

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1231

CRITERIOS DE INTERFERENCIA PARA ENLACES ESPACIO-TIERRA QUE FUNCIONAN EN EL SERVICIO MÓVIL POR SATÉLITE CON SATÉLITES NO GEOESTACIONARIOS (NO-OSG) EN LA BANDA 137-138 MHz

(Cuestión UIT-R 83/8)

(1997)

Resumen

En la presente Recomendación se recomiendan los criterios de interferencia para los enlaces descendentes de las redes del SMS no-OSG con AMDF y las redes del SMS no-OSG con AMEE, en términos de niveles máximos agregados de interferencia.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que es necesario establecer criterios de interferencia para asegurar que los sistemas pueden diseñarse de tal forma que tengan el comportamiento adecuado en presencia de interferencia;
- b) 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 especificados en la Recomendación UIT-R M.1230;
- c) que los criterios de interferencia ayudan a desarrollar criterios para la compartición de bandas entre sistemas, incluidos los que funcionan en otros servicios;
- d) que los sistemas del servicio móvil por satélite (SMS) en la banda 137-138 MHz deben aceptar una interferencia al menos igual a los niveles admisibles;
- e) que deben considerarse dos tipos de modulación generales para los sistemas del SMS con satélites no geoestacionarios que funcionan en la banda 137-138 MHz, a saber: modulación en banda estrecha con acceso múltiple por división en frecuencia (AMDF) y modulación en banda ancha y secuencia directa con acceso múltiple por ensanchamiento de espectro (SD-AMEE);
- f) que el Anexo 1 presenta los parámetros de dos sistemas representativos que proporcionan las bases para establecer los niveles de interferencia admisible en el servicio móvil por satélite en la banda 137-138 MHz,

recomienda

- 1 que se utilicen los niveles de interferencia especificados en el Cuadro 1 como nivel de potencia total de la señal interferente a la entrada de la antena de las estaciones receptoras del SMS en la banda 137-138 MHz;
- 2 que los niveles de interferencia aquí definidos se utilicen como base para obtener los criterios de compartición.

NOTA 1 – El nivel de potencia total de la señal interferente que puede rebasarse durante el $p\%$ del tiempo, siendo p inferior al 20% pero superior al porcentaje de tiempo a corto plazo especificado, puede determinarse mediante interpolación entre los valores especificados utilizando una escala logarítmica (de base 10) para el porcentaje de tiempo y una escala lineal para la potencia de la señal interferente o la densidad de potencia de la señal (dB) (véase la Fig. 1).

NOTA 2 – Utilizando las directrices de la Recomendación UIT-R SA.1022, pueden determinarse mediante extrapolación los niveles de interferencia admisible para su aplicación a estaciones con ganancia de antena o valores de anchura de banda distintos de los valores especificados.

NOTA 3 – Los criterios de interferencia se basan en los sistemas descritos en el Anexo 1. Los criterios de interferencia para sistemas que utilizan modulación en banda estrecha con técnicas AMDF se establecen en términos de niveles de potencia en la anchura de banda de referencia del receptor de la estación en tierra. Los criterios de interferencia asociados con modulaciones en banda ancha y SD-AMEE figuran en términos de contribución de potencia total de las posibles fuentes de interferencia en la banda 137-138 MHz, independientemente de la anchura de banda de la fuente interferente.

NOTA 4 – Los criterios de interferencia se especifican con respecto al porcentaje de tiempo de recepción.

NOTA 5 – El criterio de interferencia para el sistema de banda ancha se basa en el balance del enlace que figura en el Cuadro 3. Una de las limitaciones principales para el desarrollo de dicho balance es el reducido valor de densidad de flujo de potencia (dfp) necesario para proteger la explotación actual del servicio de meteorología por satélite. Esta reducción de la dfp requiere una disminución del margen del enlace para el sistema del SMS no-OSG en banda ancha, lo que da lugar a un criterio de interferencia más restrictivo del que resultaría en ausencia del citado servicio de meteorología por satélite. Cuando las operaciones de este servicio se desplazan a las bandas 137,025-137,175 MHz y 137,825-138,0 MHz, la dfp procedente del futuro SMS no-OSG en banda ancha puede aumentarse, lo que da lugar a un incremento correspondiente en el criterio de interferencia.

CUADRO 1

Criterios de interferencia para estaciones del servicio móvil por satélite en la banda 137-138 MHz

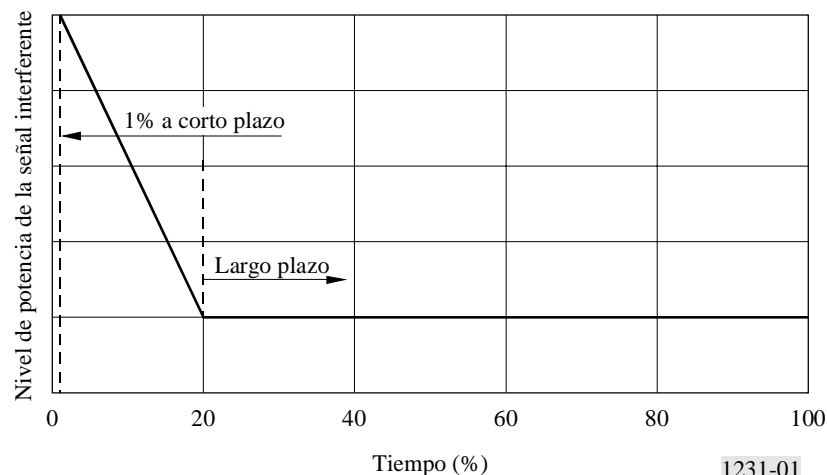
Tipo de modulación	Función y plataforma y antena de la estación terrena	Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del 20% del tiempo ⁽¹⁾	Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del p_2 % del tiempo ⁽²⁾
Modulación en banda estrecha con AMDF	Enlace descendente de datos a la estación de cabecera (antena de bocina de 15 dBi) La anchura de banda de referencia es 44 kHz	-142,1	-133,4
Modulación en banda estrecha con AMDF	Enlace descendente de datos al terminal de abonado (antena monopolo de 0 dBi con un diagrama en \cos^2) La anchura de banda de referencia es 19,2 kHz	-155,3	-144,5
Modulación en banda ancha con AMEE (véase la Nota 5)	Enlace descendente de datos a la estación de cabecera (antena de 16 dBi) La anchura de banda de referencia es 885 kHz	-134,5	-128,5

(1) La potencia de la señal interferente se determina durante la recepción para ángulos de elevación igual o superiores a 20°.

(2) La potencia de la señal interferente se determina durante la recepción para ángulos de elevación igual o superiores a 5° y para $p_2 = 0,25$.

FIGURA 1

Modelo para criterios de interferencia



ANEXO 1

Bases para los criterios de interferencia**1 Introducción**

Este Anexo presenta los parámetros utilizados como datos de partida para aplicar la metodología descrita en la Recomendación UIT-R SA.1022 a fin de determinar los criterios de interferencia. En los Cuadros 2 y 3 se resumen estos parámetros. De forma adicional, el § 5 presenta los resultados de un análisis dinámico realizado mediante el establecimiento de modelos y simulaciones por ordenador utilizados para verificar los niveles de interferencia calculados para el sistema de banda estrecha.

2 SMS no-OSG en la banda 137-138 MHz utilizando modulación en banda estrecha con AMDF

El SMS que funciona por debajo de 1 GHz con satélites no geostacionarios tiene enlaces descendentes en la banda 137-138 MHz. Los terminales móviles típicos hacen uso de una antena omnidireccional con una ganancia de 0 dBi para ángulos de elevación bajos y las estaciones terrenas de cabecera típicas emplean una antena de bocina cónica con una ganancia de 15 dBi.

3 SMS no-OSG en la banda 137-138 MHz utilizando modulación en banda ancha con SD-AMEE

En las transmisiones de espectro ensanchado, no se contempla por el momento la recepción mediante terminales móviles. En esta Recomendación se consideran únicamente las estaciones terrenas de cabecera. Dichas estaciones emplean una antena directiva con ganancia de 16 dBi.

4 Criterios de interferencia

Los criterios de interferencia establecen la potencia total procedente de todas las posibles fuentes de interferencia que puede tolerar un sistema proporcionando aún un grado de servicio aceptable. Utilizando el balance de enlace del sistema y los objetivos de calidad de funcionamiento especificados, se calcula el nivel de potencia de interferencia total. Este nivel se determina a partir del margen disponible del enlace, haciendo algunas hipótesis simplificadoras como se indica en la Recomendación UIT-R SA.1022, y separándolo en criterios de interferencia a largo plazo y a corto plazo (véanse las ecuaciones (1) y (2), respectivamente).

$$i_{20} = n_{p1} + M_{p1} - 4,8 \quad (1)$$

siendo:

i_{20} : criterio de interferencia a largo plazo (dBW)

n_{p1} : potencia de ruido durante el tiempo en que el enlace no está disponible (dBW)

M_{p1} : margen a corto plazo durante el tiempo en que el enlace no está disponible (dB).

$$i_{p2} = n_{20} + 10 \log (10^{0,1M_{20}} - 1) \quad (2)$$

siendo:

i_{p2} : criterio de interferencia a corto plazo (dBW)

n_{20} : potencia de ruido que no debe rebasarse más del 20% del tiempo (dBW)

M_{20} : margen del enlace a largo plazo (dB).

Se supone que el criterio de interferencia a largo plazo se limita a menos del 20% del tiempo y que el enlace sufre desvanecimiento. Además, para establecer el criterio a largo plazo, se supone que el 33% de la potencia de ruido dentro del sistema a corto plazo se admite como interferencia entre sistemas (es decir, una relación $I/N = -4,8$ dB). El criterio de interferencia a corto plazo se especifica como el nivel de potencia de señal interferente que no debe rebasarse más de un

pequeño porcentaje de tiempo; se supone que el enlace no sufre desvanecimiento. Del 1% de indisponibilidad, el 25% de ese tiempo es la indisponibilidad causada por las fuentes de interferencia entre sistemas. Además, es importante observar que, como se indica en la metodología, el criterio de interferencia a largo plazo se calcula utilizando el margen a corto plazo y el criterio de interferencia a corto plazo se calcula utilizando el margen a largo plazo.

CUADRO 2

Análisis de la calidad de funcionamiento utilizado como base para establecer los criterios de interferencia de un sistema con modulación en banda estrecha con receptores del SMS y AMDF que funcionan en la banda 137-138 MHz

Factor de calidad de funcionamiento	Valor del parámetro		Valor del parámetro	
Función del enlace	Enlace descendente de datos, receptor de abonado		Enlace descendente de datos, receptor de la estación de cabecera	
Tipo de modulación	MDPD		MDP-4 O	
Gama de frecuencias (MHz)	137-138			
Porcentaje de tiempo	1,0	20	1,0	20
1. Potencia de salida del transmisor (dBW)	13,1		7,1	
2. Pérdidas filtro/línea del cable (dB)	1		1,4	
5. Error de puntería de la antena (dB)	0,2		0	
6. Ganancia de antena (dBi)	3,5	3,1	0,8	
7. p.i.r.e. (dBW)	15,4	15,0	6,5	
8. Ángulo de elevación de la antena	5°	20°	5°	20°
9. Altitud del satélite (km)	775			
10. Pérdidas en espacio libre (dB)	143,9	139,9	143,9	139,9
11. Pérdidas por exceso en el trayecto incluido el desvanecimiento, etc. (dB)	5	1	1	
12. Ganancia de antena del receptor (dBi)	0	-0,5	15	
13. Error de puntería de la antena (dB)	0		0,2	
14. Pérdidas por desadaptación de la polarización (dB)	4,1		0,1	
15. Pérdidas por realización del demodulador (dB)	3			
16. Potencia de la señal recibida (dBW)	-140,6	-133,5	-126,7	-122,72
17. Anchura de banda de referencia (kHz)	19,2		44,0	
18. Anchura de banda de referencia (dB)	42,8		46,4	
19. Energía recibida, C_0 (o E_b) (dB(W/Hz))	-183,5	-176,4	-173,15	-169,16
20. Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	724		955	
21. Densidad espectral de ruido del receptor (dB(W/Hz))	-200		-198,8	
22. Potencia de interferencia de canal adyacente (dB(W/Hz))	-210,6	-207,1	-400	
23. Densidad de potencia total $I + N$ del sistema (dB(W/Hz))	-199,6	-199,2	-198,8	
24. C_0/N_0 (o E_b/N_0) (dB)	16,2	22,9	25,65	29,64
25. Proporción de bits erróneos del enlace	1×10^{-5}		1×10^{-6}	
27. Proporción de datos erróneos por almacenamiento/tratamiento	-----			
28. Proporción de bits erróneos total	1×10^{-5}		1×10^{-6}	
29. Valor requerido de la relación C_0/N_0	10,3		10,6	
30. Margen	5,9	12,6	15,05	19,04
Margen a largo plazo o a corto plazo (dB)	12,6 (20%)	5,9 (0,25%)	19,04 (20%)	15,05 (0,25%)
Potencia de interferencia (dBW en la anchura de banda de referencia)	-144,5	-155,3	-133,4	-142,1
Potencia de interferencia (dB(W/4 kHz))	-151,3	-162,1	-143,4	-152,1

CUADRO 3

Análisis de la calidad de funcionamiento utilizado como base para establecer los criterios de interferencia – Modulación en banda ancha con SD-AMEE

Función del enlace: Enlace descendente de datos al receptor de cabecera
 Tipo de modulación: MDM/SD-AMEE
 Gama de frecuencias: 137-138 MHz

Porcentaje de tiempo	0,1%	20%
Elevación	5°	20°
Potencia de salida del transmisor (dBW)	-15,5	
Contribución de ruido en el enlace ascendente (dB(W/Hz))	-63,1	
Contribución de la interferencia interna (dB(W/Hz))	-59,8	
Pérdidas filtro/línea del cable (dB)	-1	
Ganancia de antena (dBi)	4	
p.i.r.e. (dBW)	-12,5	
Altitud del satélite (km)	1 300	
Pérdidas en espacio libre (dB)	-146,7	-143,6
Pérdidas multitrayecto (dB)	-2	-1
Pérdidas por desadaptación de la polarización (dB)	-0,3	
Ganancia de la antena del receptor (dBi)	16	
Potencia de la señal recibida (dBW)	-145,5	-141,4
T_{eq} (dBK)	35,2	
C/N_0 ascendente (dB(Hz))	47,6	
C/I_0 interno (dB(Hz))	44,3	
C/N_0 descendente (dB(Hz))	48	52
$(C/(N_0 + I_0))_T$	41,5	42,2
$(N_0 + I_0)$ (dB(W/Hz))	-187,1	-183,7
Pérdidas de realización	-1,5	
R_b (bit/s)	600	
R_b (dB)	27,8	
Pérdidas FDAF (filtro adaptable en el campo de la frecuencia) (dB)	-6	
$E_b/(N_0 + I_0)$ (dB)	6,2	6,9
Relación $E_b/(N_0 + I_0)$ requerida (dB)	3,7	
Margen (dB)	2,5	3,2
Margen a largo plazo o a corto plazo (dB)	3,2 (20%)	2,5 (0,25%)
i_{20} (dB(W/Hz))	-189,4	
i_{p2} (dB(W/Hz))	-183,3	
R_c (chips/s)	614 400	
R_c (dB)	57,9	
Máxima potencia de interferencia	-128,5	-134,5

NOTA 1 – El caso de interferencia máxima corresponde a señales de banda estrecha a 137,5 MHz:

$$P = \frac{1}{2} i R_c \quad \text{siendo } R_c = 614\,400 \text{ chips/s.}$$

Para distintos valores de frecuencia portadora de banda estrecha, las potencias de interferencia pueden aumentar de la forma siguiente:

Frecuencia central (MHz)	ΔP (dB)
137,4 ó 137,6	+0,9
137,3 ó 137,7	+3,6
137,2 ó 137,8	+9
137,1 ó 137,9	+20
137,05 ó 137,95	+36,7
137 ó 138	+27,8

5 Resultados del análisis dinámico – Modulación en banda estrecha con AMDF

Con objeto de dar validez a los resultados obtenidos utilizando la metodología del UIT-R, se realizaron dos simulaciones por ordenador de 90 días de duración. Como datos de entrada al modelo se utilizaron los parámetros orbitales de dos constelaciones de satélites del servicio móvil por satélite. Las características de RF se eligieron de tal forma que representasen los sistemas de espectro ensanchado que probablemente funcionen en modo cocanal con el sistema de banda estrecha. Se realizó la hipótesis de que todas las fuentes de interferencia transmitían durante todo el tiempo. Durante estas simulaciones se determinó la relación $C/(N+I)$ (dB) los valores estadísticos acumulativos para un caso de interferencia concreto. Los resultados de estas simulaciones figuran en los Cuadros 4 y 5 como distribuciones acumulativas para el receptor de abonado y el receptor de cabecera, respectivamente.

CUADRO 4

Distribución acumulativa de la relación $C/(N+I)$ en el receptor de abonado con dos constelaciones interferentes

Porcentaje de tiempo	Periodo de tiempo (min)	$C/(N+I)$ (dB)
0,009259	0	7
0,099537	117	8
0,300154	260	9
0,612654	405	10
1,165895	717	11
2,9375	2 296	12
7,560957	5 992	13
15,401235	10 161	14
27,331018	15 461	15
44,216049	21 883	16
63,891975	25 500	17
78,902008	19 453	18
86,296295	9 583	19
88,846451	3 305	20
89,138115	378	21
89,148918	14	22

CUADRO 5

Distribución acumulativa de la relación $C/(N + I)$ en el receptor de cabecera con dos constelaciones interferentes

Porcentaje de tiempo	Periodo de tiempo (min)	$C/(N + I)$ (dB)
0,003858	0	9
0,074074	91	10
0,346451	353	11
1,68287	1 732	12
3,625	2 517	13
5,95216	3 016	14
8,574074	3 398	15
11,253858	3 473	16
14,185185	3 799	17
17,199846	3 907	18
20,317902	4 041	19
23,36574	3 950	20
26,381172	3 908	21
29,35108	3 849	22
32,403549	3 956	23
35,611111	4 157	24
38,906635	4 271	25
42,690586	4 904	26
47,397377	6 100	27
52,334877	6 399	28
57,679783	6 927	29
62,788582	6 621	30
67,652779	6 304	31
72,138115	5 813	32
76,198303	5 262	33
79,726082	4 572	34
82,802467	3 987	35
85,560188	3 574	36
88,125771	3 325	37
90,622688	3 236	38
93,172066	3 304	39

Como puede observarse tanto para el receptor de abonado como para el receptor de cabecera, incluso en condiciones de caso más desfavorable cuando todas las fuentes de interferencia transmiten de manera continua, la relación $C/(N + I)$ deseada de 10,3 dB para el abonado (10,6 dB para la cabecera) se mantienen sólo para pequeños porcentajes de tiempo (inferiores al 1%).