

RECOMENDACIÓN UIT-R S.741-2

CÁLCULO DE LA RELACIÓN PORTADORA/INTERFERENCIA ENTRE REDES DEL SERVICIO FIJO POR SATÉLITE

(Cuestión UIT-R 49/4)

(1992-1993-1994)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que durante la fase de planificación de una red por satélite puede ser útil calcular las relaciones portadora/interferencia (C/I) entre portadoras de las redes interferente e interferida a efectos de determinar los niveles de interferencia;
- b) que dichos cálculos dependen de la geometría relativa de la red por satélite en cuestión;
- c) que los valores de la relación portadora/interferencia pueden utilizarse para determinar los niveles de interferencia que contribuyen a la degradación de la calidad;
- d) que los valores de la relación portadora/interferencia pueden utilizarse para todos los métodos de modulación y tipos de señal;
- e) que el cálculo de la relación portadora/interferencia puede constituir un elemento que complete la coordinación de frecuencias de las redes por satélite conforme al Reglamento de Radiocomunicaciones;
- f) que pueden utilizarse métodos alternativos, mediante acuerdo entre las administraciones en cuestión, para calcular los niveles de interferencia entre redes por satélite (véase, por ejemplo, la Recomendación UIT-R S.740),

recomienda

1. que cuando se utilicen valores de la relación portadora/interferencia (C/I) para calcular los niveles de interferencia entre redes por satélite:
 - se emplee el método indicado en el anexo 2 a la Recomendación UIT-R S.740 como base de dichos cálculos, en lo que respecta a las consideraciones geométricas;
 - se utilicen los métodos del anexo 1 a esta Recomendación para calcular la potencia de la interferencia en la portadora interferida.

ANEXO 1

Determinación de las relaciones portadora/interferencia y de la potencia de ruido en banda de base para la coordinación de las portadoras en el servicio fijo**1. Tipos de portadoras interferentes**

1.1 Los tipos de interferencia que experimentan las portadoras del SFS de redes adyacentes pueden clasificarse de la siguiente manera:

- interferencia de tipo ruido;
- interferencia de barrido lento que procede de una portadora TV-MF modulada únicamente con la señal de dispersión de energía (ED);
- interferencia procedente de una portadora TV-MF en otra (esta categoría no se aborda en el presente anexo).

2. Tipos de portadoras del SFS

3.1 Los tipos de portadoras utilizadas normalmente en las redes del SFS son:

- *Analógicas:*
 - MDF-MF y MDF-C-MF;
 - TV-MF;
 - un solo canal por portadora (SCPC)-MF.
- *Digitales:*
 - portadoras de banda estrecha y de anchura de banda intermedia con corrección de errores en recepción (FEC) y sin ella (por ejemplo, SCPC-MDP);
 - portadoras de gran anchura de banda (por ejemplo, AMDT, AMDC).

3. Metodologías utilizadas para evaluar la interferencia en las portadoras del SFS

3.1 Interferencia en las portadoras MDF-MF y MDF-C-MF

El efecto de la interferencia en las portadoras MDF-MF o MDF-C-MF se trata en términos de la potencia de ruido de la señal interferente en banda de base en un canal de telefonía y viene dado por la expresión siguiente:

$$10 \log (np) = 87,5 - B - 10 \log (c/i) \quad (1)$$

siendo:

- np : potencia de ruido ponderada de la señal interferente (pW0p)
- B : factor de reducción de la interferencia (dB)
- c : potencia de la portadora deseada (W)
- i : potencia de la portadora interferente (W).

El factor B depende de las características de la señal de las portadoras deseada e interferente y de la separación de las frecuencias centrales de las dos portadoras.

Las expresiones del factor de reducción de interferencia para todos los tipos de portadoras interferentes figuran en la Recomendación UIT-R SF.766.

En el caso de portadoras MDF-C-MF, debe considerarse el valor aplicable de la ventaja en la compresión-expansión (unos 9 dB), junto con el nivel de potencia de interferencia durante la excitación vocal.

3.2 Interferencia en una portadora distinta de la MDF-MF

La evaluación de la interferencia en una portadora distinta de la MDF-MF depende de la naturaleza de la portadora interferente (es decir, digital, analógica o de barrido lento) y de si la anchura de banda de la portadora interferente es superior o inferior a la anchura de banda ocupada por la portadora deseada.

El cuadro 1 muestra las relaciones C/I para distintas combinaciones de portadoras deseada e interferente.

3.3 Interferencia procedente de portadoras digitales de tipo ruido

La relación entre las potencias de la portadora y de la interferencia en la anchura de banda de la señal portadora deseada, cuando las portadoras deseada e interferente funcionan en la misma frecuencia, viene dada por:

$$C/I = 10 \log (c/i) - 10 \log (M) \quad \text{para } BW_D > BW_{Ia} \quad (2)$$

$$C/I = 10 \log (c/i) - 10 \log (BW_D / BW_{Ia}) \quad \text{para } BW_D \leq BW_{Ia} \quad (3)$$

donde:

- C/I : relación (dB) entre la potencia de la portadora deseada y la potencia total interferente en la anchura de banda de la portadora deseada
- c : potencia de la portadora deseada (W)
- i : potencia de la portadora interferente (W)

$$M \leq BW_D / BW_{Ia}$$

BW_D : anchura de banda ocupada por la portadora deseada

BW_{Io} : anchura de banda ocupada por la portadora interferente

BW_{Ia} : anchura de banda atribuida a la portadora interferente.

La ecuación (2) tiene en cuenta el efecto de portadoras interferentes múltiples (M) que afectan a una portadora deseada con una anchura de banda grande.

CUADRO 1

Cálculo de las relaciones portadora/interferencia para las portadoras del SFS

Portadoras interferentes	Caso	Portadoras deseadas				
		MDF-MF o MDF-C-MF	SCPC-MF	Digital de banda estrecha	Digital de banda ancha	TV-MF
MDF-MF o MDF-C-MF o TV-MF con modulación real	$BW_{Ia} \leq BW_D$	Véanse los detalles en la ecuación (1) o en la Recomendación UIT-R SF.766	No aplicable	$C/I = 10 \log (c/i) - 10 \log (BW_D / BW_{Ia})$		
	$BW_{Ia} > BW_D$		$C/I = 10 \log (c/i) - A$			
SCPC-MF o digital de banda estrecha	$BW_{Ia} \leq BW_D$		$C/I = 10 \log (c/i) - 10 \log (BW_D / BW_{Ia})$			
Digital de banda ancha	$BW_{Ia} > BW_D$		$C/I = 10 \log (c/i) - 10 \log (BW_D / BW_{Io})$			
TV-MF (Señal de modulación de dispersión de energía únicamente)	$BW_{Ia} \leq BW_D$		No aplicable	$C/I = 10 \log (c/i) - 10 \log (BW_D / BW_{Ia})$		
	$BW_{Ia} > BW_D$		$C/I = 10 \log (c/i)$ (Véase la nota 1)	$C/I = 10 \log (c/i)$		

BW_D : anchura de banda ocupada por la portadora deseada

BW_{Io} : anchura de banda ocupada por la portadora interferente

BW_{Ia} : anchura de banda atribuida a la portadora interferente

c : potencia de la portadora deseada (W)

i : potencia de la portadora interferente (W)

C/I : relación (dB) entre la potencia de la portadora deseada y la potencia interferente total en la anchura de banda de la portadora deseada

A : factor de mejora por anchura de banda (dB) que viene dado por las ecuaciones (5) a (8).

Nota 1 – Se utiliza el criterio de la Recomendación UIT-R S.671 si BW_D es inferior a la anchura de banda de dispersión de energía de la portadora TV-MF y se utiliza el criterio de interferencia de tipo ruido si BW_D es mayor que la anchura de banda de dispersión de energía.

Nota 2 – Cuando no se dispone de la «anchura de banda ocupada» y de la «anchura de banda atribuida» puede utilizarse la «banda de frecuencias asignadas».

En el caso que exista desplazamiento de frecuencia entre las portadoras, la C/I resultante puede obtenerse a partir de la ecuación siguiente:

$$C/I = 10 \log (c/i) - A$$

donde:

A : factor de mejora por anchura de banda (dB).

El factor A es la relación entre la potencia de portadora interferente contenida en la anchura de banda de la señal deseada y la potencia total de portadora interferente, en el supuesto de que la portadora interferente tiene una densidad espectral de potencia uniforme en toda su anchura de banda ocupada.

3.4 Interferencia procedente de portadoras analógicas de tipo ruido

La relación entre las potencias de la portadora y la interferencia en la anchura de banda de la señal deseada debida a portadoras analógicas interferentes de tipo MDF-MF o TV-MF moduladas por una señal de imagen real viene dada por:

$$C/I = 10 \log (c/i) - 10 \log (M) \quad \text{para } BW_D > BW_{Ia} \quad (4)$$

$$C/I = 10 \log (c/i) - A \quad \text{para } BW_D \leq BW_{Ia} \quad (5)$$

donde:

$$M \leq BW_D / BW_{Ia}$$

A : factor de mejora por anchura de banda (dB).

El factor A es la relación entre la potencia de la portadora interferente contenida en la anchura de banda de la señal deseada y la potencia total de la portadora interferente. La determinación del factor A depende de las características espectrales de la portadora analógica interferente y es la relación entre la integral del espectro de potencia interferente a lo largo de la anchura de banda de la portadora deseada y la potencia total de la portadora interferente. El factor A es el inverso del factor de rechazo dependiente de la frecuencia (FDR) que viene dado en la Recomendación UIT-R SM.337, con la hipótesis de que la selectividad del filtro de recepción es $H(f) = 1$.

No obstante, si no se conoce el espectro de la potencia interferente, puede efectuarse un cálculo de interferencia del caso más desfavorable, con la aproximación de que la densidad espectral de potencia de la portadora interferente es constante en toda la anchura de banda de la portadora deseada e igual al valor máximo. La potencia interferente puede calcularse entonces como el producto de la densidad espectral de potencia interferente máxima y la anchura de banda ocupada por la portadora deseada, siempre que el resultado no exceda de la potencia total de la portadora interferente.

Definiendo la anchura de banda equivalente (BW_{eq1}) de la portadora interferente como la relación entre su potencia total y su densidad espectral de potencia máxima, el factor A puede expresarse en la forma:

$$A = 10 \log (BW_D / BW_{eq1}) \quad \text{para } BW_D \leq BW_{eq1} \quad (6)$$

$$A = 0 \quad \text{para } BW_D > BW_{eq1} \quad (7)$$

$$BW_{eq1} = i / i_0 \quad (8)$$

donde:

i : potencia total de la portadora interferente

i_0 : densidad espectral de potencia máxima de la portadora interferente.

En el caso de interferencia procedente de portadoras MDF-MF o MDF-C-MF, la distribución espectral de potencia se aproxima mucho a una distribución gaussiana con una desviación cuadrática media (r.m.s.), σ , y, entonces, la anchura de banda equivalente puede expresarse de la forma:

$$BW_{eq1} = \sigma \cdot \sqrt{2\pi}$$

3.5 Interferencia procedente de una portadora de TV con barrido lento

La evaluación de la interferencia procedente de una portadora de TV con barrido lento se efectúa en términos de la relación entre la potencia de la portadora deseada y la potencia total de la portadora de TV.

El criterio para la protección de las portadoras de banda estrecha respecto a la interferencia de una portadora de TV con barrido lento se analiza en la Recomendación UIT-R S.671. El criterio de interferencia de tipo ruido se utiliza para evaluar el potencial de interferencia en portadoras de banda ancha cuyas anchuras de banda son mayores que la anchura de banda de dispersión de energía de la portadora TV-MF.

El efecto de interferencias múltiples viene dado por la ecuación (4) si la anchura de banda de la portadora deseada es mayor que la anchura de banda atribuida a la portadora TV-MF interferente.

4. Criterios de protección para las portadoras del SFS

Las Recomendaciones UIT-R S.466 , UIT-R S.483, UIT-R S.523, UIT-R S.671 y UIT-R S.735 tratan el margen de ruido de interferencia que hay que atribuir en el balance de ruido para las portadoras del SFS.

El cuadro 2 muestra los criterios de protección de interferencia de una sola fuente para las portadoras del SFS, desarrollado en base a las Recomendaciones pertinentes del UIT-R.

CUADRO 2

Criterios de protección contra la interferencia procedente de una sola fuente (SEI) para portadoras del SFS

Tipo de portadora del SFS	Recomendaciones UIT-R para SEI	Tipo de interferencia	Criterios de protección contra la SEI	
			Publicación anticipada de información de redes antes de 1987	Publicación anticipada de información de redes después de 1987
MDF-MF MDF-C-MF	Rec. UIT-R S.466	Cualquiera	600 pW0p	800 pW0p
TV-MF	Rec. UIT-R S.483	De tipo ruido	$C/N + 14$ (dB)	$C/N + 14$ (dB)
Digital	Rec. UIT-R S.523	De tipo ruido	$C/N + 14$ (dB)	$C/N + 12,2$ (dB)
SCPC-MF	(1)	De tipo ruido	$C/N + 14$ (dB)	$C/N + 12,2$ (dB)
SCPC-MF	Rec. UIT-R S.671	De barrido lento	$13,5 + 2 \log (\delta) - 3 \log (i/10)$ (dB)	
Digital de banda estrecha:				
– Con codificación	Rec. UIT-R S.671	De barrido lento	$C/N + 9,4 + 3,5 \log (\delta) - 6 \log (i/10)$ (dB)	
– Sin codificación	Rec. UIT-R S.671	De barrido lento	$C/N + 6,4 + 3 \log (\delta) - 8 \log (i/10)$ (dB)	

C/N : relación (dB) entre la potencia de la portadora y la del ruido total que incluye todo el ruido interno del sistema y la interferencia procedente de otros sistemas

δ : relación entre la anchura de banda de la señal deseada y la desviación cresta a cresta de la portadora de TV causada por la señal de dispersión de energía

i : potencia de interferencia de premodulación en la anchura de banda de la señal deseada, expresada como porcentaje de la potencia de ruido total de premodulación.

(1) Los criterios de interferencia de tipo ruido se utilizan a efectos de coordinación.