3

Análisis de la calidad utilizado como base para establecer los criterios de interferencia de los sistemas de difusión de datos de alta resolución que utilizan satélites geoestacionarios

Parámetro del enlace		Valor	Notas
p.i.r.e. del enlace ascendente		72,1 dBW	
Pérdidas en el enlace ascendente		191,7 dB	Espacio libre, polarización y puntería de antena
G/T del enlace ascendente		-17,5 dB(K ⁻¹)	Mediciones posteriores al lanzamiento
C/N_0 del enlace ascendente		91,5 dB/Hz	
p.i.r.e. del enlace descendente		23,8 dBW	
Pérdidas en el enlace descendente		190,1 dB	Espacio libre, polarización y puntería de antena
G/T del enlace descendente		15,2 dB(K ⁻¹)	
C/N_0 del enlace descendente		77,5 dB/Hz	
C/N_0 compuesta		77,3 dB/Hz	
Velocidad de transmisión de datos		2,11 Mbit/s	
C/N_0 requerida		75,9 dB/Hz	BER de 1×10^{-6} 1,9 dB de pérdidas de realización
Margen		1,4 dB	
Ganancia de la antena de recepción del enlace ascendente		9,5 dBi	
Densidad de ruido del enlace ascendente		-201,6 dB(W/Hz)	$T = 500$ K
Criterio de interferencia del enlace ascendente	A largo plazo	-136,7 dB(W/2,11 MHz)	$q = 1/3$
	A corto plazo	-133,4 dB(W/2,11 MHz)	$q = 1$
Ganancia de la antena de recepción del enlace descendente		39,5 dBi	
Densidad de ruido del enlace descendente		-204,3 dB(W/Hz)	$T = 269$ K
Criterio de interferencia del enlace descendente	A largo plazo	-153,4 dB(W/2,11 MHz)	$q = 1/3$
	A corto plazo	-148,1 dB(W/2,11 MHz)	$q = 1$

CUADRO 4

Análisis de la calidad utilizado como base para establecer los criterios de interferencia de los sistemas de difusión de datos WEFAX que utilizan satélites geoestacionarios

Parámetro del enlace		Valor	Notas
p.i.r.e. del enlace ascendente		66,7 dBW	
Pérdidas en el enlace ascendente		191,7 dB	Espacio libre, polarización y puntería de antena
G/T del enlace ascendente		-17,5 dB(K ⁻¹)	Mediciones posteriores al lanzamiento
C/N_0 del enlace ascendente		86,1 dB/Hz	
p.i.r.e. del enlace descendente		24,3 dBW	
Pérdidas del enlace descendente		189,6 dB	Espacio libre y polarización
G/T del enlace descendente		-0,3 dB(K ⁻¹)	
C/N_0 del enlace descendente		63,0 dB/Hz	

CUADRO 4 (Fin)

Parámetro del enlace		Valor	Notas
C/N ₀ compuesta		63,0 dB/Hz	
Velocidad de transmisión de datos		50 kHz	
C/N ₀ requerida		57,0 dB/Hz	10 dB de umbral MF
Margen		6,0 dB	
Ganancia de la antena de recepción del enlace ascendente		9,5 dBi	
Densidad de ruido del enlace ascendente		-201,6 dB(W/Hz)	T = 500 K
Criterio de interferencia del enlace ascendente	A largo plazo	-147,8 dB(W/4 kHz)	q = 1/3
	A corto plazo	-140,7 dB(W/4 kHz)	q = 1
Ganancia de la antena de recepción del enlace descendente		30,1 dBi	
Densidad de ruido del enlace descendente		-198,2 dB(W/Hz)	T = 1 100 K
Criterio de interferencia del enlace descendente	A largo plazo	-167,5 dB(W/4 kHz)	q = 1/3
	A corto plazo	-160,4 dB(W/4 kHz)	q = 1