

RECOMENDACIÓN UIT-R SA.1026-4

Criterios de interferencia combinada* para los sistemas de transmisión de datos espacio-Tierra que funcionan en los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite que utilizan satélites de órbita terrestre baja

(Cuestiones UIT-R 139/7 y UIT-R 141/7)

(1994-1995-1997-1999-2009)

Cometido

El objeto de esta Recomendación es proporcionar los criterios de interferencia para las transmisiones espacio-Tierra procedentes de satélites en órbita terrestre baja, aplicables a los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite.

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 espacio-Tierra para un cierto número de funciones que incluyen la lectura de datos directa y la reproducción de datos registrados;
- b) que es necesario establecer criterios de interferencia para asegurar que puedan diseñarse sistemas que tengan la calidad de funcionamiento adecuada en presencia de interferencia y para ayudar a elaborar criterios para la compartición de bandas entre sistemas, incluidos los de otros servicios;
- c) que los vehículos espaciales de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite pueden utilizar órbitas bajas;
- d) que en la Recomendación UIT-R SA.1025 se especifican, para varias bandas de frecuencias, los objetivos de calidad de funcionamiento de los sistemas de transmisión de datos espacio-Tierra correspondientes en los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite;
- e) que, aunque los sistemas concretos de transmisión de datos puedan tener objetivos de calidad de funcionamiento diferentes de los recomendados para los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite, todos los sistemas que funcionen en esos servicios deben aceptar umbrales de interferencia mayores o iguales que los niveles de interferencia admisibles recomendados para los servicios;
- f) que utilizando los métodos indicados en la Recomendación UIT-R SA.1022 pueden obtenerse criterios de interferencia para los sistemas de transmisión de datos en los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite;
- g) que el Anexo 1 presenta los parámetros de sistemas representativos que proporcionan la base para determinar los niveles de interferencia admisibles en las transmisiones espacio-Tierra correspondientes de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite en algunas bandas de frecuencias,

* Los criterios de interferencia no implican automáticamente criterios de compartición.

recomienda

1 que se utilicen los niveles de interferencia para las bandas de frecuencias especificados en el Cuadro 1 como niveles de potencia total admisible de la señal interferente en la salida de antena de las estaciones terrenas de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite con satélites en órbita baja;

2 que, en bandas de frecuencias compartidas, los umbrales de interferencia de los sistemas específicos sean mayores o iguales que los valores recomendados en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Criterios de interferencia para las estaciones terrenas de los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite que utilizan vehículos espaciales en órbita baja (véanse las Notas 1, 2, 3, 4)

Banda de frecuencias	Tipo de estación terrena	Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse 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 0,0125% del tiempo. (Este valor se basa en el requisito de calidad de funcionamiento durante el 99,9% del tiempo establecido en la Recomendación UIT-R SA.1025-3)
137-138 MHz	Receptor analógico Ganancia de antena 2 dBic Lectura directa de datos	-151 dBW por 50 kHz ⁽¹⁾	-145 dBW por 50 kHz ⁽¹⁾
	Receptor digital Ganancia de antena 10 dBic Lectura directa de datos	-141 dBW por 150 kHz	-133 dBW por 150 kHz
	Receptor digital Ganancia de antena 2 dBic Lectura directa de datos	-142 dBW por 150 kHz ⁽¹⁾	-136 dBW por 150 kHz ⁽¹⁾
400,15-401,00 MHz	Ganancia de antena 0 dBic Lectura directa de datos	-157 dBW por 177,5 kHz	-147 dBW por 177,5 kHz
1 698-1 710 MHz	Ganancia de antena 46,8 dBic Reproducción de datos registrados	-128 dBW por 5 334 kHz	-121 dBW por 5 334 kHz
	Ganancia de antena 29,8 dBic Lectura directa de datos	-147 dBW por 2 668 kHz	-138 dBW por 2 668 kHz
	Ganancia de antena 22,5 dBic Datos a baja velocidad, antena de 1 m	-144 dBW por 6,0 MHz	-134 dBW por 6,0 MHz
7 750-7 850 MHz	Ganancia de antena 55,2 dBic Reproducción de datos registrados	-144 dBW por 10 MHz	-129 dBW por 10 MHz
	Ganancia de antena 41,7 dBic Datos a alta velocidad, antena de 2 m	-137 dBW por 10 MHz	-126 dBW por 10 MHz
8 025-8 400 MHz	Ganancia de antena 54,8 dBic Reproducción de datos registrados (Sistema A)	-145 dBW por 10 MHz	-133 dBW por 10 MHz
	Ganancia de antena 41,7 dBic Reproducción de datos registrados (Sistema B)	-135 dBW por 10 MHz	-127 dBW por 10 MHz
	Ganancia de antena 42,5 dBic Lectura directa de datos (Sistema C)	-139 dBW por 10 MHz	-129 dBW por 10 MHz

CUADRO 1 (Fin)

Banda de frecuencias	Tipo de estación terrena	Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse 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 0,0125% del tiempo. (Este valor se basa en el requisito de calidad de funcionamiento durante el 99,9% del tiempo establecido en la Recomendación UIT-R SA.1025-3)
25,5-27,0 GHz	Ganancia de antena 55,2 dBic Reproducción de datos registrados	-135 dBW por 10 MHz	-119 dBW por 10 MHz
	Ganancia de antena 42,5 dBic Lectura directa de datos	-139 dBW por 10 MHz	-121 dBW por 10 MHz
	Ganancia de antena 42,5 dBic Lectura directa de datos de alta velocidad	-136 dBW por 10 MHz	-122 dBW por 10 MHz
	Ganancia de antena 58,2 dBic Datos de misión almacenados	-126 dBW por 10 MHz	-107 dBW por 10 MHz

(1) Las potencias de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia se dan para una recepción con ángulos de elevación $\geq 25^\circ$, en todos los casos el mínimo ángulo de elevación es 5° .

NOTA 1 – El nivel de potencia total de señal interferente que puede rebasarse durante el $x\%$ del tiempo, siendo x inferior a 20% pero superior al porcentaje de tiempo a corto plazo especificado (0,0125% 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 – 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. Por lo tanto, como el tiempo necesario para la adquisición inicial de la señal y la sincronización puede ser de varias decenas de segundos dentro del tiempo total de los periodos de visibilidad del satélite, que por término medio duran 9 min, los análisis de la calidad de funcionamiento a corto plazo que presenta el Anexo 1 (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 3 – 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 1 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.

NOTA 4 – En bandas de frecuencias distintas de las que figuran en el Cuadro 1 es aplicable el criterio de interferencia de la Recomendación UIT-R SA.514.

Anexo 1

Bases para establecer los criterios de interferencia

1 Introducción

Este Anexo presenta los parámetros utilizados con la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022 para obtener los criterios de interferencia en los servicios de exploración de la Tierra por satélite y de meteorología por satélite, utilizando los objetivos de calidad de funcionamiento especificados en la Recomendación UIT-R SA.1025 en algunas bandas de frecuencias. Los requisitos de los análisis de calidad de funcionamiento se resumen en el Cuadro 2. A continuación se examinan las consideraciones más importantes para cada banda. En todos los casos, los sistemas representativos utilizan satélites en órbitas circulares muy inclinadas.

CUADRO 2

Análisis de calidad de funcionamiento utilizados para establecer los criterios de interferencia

Banda de frecuencias (MHz)	137-138		137-138		137-138	
Tipo de estación terrena	Estación terrena de baja ganancia (APT)		Estación terrena de seguimiento (LRPT)		Estación terrena de baja ganancia (LRPT)	
Porcentaje de tiempo, p	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Ángulo de elevación (rebasado el $p\%$ del tiempo)	25°	30°	5°	13°	25°	30°
Potencia de entrada de la antena del satélite (dBW)	4,9		6,8		6,8	
Ganancia de la antena del satélite (dBic)	0,7	1,1	-1,2	-0,5	0,7	1,1
p.i.r.e. del satélite (dBW)	5,6	6,0	5,6	6,3	7,5	7,9
Pérdida en espacio libre (dB)	139,4	138,5	144,3	142,2	139,4	138,5
Pérdidas de trayecto en exceso (dB)	0,2		0,1	0,1	0,1	
Ganancia de antena de estación terrena (dBic)	2,0		10,0	10,0	2,0	
Pérdida por error en la puntería de antena (dB)	0,0		0,0	0,0	0,0	
Pérdida por desadaptación de polarización (dB)	1,5		1,5	1,5	1,5	
Pérdidas en el modulador y demodulador (dB)	0,0		2,0	2,0	2,0	
Anchura de banda de referencia del receptor (kHz)	50		150		150	
Velocidad de transmisión de datos (dB/Hz)	Anchura de banda ocupada 45,7		48,6		48,6	
Energía recibida por bit, E_b (dB(W/Hz))	-179,2 (C_0)	-177,9 (C_0)	-180,9	-178,1	-182,1	-180,8
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	2 520		1 750		1 750	
Densidad de potencia de ruido térmico (dB(W/Hz))	-194,6		-196,2		-196,2	
Densidad de potencia de ruido no térmico en el receptor (dB(W/Hz))	-		-		-	
Densidad de potencia de ruido total interno, N_0 (dB(W/Hz))	-194,6		-196,2		-196,2	
E_b/N_0 (dB)	15,4(C_0/N_0)	16,7(C_0/N_0)	15,3	18,1	14,1	15,4
BER del enlace	-		10^{-10}		$< 10^{-10}$	
BER global recibida	-		$< 10^{-10}$		$< 10^{-10}$	
Umbral E_b/N_0 (o C/N) (dB)	12,0		6,5		6,5	
Margen de potencia (dB)	3,4	4,7	8,8	11,6	7,6	8,9
Factor q (lp: largo plazo, cp: corto plazo)	0,5 (lp)	1 (cp)	0,6 (lp)	1 (cp)	0,6 (lp)	1 (cp)
M_{min} (dB)	0,8		1,2		1,2	
Porcentaje de tiempo para los criterios de interferencia	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Criterio de interferencia dBW en la anchura de banda de referencia	-151	-145	-141	-133	-142	-136

CUADRO 2 (Continuación)

Banda de frecuencias (MHz)	400,15-401,00		1 698-1 710			
	Antena sin seguimiento (omnidireccional)		Reproducción de datos registrados (MRPT)		Lectura directa de datos	
Tipo de estación terrena						
Porcentaje de tiempo en el que no se satisface el margen del enlace, p	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Ángulo de elevación (rebasado el $p\%$ del tiempo)	5°	13°	5°	13°	5°	13°
Potencia de entrada de la antena del satélite (dBW)	11,1		6,1		6,1	
Ganancia de la antena del satélite (dBic)	0,0	0,0	2,1	2,0	2,1	2,0
p.i.r.e. del satélite (dBW)	11,1	11,1	8,2	8,1	8,2	8,1
Pérdidas en espacio libre (dB)	153,6	151,4	166,3	164,0	166,3	164,0
Pérdidas de trayecto en exceso (dB)	0,2		0,2	0,0	0,2	
Ganancia de antena de estación terrena (dBic)	0,0		46,8		29,8	
Pérdida por error en la puntería de antena (dB)	0,0		0,5		0,5	
Pérdida por desadaptación de polarización (dB)	0,3		0,2		0,5	
Pérdidas en el modulador y demodulador (dB)	2,0		2,7		2,7	
Anchura de banda de referencia del receptor (kHz)	177,5		5 334		2 668	
Velocidad de transmisión de datos (dB/Hz)	49,5		64,2		58,2	
Energía recibida por bit, E_b (dB(W/Hz))	-194,5	-192,3	-179,1	-176,7	-190,4	-188,2
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	400		320	210	370	240
Densidad de potencia de ruido térmico (dB(W/Hz))	-202,6		-203,5	-205,4	-202,9	-204,8
Densidad de potencia de ruido no térmico en el receptor (dB(W/Hz))	-211,7		-202,4		-204,2	
Densidad de potencia de ruido total interno, N_0 (dB(W/Hz))	-202,1		-199,9	-200,6	-200,5	-201,5
E_b/N_0 (dB)	7,6	9,8	20,8	23,9	10,1	13,3
BER del enlace	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-12}$		6×10^{-5}	$< 10^{-9}$
Proporción de errores en el tratamiento de datos en el satélite	-	-	5×10^{-7}		-	-
BER global recibida	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$	5×10^{-7}		6×10^{-5}	$< 10^{-9}$
Umbral E_b/N_0 (dB)	5,5	5,5	11,2		10,5	10,5
Margen de potencia (dB)		4,3	9,6	12,7	-0,4	2,8
Factor q (lp: largo plazo, cp: corto plazo)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,6 (lp)	1 (cp)	0,33 (lp)	1 (cp)
M_{min} (dB)	1,2		1,2		1,2	
Porcentaje de tiempo para los criterios de interferencia	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Criterio de interferencia dBW en la anchura de banda de referencia	-157	-147	-128	-121	-147	-138

CUADRO 2 (Continuación)

Banda de frecuencias (MHz)	1 698-1 710		7 750-7 850			
Tipo de estación terrena	Datos a baja velocidad (antena de 1 m)		Reproducción de datos registrados (antena de 10 m)		Datos a alta velocidad (antena de 2 m)	
Porcentaje de tiempo en el que no se satisface el margen del enlace, p	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Ángulo de elevación (rebasado el $p\%$ del tiempo)	5	8	5	13	5	8
Potencia de entrada de la antena del satélite (dBW)	9,9		6,5		16,3	
Ganancia de la antena del satélite (dBic)	3,2	3,2	6,0	5,8	4,0	4,1
p.i.r.e. del satélite (dBW)	13,1	13,0	12,5	12,3	20,3	20,4
Pérdidas en espacio libre (dB)	166,1	164,0	179,5	177,3	179,4	177,2
Pérdidas de trayecto en exceso (dB)	0,2	0,2	3,5	0,5	0,5	0,5
Ganancia de antena de estación terrena (dBic)	22,5		55,2		41,7	
Pérdida por error en la puntería de antena (dB)	0,5		0,5		0,5	
Pérdida por desadaptación de polarización (dB)	0,5		0,2		0,5	
Pérdidas en el modulador y demodulador (dB)	2,5		2,0		2,5	
Anchura de banda de referencia del receptor (MHz)	6,0		10		10	
Velocidad de transmisión de datos (dB/Hz)	65,3		78,5		72,4	
Energía recibida por bit, E_b (dB(W/Hz))	-199,6	-197,5	-196,4	-191,5	-193,8	-191,5
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	80	70	180	150	115	95
Densidad de potencia de ruido térmico (dB(W/Hz))	-209,6	-210,1	-206,0	-206,8	-208,0	-208,8
E_b/N_0 (dB)	10,0	12,7	9,6	15,4	14,2	17,3
BER del enlace	10^{-8}		10^{-7}		10^{-8}	
Umbral E_b/N_0 (dB)	3,6		7,20		4,1	
Margen de potencia (dB)	6,4	9,1	2,40	8,2	10,1	13,2
Factor q (lp: largo plazo, cp: corto plazo)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,33 (lp)	1 (cp)
M_{min} (dB)	1,2		1,2		1,2	
Porcentaje de tiempo para los criterios de interferencia	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Criterio de interferencia dBW en la anchura de banda de referencia	-144	-134	-144	-129	-137	-126

CUADRO 2 (Continuación)

Banda de frecuencias (MHz)	8 025-8 400		8 025-8 400		8 025-8 400	
	Reproducción de datos registrados (Sistema A)		Reproducción de datos registrados (Sistema B)		Lectura directa de datos (Sistema C)	
Porcentaje de tiempo en el que no se satisface el margen del enlace, p	0,05	20	0,05	20	0,05	20,0
Ángulo de elevación (rebasado el $p\%$ del tiempo)	5°	13°	5°	13°	5°	13°
Potencia de entrada de la antena del satélite (dBW)	12		3		16,9	
Ganancia de la antena del satélite (dBic)	2,4	3,7	28		6,1	
p.i.r.e. del satélite (dBW)	14,4	15,7	31		23	
Pérdidas en espacio libre (dB)	179,3	177	180	177,8	179,3	177,0
Pérdidas de trayecto en exceso (dB)	1,2	0,8	1,2	0,8	0,7	0,6
Ganancia de antena de estación terrena (dBic)	54,8		41,7		42,5	
Pérdida por error en la puntería de antena (dB)	0,5		0,1		0,5	
Pérdida por desadaptación de polarización (dB)	0,4		0,2		0,5	
Pérdidas en el modulador y demodulador (dB)	2,0		1,5		2,0	
Anchura de banda de referencia del receptor (MHz)	10		10		10	
Velocidad de transmisión de datos (dB/Hz)	85,1		83		73	
Energía recibida por bit, E_b (dB(W/Hz))	-199,3	-195,3	-193,3	-190,8	-190,5	-188,1
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	50	50	100	100	292	275
Densidad de potencia de ruido térmico (dB(W/Hz))	-211,6	-211,6	-208,6	-208,6	-203,9	-204,2
Densidad de potencia de ruido total interno, N_0 (dB(W/Hz))	-211,6	-211,6	-208,6	-208,6	-203,9	-204,2
E_b/N_0 (dB)	12,3	16,3	15,3	17,8	13,5	16,1
BER del enlace	$< 10^{-10}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$
BER global recibida	$< 10^{-10}$		$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-5}$	$< 10^{-5}$
Umbral E_b/N_0 (dB)	7,2		6,3		9,6	
Margen de potencia (dB)	5,1	9,1	9,0	11,5	3,8	6,5
Factor q (lp: largo plazo, cp: corto plazo)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,6 (lp)	1 (cp)
M_{min} (dB)	1,2		1,2		1,2	
Porcentaje de tiempo para los criterios de interferencia	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Criterio de interferencia dBW en la anchura de banda de referencia	-145	-133	-135	-127	-139	-129

CUADRO 2 (Fin)

Banda de frecuencias (MHz)	25 500-27 000							
Tipo de estación terrena	Reproducción de datos registrados		Lectura directa de datos		Lectura directa de datos a alta velocidad		Datos de misión almacenados	
Porcentaje de tiempo en el que no se satisface el margen del enlace, p	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20
Ángulo de elevación (rebasado el $p\%$ de tiempo)	5°	13°	5°	13°	5°	13°	5°	8°
Potencia de entrada de la antena del satélite (dBW)	13,0		13,0		13,0	14,8	6,4	
Ganancia de la antena del satélite (dBic)	28,0		25,0		39,1		37,2	
p.i.r.e. del satélite (dBW)	41,0		38,0		52,1	53,9	43,6	43,6
Pérdida en espacio libre (dB)	189,8	187,7	189,8	187,7	188,8	186,4	190,0	187,9
Pérdidas de trayecto en exceso (dB)	6,4	1,0	6,4	1,0	6,4	1,0	1,0	1,0
Ganancia de antena de estación terrena (dBic)	55,2		42,5		42,5	38,0	58,2	58,2
Pérdida por error en la puntería de antena (dB)	0,5		0,5		0,5		0,5	
Pérdida por desadaptación de polarización (dB)	0,2		0,2		0,2		0,5	
Pérdidas en el modulador y demodulador (dB)	2,0		2,0		2,0		2,5	
Anchura de banda de referencia del receptor (MHz)	10		10		10		10	
Velocidad de transmisión de datos (dB/Hz)	90,0		76,0		90,0		81,2	
Energía recibida por bit, E_b (dB(W/Hz))	-191,9	-184,1	-194,5	-186,9	-193,3	-188,2	-173,6	-171,5
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	715,9	557,6	715,9	557,6	552,7	272,8	350	300
Densidad de potencia de ruido total interno, N_0 (dB(W/Hz))	-200,1	-201,1	-200,1	-201,1	-201,2	-204,2	-203,1	-203,8
E_b/N_0 (dB)	7,3	16,0	5,6	14,3	7,9	16,0	29,5	32,4
BER del enlace	10^{-6}		10^{-6}		10^{-6}		10^{-8}	
Proporción de errores en el tratamiento de datos en el satélite	5×10^{-7}		-		-		-	
BER global recibida	$1,5 \times 10^{-6}$		10^{-6}		10^{-6}		10^{-8}	
Umbral E_b/N_0 (dB)	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	5,6	5,6
Margen de potencia (dB)	3,4	12,1	1,7	10,4	4,0	12,1	23,9	26,8
Factor q (lp: largo plazo, cp: corto plazo)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,33 (lp)	1 (cp)	0,33 (lp)	1 (cp)
M_{min} (dB)	1,2		1,2		1,2		1,2	
Porcentaje de tiempo para los criterios de interferencia	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Criterio de interferencia dBW en la anchura de banda de referencia	-135	-119	-139	-121	-136	-123	-126	-107

2 Servicio de meteorología por satélite en la banda 137-138 MHz

Los análisis de calidad de funcionamiento para un sistema de transmisión automática de imágenes (APT, *automatic picture transmission*) en la banda 137-138 MHz suponen una altitud del satélite de 844 km. El sistema APT utiliza modulación analógica con una anchura de banda de 50 kHz. Los análisis de calidad de funcionamiento para el sistema de transmisión de imágenes de baja resolución (LRPT, *low resolution picture transmission*) en la banda 137-138 MHz suponen la misma altitud. Se prevé que el sistema APT dejará de funcionar paulatinamente ya que la implementación del sistema LRPT se inició en el año 2006.

Las transmisiones LRPT son digitales (modulación MDP-4 con filtrado Nyquist) y funcionan con una velocidad nominal de transmisión de datos de 72 kbit/s, incluyendo la codificación Reed-Solomon/convolucional concatenada con entrelazado. Se prevé que haya dos tipos de estación terrena funcionando en el sistema LRPT:

- una estación terrena con antena no orientable y una ganancia reducida de 2 dBic para datos locales (es decir, datos meteorológicos para zonas del orden de 1 000 km desde la estación terrena), y
- una estación terrena con antena orientable y ganancia de 10 dBic para datos regionales (es decir datos meteorológicos para zonas que se extienden más allá de 2 000 km desde la estación terrena). Las estaciones terrenas pueden ser móviles o transportables.

En los sistemas APT funcionan generalmente sólo antenas de tipo omnidireccional con baja ganancia (por ejemplo, 2 dBic).

Al aplicar la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022, se puede utilizar la siguiente gama de parámetros de interferencia para calcular los criterios de interferencia:

Receptor analógico

$$q \text{ (largo plazo)} = 0,5$$

$$q \text{ (corto plazo)} = 1$$

$$M_{\min} \text{ (largo plazo)} = M_{\min} \text{ (corto plazo)} = 0,8 \text{ dB}$$

Receptor digital

$$q \text{ (largo plazo)} = 0,6$$

$$q \text{ (corto plazo)} = 1$$

$$M_{\min} \text{ (largo plazo)} = M_{\min} \text{ (corto plazo)} = 1,2 \text{ dB}$$

3 Servicio de meteorología por satélite en la banda 400,15-401 MHz

Los análisis de calidad de funcionamiento para un sistema en esta banda suponen una altitud del satélite de 833 km. Los datos procedentes de sensores de vehículo espacial se multiplexan en un tren de datos con una velocidad de 88,75 kbit/s que se codifica de forma convolucional a velocidad mitad para la corrección de errores. Las estaciones terrenas asociadas suelen ser móviles lo que permite diseñar antenas con sólo 0 dBic de ganancia.

Al aplicar la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022, se puede utilizar la siguiente gama de parámetros de interferencia para calcular los criterios de interferencia:

$$q \text{ (largo plazo)} = 0,33$$

$$q \text{ (corto plazo)} = 1$$

$$M_{\min} \text{ (largo plazo)} = M_{\min} \text{ (corto plazo)} = 1,2 \text{ dB.}$$

4 Servicio de meteorología por satélite en la banda 1 698-1 710 MHz

En la atribución de 1 690 a 1 710 MHz, la subbanda 1 698 a 1 710 MHz es utilizada por los sistemas de meteorología por satélite en órbita terrestre baja, de conformidad con la Recomendación UIT-R SA.1745.

Los análisis de calidad de funcionamiento de los sistemas de transmisión de imagen de alta resolución (HRPT, *high resolution picture transmission*) y de telemando y adquisición de datos (TAD) utilizan estaciones terrenas grandes y pequeñas, respectivamente, y suponen una altitud del satélite de 844 km. Estos sistemas reciben transmisiones procedentes del mismo satélite, que utiliza una antena de haz conformado que compensa parcialmente los aumentos de pérdida de propagación hacia el limbo de la Tierra comparados con el nadir. La desviación del modulador de desplazamiento de fase del satélite es de unos 67° , lo que origina una portadora residual que facilita la adquisición de la señal y la demodulación coherente. Esto reduce ligeramente la potencia de la señal de datos. Para la estación grande, se utiliza una velocidad de transmisión de datos de 2,667 Mbit/s y una codificación NRZ-L, con una anchura de banda de referencia de 5,334 MHz. En las estaciones pequeñas, se emplea una velocidad de transmisión de datos en banda base de 0,667 Mbit/s con codificación por desdoblamiento de fase y una anchura de banda de referencia de 2,668 MHz.

Un futuro sistema transmitirá datos a baja velocidad en un enlace descendente a 3,393 Mbit/s desde un vehículo espacial situado a 828 km de altitud. Tres tipos de estaciones terrenas tendrán tamaños de antenas de 1 m, 3 m y 13 m. La antena de 1 m es la única en la que es necesario realizar un análisis de interferencia.

Las antenas de mayor tamaño tienen una anchura de haz menor y, por ello, son menos susceptibles a la interferencia.

Al aplicar la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022, se puede utilizar la siguiente gama de parámetros de interferencia para calcular los criterios de interferencia:

$$\begin{aligned} q \text{ (largo plazo)} &= 0,33 \\ q \text{ (corto plazo)} &= 1 \\ M_{\text{mín}} \text{ (largo plazo)} &= M_{\text{mín}} \text{ (corto plazo)} = 1,2 \text{ dB.} \end{aligned}$$

5 Servicio de meteorología por satélite en la banda 7 750-7 850 MHz

Varios sistemas nuevos de meteorología por satélite en órbita terrestre baja ya están funcionando o está previsto su funcionamiento en la banda 7 750-7 850 MHz. Algunos de ellos transmitirán datos de misión almacenados (reproducción de datos registrados) a la estación terrena de telemando y adquisición de datos (TAD) situada generalmente en latitudes septentrionales. Los diámetros de antena receptora de la estación terrena son normalmente de unos 10 m, lo que supone una ganancia de antena de 55 dBi. La temperatura de ruido del sistema de la estación terrena es de 180°K aproximadamente. Se ha supuesto un mínimo ángulo de elevación de 5° . El valor teórico requerido de $E_b/(N_0 + I_0)$ es 7,2 dB para obtener una BER de 10^{-7} . Se ha seleccionado una anchura de banda de referencia de 10 MHz. La altura de la órbita del satélite es de unos 832 km.

Un sistema adicional de datos a alta velocidad transmite una señal a 17,49 Mbit/s desde un satélite situado a 828 km de altitud. La señal es recibida por tres tipos de estaciones terrenas con antenas de 2 m, 3 m y 13 m. La antena de 2 m es la única en la que es necesario realizar un análisis de interferencia.

Las antenas de mayor tamaño tienen una anchura de haz menor y, por ello, son menos susceptibles a la interferencia.

Al aplicar la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022, se puede utilizar la siguiente gama de parámetros de interferencia para calcular los criterios de interferencia:

$$\begin{aligned} q \text{ (largo plazo)} &= 0,33 \\ q \text{ (corto plazo)} &= 1 \\ M_{\min} \text{ (largo plazo)} &= M_{\min} \text{ (corto plazo)} = 1,2 \text{ dB.} \end{aligned}$$

6 Servicio de exploración de la Tierra por satélite en la banda 8025-8400 MHz

Se consideran tres sistemas de referencia para los sistemas del SETS que funcionan en la banda 8 025-8 400 MHz. El Sistema A utiliza un satélite situado en una órbita a 750 km de altura que transmite datos registrados a muy alta velocidad (325 Mbit/s) hacia una instalación principal de adquisición de datos. El satélite emplea una altura isoflujo. El Sistema B hace uso de un satélite situado en órbita a 850 km de altura que también transmite datos registrados a alta velocidad (200 Mbit/s), pero mediante una antena directiva. Por último, el Sistema C utiliza un satélite situado en una órbita a 750 km de altura y transmite una señal de lectura directa de datos de un instrumento en tiempo real hacia múltiples estaciones terrenas de bajo coste distribuidas a una velocidad de 20 Mbit/s. Todos los sistemas emplean MDP-4. Al aplicar la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022, se puede utilizar la siguiente gama de parámetros de interferencia para calcular los criterios de interferencia:

$$\begin{aligned} q \text{ (largo plazo)} &= 0,33 \text{ a } 0,6 \\ q \text{ (corto plazo)} &= 1 \\ M_{\min} \text{ (largo plazo)} &= M_{\min} \text{ (corto plazo)} = 1,2 \text{ dB.} \end{aligned}$$

7 SETS en la banda 25,5-27,0 GHz

También se consideran varios sistemas de referencia para los sistemas del SETS que funcionan en la banda 25,5-27,0 GHz. El sistema de referencia 1 (es decir, el primer sistema en esta banda que aparece en el Cuadro 1) utiliza un satélite situado en una órbita a 822 km de altura que transmite en uno de los dos modos. El primer modo consiste en una transmisión de la lectura de datos registrados a muy alta velocidad (1 Gbit/s) hacia una instalación principal de adquisición de datos. El modo 2 efectúa una transmisión de la lectura directa de datos a una velocidad menor (40 Mbit/s) dirigida a estaciones terrenas de bajo coste distribuidas. El sistema de referencia 2 hace uso de un satélite situado en una órbita a 698 km de altura que establece un enlace de lectura directa de datos a muy alta velocidad (1 Gbit/s) con estaciones terrenas de bajo coste distribuidas.

Otro nuevo sistema transmite una señal de datos de misión almacenados a 131,2 Mbit/s desde un satélite situado a 828 km de altitud.

Al aplicar la metodología de la Recomendación UIT-R SA.1022, se puede utilizar la siguiente gama de parámetros de interferencia para calcular los criterios de interferencia:

$$\begin{aligned} q \text{ (largo plazo)} &= 0,33 \\ q \text{ (corto plazo)} &= 1 \\ M_{\min} \text{ (largo plazo)} &= M_{\min} \text{ (corto plazo)} = 1,2 \text{ dB.} \end{aligned}$$
