

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1494

CRITERIOS DE INTERFERENCIA PARA PROTEGER EL SERVICIO FIJO CONTRA LA INTERFERENCIA COMBINADA VARIABLE EN EL TIEMPO PROCEDENTE DE OTROS SERVICIOS QUE COMPARTEN LA BANDA 10,7-12,75 GHz A TÍTULO IGUALMENTE PRIMARIO

(Cuestión UIT-R 127/9)

(2000)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que es conveniente determinar los criterios de protección de los sistemas del servicio fijo que funcionan en la banda 11/12 GHz (10,7-12,75 GHz) con respecto a la interferencia combinada procedente de sistemas con atribuciones en esa banda igualmente a título primario, especialmente la interferencia a corto plazo;
- b) que en las situaciones de interferencia en las que están implicadas estaciones espaciales no geoestacionarias (no OSG), los sistemas del servicio fijo están potencialmente expuestos a altos niveles de interferencia durante breves periodos de tiempo, que podrían afectar la calidad de funcionamiento o la disponibilidad de estos sistemas;
- c) que el diseño de los enlaces del servicio fijo en la banda 11/12 GHz está controlado por el desvanecimiento multitrayecto, cuyo modelo puede establecerse utilizando la Recomendación UIT-R P.530;
- d) que en la banda 11/12 GHz, unas administraciones utilizan control automático de potencia del transmisor (CAPT) en algunos de los enlaces del servicio fijo y que la utilización de este tipo de control aumentará la susceptibilidad de los sistemas del servicio fijo, especialmente frente a la interferencia a corto plazo;
- e) que algunos sistemas del servicio fijo que utilizan pequeños márgenes de desvanecimiento neto puede que no estén completamente protegidos contra la interferencia causada por los sistemas de satélites no OSG sin imponer excesivas restricciones a estos servicios;
- f) que los enlaces típicos del servicio fijo que utilizan CAPT exigirán unos criterios de protección más estrictos que los de los enlaces del servicio fijo con amplio margen de desvanecimiento que no utilizan CAPT;
- g) que es conveniente obtener los criterios de protección del servicio fijo contra la interferencia combinada basándose en el cálculo de la degradación admisible del objetivo de característica de error debida a la interferencia, considerando las características típicas de los enlaces del servicio fijo que utilizan CAPT;
- h) que en la Recomendación UIT-R F.1094 se determina la máxima degradación admisible del objetivo de característica de error causada por la interferencia procedente de otros servicios que comparten la misma banda de frecuencias a título igualmente primario;
- j) que en las Recomendaciones UIT-R F.1092 y UIT-R F.1189 aparece el objetivo de característica de error admisible para un trayecto digital de velocidad binaria constante igual o superior a la velocidad primaria en sistemas de radioenlaces digitales que pueden formar parte, respectivamente, del tramo internacional y nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km;
- k) que la degradación admisible de la calidad de funcionamiento de los sistemas del servicio fijo debida a la interferencia procedente de otros servicios que comparten las mismas bandas de frecuencias a título igualmente primario, expresada como una fracción admisible del objetivo de característica de error, se define en las Recomendaciones UIT-R F.1241 y UIT-R F.1398 para los sistemas del servicio fijo que pueden formar parte, respectivamente, del tramo internacional y nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km,

reconociendo

- a) que la aplicación de los criterios indicados en esta Recomendación puede estar sujeta a nuevas consideraciones teniendo en cuenta los estudios de compartición con otros servicios;
- b) que no es probable que todo ulterior desarrollo de esta Recomendación que pueda ser necesario requiera la realización de nuevos estudios sobre la pertinencia de los límites de densidad de flujo de potencia (dfp) del servicio fijo por satélite (SFS) de satélites no OSG en esta banda,

recomienda

1 que se utilicen los siguientes criterios de interferencia para proteger el servicio fijo contra la interferencia combinada variable en el tiempo procedente de otros servicios en la banda 10,7-12,75 GHz con atribuciones a título igualmente primario:

1.1 a corto plazo, la relación I/N a la entrada del receptor del servicio fijo no debe rebasar el valor de +20 dB;

1.2 a largo plazo, la DFC (degradación fraccionaria de la calidad de funcionamiento descrita en la Recomendación UIT-R F.1108) o la D_{lpOCE} (degradación a largo plazo de los objetivos de característica de error) no debe rebasar el 10%:

$$D_{lpOCE} \approx \left(0,89 \times \int_{10^{-6}}^1 \frac{I(t)}{N} dt \right) \times 100 \quad \%$$

2 que se utilice la información contenida en el Anexo 1 como orientación para aplicar esta Recomendación.

ANEXO 1

Obtención de los criterios de protección del servicio fijo contra la interferencia combinada en la banda 11/12 GHz

1 Introducción

Este Anexo presenta ejemplos numéricos relativos a la evaluación de los criterios de interferencia en la banda 11/12 GHz.

La interferencia se considera combinada y procedente de todos los servicios con atribuciones también a título primario.

Estos ejemplos (véase la Recomendación UIT-R P.530) se basan en los siguientes enlaces del servicio fijo típicos (se indica el margen de desvanecimiento para una BER 1×10^{-3}):

- enlace con un margen de desvanecimiento de 37 dB en la parte del tramo internacional del trayecto ficticio de referencia ($q_t = 4,2$);
- enlace con un margen de desvanecimiento de 47 dB en la parte del tramo internacional del trayecto ficticio de referencia ($q_t = 2,2$);
- enlace con un margen de desvanecimiento de 37 dB en la parte del tramo nacional del trayecto ficticio de referencia ($q_t = 2,2$).

La metodología propone calcular la degradación de la calidad de funcionamiento debida a un criterio de interferencia a corto plazo determinado (es decir, $I/N = 20$ dB durante el $1 \times 10^{-4}\%$ del tiempo) a fin de verificar su pertinencia y establecer el resto de margen de interferencia a largo plazo basándose en una integración de la distribución de la interferencia con el desvanecimiento.

2 Criterio a corto plazo

La degradación debida a un criterio de interferencia a corto plazo determinado (es decir, $I/N = 20$ dB durante no más del $1 \times 10^{-4}\%$ del tiempo) es la probabilidad del efecto simultáneo de este criterio y un desvanecimiento superior al margen de desvanecimiento neto, D , definido de la forma siguiente:

$$D = MD - CAPT_{\text{gama}} - I/N \quad \text{dB}$$

donde, por ejemplo:

MD : margen de desvanecimiento

$CAPT_{\text{gama}} = 13$ dB

$I/N = 20$ dB.

Por lo tanto, la degradación de la característica de error debida a esta interferencia a corto plazo, D_{cpOCE} , viene dada por la siguiente fórmula como porcentaje del margen de los objetivos de característica de error:

$$D_{cpOCE} = A\% \times p(I/N \geq 20 \text{ dB})/OCE$$

siendo:

OCE : objetivo de característica de error

D : margen de desvanecimiento neto

$A\% = p(f > D)$: porcentaje de tiempo en que se rebasa la profundidad de desvanecimiento D (véase la Recomendación UIT-R P.530).

En los Cuadros 1 y 2 aparecen los resultados del cálculo para tres enlaces típicos considerando los objetivos de segundos con error y segundos con muchos errores. Estos cálculos muestran que el criterio de interferencia a corto plazo propuesto (es decir, $I/N = 20$ dB durante el $1 \times 10^{-4}\%$ del tiempo) nunca produce una degradación del objetivo de característica de error superior al 10%, que es la degradación total del objetivo de característica de error que se admite debido a toda la interferencia y, salvo en un caso, es muy inferior al 1% representativo de una distribución del 10%/90% para los criterios a corto plazo y largo plazo, respectivamente.

Cabe señalar que para un margen de desvanecimiento de 37 dB en el enlace internacional, que ya representa un cálculo de caso más desfavorable puesto que supone un valor de q_t de 4,2 dB, el porcentaje se reduce al 1,2% cuando se considera una gama de CAPT de 12 dB en vez de 13 dB.

CUADRO 1

	Parte de enlace de un tramo internacional		Parte de enlace de un tramo nacional
MD (segundos con muchos errores) (dB)	37	47	37
MD - 1 dB (para un segundo con muchos errores) (dB)	36	46	36
Margen neto (para un segundo con muchos errores) (dB)	3	13 + 13	3
$A = \%$ de desvanecimiento > margen neto (%)	3,3	$1,2 \times 10^{-2}$	6,7
Probabilidad del suceso = $A \times 10^{-4}$ (%)	$3,3 \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^{-8}$	$6,7 \times 10^{-6}$
Objetivo de característica de error total admisible en el enlace (%)	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$7,5 \times 10^{-3}$
Degradación (D_{cpOCE}) (%)	2,7	0,01	0,09

CUADRO 2

	Parte de enlace de un tramo internacional		Parte de enlace de un tramo nacional
MD (segundos con errores) (dB)	37	47	37
MD - 5 dB (segundos con errores) (dB)	32	42	32
Margen neto (segundos con errores) (dB)	0	9	0
$A = \%$ de desvanecimiento > margen neto (%)	63	$5,2 \times 10^{-1}$	63
Probabilidad del suceso = $A \times 10^{-4}$ (%)	$6,3 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-7}$	$6,3 \times 10^{-5}$
Objetivo de característica de error total admisible en el enlace (%)	$9,6 \times 10^{-3}$	$9,6 \times 10^{-3}$	6×10^{-1}
Degradación (D_{cpOCE}) (%)	0,65	0,005	0,01

Además, como el bajo porcentaje de tiempo asociado a este criterio es equivalente a menos de 3 s/mes, el nivel de la relación I/N (20 dB) para este criterio puede considerarse como un límite estricto.

3 Criterio de interferencia a largo plazo

Basándose en la anterior consideración, se propone, en el caso en que las estadísticas del valor de la relación I/N nunca alcancen el máximo nivel de interferencia a corto plazo (+20 dB), atribuir todo el margen de interferencia (10%) a la interferencia a largo plazo. En el caso particular en que I/N alcanza el valor máximo de +20 dB (sin rebasarlo), se propone calcular el criterio de interferencia a largo plazo sustrayendo la degradación del objetivo de característica de error debido a la interferencia a corto plazo, es decir D_{cpOCE} , de todo el margen de interferencia (10%). A título de ejemplo, puede considerarse el caso más desfavorable indicado en el Cuadro 2 (enlace internacional con un MD de 37 dB) lo que da lugar a un objetivo a largo plazo de $10 - 2,7 = 7,3\%$.

La degradación debida a la interferencia a largo plazo D_{lpOCE} puede estimarse utilizando el método de la DFC (véase la Recomendación UIT-R F.1108) o mediante la siguiente ecuación:

$$D_{lpOCE} \approx \left(0,89 \times \int_{10^{-6}}^1 \frac{I(t)}{N} dt \right) \times 100 \quad \%$$

4 Otras consideraciones del CAPT en el criterio de interferencia a largo plazo

Aunque la DFC indicada en la Recomendación UIT-R F.1108 puede ser suficiente en el caso de receptores sin CAPT, la DFC para receptores que utilizan este control puede requerir consideraciones adicionales si los valores de la relación I/N rebasan la gama de funcionamiento a plena potencia, A_w , del CAPT. Dicha gama se define de la forma siguiente:

$$A_w = MD - A_{gama} - A_{umbral}$$

En receptores que utilizan CAPT, se demuestra que la DFC puede expresarse de la forma siguiente:

$$DFC = DFC_0 + \Delta DFC$$

siendo DFC_0 la DFC habitual obtenida en la Recomendación UIT-R F.1108 cuya expresión es:

$$DFC_0 = \sum_{\text{para todo } k} f_k (i/n)_k$$

y la contribución debida a CAPT y la interferencia viene dada por la expresión:

$$\Delta DFC = (10^{0,1A_w} - 1) \sum_{k > k_c} f_k (1 + (i/n)_k)$$

En ese caso, se supone que $(i/n)_{k+1}$ es superior a $(i/n)_k$ y que k_c es el índice más elevado para el cual:

$$10 \log (1 + (i/n)_k) < A_w$$

Haciendo algunos cálculos puede demostrarse que, para los casos considerados, un criterio adicional a largo plazo en el que la relación I/N rebase el valor de 15 dB durante no más del 0,001% del tiempo daría lugar a una degradación adicional, ΔDFC , de aproximadamente el 1%. Por consiguiente, este criterio de I/N limitaría la carga de compartición de los receptores que utilizan CAPT a aproximadamente el 1%.

A continuación se indica una expresión alternativa para determinar el valor de D_{lpOCE} en los receptores que utilizan CAPT:

$$D_{lpOCE} \approx \left[0,89 \times \left(\int_{t_f}^1 \frac{I(t)}{N} dt + 10^{0,1A_w} \int_{10^{-6}}^{t_f} \frac{I(t)}{N} dt \right) \right] \times 100 \quad \%$$

siendo:

$I(t)$: potencia de interferencia (W) que se rebasa durante la fracción de tiempo t

t_f : fracción de tiempo en que $I(t)/N$ (dB) rebasa el valor de A_w .

Cabe señalar que en algunos casos en los que se consideran valores de I/N elevados, el criterio de interferencia a largo plazo descrito en el § 3 puede proporcionar la protección requerida del servicio fijo.
