

RECOMENDACIÓN UIT-R BO.1293-2

Límites de protección y métodos de cálculo correspondientes para la interferencia causada a los sistemas de radiodifusión por satélite en los que intervienen emisiones digitales

(Cuestión UIT-R 223/11)

(1997-2000-2002)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las relaciones de protección y los límites de protección correspondientes son características fundamentales para las señales de televisión del servicio de radiodifusión por satélite (SRS) y los enlaces de conexión asociados;
- b) que los Planes de los Apéndices 30 y 30A del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) se desarrollaron utilizando valores de la relación de protección y métodos de cálculo de la interferencia basados en separaciones fijas de frecuencia y tipos determinados de señal;
- c) que los nuevos sistemas que desean implantarse en estas bandas presentados a la Oficina de Radiocomunicaciones (BR) proponen utilizar nuevos tipos de señales respecto a las que no se dispone de límites de protección y únicamente métodos de cálculo de la interferencia limitados;
- d) que la BR ha solicitado a la Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones que aporte metodologías y criterios de protección adicionales con los que evaluar la interferencia causada a estos nuevos tipos de señales y la procedente de ellas;
- e) que la definición de los límites de protección y los métodos de cálculo asociados proporciona una información técnica muy útil al revisar los Planes de los Apéndices 30 y 30A del RR para las Regiones 1 y 3;
- f) que actualmente diversas administraciones y organizaciones están realizando estudios que dan validez a los métodos propuestos de cálculo de la interferencia,

reconociendo

- a) que los límites de protección amplían la utilidad de las relaciones de protección, asociadas por sí mismas a separaciones fijas de frecuencia;
- b) que pueden obtenerse límites de protección adecuados para el cálculo de la interferencia entre emisiones digitales, utilizando la metodología que figura en el Anexo 3;
- c) que la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Estambul, 2000) (CMR-2000) estableció nuevos Planes del SRS y Planes de enlaces de conexión asociados para las Regiones 1 y 3 basados en la modulación digital y las nuevas Listas para las Regiones 1 y 3, actualizando de esa forma los Apéndices 30 y 30A;
- d) que las administraciones pueden implantar sus asignaciones del Plan en cualquier instante sin ninguna restricción con respecto a las características en las que se basan los Planes,

recomienda

1 que en los análisis de compatibilidad del margen de protección equivalente/margen de protección global equivalente llevados a cabo con arreglo a los Artículos 4 y 5 de los Apéndices 30 y 30A, se aplique lo indicado en el Anexo 1;

2 que para los análisis de compatibilidad indicados en el *recomienda* 1 se utilicen, los métodos de cálculo de la interferencia asociados del margen de protección equivalente/margen de protección global equivalente que figuran en el Anexo 2.

NOTA 1 – El método de cálculo que determina los límites de protección señalado en el Anexo 3 para redes del SRS que utilizan todos los tipos de emisiones con modulación por desplazamiento de fase digital puede aplicarse en los análisis de compatibilidad para la coordinación bilateral entre administraciones.

NOTA 2 – Es necesario realizar nuevos estudios para elaborar límites de la interferencia entre otros tipos de emisiones (es decir, la interferencia de las emisiones analógicas a las analógicas, de las digitales a las digitales y de las analógicas a las digitales). Hasta que se disponga de estos límites, debe utilizarse el método que se describe en el Anexo 1 al calcular la interferencia entre emisiones, cuando la interferencia sea digital.

ANEXO 1

Cálculo de la interferencia digital en ausencia de límites de protección adecuados

Al aplicar el método de cálculo del Anexo 2, conviene introducir el límite de protección más adecuado para la situación de interferencia digital en cuestión (es decir, el valor más apropiado de $D_i(fo_i)$ del Anexo 2). Por ejemplo, para la interferencia causada a una emisión digital, este límite puede obtenerse utilizando el método de cálculo del Anexo 3.

Se requieren nuevos estudios para obtener los límites adecuados de protección genérica en el caso de la interferencia digital-analógica.

Hasta que se disponga de estos límites, debe utilizarse el método indicado a continuación para calcular la interferencia entre dos emisiones, cuando la fuente interferente es una emisión digital.

El valor de $D(fo)$ se calcula de la siguiente manera:

$$D(fo) = 10 \log_{10}(B/b(fo)) + K$$

siendo:

$b(fo)$: superposición de anchura de banda entre la portadora interferente y la portadora deseada (MHz)

B : anchura de banda necesaria de la portadora digital interferente (MHz)

K : coeficiente de ponderación positivo.

En general, un método de cálculo de los límites de protección como el que figura en el Anexo 3 cuantifica el valor de K que puede variar, dependiendo de los parámetros de las señales deseada e interferente y de la separación entre las frecuencias de las dos señales (de hecho, el método del Anexo 3 no calcula explícitamente el factor K , sino que determina directamente el valor de $-D(f_0)$).

A falta de límites adecuados de protección que cuantifiquen el factor K , ya sea directa o indirectamente, debe suponerse que $K = 0$, lo que corresponde al caso más desfavorable.

ANEXO 2

Métodos de cálculo de la interferencia asociados con los Anexos 1 y 3*

1 Introducción

El objetivo de este Anexo es definir un método genérico de cálculo de la situación de interferencia en los Planes del SRS, teniendo en cuenta las distintas categorías de interferencia (por ejemplo, cocanal, de canal adyacente, etc.).

El método de cálculo de la interferencia genérica definido a continuación, junto con los métodos adecuados de cálculo de los límites de protección, debe aplicarse al establecer los valores necesarios para evaluar la situación de interferencia entre las distintas emisiones de los Planes del SRS.

2 Terminología, símbolos y operadores

A fin de simplificar este Anexo y facilitar su comprensión, se definen los siguientes términos, símbolos y operadores:

Una sola fuente (se):	Se considera una sola portadora interferente
Agregada (ag):	Se consideran todas las portadoras interferentes
Equivalente (eq):	Combinación de interferencia cofrecuencia y de frecuencia separada
Total (ov):	Combinación de interferencia del enlace de conexión (up) y del enlace descendente (dn)
f_0 :	Separación de frecuencia = diferencia entre las frecuencias centrales de las dos portadoras
C/I :	Relación portadora/interferencia (dB)
PR:	Relación de protección (protection ratio) (dB)
EPM:	Margen de protección equivalente (<i>equivalent protection margin</i>) (dB)
OEPM:	Margen de protección global equivalente (<i>overall equivalent protection margin</i>) (dB)

* Este método se ha elaborado para efectuar los análisis de compatibilidad de las asignaciones presentadas a la BR en virtud de las disposiciones de los Apéndices 30 y 30A del RR, con parámetros distintos de los utilizados al elaborar los Planes (anchura de banda del canal, frecuencia central, tipo de emisión, etc.).

X :	Reducción de la C/I total debida a la interferencia en el enlace de conexión (dB)
Operador \oplus :	$A \oplus B = -10 \log(10^{-A/10} + 10^{-B/10})$
Operador \ominus :	$A \ominus B = -10 \log(10^{-A/10} - 10^{-B/10})$
Operador $\Sigma\oplus$:	$\sum_{n=1}^N \oplus A_n = -10 \log(10^{-A_1/10} + 10^{-A_2/10} + \dots + 10^{-A_n/10})$

3 Métodos de cálculo de la interferencia

Para calcular la situación de interferencia de una asignación se necesitan dos elementos importantes:

- la relación agregada equivalente portadora/interferencia, $C/I_{eq, ag}$, en los enlaces ascendente y descendente, $C/I_{eq, ag, up}$, $C/I_{eq, ag, dn}$, respectivamente,
- las relaciones de protección cocanal (o cofrecuencia) totales de la portadora deseada, PR_{ov} .

Además, se necesitan más definiciones de los EPM (véase la Nota 1) y del OEPM.

NOTA 1 – El EPM no se necesita en el caso de la aplicación de este método al Plan del SRS de la Región 2.

3.1 Los primeros elementos, es decir, las relaciones agregadas equivalentes portadora/interferencia se calculan como se indica a continuación para los enlaces ascendente y descendente:

$$C/I_{eq, ag, up} = \sum_{i=1}^m \oplus (C/I_{i, se, up} + D_i(fo_i))$$

$$C/I_{eq, ag, dn} = \sum_{i=1}^n \oplus (C/I_{i, se, dn} + D_i(fo_i))$$

donde:

- m : número de portadoras interferentes en el enlace de conexión
- n : número de portadoras interferentes en el enlace descendente
- fo : separación entre las frecuencias centrales de la portadora deseada y de una portadora interferente; valor positivo o negativo (MHz)
- $D(fo)$: diferencia (dB) entre el valor adecuado del límite de protección sin separación de frecuencia (es decir, estando el valor central en 0 MHz) y el valor del límite de protección con una separación de frecuencia de fo MHz.

Para el caso de una portadora deseada digital y una portadora interferente digital, $D(fo) = -I(fo)$, en la que $I(fo) (\equiv I(\Delta f))$ es la definida en el Anexo 3, suponiendo un canal lineal o no lineal.

Para otras combinaciones de tipos de portadoras deseada e interferente (interferencia de digital a analógica) están por definir los límites adecuados. Hasta el momento en que se disponga de dichos límites, para evaluar $D(fo)$ debe aplicarse el modelo indicado en el Anexo 1.

A partir de estos primeros elementos, puede calcularse la relación equivalente agregada total portadora/interferencia, $C/I_{ov, eq, ag}$, de la siguiente manera:

$$C/I_{ov, eq, ag} = C/I_{eq, ag, up} \oplus C/I_{eq, ag, dn}$$

3.2 El segundo elemento importante, es decir, la relación global de protección, PR_{ov} , se asocia al tipo de portadoras deseadas.

Además de este segundo elemento, puede definirse una relación de protección del enlace de conexión y una relación de protección del enlace descendente, PR_{up} y PR_{dn} , respectivamente. Suponiendo un aumento determinado, X , de la relación de protección del enlace descendente para la interferencia en el enlace de conexión, PR_{up} y PR_{dn} se definen de la siguiente manera:

$$PR_{dn} = PR_{ov} + X$$

$$PR_{up} = PR_{ov} \odot PR_{dn}$$

3.3 Definiciones de EPM_{up} , EPM_{dn} y $OEPM$

$$OEPM = C/I_{ov, eq, ag} - PR_{ov}$$

$$EPM_{up} = C/I_{eq, ag, up} - PR_{up}$$

$$EPM_{dn} = C/I_{eq, ag, dn} - PR_{dn}$$

ANEXO 3

Cálculo de los límites de protección para la interferencia entre diversos tipos de portadoras digitales

1 Método

Se supone que puede establecerse un modelo, a efectos del cálculo de la interferencia, de la portadora digital interferente como fuente de ruido blanco, seguida de un filtro de conformación de impulsos de raíz cuadrada del coseno exponencial. Puede especificarse libremente que el factor de caída, α_i , de este filtro tiene valores en la gama $0 \leq \alpha_i \leq 1$ (0% a 100% de caída). La anchura de banda de 3 dB del filtro se especifica por la velocidad de símbolos transmitida, R_i , para la señal digital interferente.

El nivel de la interferencia digital que afecta a la señal deseada depende de:

- La separación entre la frecuencia de la señal deseada y la interferente, Δf .
- Las características del filtro del receptor.
- Las características del canal de transmisión que transporta la señal interferente.

El filtro del receptor se modeliza como un filtro de raíz cuadrada de coseno alzado con un factor de caída, α_w siendo ($0 \leq \alpha_w \leq 1$), y con una anchura de banda a 3 dB especificada por la velocidad de símbolos de la señal deseada, R_w .

La amplificación de alta potencia de la señal interferente produce un crecimiento de los lóbulos laterales en el espectro. La contribución a la interferencia de los lóbulos laterales es despreciable para valores bajos de Δf , pero se torna cada vez más importante al aumentar la separación entre las frecuencias.

Sólo es preciso considerar los dos primeros lóbulos laterales. La contribución a la interferencia para lóbulos laterales de orden superior es despreciable en todos los casos de transmisión prácticos.

El nivel de cada lóbulo lateral se ajusta en relación con el lóbulo espectral principal para reflejar las características del canal no lineal. El nivel relativo de cada lóbulo lateral incluye dos componentes L_S y X :

- El valor L_S que depende de las características no lineales del amplificador de gran potencia y del nivel de funcionamiento del amplificador (backoff). El nivel de L_S es diferente para cada lóbulo lateral.
- Un valor X que representa el efecto de filtrado a la salida del amplificador de gran potencia. Se supone que este valor de atenuación es el mismo para todos los lóbulos laterales espectrales. Este planteamiento es conservador, puesto que la ganancia del filtro que sigue al amplificador de gran potencia no es plana, sino que disminuye al aumentar el desplazamiento frecuencia a partir de la frecuencia central del canal.

Los parámetros L_S y X se expresan en decibelios.

Los parámetros R_i y R_w se expresan en Msímbolos/s. Las anchuras de banda totales de las señales deseada e interferente vienen dadas por $R_w(1 + \alpha_w)$ MHz y $R_i(1 + \alpha_i)$ MHz, respectivamente. El parámetro de la diferencia de frecuencias, Δf se expresa en MHz. Se supone que la interferencia a la salida del filtro receptor es de tipo ruido.

Se utiliza un algoritmo común para calcular la potencia de la señal deseada a la entrada del receptor y las contribuciones de la potencia de la interferencia provenientes del lóbulo principal espectral y de cada uno de los lóbulos laterales. El procedimiento para calcular cada contribución de potencia es como sigue (véase el § 3 para las definiciones de los términos utilizados a continuación):

- a) se fijan los parámetros de entrada (R_i , R_w , α_i , α_w , δf , L_S y X) en los valores adecuados para calcular la contribución de potencia (señal deseada, lóbulo principal espectral de la señal interferente o lóbulo lateral espectral de la señal interferente);
- b) se calculan los nueve pares de límites (U_n , L_n , $n = 1, \dots, 9$);
- c) se calculan los cinco términos de contribución de potencia (C_m , $m = 1, \dots, 5$);
- d) se calcula la potencia recibida total, P :

$$P = 10^{\frac{L_S - X}{10}} \sum_{m=1}^5 C_m$$

El nivel de la potencia de interferencia, $I(\Delta f)$ medida a la salida del filtro del receptor y expresada en relación a la potencia de la portadora deseada para una C/I de enlace de referencia de 0 dB (es decir, suponiendo potencias iguales de las portadoras deseada e interferente), se calcula como se indica a continuación.

Paso 1: Se calcula la potencia de la señal deseada, P_w , a la salida del filtro del receptor utilizando el algoritmo anterior y fijando los valores de los parámetros de entrada como sigue:

$$R_i = R_w, \quad \alpha_i = \alpha_w, \quad \delta f = 0, \quad L_s = 0, \quad X = 0$$

Paso 2: Se calcula la contribución de la potencia de la señal interferente debida al lóbulo principal espectral, P_0 , a la salida del filtro del receptor utilizando el mismo algoritmo y fijando los parámetros de entrada de la forma siguiente:

$$\delta f = \Delta f, \quad L_s = 0, \quad X = 0$$

Paso 3: Se calcula la contribución debida al primer lóbulo lateral espectral de la potencia de la señal interferente, P_1 , fijando los parámetros de entrada de la forma siguiente:

$$\delta f = |\Delta f| - R_i, \quad L_s = L_1 \neq 0, \quad X \neq 0$$

El valor de L_s depende de las características no lineales del amplificador de gran potencia y de su punto de funcionamiento. El valor de X depende de las características de atenuación fuera de banda del filtro posterior al amplificador de gran potencia.

Paso 4: Se calcula la contribución debida al segundo lóbulo lateral espectral de la potencia de la señal interferente, P_2 , fijando los parámetros de entrada de la forma siguiente:

$$\delta f = |\Delta f| - 2R_i, \quad L_s = L_2 \neq L_1 \neq 0, \quad X \neq 0$$

El valor de L_s depende de nuevo de las características no lineales del amplificador de gran potencia y de su punto de funcionamiento. El valor de X es el mismo que en el Paso 3.

Paso 5: Se calcula la potencia de interferencia relativa para los parámetros de la señal y la separación de frecuencia indicados:

$$I(\Delta f) = 10 \log \left(\frac{P_0 + P_1 + P_2}{P_w} \right) \quad \text{dB}$$

2 Ejemplo de cálculo de límites de protección

A modo de ejemplo (arbitrario), se supone que los parámetros de las señales deseada e interferente son los siguientes:

Señal digital deseada:

Velocidad de símbolos, $R_w = 27,5$ Msímbolos/s

Factor de caída, $\alpha_w = 0,35$ (caída en coseno del 35%).

Señal digital interferente:

Velocidad de símbolos, $R_i = 27,5$ Msímbolos/s

Factor de caída, $\alpha_i = 0,35$ (caída del coseno en 35%).

Niveles de los lóbulos laterales:

Nivel del primer lóbulo lateral, $L_{s1} = -17,0$ dB

Nivel del segundo lóbulo lateral, $L_{s2} = -27,5$ dB.

Filtrado posterior al amplificador de gran potencia:

Atenuación de los lóbulos laterales, $X_f = 12,0$ dB.

Se supone que la separación de frecuencia entre las señales deseada e interferente, Δf , es de 38,36 MHz. La aplicación del método de cálculo descrito en el § 1 del presente Anexo y que se detalla en el § 3 da lugar a lo siguiente:

Paso 1: Se calcula la potencia de la señal deseada, P_w , a la salida del filtro del receptor:

$$R_i = R_w, \quad \alpha_i = \alpha_w, \quad L_s = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = 0$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8,937$$

$$U_1 = L_2 = U_2 = L_3 = U_3 = L_4 = U_4 = L_5 = U_5 = L_6 = L_7 = L_8 = L_9 = 8,937$$

$$U_6 = U_7 = 18,563$$

$$C_1 = 0,825, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0,088, \quad C_5 = 0$$

$$P_w = 0,913$$

Paso 2: Se calcula la potencia de la señal interferente, P_0 , debida al lóbulo espectral principal a la salida del filtro del receptor:

$$L_s = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = \Delta f$$

$$L_1 = L_3 = L_4 = 29,422, \quad U_1 = L_2 = L_5 = L_7 = 8,937, \quad L_6 = L_9 = 47,297, \quad L_8 = -18,563$$

$$U_9 = -8,937, \quad U_2 = U_5 = -29,422, \quad U_3 = U_4 = U_6 = 18,563, \quad U_7 = U_8 = -19,797$$

$$C_1 = 0, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_0 = 0$$

Paso 3: Se calcula la potencia de la señal interferente, P_1 , debida al primer lóbulo lateral espectral a la salida del filtro del receptor:

$$L_s = L_{s1}, \quad X = X_f, \quad \delta f = |\Delta f| - R_i$$

$$L_1 = 1,923, \quad U_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_7 = 8,937, \quad U_2 = U_5 = L_8 = -1,923$$

$$U_3 = U_4 = U_6 = 18,563, \quad L_6 = L_9 = 19,797, \quad U_7 = 7,703, \quad U_8 = U_9 = -8,937$$

$$C_1 = 0,605, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_1 = 7,618 \times 10^{-4}$$

Paso 4: Se calcula la potencia de la señal interferente, P_2 , debida al segundo lóbulo lateral espectral a la salida del filtro del receptor:

$$L_s = L_{s2}, \quad X = X_f, \quad \delta f = |\Delta f| - 2R_i$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8,937, \quad U_1 = U_3 = U_4 = L_9 = -7,703, \quad L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_6 = 8,937$$

$$U_2 = U_5 = U_7 = 18,563, \quad L_7 = L_8 = 25,578, \quad U_6 = 1,922$$

$$C_1 = 0,395, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

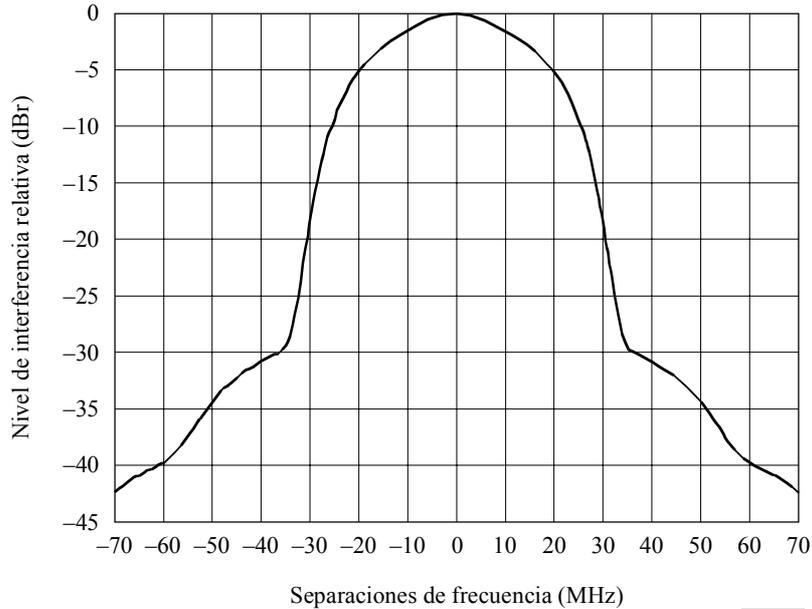
$$P_2 = 4,431 \times 10^{-5}$$

Paso 5: Se calcula la potencia de interferencia total en función de la potencia de la señal deseada:

$$I(\Delta f) = -30,5$$

Siguiendo este procedimiento para una gama de separaciones de frecuencia se llega a los límites de protección del ejemplo que se indican en la Fig. 1.

FIGURA 1



1293-01

3 Algoritmos: Cálculo de la potencia de la señal recibida (deseada o interferente)

3.1 Límites

$$A = (1 - \alpha_w) \frac{R_w}{2}$$

$$B = (1 + \alpha_w) \frac{R_w}{2}$$

$$C = (1 - \alpha_i) \frac{R_i}{2}$$

$$D = (1 + \alpha_i) \frac{R_i}{2}$$

$$L_1 = \text{máx} (-A; \delta f - C)$$

$$L_4 = \text{máx} (A; \delta f - C)$$

$$L_7 = \text{máx} (A; -\delta f + C)$$

$$U_1 = \text{mín} (A; \delta f + C)$$

$$U_4 = \text{mín} (B; \delta f + C)$$

$$U_7 = \text{mín} (B; -\delta f + D)$$

$$L_2 = \text{máx} (-A - \delta f; C)$$

$$L_5 = \text{máx} (A; -\delta f - C)$$

$$L_8 = \text{máx} (-B; -\delta f + C)$$

$$U_2 = \text{mín} (A - \delta f; D)$$

$$U_5 = \text{mín} (B; -\delta f + C)$$

$$U_8 = \text{mín} (-A; -\delta f + D)$$

$$L_3 = \text{máx} (-A + \delta f; C)$$

$$L_6 = \text{máx} (A; \delta f + C)$$

$$L_9 = \text{máx} (-B; \delta f + C)$$

$$U_3 = \text{mín} (A + \delta f; D)$$

$$U_6 = \text{mín} (B; \delta f + D)$$

$$U_9 = \text{mín} (-A; \delta f + D)$$

NOTA 1:

$\text{máx} (a; b)$: valor máximo de a y b

$\text{mín} (a; b)$: valor mínimo de a y b

δf = frecuencia de la señal interferente - frecuencia de la señal deseada.

3.2 Funciones

Cuando $1 \leq n \leq 3$:

$$p_n(a,b) = \begin{cases} f_n(a) - f_n(b) & \text{para } a > b \\ 0 & \text{para } a \leq b \end{cases}$$

$$f_1(x) = \left(\frac{x}{R_i} \right) \quad f_2(x) = \frac{\alpha_i}{2\pi} \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \quad f_3(x) = \frac{\alpha_w R_w}{2\pi R_i} \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right)$$

Cuando $4 \leq n \leq 5$:

$$p_n(a,b,\delta f) = \begin{cases} f_n(a,\delta f) - f_n(b,\delta f) & \text{para } a > b \\ 0 & \text{para } a \leq b \end{cases}$$

$$f_4(x,y) = \begin{cases} f_{4a}(x,y) & \text{para } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i \\ f_{4b}(x,y) & \text{para } \alpha_w R_w \neq \alpha_i R_i \end{cases} \quad f_5(x,y) = \begin{cases} f_{5a}(x,y) & \text{para } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i \\ f_{5b}(x,y) & \text{para } \alpha_w R_w \neq \alpha_i R_i \end{cases}$$

$$f_{4a}(x,y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(2\pi x \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_i R_i \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{4b}(x,y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi(\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2)} \left(\alpha_i R_i \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) + \alpha_w R_w \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5a}(x,y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(\alpha_i R_i \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) - 2\pi x \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5b}(x,y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi(\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2)} \left(\alpha_i R_i \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_w R_w \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

3.3 Contribuciones de potencia

$$C_1 = p_1(U_1, L_1) + \frac{1}{2} \sum_{n=2}^5 p_1(U_n, L_n) + \frac{1}{4} \sum_{n=6}^9 p_1(U_n, L_n)$$

$$C_2 = p_2(U_2, L_2) + p_2(U_3, L_3) + \frac{1}{2} [p_2(U_6 - \delta f, L_6 - \delta f) + p_2(U_7 + \delta f, L_7 + \delta f) + p_2(U_8 + \delta f, L_8 + \delta f) + p_2(U_9 - \delta f, L_9 - \delta f)]$$

$$C_3 = p_3(U_4, L_4) + p_3(U_5, L_5) + \frac{1}{2} [p_3(U_6, L_6) + p_3(U_7, L_7) + p_3(-L_8, -U_8) + p_3(-L_9, -U_9)]$$

$$C_4 = p_4(U_6, L_6, \delta f) + p_4(U_7, L_7, -\delta f)$$

$$C_5 = p_5(U_8, L_8, -\delta f) + p_5(U_9, L_9, \delta f)$$

3.4 Potencia total de la señal recibida

$$\text{Potencia} = 10^{\frac{L_s - X}{10}} \sum_{m=1}^5 C_m$$

APÉNDICE 1

AL ANEXO 3

Notificación de parámetros asociados a emisiones digitales

La aplicación del método descrito en el Anexo 3 al cálculo de los límites de protección para la interferencia entre emisiones digitales exige la notificación de parámetros asociados a cada emisión digital. Estos parámetros son:

- el tipo de modulación digital (este método se aplica únicamente a las señales con modulación por desplazamiento de fase);
- la velocidad de símbolos transmitidos (Msímbolos/s);
- el factor de caída del filtro de conformación de impulsos digital (se supone que es un filtro de caída en coseno o una aproximación de ésta) con un valor que oscila entre 0 y 1;
- los niveles relativos de los lóbulos laterales primero y segundo, L_{s1} y L_{s2} (dB);
- la atenuación de los lóbulos laterales, X (dB) debida al filtrado posterior al amplificador de gran potencia.

Los tres primeros parámetros ya son exigidos por el Apéndice 4 del RR. Además, se recomienda que una futura conferencia competente incorpore los dos últimos parámetros al Apéndice 4 del RR.

La mayoría de las portadoras de televisión digital de enlace descendente ocupan la totalidad de la anchura de banda del transpondedor y el transpondedor se utiliza en saturación para una potencia máxima del enlace descendente. Estudios han mostrado que, en estas condiciones, los niveles relativos de lóbulo lateral adecuados son -18 dB y -30 dB respectivamente. Además, puesto que siempre existe filtrado (un multiplexor de salida) a la salida del amplificador de gran potencia de a bordo (amplificador de tubo de ondas progresivas (ATOP)), el parámetro X es distinto de cero. El valor exacto de X variará de un sistema a otro. Un valor mínimo conservador parece ser 12 dB, que será superado por todos los nuevos sistemas que incluyen canales copolares contiguos.

Para enlaces ascendentes, no existe normalmente un filtro posterior al amplificador de gran potencia pero el amplificador de gran potencia se utiliza con una reducción de potencia para controlar los niveles de lóbulos laterales fuera de banda. Es improbable que se superen los niveles de lóbulo lateral de -29 dB y $-39,5$ dB en enlaces de conexión de sistemas del SRS.