

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1670-1*

Protección de los sistemas inalámbricos fijos contra los sistemas de radiodifusión digital de señal de vídeo y de audio terrenales en las bandas compartidas de ondas métricas y decimétricas

(Cuestión UIT-R 216/9)

(2004-2006)

Cometido

Esta Recomendación versa sobre la protección de los sistemas inalámbricos fijos contra la interferencia ocasionada por los sistemas de radiodifusión digital de señal de vídeo y de audio terrenal en las bandas compartidas de ondas métricas y decimétricas.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que es importante establecer la compatibilidad y los criterios de compartición entre el servicio fijo y el servicio de radiodifusión en las bandas de ondas métricas y decimétricas, cuando sea apropiado;
- b) que las características de emisión de los sistemas de radiodifusión de vídeo digital (DVB) y de radiodifusión de sonido digital (DAB) terrenales en estas bandas puede aproximarse por un ruido gaussiano blanco, con respecto a la recepción por los sistemas inalámbricos fijos (FWS);
- c) que la dirección de llegada de las señales DVB o DAB terrenales con respecto al haz principal FWS repercute en la máxima intensidad de campo admisible en la antena receptora,

recomienda

1 que la potencia de interferencia, P_r , en la entrada del receptor de la estación FWS, para la compartición entre las estaciones DVB o DAB terrenales y las estaciones receptoras FWS se determine mediante la siguiente fórmula:

$$P_r = -114 + 10 \log B_v + F + I/N + P_o \quad \text{dBm} \quad (1)$$

F : cuantía del ruido del receptor FWS (dB)

I/N : criterio de protección para el receptor FWS (dB)

B_v : anchura de banda de ruido equivalente del receptor FWS (MHz)

P_o : incremento de ruido (dB) debido al ruido antropogénico, cuyo valor típico es 1 dB para la banda de ondas métricas y de 0 dB para la banda de ondas decimétricas;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 1 y 6 de Radiocomunicaciones.

2 que la máxima intensidad de campo interferente admisible en la antena FWS generada por la señal DVB o DAB terrenal ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$) y derivada del *recomienda* 1, en la anchura de banda del transmisor, B_i se determinen mediante la siguiente fórmula (tratándose de la relación entre la intensidad y la potencia de campo, véase la directriz que figura en el Anexo 1):

$$\text{Intensidad de campo (dB}(\mu\text{V}/\text{m})) = -37 + F + I/N - G + L + 10 \log(B_i) + P_o + 20 \log f - K \quad (2)$$

G : ganancia de antena FWS (dBi)

L : pérdida de conexión del cable del receptor FWS (dB)

B_i : anchura de banda de radiodifusión digital (MHz)

f : frecuencia central de la señal de radiodifusión interferente (MHz)

K : factor de corrección (dB), tomado de los Cuadros 1 y 2 del Anexo 2 de que se estime aplicable;

3 que, para este caso, pueda aplicarse un criterio de interferencia $I/N = -6$ dB en estas bandas (véase la Nota 1).

4 que en ausencia de un diagrama real de radiación, pueda recurrirse a la Recomendación UIT-R F.699.

NOTA 1 – Esto equivale a un incremento de 1 dB en nivel mínimo del ruido de receptor FWS.

Anexo 1

Consideraciones técnicas, incluida la relación entre la intensidad de campo y la potencia

a) Las señales procedentes de sistemas de DVB y DAB terrenales que funcionan en las bandas de ondas métricas y decimétricas son similares al ruido blanco (véase la Fig. 1) y pueden considerarse «homogéneas» en el canal de televisión de 7 u 8 MHz (lo que no rige en el caso de la televisión analógica (AnTV)) véase la Fig. 1, y 1,3 MHz para DAB (lo que no rige en el caso de la señal de audio analógica).

b) Los cálculos exactos para determinar la posible interferencia exigen conocer las características del receptor de todos los FWS. Puede que no sea posible verificar la interferencia específica y las relaciones de protección para evaluar la interferencia provocada por los DVB o DAB terrenales a los FWS.

c) El servicio de radiodifusión normalmente utiliza una intensidad de campo expresada en $\mu\text{V}/\text{m}$ y $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$, mientras que en las Recomendaciones UIT-R de la Serie F se refieren a valores de potencia expresados (dBm).

d) Las intensidades de campo resultantes difieren de forma muy significativa en lo que respecta a las distintas anchuras de bandas del receptor. En las Recomendaciones UIT-R SM.1541

y UIT-R BS.1114 aparecen los perfiles de espectro para los sistemas de DVB o DAB terrenales, respectivamente.

e) El criterio de interferencia admisible se utiliza para determinar la máxima intensidad de campo admisible (similar a la intensidad de campo interferente perjudicial), que debería ser equivalente a la mínima intensidad de campo utilizable (véase la Recomendación UIT-R V.573), menos la relación de protección (véase el número 1.170 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR)).

f) La sensibilidad de los sistemas FWS punto a punto (P-P) o punto a multipunto (P-MP) es: $(k T B F)_{\text{dB}} + (C/N)_{\text{dB}}$. La máxima señal interferente admisible (y la máxima intensidad de campo interferente) es: Sensibilidad $- C/I$. Si $C/N = C/I$, las señales, DVB y DAB terrenales interferentes son iguales a la $k T B F$ equivalente. Para una protección añadida equivalente de 6 dB, la interferencia, I , es igual a $k T B$. $k T B F$ es el valor que debe protegerse para una degradación de la sensibilidad de 3 dB y $(k T B F) - 6$ dB para una degradación de 1 dB. Para un factor de ruido equivalente de 6 dB, el criterio de interferencia, I , causado por los DVB y DAB terrenales a la entrada del receptor FWS es -144 dB(W/MHz) o -114 dB(m/MHz), independientemente de la frecuencia. En este caso, el umbral de ruido de interferencia depende únicamente de la anchura de banda de FI del receptor FWS, ignorando las modulaciones del sistema DVB o DAB terrenal interferente y los FWS interferidos.

g) En la banda de ondas métricas, la sensibilidad de los FWS puede definirse no por el valor de $(k T B F)_{\text{dB}} + (C/I)_{\text{dB}}$ sino por el ruido artificial, que puede ser superior a la sensibilidad definida por el ruido de fondo. En este caso, los umbrales de sensibilidad y de intensidad de campo son más elevados (véase la Recomendación UIT-R P.372 – Ruido radioeléctrico) véase el valor de P_o .

h) La relación (en unidades físicas) entre la intensidad de campo a la entrada de la antena, E ($\mu\text{V/m}$), y la potencia, P_r (W), a la salida de la antena receptora, en el espacio libre viene dada por la ecuación:

$$P_r = \frac{E^2 g \lambda^2}{Z_0 4\pi} = \frac{E^2 g c^2}{480 \pi^2 f^2} \quad (3)$$

g : ganancia de la antena

c : velocidad de la luz (m/s)

f : frecuencia de la portadora (Hz)

λ : anchura de banda (m)

Z_0 : resistencia en espacio libre expresada (Ω) ($120\pi \Omega$).

Al obtener la potencia a la entrada del receptor, habrá que introducir en la ecuación (3) la pérdida de conexión, L . La ecuación (3) puede representarse logarítmicamente:

$$P_r(\text{dBm}) = E(\text{dB}(\mu\text{V/m})) - 20 \log(f) (\text{MHz}) + G - L - 77 \quad (4)$$

i) Las antenas FWS pueden instalarse con polarizaciones verticales u horizontales. Toda polarización cruzada entre la antena del sistema de DVB o DAB terrenal (que es la utilizada fundamentalmente) con polarización horizontal y la antena FWS (donde se emplean ambas polarizaciones) permitirá un mayor valor de la potencia interferente de los sistemas de DVB o DAB terrenales.

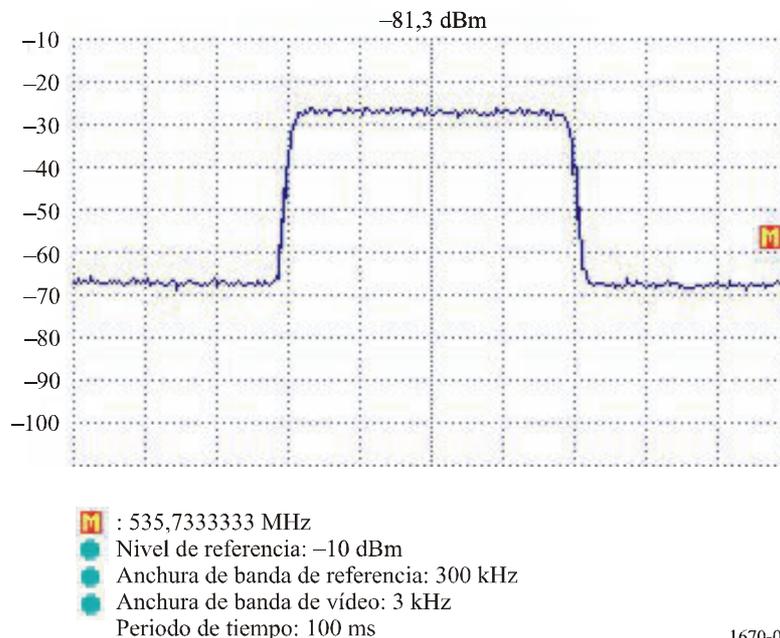
j) Puede convenir suponer que se aprovecha una ventaja por polarización cruzada de 10 a 18 dB, al menos en el caso de la estación FWS con polarización vertical. Para los FWS, la

discriminación por polarización de antena en el caso de emisiones de radiodifusión con polarización horizontal puede llegar hasta los 18 dB (véase la Recomendación UIT-R SM.851). Cuando se utilizan emisiones de radiodifusión con polarización mixta, no debe tenerse en cuenta ninguna discriminación por polarización de antena. También puede aparecer una atenuación en el diagrama de elevación de antena, debido a la inclinación de la antena FWS o a los emplazamientos de los sistemas de DVB o DAB terrenales en zonas montañosas.

k) Ejemplo aclaratorio: para la anchura de banda del FWS de 8 MHz (9 dB con respecto a 1 MHz), la sensibilidad es -105 dBm, la ganancia de antena del FWS = 15 dBi y las pérdidas del alimentador, $L_f = 8$ dB, y -112 dBm a la entrada del receptor, incluyendo la ganancia de antena. Éste es el valor de la señal de potencia que debe protegerse. Los umbrales correspondientes de intensidad de campo para la banda 8 MHz, incluida la ganancia de antena de recepción de 7 dB y las relaciones de protección, que pueden causar interferencia a los FWS, son: 10 dB(μ V/m) para 174 MHz; 13 dB(μ V/m) para 230 MHz; 19 dB(μ V/m) para 470 MHz; 23 dB(μ V/m) para 790 MHz y 24 dB(μ V/m) para 862 MHz.

l) La Fig. 1 representa una señal transmitida (inalámbrica), en el Canal 29, con una frecuencia central de 538 MHz; una anchura de banda de separación de 8 MHz, MDP-4 (MAQ-4), corrección de errores en recepción sin canal de retorno (FEC)-1/2 transformada rápida de Fourier (TFR) de 8K, y un intervalo de guarda de $-1/8$.

FIGURA 1



Anexo 2

Ejemplo de factor de corrección del solape K para DVB-T

Al calcular la interferencia ocasionada al receptor víctima, debe añadirse el factor K para tomar en consideración las posibles partes de los contornos de emisión del espectro que se solapan (véase el Cuadro 4).

Para calcular el factor de corrección de solape K :

Debe calcularse la anchura de banda solapada B_o :

$$B_o = \text{mín} (B_v, (B_v + B_i)/2 - \Delta f)$$

donde Δf es el valor absoluto de la diferencia entre la frecuencia central del FWS, f_w , y la frecuencia central, f_i , de la señal interferente (8 y 7 MHz para el sistema de DVB-T).

NOTA 1 – Si la B_o es negativa, esto quiere decir que no se produce solape entre la anchura de banda víctima y la anchura de banda del DVB-T definida por el espaciamiento real de canales del DVB-T.

CUADRO 1

Tratándose del contorno para el sistema DVB-T en casos de falta de reacción apreciable

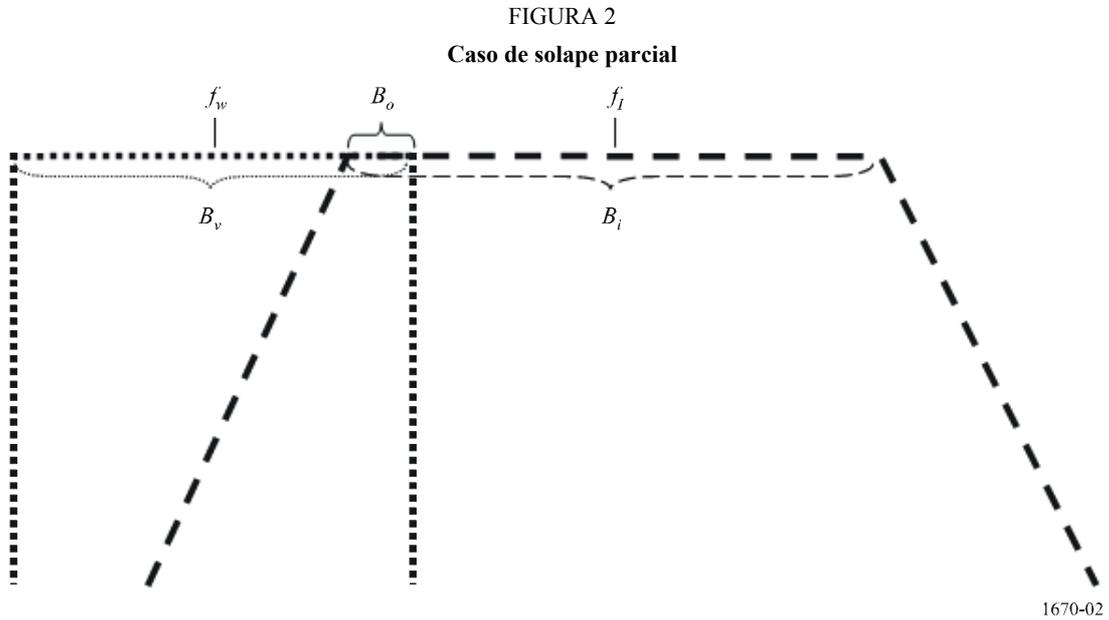
B_o (MHz) para un DVB-T de 8 MHz	B_o (MHz) para un DVB-T de 7 MHz	Factor de solape K (dB)
$B_o = B_v$	$B_o = B_v$	0
$B_v > B_o > 10^{-4} B_v$	$B_v > B_o > 10^{-4} B_v$	$10 \log_{10} (B_o/B_v)$
$10^{-4} B_v > B_o > -0,5$	$10^{-4} B_v > B_o > -0,5$	-40
$B_o = -1$	$B_o = -0,8$	-45
$B_o = -2$	$B_o = -1,75$	-52
$B_o = -4$	$B_o = -3,4$	-60
$B_o = -8$	$B_o = -7$	-77

CUADRO 2

Tratándose de contornos para el sistema DVB-T en casos de reacción apreciable

B_o (MHz) para un DVB-T de 8 MHz	B_o (MHz) para un DVB-T de 7 MHz	Factor de solape K (dB)
$B_o = B_v$	$B_o = B_v$	0
$B_v > B_o > 10^{-5} B_v$	$B_v > B_o > 10^{-5} B_v$	$10 \log_{10} (B_o/B_v)$
$10^{-5} B_v > B_o > -0,5$	$10^{-5} B_v > B_o > -0,5$	-50
$B_o = -1$	$B_o = -0,8$	-55
$B_o = -2$	$B_o = -1,75$	-62
$B_o = -4$	$B_o = -3,4$	-70
$B_o = -8$	$B_o = -7$	-87

donde: B_o , B_i y B_v se indican en la Fig. 2:



Ejemplos

Se supone que: $B_v = 0,2$ MHz; $B_i = 8$ MHz.

CUADRO 3

Ejemplo de DVB-T en casos de falta de reacción apreciable

Δf (MHz)	3,8	4,0	4,1	4,8
B (MHz)	0,2	0,1	0	-0,7
K (dB)	0	$10 \log (0,1/0,2) = -3$	-40	véase infra $K = -42$

Ejemplo de interpolación: $\Delta f = 4,8$ MHz, a partir del ejemplo del caso de desplazamiento antes indicado: $= -B_o = 0,7$ MHz

En caso de falta de reacción apreciable del Cuadro 1: 0,5 MHz -40 dB 1 MHz -45 dB

$$K = ((0,7 - 0,5)/(1,0 - 0,5)) \cdot (-45 - (-40)) - 40, \text{ por tanto } K = -42 \text{ dB}$$

Contornos de espectro de un sistema DVB-T para emisiones fuera de banda

En el Cuadro 4 pueden verse dos contornos simétricos de espectro (para canales DVB-T de 7 MHz y 8 MHz, respectivamente).

CUADRO 4

Contornos simétricos de espectro en casos de escasa reacción y de reacción apreciable

Límites					
Canales de 8 MHz			Canales de 7 MHz		
Δf (MHz)	Casos de escasa reacción	Casos de reacción apreciable		Casos de escasa reacción	Casos de reacción apreciable
	Nivel relativo (dB)	Nivel relativo (dB)	Frecuencia relativa (MHz)	Nivel relativo (dB)	Nivel relativo (dB)
0	-32,8	-32,8	0	-32,2	-32,2
+3,81	-32,8	-32,8	+3,4	-32,2	-32,2
+4,2	-73	-83	+3,7	-73	-83
+6	-85	-95	+5,25	-85	-95
+12	-110	-120	+10,5	-110	-120

Anchura de banda a medida para todos los casos: 4 kHz.

NOTA 1 – El contorno correspondiente al caso de reacción apreciable se utilizará cuando se hayan identificado cuestiones de compartición.

