

## INFORME UIT-R SM.2048

**Utilización del criterio de anchura de banda a  $x$  dB para determinar las propiedades espectrales de un transmisor en el dominio fuera de banda**

(2004)

**1 Descripción del método**

1.1 Algunas administraciones utilizan un método para especificar y medir las siguientes propiedades espectrales de los transmisores en el dominio fuera de banda (OoB, *out-of-band*) (que se refiere en el § 1.2 de la Recomendación UIT-R SM.1541): la anchura de banda de la emisión de un transmisor a partir de la cual comienza la emisión OoB y las emisiones de OoB como tales.

1.2 Las propiedades espectrales del transmisor que se indican en el § 1.1 se especifican y miden sobre la base de un único criterio: la anchura de banda entre puntos a  $x$  dB (que se refiere en el § 1.14 de la Recomendación UIT-R SM.328).

1.3 La anchura de banda de la emisión de un transmisor se especifica y evalúa basándose en la anchura de banda ocupada a  $-30$  dB,  $B_c$ .

1.4 Las emisiones OoB se especifican y se miden utilizando valores de anchura de banda de sus espectros obtenidos en los niveles de  $-40$  dB ( $B_{-40}$ ),  $-50$  dB ( $B_{-50}$ ) y  $-60$  dB ( $B_{-60}$ ) y, además, de  $-35$  dB ( $B_{-35}$ ) para determinadas clases de emisiones, que se comparan con el valor correspondiente a la anchura de banda a  $-30$  dB,  $B_c$ , y, mediante dicho valor, con la anchura de banda necesaria,  $B_n$ .

1.5 En el caso de determinadas clases de emisiones de los radares, sólo se indican anchuras de banda OoB a partir de  $B_{-40}$ , pues son las únicas disponibles por el momento. Por otra parte, en el caso de determinadas clases de emisiones de radares, se presentan adicionalmente anchuras de banda del espectro en banda en el nivel a  $-20$  dB ( $B_{-20}$ ) a fin de caracterizar mejor las propiedades espectrales de las emisiones en las zonas fronterizas entre los espectros en banda y OoB. En otros casos, también se utilizan distintos niveles de  $x$  dB para el mismo fin.

1.6 La información que figura en los Cuadros 1 a 3 también puede emplearse para fines de control radioeléctrico mediante procedimientos estipulados en la Recomendación UIT-R SM.443.

**2 Términos y definiciones**

Las definiciones y los términos utilizados en el presente Informe son los que figuran en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) y en la Recomendación UIT-R SM.328.

**3 Clases de emisión**

Las clases de emisión se recogen en el Apéndice 1 del RR.

#### 4 **Requisitos relativos a la anchura de banda ocupada a –30 dB y a las emisiones fuera de banda**

4.1 La base para especificar la anchura de banda a –30 dB y las emisiones OoB es la anchura de banda necesaria,  $B_n$ ; estos parámetros se determinan mediante las fórmulas que figuran en el Cuadro 1 basadas en los valores que aparecen en las Recomendaciones UIT-R SM.328, UIT-R SM.853 y UIT-R SM.1138. Para calcular la anchura de banda necesaria, deben utilizarse los parámetros de modulación previstos en dichos requisitos para la clase de emisión y el tipo de transmisor de que se trate. En el Anexo 5 se explican los símbolos y abreviaturas utilizados para los distintos tipos de modulación en el presente Informe. Las cifras, los límites y las observaciones que figuran en el Cuadro 1 se basan en la experiencia de las administraciones mencionadas en el § 1.

4.2 Los requisitos relativos a las anchuras de banda de las emisiones se establecen mediante las fórmulas del Cuadro 1 y corresponden a los valores de anchura de banda a –30 dB,  $B_c$ , especificados y medidos con respecto al nivel de 0 dB (referencia) definido.

4.3 Los requisitos relativos a las emisiones OoB se presentan en forma de anchuras de banda de sus espectros en los niveles fijos de  $x$  dB, donde los valores  $x$  corresponden a –35, –40, –50 y –60 dB (las anchuras de banda correspondientes son  $B_{-35}$ ,  $B_{-40}$ ,  $B_{-50}$  y  $B_{-60}$ ) con respecto al nivel de 0 dB (referencia) definido. En el § 5.27 se explica cómo se determina el nivel de referencia. Las fórmulas del Cuadro 1 se utilizan para especificar los valores de anchura de banda en dichos niveles de  $x$  dB. Al unir puntos que tienen como ordenada los niveles dB y como abscisa el logaritmo de la separación en frecuencia con respecto a la portadora, puede obtenerse una máscara de los límites para las emisiones en el dominio OoB.

4.4 También puede ser preciso que los valores medidos de la anchura de banda a –30 dB y de las anchuras de banda de los espectros OoB, tal y como se definen en el § 4.3, no rebasen los valores especificados para dichos parámetros en más del 10%; esta cifra tiene en cuenta la incertidumbre introducida en la medición asociada con el método descrito en el § 5.

4.5 Los requisitos relativos a las emisiones OoB de los transmisores de ondas decamétricas a bordo de aeronaves que funcionan con clases de emisión H2BBN, H3EJN, J3EJN, J7BCF y JXX--<sup>(1)</sup> se enumeran en el Cuadro 2.

4.6 Los requisitos relativos a las emisiones fuera de banda de los transmisores del servicio móvil marítimo que funcionan con clases de emisión H2BBN, H3EJN, J3EJN y R3EJN se especifican en el Cuadro 3.

---

<sup>(1)</sup> Los guiones se utilizan para indicar parámetros adicionales no utilizados en la designación de las clases de emisión (véase el Anexo 5).

CUADRO 1

Cálculo de la anchura de banda a -30 dB y de las anchuras de banda de los espectros OoB

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
<i>1. Modulación de amplitud</i>				
<i>1.A Señal con información cuantificada o digital</i>				
Telegrafía, onda continua <b>A1AAN, A1BBN</b>	Transmisores del servicio móvil Transmisores del servicio móvil terrestre y marítimo > 100 W	$B_n = K_{desvanecimiento} B$ $K_{desvanecimiento} = 5$ para enlaces con desvanecimiento $K_{desvanecimiento} = 3$ para enlaces sin desvanecimiento	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,6B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	El coeficiente $K_{desvanecimiento}$ se establece en las instrucciones técnicas para diversos tipos de transmisor, según la función del transmisor y la banda de frecuencias utilizada
	Transmisores del servicio móvil terrestre y marítimo $\leq 100$ W	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 7B$ $B_c = 1,4B_n$ $B_{-40} = 1,86B_c$	
	Transmisores en aeronave del servicio móvil aeronáutico	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 7B$ $B_c = 1,4B_n$ $B_{-40} = 1,86B_c$ $B_{-50} = 3,3B_c$ $B_{-60} = 5,8B_c$	Los requisitos se aplican a velocidades de manipulación inferiores a 20 baudios; los límites para las velocidades superiores a 20 baudios se fijan en consulta con el cliente
Portadora binaria con desplazamiento de amplitud <b>A1D</b>		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 1,4 B_n = 7B$ $B_{-40} = 1,4B_c$ $B_{-50} = 2,5B_c$ $B_{-60} = 4,5B_c$	$B_{-25} = B_n$
	Radioenlace	$B_n = K_{desvanecimiento} B$ $K_{desvanecimiento} = 3$ para enlaces sin desvanecimiento $K_{desvanecimiento} = 5$ para enlaces con desvanecimiento	$B_{c-30} = 1,05B_n$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,6B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	

## I. UIT-R SM.2048

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Telegrafía de frecuencia vocal <b>A2AAN, A2BBN</b>		$B_n = 2F_U + 5B$	$B_{c-30} = 2F_U + 6,8B$ $B_{-40} = 2F_U + 13B$	
Telegrafía multicanal <b>A7B, A7D</b>		$B_n = 2B_{ch}$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,6B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	
Telegrafía de frecuencia vocal, banda lateral única, portadora completa <b>H2BBN</b> <b>H2BFN</b>		$B_n = 2F_U + 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1,25B_c$ $B_{-50} = 1,55B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	No se aplica a transmisores de los servicios móviles aeronáutico y marítimo, cuyos requisitos figuran en los Cuadros 2 y 3 respectivamente
	Señal de llamada selectiva mediante el código secuencial de frecuencia únicacode	$B_n = F_U$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1,25B_c$ $B_{-50} = 1,55B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	
Telegrafía de banda lateral única, portadora suprimida <b>J2A--</b> <sup>(1)</sup>		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	
Telegrafía de frecuencia vocal de banda estrecha <b>J2B, J2D</b>	Servicio móvil marítimo NBPM	$B_n = 1,1B$	$B_{c-30} = 2,5B$ $B_{-40} = 2B_c$ $B_{-50} = 2,8B_c$ $B_{-60} = 3,6B_c$	
Telegrafía de frecuencia vocal, banda lateral única, portadora suprimida <b>J2BBN</b>	Multiplexión secundaria de canales formados por un transmisor de banda lateral única con portadora suprimida y paquetes de voz en subportadoras de 1 kHz o 1,6 kHz	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,6B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	
		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 1,36B_n = 6,8B$ $B_{-40} = 1,9B_c$	Se aplica a transmisores del servicio móvil terrestre $\leq 100$ W

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Telegrafía de frecuencia vocal, banda lateral única, portadora suprimida <b>J2BBN</b>	Código de 2 posiciones sin corrección de errores, transmisores del servicio móvil terrestre $\leq 100$ W	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 1,36B_n = 6,8B$ $B_{-40} = 1,25B_c$	
Telegrafía de frecuencia vocal, banda lateral única, portadora suprimida <b>J2BCN</b>	Código de 2 posiciones con corrección de errores del servicio móvil terrestre	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,6B_c$ $B_{-60} = 2B_c$	
		$B_n = 5B$	$B_c = 1,36B_n = 6,8B$ $B_{-40} = 1,9B_c$	Se aplica a transmisores del servicio móvil terrestre $\leq 100$ W
Telegrafía multicanal de frecuencia vocal, banda lateral única, portadora reducida <b>R7BCF, R7BCN, R7DCN</b>		$B_n = F_U$ , donde $F_U$ es la frecuencia superior del canal de BLU	$B_c = 1,2B_n = 1,2F_U$ $B_{-40} = 1,75B_c$ $B_{-50} = 3,33B_c$ $B_{-60} = 5,75B_c$	
Telegrafía multicanal de frecuencia vocal, banda lateral única, portadora suprimida <b>J7BCF</b>		$B_n = F_{uc} - F_{lc}$ , donde: $F_{uc}$ : frecuencia superior del canal de BLU $F_{lc}$ : frecuencia inferior del canal de BLU	$B_c = 1,2B_n = 1,2(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-40} = 1,75B_c$ $B_{-50} = 3,33B_c$ $B_{-60} = 5,75B_c$	
Telegrafía de frecuencia vocal de banda estrecha <b>J7B</b>	Servicio móvil marítimo NBPM	$B_n = 1,1B$	$B_c = 2,3B_n = 2,5B$ $B_{-40} = 2B_c$ $B_{-50} = 2,8B_c$ $B_{-60} = 3,6B_c$	
Telegrafía multicanal <b>J7B</b>	Se excluyen los transmisores del servicio móvil marítimo	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_c = 1,4B_n$ $B_{-40} = 1,6B_c$ $B_{-50} = 2,2B_c$ $B_{-60} = 2,9B_c$	

## I. UIT-R SM.2048

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
<i>1.B Telefonía (no radiodifusión sonora)</i>				
Telefonía, banda lateral doble, canal único <b>A3EJN</b>	Transmisores del servicio móvil sin corrección de respuesta en frecuencia	$B_n = 2F_U$	$B_c = 1,9B_n = 3,8F_U$ $B_{-40} = 1,74B_c$ $B_{-50} = 3,16B_c$ $B_{-60} = 5,53B_c$	
	Transmisores del servicio móvil con corrección de respuesta en frecuencia y transmisores del servicio móvil	$B_n = 2F_U$	$B_c = 2,5B_n = 5F_U$ $B_{-40} = 1,8B_c$ $B_{-50} = 3,12B_c$ $B_{-60} = 5,52B_c$	
	Transmisores en aeronave del servicio móvil aeronáutico	$B_n = 2F_U$	$B_c = 2,5B_n = 5F_U$ $B_{-40} = 1,8B_c$ $B_{-50} = 3,2B_c$ $B_{-60} = 5,6B_c$	
Telefonía, banda lateral única, portadora completa <b>H3EJN</b> Portadora reducida <b>R3EJN</b>	Transmisores del servicio móvil	$B_n = F_U$	$B_c = 1,15B_n = 1,15F_U$ $B_{-35} = 1,09B_c$ $B_{-40} = 1,39B_c$ $B_{-50} = 2,52B_c$ $B_{-60} = 4,7B_c$	
	Transmisores del servicio móvil terrestre $> 100$ W	$B_n = F_U$	$B_c = 1,2B_n = 1,2F_U$ $B_{-40} = 1,75B_c$ $B_{-50} = 3,33B_c$ $B_{-60} = 5,75B_c$	
Telefonía, banda lateral única, portadora completa <b>H3EJN</b> Portadora reducida <b>R3EJN</b>	Transmisores del servicio móvil terrestre $\leq 100$ W	$B_n = F_U$	$B_c = 1,8B_n = 1,8F_U$ $B_{-40} = 1,9B_c$ $B_{-50} = 3,33B_c$ $B_{-60} = 6,11B_c$	

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Dos o más canales de telefonía con multiplexión de frecuencia <b>A8EJN</b>	Radioenlaces del servicio fijo	$B_n = 2F_U$ $F_U$ : frecuencia superior de la banda de grupo	$B_c = 5F_U = 2,5B_n$ $B_{-40} = 1,8B_c$ $B_{-50} = 3,2B_c$ $B_{-60} = 5,6B_c$	
Dos o más canales de telefonía combinados con distintos tipos de transmisión <b>A8W</b>	Retransmisión de televisión	$B_n = 2F_{sc} + 2F_U + 2D$	$B_c = 2,5B_n$ $B_{-40} = 1,8B_c$ $B_{-50} = 3,2B_c$ $B_{-60} = 5,6B_c$	
Telefonía, banda lateral única, portadora suprimida <b>J3EJN</b>	Transmisores del servicio móvil	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_c = 1,15B_n = 1,15(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-35} = 1,09B_c$ $B_{-40} = 1,39B_c$ $B_{-50} = 2,52B_c$ $B_{-60} = 4,7B_c$	
	Transmisores del servicio móvil terrestre y marítimo > 100 W	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_c = 1,2B_n = 1,2(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-40} = 1,91B_c$ $B_{-50} = 3,33B_c$ $B_{-60} = 5,75B_c$	
	Transmisores del servicio móvil terrestre y marítimo ≤ 100 W	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_c = 1,8B_n = 1,8(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-40} = 1,9B_c$ $B_{-50} = 3,3B_c$ $B_{-60} = 6,1B_c$	
Telefonía, transmisión en bandas laterales independientes, portadora reducida o suprimida <b>B8EJN</b>	Telefonía en dos bandas independientes	$B_n = 2F_U$	$B_c = 1,05B_n = 2,1F_U$ $B_{-40} = 1,43B_c$ $B_{-50} = 2,57B_c$ $B_{-60} = 4,67B_c$	
	Telefonía en cuatro bandas independientes	$B_n = 4F_U$	$B_c = 1,05B_n = 4,2F_U$ $B_{-40} = 1,43B_c$ $B_{-50} = 2,57B_c$ $B_{-60} = 4,67B_c$	

## I. UIT-R SM.2048

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Telefonía, transmisión en bandas independientes <b>B9WWF</b>		$B_n = Np F_U$ , donde $Np$ es el número de bandas independientes	$B_c = 1,8B_n$ $B_{-40} = 1,2B_c$ $B_{-50} = 2,2B_c$ $B_{-60} = 3,7B_c$	
Dos o más canales, banda lateral única <b>J8EKF</b>	Telefonía con privacidad	$B_n = Np(F_{uc} - F_{lc})$ , donde $Np$ es el número de bandas de frecuencia independientes	$B_c = 1,2B_n$ $B_{-40} = 1,83B_c$ $B_{-50} = 3,33B_c$ $B_{-60} = 5,83B_c$	
<i>1.C Radiodifusión sonora</i>				
Radiodifusión sonora, doble banda lateral <b>A3EGN</b>		$B_n = 2F_{uc}$	$B_c = 1,2B_n = 2,4 F_{uc}$ $B_{-40} = 1,13B_c$ $B_{-50} = 2,42B_c$ $B_{-60} = 2,75B_c$	
Radiodifusión sonora, banda lateral única, portadora reducida <b>R3EGN</b>		$B_n = F_{uc}$	$B_c = 1,15B_n = 1,15 F_{uc}$ $B_{-40} = 1,22B_c$ $B_{-50} = 2,09B_c$ $B_{-60} = 3,83B_c$	
Radiodifusión sonora, banda lateral única, portadora suprimida <b>J3EGN</b>		$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_c = 1,15B_n$ $B_{-40} = 1,22B_c$ $B_{-50} = 2,09B_c$ $B_{-60} = 3,83B_c$	
Radiodifusión sonora, transmisión en bandas laterales independientes, portadora reducida o suprimida <b>B8EGN</b>		$B_n = 2F_{uc}$	$B_c = 1,05B_n = 2,1F_{uc}$ $B_{-40} = 1,43B_c$ $B_{-50} = 2,57B_c$ $B_{-60} = 4,29B_c$	



CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Radiodifusión en banda lateral unida <b>H3EGN, J3EGN</b>		$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_c = 1,15B_n$ $B_{-40} = 1,22B_c$ $B_{-50} = 2,1B_c$ $B_{-60} = 3,83B_c$	
<i>1.D Facsímil</i>				
Facsímil con modulación de portadora, subportadora con modulación de frecuencia, doble banda lateral <b>A3C--<sup>(1)</sup></b>		$B_n = 2F_{sc} + 3F_U$ , donde $F_{sc}$ es la frecuencia de la subportadora	$B_c = B_n$ $B_{-35} = B_n + 2F_U$	
Facsímil con modulación de portadora, subportadora con modulación de frecuencia, banda lateral única, portadora reducida <b>R3C, R3CMN</b>		$B_n = F_{sc} + 1,5F_U$	$B_c = B_n + F_U = F_{sc} + 2,5F_U$ $B_{-40} = B_c + F_U$ $B_{-50} = B_c + 2F_U$ $B_{-60} = B_c + 3F_U$	
<i>1.E Emisiones compuestas</i>				
Emisiones compuestas en dos bandas independientes, portadora suprimida o reducida <b>B9WWX</b>	Una banda lateral para telefonía en BLU y otra para telegrafía multicanal de frecuencia vocal	$B_n = 2F_U$ o $B_n = 2B_{ch}$ , donde $B_{ch}$ es la velocidad global de canal	$B_c = 1,1B_n$ $B_c = 2,2B_{ch}$ $B_{-40} = 1,8B_c$ $B_{-50} = 3,36B_c$ $B_{-60} = 5,8B_c$	$B_n$ si la frecuencia superior $F_U$ del canal de BLU es superior a la velocidad de telegrafía en frecuencia vocal; de no ser así, se utiliza $B_{ch}$ en lugar de $B_n$

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
2. Modulación de frecuencia				
2.A Telegrafía				
Telegrafía con desplazamiento de frecuencia, canal único <b>F1B, F1D</b>		$B_n = 2,4B \sqrt{m_p}$ para $0,5 \leq m_p < 1,5$ $B_n = 1,2B + 2,4D$ para $1,5 \leq m_p < 5,5$ $B_n = 1,9B + 2,1D$ para $5,5 \leq m_p \leq 20$	$B_c = 2,3B_n / (m_p + 12)^{1/6}$ $B_{-40} = B_c [2,86 - (m_p + 12)^{1/6}]$ $B_{-50} = B_c [4 - (m_p + 8)^{1/4}]$ $B_{-60} = B_c [4,8 - (m_p + 5)^{1/3}]$	$m_p = 2D/B$
Telegrafía de impresión directa de banda estrecha con corrección de errores <b>F1BCN</b>		$B_n = 2B + 2,4D$ $D = 85$ Hz		
Manipulación de frecuencia de subportadoras <b>F2B</b>		$B_n = (N_f - 1)\Delta F + B_{nF1B}$ $N_f$ : número de subportadoras $\Delta F$ : separación de subportadora (Hz) $B_{nF1B}$ : anchura de banda necesaria para <i>F1B</i>	$B_c = B_n$ $B_{-40} = 1,3 B_c$ $B_{-50} = 1,6 B_n$ $B_{-60} = 3B_n$	
Telegrafía con desplazamiento de frecuencia multicanal <b>F7B, F7D</b>		$B_n = 2,4B \sqrt{m_p}$ para $0,5 \leq m_p < 1,5$ $B_n = 1,2B + 2,4D$ para $1,5 \leq m_p < 5,5$ $B_n = 1,9B + 2,1D$ para $5,5 \leq m_p \leq 20$	$B_c = 2,3B_n / (m_p + 12)^{1/6}$ $B_{-40} = B_c [2,86 - (m_p + 12)^{1/6}]$ $B_{-50} = B_c [4 - (m_p + 8)^{1/4}]$ $B_{-60} = B_c [4,8 - (m_p + 5)^{1/3}]$	$m_p = 2D/B$ donde $B$ es la velocidad máxima de transmisión en los canales

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Telegrafía dúplex de cuatro frecuencias <b>F7BDX</b>	Transmisores de los servicios móvil y fijo	a) $B_n = B + 2,2D$ para canales sincronizados	$B_c = B_n$ $B_{-40} = (4m_p + 13)B$ $B_{-50} = (4,6m_p + 26)B$ $B_{-60} = (5,1m_p + 47)B$	$m_p = 2D/3B$
	Transmisores en aeronave del servicio móvil aeronáutico	b) $B_n = 4B + 2,2D$ para canales no sincronizados donde $B$ es la velocidad máxima de transmisión en los canales	$B_c = B_n$ $B_{-40} = 13m_p^{2/3}B$ $B_{-50} = 18m_p^{2/3}B$ $B_{-60} = 37m_p^{2/3}B$	$m_p = 2D/3B$ , para $(1,3 < m_p < 5)$
<i>2.B Telefonía</i>				
Telefonía comercial <b>F3EJN</b>		$B_n = 2F_U + 2D$	$B_c = B_n = 2F_U + 2D$ $B_{-40} = (7,8m_p + 3)F_U$ para $0,25 \leq m_p \leq 1,3$ $B_{-40} = (7,8m_p + 4)F_U$ para $m_p > 1,3$ $B_{-50} = (8,4m_p + 4,4)F_U$ para $0,25 \leq m_p \leq 1,3$ $B_{-50} = (8,4m_p + 6)F_U$ para $m_p > 1,3$ $B_{-60} = (9m_p + 6)F_U$ para $0,25 \leq m_p \leq 1,3$ $B_{-60} = (8,8m_p + 8)F_U$ para $m_p > 1,3$	$m_p = D/3F_U$
<i>2.C Radiodifusión sonora y de televisión</i>				
Radiodifusión sonora (monaural) <b>F3EGN</b>	$D = 50$ kHz, $D = 75$ kHz	$B_n = 2F_U + 2D$ para $1 \leq m_p \leq 1,7$	$B_c = (6,7m_p + 2)F_U$ $B_{-40} = (7,8m_p + 3)F_U$ $B_{-50} = (8,4m_p + 4,4)F_U$ $B_{-60} = (9m_p + 6)F_U$ para $1 \leq m_p \leq 1,7$	$m_p = D/3F_U$

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Transmisión de televisión con FM <b>F3FM, F3FN, F3FW</b>		$B_n = 2F_U + 2D$	$B_c = 1,2B_n = 2,4F_U + 2,4D$ $B_{-60} = 1,67B_c$	
Radiodifusión sonora (canal estereofónico) <b>F8EHN</b>	$D = 50$ kHz, $D = 75$ kHz	$B_n = 2,4F_U + 2,4D$ para $0,3 \leq m_p \leq 1,7$	$B_c = (8m_p + 2,4)F_U$ $B_{-40} = (9,36m_p + 3,6)F_U$ $B_{-50} = (10m_p + 5,28)F_U$ $B_{-60} = (10,8m_p + 7,2)F_U$ para $0,3 \leq m_p \leq 1,7$	$m_p = D/3F_U$
Radiodifusión sonora, FM <b>F8E, F9E, F9W</b>		$2F_U + 2D$	$B_c = 2F_U + 2,3D$ $B_{-60} = 6F_U + 3D$	
Radiodifusión sonora con canal subsidiario <b>F8EHF</b>	$D = 75$ kHz	$B_n = 2F_U + 2D$ para $0,3 \leq m_p \leq 0,5$		$m_p = D/3F_U$
<i>2.D Facsímil</i>				
Facsímil, con modulación de frecuencia de la portadora mediante señal impulsiva de imágenes <b>F1CMN</b> <b>F3CMN</b> (señal monocroma) <b>F3C,</b> <b>F1CNN, F3CNN</b> (señal de color)	Transmisión de imágenes facsímil en blanco y negro (texto)	$B_n = 2F_U + 2,2D, F_U = Z/2$	$B_c = 1,2B_n = 2,4F_U + 2,64D$ $B_{-40} = 1,33B_c$ $B_{-50} = 1,75B_c$ $B_{-60} = 2,25B_c$	
	Transmisión de imágenes en semitonos o de color	$B_n = 2F_U + 2,2D, F_U = Z/2$	$B_c = 1,2B_n = 2,4F_U + 2,64D$ $B_{-40} = 0,83B_c \cdot 10^{5,1/(11,8+3,2m_p)}$ $B_{-50} = 0,83B_c \cdot 10^{8,1/(11,8+3,2m_p)}$ $B_{-60} = 0,83B_c \cdot 10^{11,1/(11,8+3,2m_p)}$	$m_p = D/F_U$

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
<i>2.E Emisiones compuestas</i>				
Modulación de frecuencia mediante dos o más frecuencias <b>F8B, F9B</b> <b>F8BBT, F8BBN,</b> <b>F9BBT, F9BBN</b>		$B_n = 2B + 2D$ , cuando $D = 0,25B$ , donde $B$ es la velocidad máxima de transmisión en los canales	$B_c = 2,5B_n$ $B_{-60} = 2,8B_c$	
Oscilación FM con señal del sistema de transmisión MDF <b>F8EJF</b>	Sistemas de retransmisión con visibilidad directa y en la troposfera	$B_n = 2F_U + 2D$ , donde $D$ se determina a partir del Cuadro 1a	$B_c = 0,3B_n$ para $60 \leq N600$	Para sistemas con señal piloto, se utiliza $F_{ps}$ en lugar de $F_U$
			$B_c = 0,7B_n$ para $N \geq 720$	
Oscilación FM modulada con subportadoras de señales de televisión y de sonido <b>F8WWN</b>	Sistemas de retransmisión con visibilidad directa	$B_n = 2F_U + 2D_{MAX,TV}$ , donde: $D_{MAX,TV}$ : desviación de frecuencia de cresta creada por la señal de video (Hz) $F_U$ : frecuencia de la subportadora de la señal de sonido superior	$B_c = 0,7B_n$	Para sistemas con señal piloto, se utiliza $F_{ps}$ en lugar de $F_U$
Frecuencia MDM (no filtrada) <b>F9E, F9D</b> <b>F9EBT, F9EBN</b> <b>F9DBT, F9DBN</b>		$B_n = 1,18B$ , para $D \approx B/4$	$B_c = 1,18B_n = 1,4B$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,56B_c$ $B_{-60} = 1,74B_c$	

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
Frecuencia MDM con filtro gaussiano <b>F9E, F9D</b>	Con anchura de banda del filtro de conformación gaussiana normalizada, $\varphi = \Delta F_G T$	Si $\varphi = 1$ entonces $B_n = 1,14B$ Si $\varphi = 0,7$ entonces $B_n = 1,1B$ Si $\varphi = 0,5$ entonces $B_n = 1,07B$ Si $\varphi = 0,3$ entonces $B_n = 0,93B$	Si $\varphi = 1$ entonces $B_c = 1,34B$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-60} = 1,74B_c$ Si $\varphi = 0,7$ entonces $B_c = 1,21B$ $B_{-40} = 1,2B_c$ $B_{-60} = 1,51B_c$ Si $\varphi = 0,5$ entonces $B_c = 1,16B$ $B_{-40} = 1,14B_c$ $B_{-60} = 1,4B_c$ Si $\varphi = 0,3$ entonces $B_c = 0,95B$ $B_{-40} = 1,1B_c$ $B_{-60} = 1,3B_c$	Si $T = 1/B$ y $D \cong B/4$
Oscilación FM con MDF <b>F9WWF</b>	MDF-FM, Enlace de retransmisión con visibilidad directa	$2F_U + 2D_m$ , donde $D_m$ se determina a partir del Cuadro 1a	$B_c = 0,3B_n$ para $60 \leq N_C \leq 600$ $B_c = 0,7B_n$ para $N_C \geq 720$	Para sistemas con señal piloto, se utiliza $F_{ps}$ en lugar de $F_U$

CUADRO 1 (Continuación)

CUADRO 1a				
Cálculo de la desviación de frecuencia de cresta del mensaje multicanal, $D = 3,76 \Delta f_{ch} \cdot 10^{0,05P_{carga}}$				
Número de canales de voz, $N_c$	Desviación de frecuencia efectiva creada a partir del nivel medido de un canal de voz, $\Delta f_{ch}$ (MHz)	Potencia media del mensaje multicanal ( $P_{carga}$ ) (dBm)	Potencia media de un canal de voz $\lambda(P_{media})$ (dBm)	
$12 \leq N_c < 60$	0,1	$2,6 + 2 \log N_c$		
$60 \leq N_c \leq 240$	0,2	$\approx 5,5 \log N_c - 1,5$		
$240 < N_c \leq 1\ 020$	0,2	$P_{media} + 10 \log N_c$	-13	
$N_c > 1\ 020$	0,14	$P_{media} + 10 \log N_c$	-13	

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
2. Modulación de frecuencia (Continuación)				
2.F Modulación de fase				
Telegrafía de canal único, desplazamiento de fase <b>G1B, G1D,</b>	$K_{desvanecimiento} = 3$ para enlaces no sujetos a desvanecimiento, $K_{desvanecimiento} = 5$ para enlaces sujetos a desvanecimiento	$B_n = K_{desvanecimiento} B$	$B_c = 1,4 B_n = 1,4 K_{desvanecimiento} B$ $B_{-40} = 1,86 B_c$ $B_{-50} = 3,29 B_c$ $B_{-60} = 5,7 B_c$	
Telegrafía con manipulación de fase continua <b>G1BCN</b>		$B_n = 11 B$	$B_c = B_n = 11 B$ $B_{-40} = 1,7 B_c$ $B_{-50} = 2,7 B_c$ $B_{-60} = 5,5 B_c$	
	Modulación por desplazamiento de fase relativa de banda estrecha; velocidad de transmisión recomendada de 100 ó 200 Bd NBPM	$B_n = 1,1 B$	$B_c = 2,4 B_n = 2,64 B$ $B_{-40} = 1,5 B_c$ $B_{-50} = 2,12 B_c$ $B_{-60} = 2,75 B_c$	Transmisores de ondas hectométricas y decamétricas del servicio móvil marítimo

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones	
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)		
<i>3. Transmisión digital<sup>(2)</sup></i>					
<i>3.A Modulación por desplazamiento de amplitud-fase<sup>(3)</sup></i>					
Amplitud y modulación de fase de la portadora <b>D7D,</b> <b>D1W, D7W,</b> <b>D9W</b>			$B_n = R/\log_2 S$ , donde: $R$ : velocidad de transmisión en bit/s $S$ : número de estados	$B_c = 1,5B_n = 1,5R/*\log_2 S$ $B_{-40} = 1,13B_c$ $B_n$ con $S = 4$	Para señales que tienen $\alpha \approx 0,5$ (véase el Cuadro 1b)
	MDP-4, codificación con corrección de errores	AMDC	$B_n = 1,5 K_{red} R$ $K_{red}$ es el coeficiente de redundancia para la codificación con corrección de errores	$B_c = 1,8 K_{red} R$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 2B_c$ $B_{-60} = 4B_c$	$\psi$ : redundancia $K_R = 1 + \psi$
	MDP-4	AMDT, FDMA	$B_n = KR$ $K = 1,25 \div 2$	$B_c = 1,2RK$ $B_{-40} = 1,17B_c$ $B_{-50} = 1,67B_c$ $B_{-60} = 3,33B_c$	
<b>D8E, D9E</b>	MDP $M$ -aria ( $M = 4, 8, 16$ )		$B_n = 1,25 R/\log_2 S$	$B_c = 1,2B_n$ $B_n$ con $S = 4$ $B_{-40} = 1,17B_c$ $B_{-50} = 1,67B_c$ $B_{-60} = 3,33B_c$	
<b>K7D,</b> <b>K7WWT</b>	MDAP	Filtro de raíz de coseno	$B_n = 2K_\alpha (\alpha)/\tau$ $K_\alpha$ – véase el Cuadro 1b	$B_c = 1,2 B_n$ $B_{-40} = 1,7B_c$ $B_{-50} = 2,3B_c$ $B_{-60} = 3 B_c$	
<b>K7E</b>	32 MDAP	DBS	$B_n = 1,25 R/\log_2 S$	$B_c = 1,2 B_n$ $B_n$ con $S = 4$ $B_{-40} = 1,7B_c$ $B_{-50} = 2,3B_c$ $B_{-60} = 3B_c$	Sistema de radiodifusión digital DMW



CUADRO 1 (Continuación)

CUADRO 1b										
Dependencia del coeficiente $K\alpha$ ( $\alpha$ ) para señales que utilizan filtros de conformación de impulsos de raíz de coseno										
$\alpha$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$K_\alpha$ ( $\alpha$ )	0,51	0,537	0,567	0,6	0,634	0,669	0,705	0,742	0,779	0,816
Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:				Observaciones				
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)							
<i>3. Transmisión digital<sup>(2)</sup> (Continuación)</i>										
<i>3.B Modulación por desplazamiento de frecuencia<sup>(3)</sup></i>										
Telegrafía FM de canal único y codificación con transmisión digital <b>F1B, F1E, F1D, F1W, F7B, F7D, F7E, F7W</b>			$B_n = 2,4R \sqrt{m'}$ para $0,5 \leq m_p < 1,5$ $B_n = 1,2R + 2,4D$ para $1,5 \leq m_p < 5,5$ $B_n = 1,9R + 2,1D$ para $5,5 \leq m_p \leq 20$	$B_c = 2,3B_n/(m_p + 12)^{1/6}$ $B_{-40} = B_c[2,86 - (m_p + 12)^{1/6}]$ $B_{-50} = B_c[4 - (m_p + 8)^{1/4}]$ $B_{-60} = B_c[4,8 - (m_p + 5)^{1/3}]$	$m_p = 2D/R$					
<b>F1WD-, F7DD-, F7WD-</b>	MDFPC	AMDC	$B_n = 0,5R + 1,78D$	$B_c = 1,4B_n$ $B_{-40} = 1,9B_c$ $B_{-50} = 3,3B_c$ $B_{-60} = 5,7B_c$						
Modulación de frecuencia, transmisión multicanal <b>F7D, F7W, F7DD, F7WD</b>	Modulación de frecuencia con filtro gaussiano	MDMG (portadora)	$B_n = K_G R$ $K_G (BT)$ – véase el Cuadro 1c	$B_c = 1,2K_G R$ $B_{-40} = 1,2B_c$ $B_{-50} = 1,4B_c$ $B_{-60} = 1,6B_c$	GSM900					
<b>F9D, F9E, F9W (G9D, G9E, G9W)</b>		MDMF (subportadora)	$B_n = K_G R$ $K_G (BT)$ – véase el Cuadro 1c $B_n = R/\log_2 S + KD$ con $0,4 < K < 0,6$	$B_c = 1,2 \div 1,4B_n$ $B_{-40} = 1,2B_c$ $B_{-50} = 1,4B_c$ $B_{-60} = 1,6B_c$	Segunda fórmula $B_n$ para sistemas de modulación de frecuencia-fase					

CUADRO 1 (Continuación)

CUADRO 1c								
Dependencia del coeficiente $K_G$ ( $BT$ )								
$BT$ es la anchura de banda del filtro normalizado, se obtiene multiplicando la anchura de banda a $-3$ dB por el tiempo que se tarda en transmitir un elemento codificado (subimpulso).								
$BT$	$\infty$	1	0,7	0,5	0,3	0,25	0,15	Observaciones
$K_G$ ( $BT$ )	1,28	1,14	1,1	1,07	0,93	0,86	0,70	Valor medio
	0,94			0,80	0,70	0,67	0,53	Amplitud del 95%
	1,28			1,03	0,91	0,86	0,70	Amplitud del 99%
	2,81			1,20	1,06	1,00	0,83	Amplitud del 99,8%
Ejemplos de sistemas				DECT	GSM, DCS, PCS	Tetrapol		
Tipos de modulación	MDM	MDMG						
Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:				Observaciones		
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)					
3. Transmisión digital <sup>(2)</sup> (Continuación)								
3.C Modulación por desplazamiento de fase <sup>(3)</sup>								
1	2a	2b	3	4	5			
Transmisión de canal único, modulación por desplazamiento de fase <b>G1D, G1E, G1F, G1W</b>		El valor del coeficiente $K$ con limitación depende del método de modulación de señal utilizado	$B_n = KR/\text{Log}_2S$ , donde: $R$ : velocidad de transmisión en bit/s $K$ : coeficiente $S$ : número de estados	$B_c = 1,4B_n$ $B_c = 2,8KR/\text{log}_2S$ <sup>(3)</sup> $B_{-40} = 1,86B_c$ $B_{-50} = 3,28B_c$ $B_{-60} = 5,7B_c$	$4 < K < 20$ para BPSK sin filtro; $1,5 < K < 4$ para BPSK sin filtro			

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
Transmisión de canal único, modulación de fase <b>G1E</b>	MDP-4 $\pi/4$ , MDP-4 $\pi/4$ diferencial	AMDT, AMDF; filtro en coseno alzado	$B_n = K_\beta R$ $0,6 < K_\beta < 1$	$B_c = 1,05B_n$ $B_{-40} = 1,1B_c$ $B_{-50} = 4B_c$ $B_{-60} = 8B_c$	
	MDP-4	AMDT, AMDF	$B_n = KR$ $K = 1,25 \div 2$	$B_c = 1,2B_n$ $B_{-40} = 1,17B_c$ $B_{-50} = 1,67B_c$ $B_{-60} = 3,33B_c$	
Desplazamiento de fase relativo de subportadoras G2B, G2D			$B_n = (N_f - 1)\Delta F + 5R$	$B_c = (N_f - 1)\Delta F + 7R$ $B_{-50} = 1,6(N_f - 1)\Delta F + 8R$ $B_{-60} = 3(N_f - 1)\Delta F + 15R$	$\Delta F$ : separación de subportadora $N_f$ : número de subportadoras
Transmisión multicanal <b>G7B, G7D, G7E, G7F, G7W</b>	MDP $M$ -aría ( $M = 8, 16$ )		$B_n = 2,5 R/\log_2 S$	$B_c = 1,2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,17B_c$ $B_{-50} = 1,67B_c$ $B_{-60} = 3,33B_c$	Si la redundancia $\psi$ se calcula en %, entonces $K_R = 1 + \psi//100$
	MAQ $M$ -aría, MDP $M$ -aría, codificación con corrección de errores		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ $K_{red}$ es el coeficiente de redundancia para la codificación con corrección de errores	$B_c = 1,4B_n$ $B_{-40} = 1,4B_c$ $B_{-50} = 1,8 \div 2,3B_c$ $B_{-60} = 2,5 \div 3B_c$	
	MDMG filtrado y submodulación 3 dB		$B_n = (R/\log_2 S) + 2DK_G$ $D = 0,25R$ (para conocer el valor de $K_G$ , véase el Cuadro 1c)	$B_c = 1,4B_n$ $B_c = 1,4(R/\log_2 S) + 2,8DK_G$ $B_{-60} = 2,7B_c$	

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
<b>G7D, G7E, G7F, G7W</b>	MDP-2 no filtrado MDP-2 no filtrado		$B_n = KR$ $K = 1,5 \div 2$ $B_n = KR$ $K = 4 (95\%) \div 20 (99\%)$	$B_c = 1,4B_n$ $B_{-40} = 2,6B_c$ $B_{-50} = 4,6B_c$ $B_{-60} = 8,2B_c$	
	$\pi/4$ MDP-4, $\pi/4$ MDP-4 diferencial	AMDT, AMDF filtro en coseno alzado	$B_n = K_\beta R$ $0,6 < K_\beta < 1$	$B_c = 1,05B_n$ $B_{-40} = 1,1B_c$ $B_{-50} = 4B_c$ $B_{-60} = 8B_c$	
<b>G9D</b>	MAQ $M$ -aría 4-, 16- ( $M = 4, 16$ )	AMDT	$B_n = KR/\log_2 S$ $1,5 < K < 1,7$	$B_c = 1,4B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,4B_c$ $B_{-50} = 1,8 \div 2,3B_c$ $B_{-60} = 2,5 \div 3B_c$	
<b>G9D</b>	MDP $M$ -aría ( $M = 8, 16$ )	AMDT	$B_n = KR/\log_2 S$ $K = 2,5$	$B_c = 1,2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,17B_c$ $B_{-50} = 1,67B_c$ $B_{-60} = 3,33B_c$	
	MAQ $M$ -aría, codificación con corrección de errores		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ $K_{red}$ es el coeficiente de redundancia para la codificación con corrección de errores	$B_c = 1,2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,7B_c$ $B_{-60} = 2,2B_c$	
	MDP-4	Radioenlace	$B_n = R$	$B_c = 1,2 R = 1,2B_n$ $B_{-40} = 1,17B_c$ $B_{-50} = 1,7B_c$ $B_{-60} = 3,3B_c$	

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
<b>G9W</b> <b>G9WDN,</b> <b>G9WDT</b>	MDP-4 MDP $M$ -aría ( $M = 8, 16$ )	AMDT, FDMA	$B_n = KR$ $K = 1,25 \div 2$	$B_c = 1,2B_n$ $B_{-40} = 1,17B_c$ $B_{-50} = 1,67B_c$ $B_{-60} = 3,33B_c$	
<b>G9W</b>	QPR, QPR, AZD		$B_n = K_C R$ $K_C$ - véase el Cuadro 1d	$B_c = 1,4B_n$ $B_{-40} = 1,4B_c$ $B_{-50} = 1,8$ a $2,3B_c$ $B_{-60} = 2,5$ a $3B_c$	
<i>3.D Modulación con escalón en cuadratura y de código<sup>(3)</sup></i>					
<b>D7D, D7W, D9E ***C-,</b> <b>D-, T-, F<sup>(4)</sup>-</b>	MAQ $M$ -aría		$B_n = R/\log_2 S$	$B_c = 1,2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,7B_c$ $B_{-60} = 2,2B_c$	
	MAQ $M$ -aría, codificación con corrección de errores		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ $K_{red}$ es el coeficiente de redundancia para la codificación con corrección de errores		
	MAQ $M$ -aría con modulación de código		$B_n = K_C R/\log_2 S$ $K_C$ - véase el Cuadro 1d		
<b>G7C, G7W, G9D ***C-,</b> <b>D-, T-, F-</b>	MAQ $M$ -aría		$B_n = R/\log_2 S$	$B_c = 1,2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,7B_c$ $B_{-60} = 2,2B_c$	
	MAQ $M$ -aría, codificación con corrección de errores		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ $K_{red}$ es el coeficiente de redundancia para la codificación con corrección de errores		
	MAQ $M$ -aría con modulación de código		$B_n = K_C R/\log_2 S$ $K_C$ - véase el Cuadro 1d		

## I. UIT-R SM.2048

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
K7D, K7E, K7W	4-, 16-, 32-, 64-MAPQ		$B_n = KR/\log_2 S$ $K = 1 \div 2$	$B_c = 1,4B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,4B_c$ $B_{-50} = 2,3B_c$ $B_{-60} = 3B_c$	
Q7D, Q7E, Q7W ***C-, D-, T-, F	MAQ $M$ -aría		$B_n = R/\log_2 S$	$B_c = 1,2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1,3B_c$ $B_{-50} = 1,7B_c$ $B_{-60} = 2,2B_c$	
	MAQ $M$ -aría, codificación con corrección de errores		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ $K_{red} \text{ es el coeficiente de redundancia para la codificación con corrección de errores}$		
	MAQ $M$ -aría con modulación de código		$B_n = K_C R/\log_2 S$ $K_C - \text{véase el Cuadro 1d}$		

## CUADRO 1 (Continuación)

CUADRO 1d	
Modulación de código de datos ( <i>BCM, TCM, MLCM</i> ) en sistemas de transmisión radioeléctrica digital con arreglo a la Recomendación UIT-R F.1101	
Método de modulación (designación completa)	$K_C$
16 BCM-8D (MAQ de un escalón)	0,267
96 BCM-4D, 88 BCM-6D, 80 BCM-8D (MAQ completo de un escalón)	0,167
128 BCM-8D (QAM de dos escalones)	0,167
16 TCM-2D	0,333
32 TCM-2D	0,250
128 TCM-2D	0,167
512 TCM-2D	0,125
32 MLCM	0,222
9-QPR	0,5
25-QPR	0,33
64 TCM-4D, 64 MLCM	0,182
128 TCM-4D, 128 MLCM	0,154
512 TCM-4D	0,118

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
<i>4. Modulación por impulsos</i>					
<i>4.A Portadora con modulación de amplitud</i>					
1	2a	2b	3	4	5
Portadora con modulación de amplitud <b>K1N, K1D, K1W</b>	MIA, PACM	Unidad electrónica/de vacío de resultados con control de red	$B_n = 2F_U + 4/\tau$ $B_n, F_U$ (MHz), $\tau$ ( $\mu$ s)	$B_c = 4B_n = 8F_U + 16/\tau$ $B_{-40} = 1,4B_c$ $B_{-50} = 2B_c$ $B_{-60} = 3,75B_c$	
<i>4.B Portadora con modulación en duración</i>					
Modulación de impulsos en duración modulación por impulsos codificados ( <i>M</i> -aría) <b>L1N, LXN<sup>(5)</sup></b>	MID, MIC, MNI	Impulsos con flancos anteriores abruptos, es decir, $\tau_r \leq 0,008 t$	$B_n = 6,36/\tau\delta$	$B_{-20} = 6,36/\tau$ $B_c = 9,14/\tau$ $B_{-40} = 63,6/\tau = 7B_c$	
Modulación de impulsos en duración modulación por impulsos codificados ( <i>M</i> -aría) <b>L1N, LXN<sup>(5)</sup></b>	MID, MIC, MNI	Impulso trapezoidal con $\tau_r > 0,008 t$	$B_n = 1,79/(\tau\delta)^{1/2}$	Radars con potencia de impulso $> 100$ W $B_{-20} = 1,8/(\tau\delta)^{1/2}$ $B_c = 2,17/(\tau\delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 6,2/(\tau\tau_r)^{1/2} = 2,9B_c$ $B_{-60} = 17,9/(\tau\delta)^{1/2} = 8B_c$ Radars con potencia de impulso $\leq 100$ kW $B_{-20} = 1,8/(\tau\delta)^{1/2}$ $B_c = 2,2/(\tau\delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 7,6/(\tau\tau_r)^{1/2} = 3,5B_c$ $B_{-60} = 18/(\tau\delta)^{1/2} = 8B_c$	



CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
<i>4.C Modulación de impulsos en posición</i>					
<b>1</b>	<b>2a</b>	<b>2b</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Portadora con desplazamiento de fase con código Barker <b>M0N, MXN</b>	MIP	Radars	$B_n = 2/\tau_d \delta_d$ donde $\tau_d$ es la longitud de muestra	$B_c = 3,6/(\tau_d \delta_d)^{1/2}$ $B_{-40} = 1,77B_c$ $B_{-50} = 3,16B_c$ $B_{-60} = 5,6B_c$	Para impulsos codificados, se utiliza la longitud de muestra (subimpulso)
Modulación de impulsos en fase <b>M7EJT</b>	MIP	Radioenlaces (código FXR)	$B_n = 3,2/\tau \delta$ $B_n$ (MHz), $\tau$ ( $\mu$ s)	$B_c = 1,12B_n (\tau/\delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 1,79B_c$ $B_{-50} = 3,18B_c$ $B_{-60} = 5,64B_c$	
<i>4.D Emisión de onda continua</i>					
Emisión de onda continua no modulada <b>N0N</b>	Portadora no modulada	Radars «Hawk» (onda estacionaria)	$B_n = 2K_d F_0$ donde $K_d$ es la magnitud de la desviación de frecuencia admisible desde $F_0$	$B_c = B_n = 2K_d F_0$ ( $K_d$ para estaciones con estabilizador de cuarzo) $B_{-40} = 0,0003F_0$	
Emisión de onda continua <b>M0N</b>	Portadora con modulación de frecuencia	Radars «Hawk» (onda estacionaria)	$B_n = 2D$	$B_{-40} = 2D + 0,0003F_0$	
Impulso modulado <b>W0N, Q0N</b>	Portadora con modulación de frecuencia		$B_n = 2D$	$B_{-40} = 2D + 0,0003F_0$	

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a $-30$ dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
<i>4.E Portadora de impulsos no modulada</i>					
1	2a	2b	3	4	5
Portadora de impulsos no modulada <sup>(5)</sup> <b>P0N, P0NAN</b>		Impulsos con flancos anteriores abruptos, es decir, $\tau_r \leq 0,008 t$	$B_n = 6,36/\tau$	$B_{-20} = 6,36/\tau$ $B_c = 9,14/\tau$ $B_c = 1,44B_n$ $B_{-40} = 63,6/\tau$	
		Impulsos trapezoidales con $\tau_r > 0,008 t$	$B_n = 1,79/(\tau \delta)^{1/2}$	Radares con potencia de impulso $> 100$ W $B_{-20} = 1,8/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_c = 2,17/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 6,2/(\tau t_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 18/(\tau \delta)^{1/2}$	
				Radares con potencia de impulso $\leq 100$ kW Radares de radionavegación en las bandas 2,9-3,1 y 9,2-9,5 GHz $B_{-20} = 1,8/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_c = B_{-30} = 2,2/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 7,6/(\tau t_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 18/(\tau \delta)^{1/2}$	

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales	Cálculo de:		Observaciones	
		Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)		
<i>4.F Portadora con modulación de frecuencia</i>					
1	2a	2b	3	4	5
Portadora de impulsos FM lineal y no lineal <sup>(6)</sup> <b>Q1N, QXN, Q1D, Q1W</b>	MID-FM, MIC-FM, SFM, LFM	Impulsos con flancos anteriores abruptos, es decir, $\tau_r \leq 0,008 t$	$B_n = 2D + 6,36/\tau$	Radars con potencia de impulso > 100 W $B_{-40} = 2(D + 0,105/\tau_r) + 6,2/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 63,6/\tau$	
				Radars con potencia de impulso $\leq 100$ kW Radars de radionavegación en las bandas 2,9-3,1 y 9,2-9,5 GHz $B_{-40} = 2(D + 0,065/\tau_r) + 7,6/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 63,6/\tau$	
	Impulsos trapezoidales con $\tau_r > 0,008 t$	$B_n = 2D + 1,79/(\tau \delta)^{1/2}$	Radars con potencia de impulso > 100 W $B_{-40} = 2(D + 0,105/\tau_r) + 6,2/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 18/(\tau \delta)^{1/2}$		
			Radars con potencia de impulso $\leq 100$ kW Radars de radionavegación en las bandas 2,9-3,1 y 9,2-9,5 GHz $B_{-40} = 2(D + 0,065/\tau_r) + 7,6/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 18/(\tau \delta)^{1/2}$		

CUADRO 1 (Continuación)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
Portadora de impulsos con modulación de frecuencia en los impulsos <b>Q1N, QXN</b>	MIF		$B_n = 2D + 2/\tau_d$	$B_{-20} = 2(D + 1/\tau_d)$ $B_c = 2(D + 2,5/\tau_d)$ $B_{-40} = 2(D + 3,5/\tau_d)$ $B_{-50} = 2(D + 5/\tau_d)$ $B_{-60} = 2(D + 7/\tau_d)$	
<i>4.G Modulación de impulsos con saltos de frecuencia</i>					
Modulación de impulsos con saltos de frecuencia <b>VXN</b>	PDM-FM, PCM-FM, SFM, LFM, PFM		$B_n = B_s + 2D + 2/\tau_d$ $B_s$ es el máximo desplazamiento de frecuencia de la portadora	$B_{-20} = 2(D + 1/\tau_d) + B_s$ $B_c = 2(D + 2,5/\tau_d) + B_s$ $B_{-40} = 2(D + 3,5/\tau_d) + B_s$ $B_{-50} = 2(D + 5/\tau_d) + B_s$ $B_{-60} = 2(D + 7/\tau_d) + B_s$	
Modulación de impulsos en frecuencia con saltos de frecuencia <b>VXN</b>		Radars con potencia de impulso > 100 W	$B_n = 2D + B_s + 1,79/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_s$ es el máximo desplazamiento de frecuencia de la portadora	$B_{-40} = 2(D + 0,105/\tau_r) + B_s + 6,2/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17,9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	
		Radars con potencia de impulso > 100 W y radares del servicio de radionavegación en las bandas 2,9-3,1 y 9,2-9,5 GHz	$B_n = 2D + B_s + 1,79/(\tau \tau_r)^{1/2}$	$B_{-40} = 2(D + 0,065/\tau_r) + B_s + 7,6/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17,9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	

CUADRO 1 (Fin)

Clase de emisión	Características adicionales		Cálculo de:		Observaciones
			Anchura de banda necesaria $B_n$ (Hz)	Anchura de banda ocupada a -30 dB, $B_c$ , y anchuras de banda de espectros OoB (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
Código de impulsos, amplitud de impulsos y modulación de banda ancha con saltos de frecuencia <b>VXN</b>		Radars con potencia de impulso > 100 W	$B_n = B_s + 1,79/(\tau \tau_r)^{1/2}$	$B_{-40} = B_s + 6,2/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17,9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	
		Radars con potencia $\leq 100$ kW y radares del servicio de radionavegación en las bandas 2,9-3,1 y 9,2-9,5 GHz	$B_n = B_s + 1,79/(\tau \tau_r)^{1/2}$	$B_{-40} = B_s + 7,6/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17,9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	

- (1) Los guiones se utilizan para indicar parámetros adicionales no utilizados en la designación de las clases de emisión (véase el Anexo 5).
- (2) Para los sistemas de transmisión digital que emplean filtros de conformación de impulsos digitales, es preciso tener en cuenta el factor de corte progresivo del filtro (coseno aproximado).
- (3) Para calcular el envolvente espectral (valores de  $B_c$ ,  $B_{-40}$ ,  $B_{-50}$ ,  $B_{-60}$ ),  $B_n$  se utiliza con  $S = 4$ .
- (4) Los tres asteriscos indican que los símbolos adicionales se refieren a las clases de emisiones mencionadas en el elemento, incluidas las adicionales.
- (5) En el caso de los radares que utilizan distintas formas de impulso, la anchura de banda de cada forma de impulso se calcula por separado, de modo que se toma el valor más alto obtenido.
- (6) En el caso de los radares que utilizan distintas formas de impulso, la anchura de banda de cada forma de impulso se calcula por separado, de modo que se toma el valor más alto obtenido. En el caso de los impulsos codificados, se toma la longitud de muestra (subimpulso).

CUADRO 2

**Requisitos de anchura de banda del espectro fuera de banda de los transmisores de ondas decamétricas del servicio móvil aeronáutico a bordo de aeronaves, que funcionan con clases de emisión H2BBN, H3EJN, J3EJN, J7BCF y JXX**

<b>Banda (kHz)</b>	<b>Mínimo valor para el cual las componentes espectrales deben atenuarse por debajo del nivel correspondiente a la potencia en la cresta de la envolvente (dB)</b>
De $f_{tx} \pm 1,5$ a $f_{tx} \pm 4,5$	30
De $f_{tx} \pm 4,5$ a $f_{tx} \pm 7,5$	38
$f_{tx} \pm 7,5$ y más	43

*Observaciones:* La frecuencia  $f_{tx}$  asignada al transmisor es 1 400 Hz más elevada que la de la portadora o la portadora residual.

La anchura de banda necesaria se calcula utilizando las fórmulas que figuran en el Cuadro 1.

CUADRO 3

**Requisitos para las anchuras de banda del espectro de los transmisores del servicio móvil marítimo que funcionan en las clases de emisión H2BBN, H3EJN, J3EJN y R3EJN**

<b>Anchura de banda (kHz)</b>	<b>Orden de las componentes espectrales de la señal bitono que caen dentro de las bandas de frecuencias dadas para las clases de emisión H3EJN, J3EJN, (H2BBN)</b>	<b>Nivel de los componentes fuera de banda a una frecuencia de muestreo dada, medida en dB con respecto al:</b>	
		<b>Nivel correspondiente a la potencia en la cresta de la envolvente</b>	<b>Nivel de una de las componentes espectrales fundamentales de la señal moduladora bitono</b>
De $f_{tx} \pm 1,5$ a $f_{tx} \pm 4,5$	3	31	25
De $f_{tx} \pm 4,5$ a $f_{tx} \pm 7,5$	5 ó 7	38	32
$f_{tx} \pm 7,5$ y más	9	43 <sup>(1)</sup>	37 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> La potencia absoluta no debe rebasar los 50 mW.

*Observaciones:* La frecuencia  $f_{tx}$  asignada al transmisor es 1 400 Hz más elevada que la de la portadora o la portadora residual.

La anchura de banda necesaria se calcula utilizando las fórmulas que figuran en el Cuadro 1.

## **5 Método de medición de la anchura de banda a –30 dB y de las anchuras de banda del espectro OoB**

### *Requisitos generales para la medición*

**5.1** Los resultados de las mediciones no deben verse afectados por las emisiones de fuentes de interferencia radioeléctrica comerciales o por las emisiones de otros sistemas radioeléctricos.

**5.2** Cuando se miden los transmisores con un coeficiente de superposición de frecuencias superior a dos, la medición se efectúa en tres frecuencias dentro de la banda: en el borde inferior, en el borde superior y en el medio de la banda.

Si el coeficiente de superposición es inferior a dos, la medición se lleva a cabo en una frecuencia, próxima al medio de la banda.

**5.3** El equipo utilizado para las mediciones debe cumplir los requisitos que figuran en el Anexo 3.

**5.4** La nomenclatura para las clases de emisión aparecen en el Apéndice 1 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

**5.5** Con respecto a los transmisores que funcionan en las clases de emisión R3EGN, R3EJN, J3EJN, H3EJN, R7BCF y J7BCF, las mediciones correspondientes a la conformidad con los requisitos actuales sólo se solicitan para la clase J3EJN.

En relación a los transmisores que funcionan en las clases de emisión B8EJN, B8EGN y B9WWX, las mediciones se limitan a la clase B8EJN.

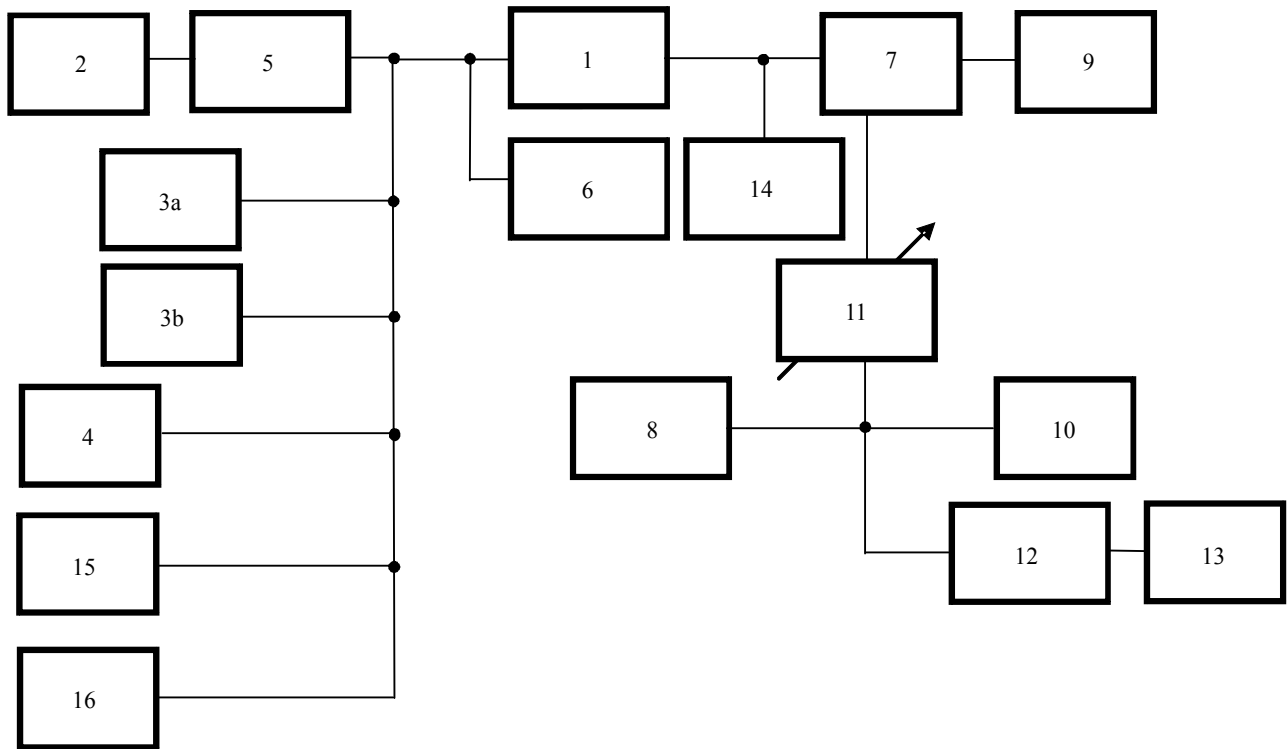
**5.6** Las mediciones de la anchura de banda a –30 dB y de las anchuras de banda del espectro OoB de los transmisores se llevan a cabo utilizando el montaje representado (de forma simplificada) en la Fig. 1.

Ciertas partes de ese montaje sólo se aplican a los métodos de medición específicos utilizados para clases particulares de emisiones, y no se utilizan para otros.

Por lo que se refiere a los transmisores que funcionan en las clases de emisión F9B, F9E y F9D, las mediciones se realizan en cada canal con un tipo diferente de información transmitida, utilizando los métodos aplicables a ese tipo de información.

FIGURA 1

**Montaje de medición para obtener la anchura de banda del transmisor y de las emisiones OoB**



1	transmisor	5	filtro de conformación	9	antena ficticia	13	frecuencímetro
2	generador de ruido	6	voltímetro de valores eficaces	10	desviómetro	14	medidor de potencia
3a, 3b	generador de audio	7	conector (acoplador direccional)	11	atenuador	15	analizador de elemento de diafonía del transmisor
4	simulador de señal telegráfica	8	modulómetro	12	analizador de espectro	16	generador de señal de prueba de televisión

2048-01

**5.7** Si las especificaciones para un sistema radioeléctrico particular indican una anchura de banda OoB basándose en un nivel de medición OoB diferente a  $-30$  dB, la anchura de banda se debe convertir al nivel  $B_c (B_{-30})$  mediante el Cuadro 4.



CUADRO 4

Nivel utilizado en la especificación (dB)	-24	-26	-28	-35	-40
Factor de conversión a $B_c$	$B_c = 1,25B_{-24}$ $B_{-24} = 0,8B_c$	$B_c = 1,15B_{-26}$ $B_{-26} = 0,87B_c$	$B_c = 1,07B_{-28}$ $B_{-28} = 0,93B_c$	$B_c = 0,86B_{-35}$ $B_{-35} = 1,17B_c$	$B_c = 0,73B_{-40}$ $B_{-40} = 1,37B_c$

NOTA 1 – Esta conversión se basa en la hipótesis de que la pendiente media de la envolvente del espectro OoB es de 12 dB por octava.

Los factores de conversión  $B_n/B_c$  para una clase de emisión dada (notificada) se pueden utilizar para determinar la anchura de banda necesaria de la emisión y verificar su conformidad con la anchura de banda notificada establecida en los requisitos.

*Ejemplo:* Una notificación para la clase de emisión G1B especifica que la anchura de banda para el espectro OoB a -28 dB es 23 kHz; es decir,  $B_{-28} = 23$  kHz.

En el Cuadro 4 obtenemos la fórmula de conversión  $B_c = 1,07B_{-28}$ , de donde  $B_c = 23$  kHz  $\times$  1,07 = 24,6 kHz.

Los requisitos actuales especifican que, para G1B,  $B_c = 1,4B_n$ . Por consiguiente, para esa notificación la anchura de banda necesaria es  $B_n = 24,6/1,4 = 17,6$  kHz.

#### *Señales de prueba para medir las anchuras de banda del transmisor*

**5.8** Para los transmisores que funcionan con las clases de emisión A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, FID, FIE, F2B, F7E, AIBBN, F7B, F8B, GIB, GIE, GIF, GIW, G2B, G2D, G7D, G7E, G7F y G7W, las mediciones se efectúan mientras se modula el transmisor con una señal de prueba de puntos telegráficos ortogonales.

En el caso de transmisores que funcionan con las clases de emisión A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, G1D, G2B, G1E, G1F, G1W, G2D, G7D, G7E, G7F y G7W, las mediciones se llevan a cabo a la máxima velocidad de modulación estipulada en las especificaciones técnicas para el transmisor sometido a prueba.

Para los transmisores del servicio móvil marítimo que funcionan con la clase de emisión G1BCN en un régimen de transmisión de modulación por desplazamiento de fase de banda estrecha, las mediciones se realizan a una velocidad de modulación de  $B = 0,88 B_{m\acute{a}x}$ , donde  $B_{m\acute{a}x}$  es la máxima velocidad de modulación en el canal.

En transmisores que funcionan con las clases de emisión F1BCN, FID, FIE y F2B, las mediciones se hacen para los máximos valores nominales de la desviación de frecuencia a la máxima velocidad de modulación, utilizando las combinaciones de desviación y velocidad de modulación que se producen con mayor frecuencia.

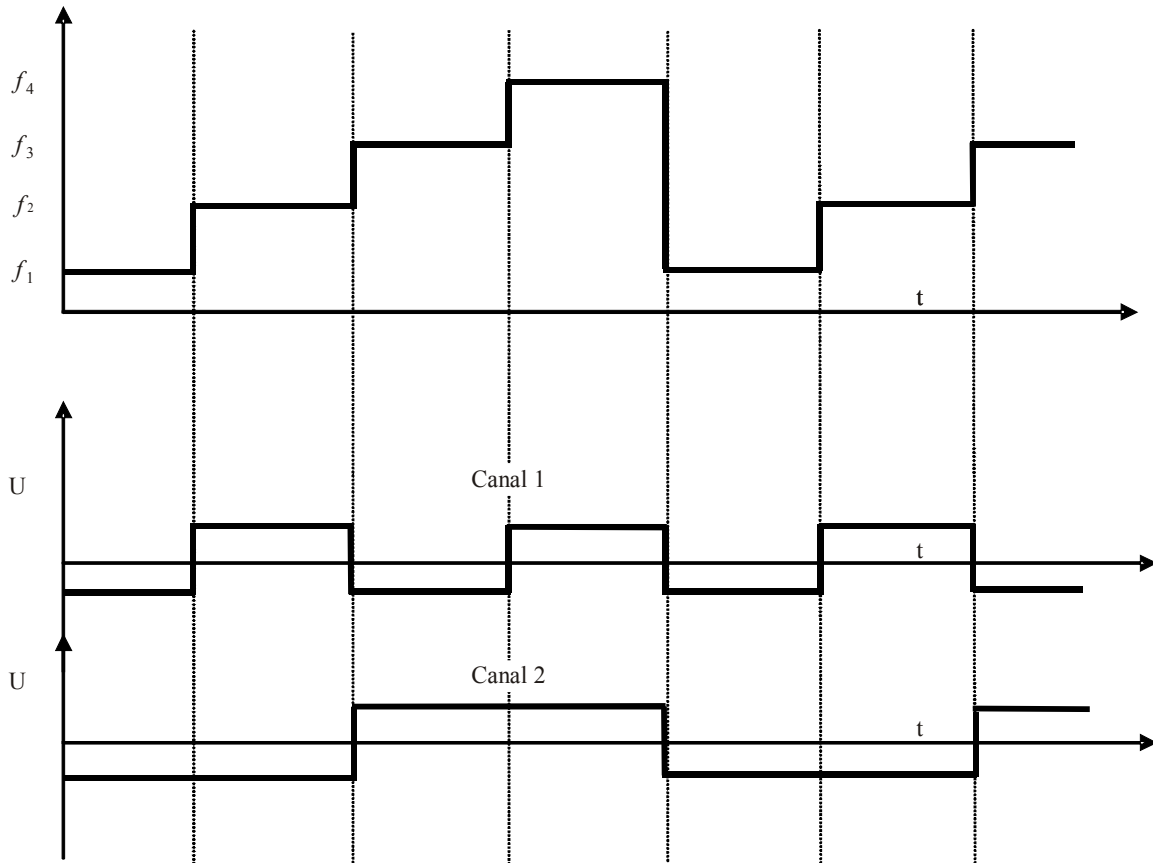
**5.9** Para los transmisores que funcionan con las clases de emisión F7BDX, F7D, F7E y F8B, la señal de prueba se genera mediante modulación de los dos canales del transmisor con puntos telegráficos; cuya velocidad y sincronización se seleccionará de manera que la frecuencia instantánea (fase) del transmisor pase por los cuatro valores a intervalos de tiempo regulares (véase la Fig. 2).

Si los transmisores funcionan con la clase de emisión F7BDX, las mediciones se efectúan a la máxima la separación de frecuencia y a la máxima velocidad de modulación (en uno de los canales).

NOTA 1 – Si las mediciones realizadas con las señales moduladoras descritas indican que el transmisor satisface los requisitos (véase el § 4) para el funcionamiento síncrono de los canales, se considera asimismo que satisface los requisitos para el funcionamiento asíncrono.

FIGURA 2

Forma de la señal de prueba para transmisores que funcionan con la clase de emisión F7BDX



2048-02

- $f_1$ : frecuencia que corresponde a «manipulador sin pulsar» en ambos canales  
 $f_2$ : frecuencia que corresponde a «manipulador pulsado» en el primer canal y a «manipulador sin pulsar» en el segundo canal  
 $f_3$ : frecuencia que corresponde a «manipulador sin pulsar» en el primer canal y «manipulador pulsado» en el segundo canal  
 $f_4$ : frecuencia que corresponde a «manipulador pulsado» en ambos canales  
 U: potencial de modulación  
 t: tiempo.

**5.10** En los transmisores que funcionan con la clase de emisión F1C-- o F3C--, la señal de prueba es una señal sinusoidal de 1,9 kHz modulada en amplitud, con un coeficiente de modulación del 90% y una frecuencia de 1,1 kHz. Las mediciones de la anchura de banda se efectúan con una desviación de frecuencia de 1 500 Hz a la salida del transmisor.

**5.11** En el caso de los transmisores que funcionan con las clases de emisión A3C-- o R3C--, la señal de prueba es una señal sinusoidal de 1,9 kHz modulada en frecuencia con una señal sinusoidal de 550 Hz y una desviación de 400 Hz (simulación de transmisión de barras blancas y negras). La profundidad de modulación a la salida del transmisor se establece al 90%.

**5.12** Para los transmisores que funcionan con la clase de emisión F3EGN, la señal de prueba es sinusoidal con una frecuencia igual al máximo valor de la frecuencia de modulación, y un coeficiente de distorsión no lineal del 1% como máximo. Las mediciones se efectúan para la desviación de frecuencia de cresta. La incertidumbre de la desviación no debe superar el 5%.

NOTA 1 – Si no se supera la desviación de frecuencia de cresta indicada en las especificaciones técnicas, y existe conformidad con los requisitos de distorsión no lineal, ruido y ruido del transmisor, se considera que se cumplen los requisitos para la anchura de banda ocupada a  $-30$  dB de las frecuencias de emisión de los transmisores de radiodifusión con una etapa de modulación lineal de banda ancha.

**5.13** Si los transmisores funcionan con las clases de emisión A3EJN, A3EGN, H3EJN, J3EJN, R3EJN, R3EGN, R7BCF, J7BCF, F3EJN, B8EJN y B9WWX, las mediciones se efectúan utilizando señales de prueba de ruido conformadas con filtro.

Para los transmisores que funcionan con las clases de emisión A3EGN o R3EGN, se utiliza un filtro de conformación de señal de radiodifusión (véase el Anexo 3, § 12).

En los transmisores que funcionan con la clase de emisión R7BCF, J7BCF o B9WWX, y los transmisores del servicio móvil que funcionan con las clases de emisión A3EJN, R3EJN, H3EJN, J3EJN o F3EJN, el filtro de conformación puede ser cualquier filtro que tenga la banda de paso del canal telefónico utilizado en ese servicio.

En los demás casos, se utiliza un filtro de conformación de señal telefónica convencional (véase el Anexo 3, § 11). En el caso de los transmisores que funcionan con las clases de emisión B8EJN o B9WWX, se introduce en cada uno de los canales una señal de prueba de ruido a través de filtros de conformación.

**5.14** Para los transmisores que funcionan con la clase de emisión F8EJF, se utiliza como señal de prueba la señal de ruido generada por un analizador de diafonía.

**5.15** En los transmisores que funcionan con la clase de emisión D7W, la señal de prueba la suministra un generador de impulsos de secuencia pseudoaleatoria.

**5.16** Si los transmisores funcionan con las clases de emisión F3F o F8WWN, la señal de prueba la proporciona un generador de señal de prueba de televisión.

**5.17** Para los transmisores que funcionan con las clases de emisión M7E, PONAN, K1B-- o Q1B--, las mediciones se realizan en un régimen de modulación del transmisor que utiliza impulsos no codificados lo más cortos posible, en el marco de las especificaciones técnicas del transmisor sometido a prueba. Si el transmisor no puede funcionar en un régimen de impulsos cortos exclusivamente, las mediciones se pueden efectuar en un régimen de funcionamiento o modulación de prueba.

**5.18** Con respecto a las clases de emisión sobre las cuales las normas dadas no especifican las disposiciones para la medición de la anchura de banda a  $-30$  dB y las anchuras de banda del espectro OoB, se utilizarán las disposiciones generales que figuran en las Recomendaciones UIT-R.

#### *Determinación de los niveles de señal de prueba*

**5.19** Para su aplicación a los transmisores que funcionan con las clases de emisión A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, FID, FIE, F2B, F7E, AIBBN, F7B, F8B, GIB, GIE, GIF, GIW, G2B, G2D, G7D, G7E, G7F y G7W, el nivel de la señal de prueba es el de la portadora no mediada (no desplazada), o el de la subportadora para la clase de emisión R3C--.

**5.20** En el caso de transmisores que funcionan con las clases de emisión, A3EJN, A3EGN, R3EJN, R3EGN, B8EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B9WWX y F3EJN, el nivel de la señal de prueba de ruido se determina mediante el método siguiente.

Cuando se utiliza un generador de baja frecuencia, la entrada del transmisor se modula con una señal sinusoidal de 600 Hz, si se utiliza un filtro de conformación de señal telefónica, de 1 000 Hz, si se usa un filtro con una banda de paso de canal de tipo telefonía, o de 300 Hz, si se emplea un filtro de conformación de señal de radiodifusión.

El nivel de la señal de entrada sinusoidal se ajusta a fin de proporcionar una modulación del 100% para los transmisores que funcionan con las clases de emisión A3EJN y A3EGN, una potencia en la cresta nominal para los transmisores que funcionan con las clases R3EGN, R3EJN, B8EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF y B9WWX, y una desviación de frecuencia nominal para los que funcionan con la clase F3EJN.

Se anota el valor eficaz de la tensión de la señal,  $U_{sin}$ . Si se trata de transmisores que funcionan con las clases de emisión A3EJN, A3EGN, R3EGN, R3EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B8EJN o B9WWX, se envía posteriormente a través del mismo filtro de conformación una señal de ruido y, su nivel se ajusta de manera que se produzca una tensión de ruido eficaz, medida con el mismo voltímetro, de  $U_N = K_s U_{sin}$ .

Si no fuese posible lograr un factor de modulación del 100% (clases de emisión A3EJN o A3EGN), el valor eficaz de la tensión de ruido se puede ajustar utilizando la fórmula  $U_N = 2K_s U'_{sin}$ , donde  $U'_{sin}$  es el nivel de señal eficaz que da un factor de modulación del 50%. El valor de  $K_s$  para los diversos casos descritos, figura en el Cuadro 5.

En el caso de las clases de emisión R3EJN, R3EGN, J3EJN, B8EJN y J7BCF, el nivel necesario de la señal de ruido se puede ajustar a través de la potencia de salida del transmisor, de manera que cuando se introduce la señal de ruido, la potencia media a la salida del transmisor es exactamente 0,25 de su potencia de cresta nominal.

CUADRO 5

Valor del coeficiente  $K_s$ 

Clases de emisión	Descripción	$K_s$
A3EGN, A3EJN	Radiodifusión y telefonía	0,35
	Transmisores a bordo de aeronaves en el servicio móvil aeronáutico	0,47
H3EJN, R3EJN, R3EGN, J3EJN, J7BGF, F3EJN, R7BCF	Radiodifusión y telefonía, incluidos los transmisores del servicio móvil, telegrafía de frecuencia vocal multicanales	0,47
B8EJN	Telefonía por segundo canal	0,33
	Telefonía por cuarto canal	0,23

Para los transmisores que funcionan sólo con tipos específicos de transductores electroacústicos (como los micrófonos o los laringófonos) y utilizan una gama dinámica que limita la señal de salida, el nivel de la señal de ruido a la entrada del transmisor se ajusta para que  $U_N = K_s U_{sin nom}$ , donde  $U_{sin nom}$  es el valor eficaz de la tensión nominal de salida indicada en las especificaciones del transductor y  $K_s$  es el valor del coeficiente que figura en el Cuadro 5.

Para los transmisores con tensión eficaz a la entrada de modulación normalizada, el valor eficaz de la señal de ruido se debe ajustar de manera que sea igual a ese valor.

**5.21** Para los transmisores que funcionan con la clase de emisión F8EJF, el nivel de la señal de prueba de ruido aplicada a la entrada del terminal del canal telefónico se ajusta de manera que  $P_{n.test} = P_{ch.in} + P_{carga}$ , donde  $P_{ch.in}$  es la potencia nominal a la entrada del equipo terminal del canal de grupo TF para un canal de frecuencia vocal y  $P_{carga}$  es el nivel medio de potencia del mensaje múltiplex, determinado de conformidad con el Cuadro 1a.

**5.22** En los transmisores que funcionan con la clase de emisión F8WWN, el nivel de la señal de prueba (amplitud de la señal de brillo aplicada a la entrada del equipo terminal del radioenlace de televisión) debe ser 1 W.

**5.23** Si los transmisores funcionan con las clases de emisión D7D o D7W, los parámetros de la señal de prueba se establecen de conformidad con el § 5.18.

*Mediciones de la anchura de banda ocupada a -30 dB y de las anchuras de banda del espectro fuera de banda*

**5.24** Las mediciones de la anchura de banda ocupada a -30 dB y de las anchuras de banda del espectro fuera de banda de los transmisores se efectúan utilizando el montaje ilustrado en la Fig. 1.

De ser necesario, también se puede emplear el analizador de espectro para mediciones indirectas (de campo) del transmisor. En ese caso, se deben utilizar antenas que cumplan los requisitos de banda ancha para esas mediciones.

Si es preciso, el dispositivo de medición se colocará dentro de una cámara apantallada.

Es aceptable medir la anchura de banda ocupada a -30 dB y los niveles del espectro OoB mediante los parámetros de densidad de flujo de potencia del campo electromagnético, siempre y cuando ello no aumente la incertidumbre que acompaña al método de medición.

**5.25** El aparato de medición del sistema de la Fig. 1 deberá satisfacer los requisitos establecidos en el Anexo 3.

**5.26** Los valores del analizador de espectro se ajustan utilizando los siguientes criterios.

La anchura de banda de resolución del analizador de espectro a -3 dB ( $\Delta f$ ) se fija a 1/3 de la velocidad de modulación para señales de prueba periódicas, o a aproximadamente  $1/10\tau$ , para emisiones en forma de impulsos en aplicación. Para las clases de emisiones en forma de impulsos, la respuesta en frecuencia en la etapa de FI del analizador de espectro deberá tener una forma aproximadamente acampanada.

Utilizando señales de prueba de ruido,  $\Delta f$  no debe ser superior a  $0,05 B_c$ .

La gama del analizador de espectro (y la banda de paso del receptor, si el analizador está conectado a la etapa del FI del receptor) se ajusta a un valor comprendido entre 1,5 y 2 veces la anchura de banda obtenida a partir de los datos del Cuadro 1.

La constante de tiempo del filtro de vídeo y el tiempo de barrido del analizador de espectro dependen de la clase de emisión del transmisor:

- para medir las emisiones de las clases A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, J2BBN, F1BCN, G1BCN, F3EGN, F1C--, F3C--, F7BDX, F1E, F1D, F7D, F7E, F8B, F9B, G1D, G1E, G1F, G1W, G7D, G7E, G7F, G2B y G2D, la constante de tiempo se debe fijar al valor más pequeño posible compatible con el analizador de espectro, y el tiempo de barrido,  $T$ , debe cumplir la siguiente condición:

$$T \geq GAMA/\Delta f_2 \quad (1)$$

- pueden utilizarse analizadores de espectro con detector lineal o logarítmico;
- para medir las emisiones de las clases A3EJN, A3EGN, R3EJN, R3EGN, B8EJN, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B9WWX, F3EJN, F8EJF y D7W, pueden emplearse analizadores de espectro con detectores lineales, cuadráticos o logarítmicos, y la constante de tiempo,  $\tau'$ , debe cumplir la siguiente condición:

$$\tau' \geq 16/\Delta f \quad (2)$$

El tiempo de barrido se selecciona en base a las siguientes condiciones: si  $Q$ , la pendiente de la envolvente del espectro en el punto de medición, es inferior a 30 dB/octava, según que el instrumento se haya ajustado con un detector lineal, cuadrático o logarítmico respectivamente, el tiempo de barrido se calcula utilizando una de las formulas (3):

$$\left. \begin{aligned} T_{lin} &\geq 8,3\tau' GAMA [3,4(1+3/Q)]^{-2} / B_c \\ T_{cuad} &\geq 11,8\tau' GAMA [3,4(1+3/Q)]^{-2} / B_c \\ T_{log} &\geq 11,8\tau' GAMA [0,1(Q)]^{-2} / B_c \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Si la pendiente en el punto de medición,  $Q$ , es superior a 30 dB/octava, el tiempo de barrido se calcula utilizando una de las fórmulas (4):

$$\left. \begin{aligned} T_{lin} &\geq 2,3 GAMA \tau' |X_{espec}| / B_c \\ T_{cuad} &\geq 4,6 GAMA \tau' |X_{espec}| / B_c \\ T_{log} &\geq 4,6 GAMA \tau' \log [v / (v - |X_{espec}| + 1)] / B_c \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Si el tiempo de barrido obtenido utilizando las fórmulas (3) y (4) es superior al máximo tiempo de barrido del analizador de espectro, la medición debe efectuarse en modo de barrido manual.

Para determinar el valor de  $Q$  al preparar una medición precisa de la anchura de banda ocupada a  $-30$  dB, se utiliza el siguiente procedimiento.

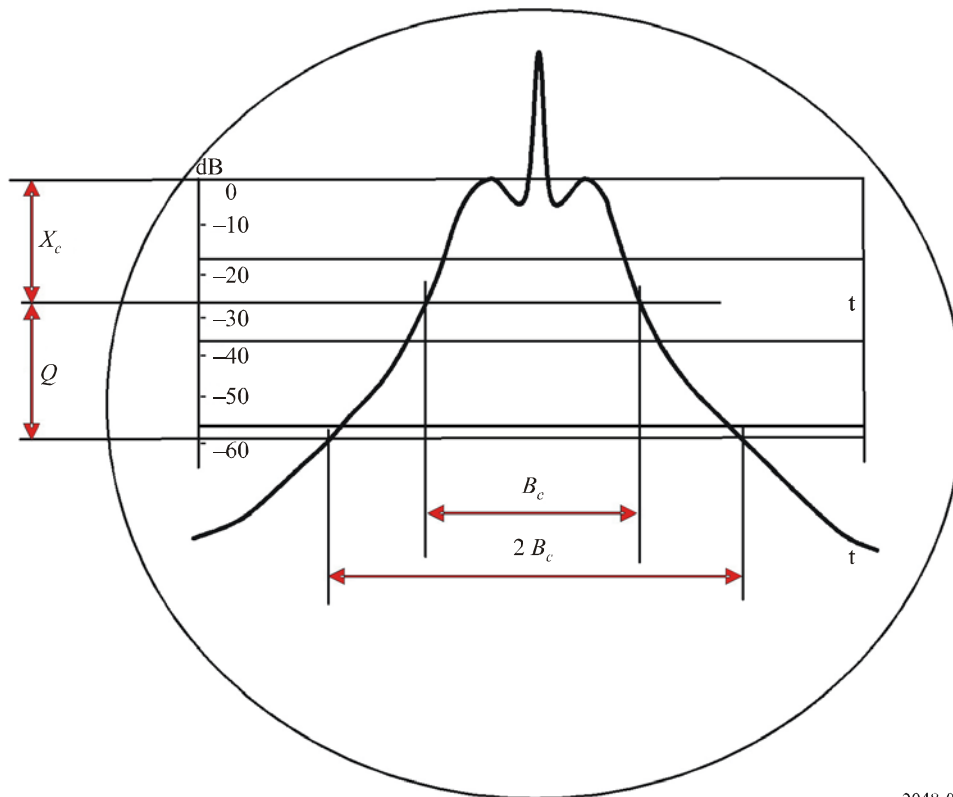
La gama del analizador de espectro se fija unas tres a cuatro veces más amplia que  $B_c$ . En ese caso,  $Q$  se lee directamente en la pantalla del analizador (si está equipado con un detector logarítmico), tal como se indica en la Fig. 3, o se calcula a partir de la diferencia en las lecturas de atenuador 0 dB en  $B_c$  y en  $2B_c$ .

Para medir las emisiones de la clase PONAN, K1B-- y Q1B--, la constante de tiempo del filtro de vídeo se debe fijar al valor más pequeño posible, compatible con el analizador de espectro.

El tiempo de barrido se selecciona utilizando la condición  $T \geq 50/F_{rep}$ , donde  $F_{rep}$  es la frecuencia de repetición de impulsos.

NOTA 1 –  $Q$  también se puede estimar a partir de  $Q'$ , que es la diferencia de niveles entre  $B_c$  y  $1,5 B_c$ . En ese caso,  $Q$  se obtiene con la fórmula  $Q = 1,7 Q'$ .

FIGURA 3  
Estimación de la pendiente de la envolvente



2048-03

**5.27** El nivel de 0 dB, que es la referencia con respecto a la cual se efectúan las mediciones de  $x$  dB con el analizador de espectro, se determina de la siguiente manera:

- para medir las emisiones de las clases A1AAN, A1BBN, A2AAN, H2BBN, H2BFN, J2A, J2BBN, J2BCN, F1B, F1BCN, G1BCN, F3EGN, F1C--, F3C--, F7BDX, FID, FIE, F2B, F7E, F7B, F7D, F8B, F8D, GIB, GIE, GIF, GIW, G2B, G2D, G7D, G7E, G7F y G7W: nivel de portadora no modulada (sin modulación);
- para medir las emisiones de las clases A3C-- y R3C--: nivel de subportadora no modulada;
- para medir las emisiones de las clases PONAN, K1B-- y Q1B--: nivel de la componente espectral más potente de la etapa de salida del transmisor sometido a modulación con la señal de prueba;
- para medir las emisiones de las clases A3EJN, A3EGN, R3EJN, R3EGN, B8EJN, B8EGN, D7W, H3EJN, J3EJN, R7BCF, J7BCF, B9WWX, F3EJN, F3EHN, F3F, F8EJF, F8WWN, F9D y F9E: máximo nivel de la envolvente espectral (al determinar el nivel cero) dentro del dominio de la banda lateral, es decir, que no se tiene en cuenta la parte de la respuesta del analizador de espectro que corresponde a la frecuencia de portadora.

NOTA 1 – Cuando se mida la clase de emisión A3EGN, si la máxima densidad espectral de potencia en el dominio de la banda lateral está oculta por la respuesta de la portadora, la envolvente del espectro en la imagen que aparece en la pantalla del analizador se ajusta de manera que la anchura de banda de la emisión a  $-10$  dB sea de 4 kHz.

La amplitud de la componente espectral correspondiente se alinea con la marca 0 dB en la imagen de la pantalla. Si ello no es posible, se puede alinear con cualquier línea horizontal fijada en el tercio superior de la pantalla de visualización del analizador de espectro. Ello se convierte en la referencia a partir de la cual se pueden medir los otros niveles normalizados: -30, -40, -50 y -60 dB.

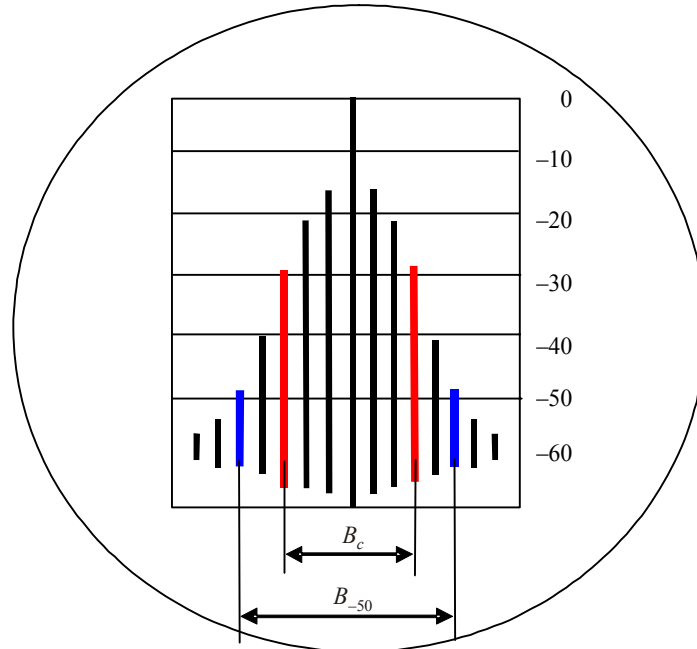
Mientras se establece el nivel cero y se mide realmente la anchura de banda ocupada a -30 dB y las anchuras de banda del espectro OoB, los valores de ajuste del analizador de espectro, es decir, la anchura de banda de resolución, la constante de tiempo del filtro de vídeo y el tiempo de barrido, no se deben cambiar.

**5.28** Una vez establecido el nivel cero, la siguiente etapa consiste en medir la anchura de banda ocupada a -30 dB y las anchuras de banda del espectro OoB.

Si el analizador de espectro tiene un detector logarítmico, la anchura de banda ocupada a -30 dB y las anchuras de banda del espectro OoB se pueden leer directamente en la escala del analizador de espectro, mediante la diferencia de frecuencias entre las componentes espectrales más alta y más baja que apenas superen el nivel dado (véase la Fig. 4). Ello requiere que la incertidumbre del analizador de espectro en la escala logarítmica no sea superior a 2 dB. De no ser así, el valor se obtiene utilizando el detector lineal.

FIGURA 4

**Obtención de un valor para la anchura de banda ocupada a -30 dB y las anchuras de banda del espectro fuera de banda utilizando un analizador de espectro con detector logarítmico**



2048-04

Para calibrar un analizador de espectro con un detector lineal (es decir, para establecer el nivel de 0 dB de conformidad con lo indicado en el § 5.27), la posición de atenuación de los atenuadores del analizador (en la entrada y/o en su etapa de FI, en función del tipo de analizador utilizado) o el atenuador externo que se indica en la Fig. 1, se deben ajustar a un nivel superior al nivel  $x$  dB medido (-30 dB para medir la anchura de banda ocupada a -30 dB y -40, -50 y -60 dB,





## 6 Método de medición de las emisiones OoB de los transmisores del servicio móvil marítimo para las clases de emisión R3EJN, H3EJN, H2BBN, J3EJN

**6.1** Los niveles de las componentes espectrales discretos de la señal de salida en el dominio fuera de banda, para un transmisor modulado con una señal de prueba bitono que produce una modulación que alcanza la potencia nominal en la cresta de la envolvente, no debe superar los límites indicados en el Cuadro 3.

**6.2** Las mediciones del espectro fuera de banda de los transmisores que funcionan en un régimen J3EJN se llevan a cabo utilizando el montaje de la Fig. 1.

**6.3** Uno de los generadores se utiliza para aplicar a la entrada del transmisor una señal de 470 Hz y una amplitud tal que la potencia de salida del transmisor sea igual a:

$$P'_{media} = P'_{cresta} = 0,25 P_{p.r.}$$

donde:

$P_{p.r.}$ : es la potencia nominal en la cresta de la envolvente.

Sin desconectar la señal del primer generador de ondas kilométricas, se utiliza otro generador de ondas kilométricas para aplicar una segunda señal al transmisor a una frecuencia de 2 550 Hz, ajustando el nivel de la señal para que la potencia de salida del transmisor sea igual a:

$$P''_{media} = 0,5 P_{p.r.} \quad (6)$$

$$P''_{cresta} = P_{p.r.}$$

**6.4** La gama del analizador de espectro se ajusta a por lo menos 20 kHz y la anchura de banda de frecuencia intermedia a 50-150 Hz. La velocidad (tiempo de barrido) se determina según se indica en el § 5.26.

**6.5** Las componentes espectrales de la señal moduladora se ajustan a lo largo del eje horizontal de manera que queden centradas en la escala del analizador de espectro.

Si las componentes espectrales correspondientes a la señal modulada son de la misma magnitud, el coeficiente de transmisión del analizador de espectro se ajusta para alinearlos con la marca 0 dB, o con alguna otra marca situada en el tercio superior de la escala del analizador de espectro. Si los niveles de las componentes no son los mismos, los niveles de la señal moduladora se ajustan ligeramente para igualarlos, sin superar los valores de la ecuación (6). A continuación, se alinean con la marca 0 dB o con otra marca de la escala del analizador de espectro.

**6.6** Los niveles de componentes de grado tres a nueve combinadas y cualquier otra componente que caiga en la anchura de banda que figura en el Cuadro 3 se pueden obtener directamente si se utiliza un analizador de espectro con escala logarítmica. Si la escala del analizador de espectro es lineal, la lectura puede efectuarse con ayuda de los atenuadores del analizador de espectro, de conformidad con las instrucciones de éste. Los niveles medidos se deben atenuar con respecto a las componentes espectrales de la señal modulada por lo menos las cantidades indicadas en el Cuadro 3. Los valores de la atenuación obtenidos de esta manera para las componentes espectrales en la banda  $f_{ix} \pm 7,5$  kHz se utilizan para calcular los niveles de potencia. De conformidad con el Cuadro 3, la potencia de cada una de las componentes no podrá ser superior a 50 mW.

**6.7** Las mediciones del espectro OoB de los transmisores que funcionan en un régimen H3EJN se efectúan utilizando el montaje representado en la Fig. 1.

El nivel de la portadora del transmisor se ajusta de manera que la potencia a la salida corresponda a la especificada en la ecuación (5). Por lo tanto, se utiliza un generador de ondas kilométricas para aplicar una señal al transmisor a una frecuencia de 2 000 Hz y un nivel de señal tal que la potencia del transmisor a la salida corresponda a lo especificado en la ecuación (6).

A continuación se realizan las lecturas de los niveles de conformidad con lo indicado en los § 6.4 a 6.6.

**6.8** Las mediciones del espectro OoB de los transmisores que funcionan en un régimen H2BBN se efectúan con el transmisor en modo «manipulador pulsado», de acuerdo con el procedimiento que se describe en el § 6.7.

**6.9** Las mediciones del espectro fuera de banda de los transmisores que funcionan en un régimen R3EJN se efectúan con el transmisor preparado para el régimen J3EJN o H3EJN. Las mediciones se llevan a cabo mediante los procedimientos descritos en los § 6.2-6.4 ó 6.7 respectivamente.

## **7 Método de medición de las anchuras de banda del espectro OoB de los transmisores a bordo de aeronaves del servicio móvil aeronáutico**

**7.1** Los niveles de las componentes de la densidad espectral de potencia del espectro OoB proporcionados a la antena o a la antena ficticia, con el transmisor modulado por una señal de prueba de ruido para obtener una determinada potencia de cresta nominal, no deben superar los límites indicados en el Cuadro 2.

**7.2** La medición de las anchuras de banda del espectro OoB de los transmisores se efectúa sólo en la clase de emisión J3EJN, utilizando el sistema de la Fig. 1.

**7.3** Los generadores de señales de ondas kilométricas 3a y 3b se utilizan para aplicar a la entrada del transmisor dos señales sinusoidales de 1 100 Hz y 1 500 Hz, respectivamente. Ambas señales tienen el mismo nivel,  $U_s$ , que se ajusta para entregar una potencia de cresta nominal a la antena ficticia 9.

Si se utiliza el analizador de espectro 12, los niveles de ondas kilométricas de las dos componentes de modulación se ajustan con precisión de manera que las componentes queden iguales, y la entrada o los atenuadores en la etapa de FI del analizador de espectro o del atenuador externo 11 se ajustan de manera que ese nivel sea de -6 dB. En esta configuración, el nivel 0 dB corresponde a la potencia de cresta de la emisión para un transmisor funcionando con clase de emisión J3EJN.

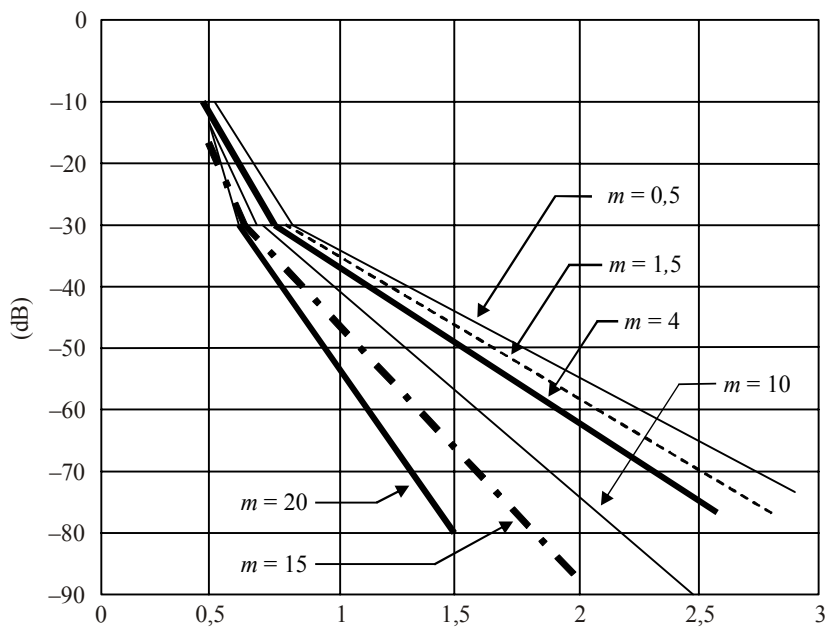
**7.4** A continuación, se desconectan los generadores de ondas kilométricas 3a y 3b y se conecta el generador de ruido 2 al transmisor a través del filtro de conformación de la señal telefónica 5. La señal del generador de ruido 2 se ajusta para obtener  $0,47 U_s$  en el voltímetro de valores eficaces verdaderos 6. Se mide la anchura de banda ocupada a -30 dB y las anchuras de banda del espectro OoB a los niveles -38 y -43 dB, con respecto al nivel cero establecido en el § 7.3. Las anchuras de banda no deben superar los límites que figuran en el Cuadro 2.

## Anexo 1

**Conversión de los datos del espectro fuera de banda del transmisor expresados en función del desplazamiento con respecto al centro de la anchura de banda necesaria**

FIGURA 6

**Ilustración gráfica de la relación entre la envolvente de las frecuencias OoB y el índice de modulación para las clases de emisión F1B, F1D, F1W, F7B, F7D y F7W**



Desplazamiento normalizado con respecto al centro de la anchura de banda necesaria

2048-06

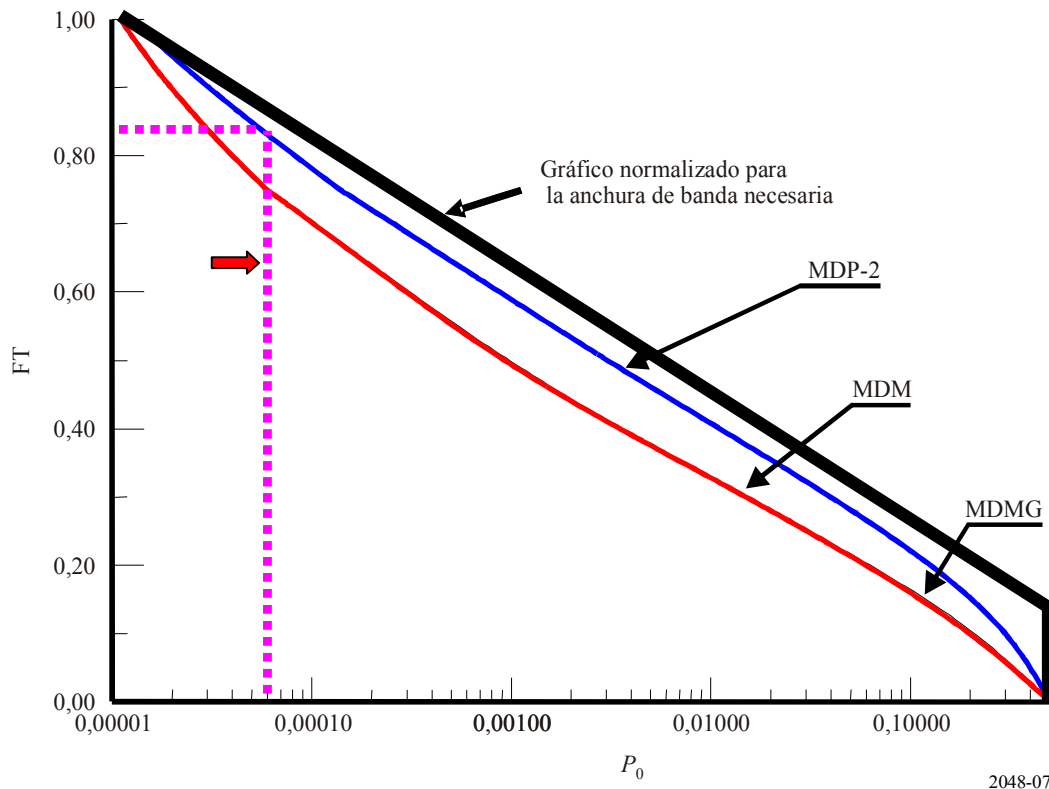
*Ejemplo:* Para las clases de emisiones F7D, suponiendo que  $m = 0,5$  y  $D = 5$  kHz, se obtiene en el gráfico  $B_c(B_{-30}) \approx 47$  kHz, lo que corresponde a un desplazamiento de 0,7 con el método de cálculo de la máscara.

## Anexo 2

### Ajuste de la anchura de banda necesaria para un coeficiente de error reducido del canal de comunicación

FIGURA 7

Relación, según el criterio de Nyquist, entre la anchura de banda necesaria, FT, y la suficiente fiabilidad de la información digital recibida,  $P_0$ , independientemente de la codificación de la información y de la redundancia de código



*Ejemplo:* Para un sistema de MDP-2, la corrección de errores reduce los requisitos de fiabilidad de la información para el canal a  $5 \times 10^{-4}$ . En ese caso, los requisitos de anchura de banda necesarios calculados según el Cuadro 1 se pueden reducir al 82%.

**1** En el caso de bandas de frecuencias particularmente propensas a las interferencias fuertemente congestionadas, y para sistemas de radiocomunicaciones o con requisitos muy exigentes en lo que se refiere a fiabilidad de la información, la anchura de banda necesaria se deberá calcular teniendo en cuenta la calidad de la transferencia del mensaje.

**2** Para los sistemas de comunicación digital, la calidad de la transferencia se caracteriza por la probabilidad  $P_{err}$  y corresponde a la proporción de bits erróneos. Si se conoce la probabilidad de error que quiere obtenerse, es posible determinar la anchura de banda necesaria para la señal deseada que proporcione la fiabilidad necesaria a la transferencia de la información, es decir, la anchura de banda necesaria para lograr esa probabilidad en todo sistema de radiocomunicaciones. Los valores así obtenidos pueden diferir significativamente del valor de la anchura de banda necesaria calculado en base a los parámetros de modulación y, por consiguiente, de la anchura de banda ocupada a  $-30$  dB al nivel  $-30$  dB.

### Anexo 3

## Requisitos generales del equipo de medición

#### *Analizadores de espectro*

**1** La gama de frecuencias del analizador de espectro utilizado debe cubrir el espectro de funcionamiento del transmisor que se está probando.

Para medir las diferentes porciones del espectro de funcionamiento se pueden utilizar diversos tipos de analizador de espectro.

**2** El analizador de espectro debe poder abarcar toda la envolvente del espectro de la señal, en la banda de frecuencias correspondiente al nivel de medición más bajo.

NOTA 1 – Si no se dispone de un analizador de espectro con la gama necesaria, la envolvente del espectro se puede determinar por segmentos.

**3** Al nivel  $-3$  dB, el analizador de espectro debe tener una banda de paso de:

- un tercio de la frecuencia de modulación, si se utilizan señales de prueba periódica;
- $0,1/\tau$  para emisiones en forma de impulsos;
- $0,05B_c$  si se utilizan señales de ruido de prueba.

En ese caso, el analizador de espectro debe tener una etapa de promediación después de la detección cuya constante de tiempo es  $\tau' \geq 16/\Delta f$ .

**4** La gama dinámica del analizador de espectro debe permitir una precisión de la medición de  $\pm 2$  dB al nivel de medición más bajo, es decir,  $-60$  dB.

**5** La respuesta en frecuencia del analizador de espectro en la banda de frecuencias considerada debe ser plana con una máxima variación de 3 dB.

**6** La máxima incertidumbre total para la medición del nivel debe ser del 10%.

#### *Generadores de ruido*

**7** La densidad espectral de potencia de ruido en la banda de frecuencias medida debe ser plana con una máxima variación de 2 dB.

**8** El nivel de potencia de ruido a la salida del generador debe ser la adecuada para obtener una modulación normal. Si la salida del generador es demasiado débil, se puede utilizar conjuntamente con un amplificador. En ese caso, la función de respuesta en frecuencia del amplificador debe ser plana con una máxima variación de 1 dB (en la banda comprendida entre  $0,9F_{lc}$  y  $1,2F_{uc}$ , donde  $F_{lc}$  y  $F_{uc}$  son las frecuencias más baja y más alta de la señal moduladora, respectivamente).

El coeficiente de distorsión no lineal del amplificador no debe superar el 3% (aplicando sucesivamente a la entrada del amplificador señales sinusoidales de 300 Hz, 600 Hz y 1 000 Hz).

**9** La máxima incertidumbre para los valores de salida debe ser del 6%.

*Fuentes de señales telegráficas*

**10** El máximo contenido de puntos telegráficos es del 3%. El máximo tiempo relativo de subida del impulso es del 2%. Se debe soportar una velocidad de modulación normalizada (comprendida entre 47 y 2 400 baudios) para una máxima tasa de error relativo de  $10^{-5}$ . La fuente de señal debe tener dos canales que proporcionan el nivel de tensión de señal de salida necesario para el funcionamiento normal del trasmisor.

*Filtros de conformación*

**11** En el § 5.2 de la Recomendación UIT-R SM.328 figuran un diagrama eléctrico y un gráfico que describen la respuesta en frecuencia de un filtro de conformación utilizado para generar señales telefónicas a partir de ruido blanco.

**12** En el § 6.2 de la Recomendación UIT-R SM.328 figuran un diagrama eléctrico y un gráfico que describen la respuesta en frecuencia de un filtro de conformación utilizado para generar señales de radiodifusión a partir de ruido blanco.

**13** Las funciones en respuesta en frecuencia de los filtros reales pueden, para ciertas porciones de la gama, desviarse hasta 2 dB de las curvas que figuran en los § 5.2 y 6.2 de la Recomendación UIT-R SM.328.

**14** Los filtros de conformación utilizados se deben calibrar oficialmente.

*Atenuadores*

**15** Los atenuadores son necesarios para proporcionar  $a$  dB de atenuación en todo el espectro observado. El valor de  $a$  debe ser:  $P_0 - P_{LL} - |X| \geq a \geq P_0 - P_{UL}$ , y la potencia de disipación admitida  $P_{aTT}$  debe ser  $P_{aTT} \geq P_0$ , donde  $P_0$  es la potencia media (dB/ $\mu$ W) a la entrada del atenuador, y  $P_{UL}$  y  $P_{LL}$  son, respectivamente, los límites superior e inferior (dB/ $\mu$ W) para las mediciones de potencia media con el instrumento.

**16** La relación de onda estacionaria (SWR, *standing wave ratio*) a la entrada del atenuador (salida) no debe ser superior a 1,4.

**17** La máxima incertidumbre para los niveles del atenuador debe ser de 1 dB.

**18** La relación de onda estacionaria para la tensión para cualquier elemento auxiliar individual dentro de la etapa de ondas decamétricas no debe ser superior a 1,5.

*Otros instrumentos*

**19** Para la banda de frecuencias y el tipo de potencia dados, los instrumentos de medición de la potencia deben tener una precisión de  $\pm 5\%$  o superior.

**20** Los frecuencímetros digitales deben permitir realizar lecturas de la frecuencia con una máxima incertidumbre de  $10^{-9}$  (por lo menos un orden de magnitud superior al de la tolerancia en frecuencia del sistema radioeléctrico sometido a prueba).

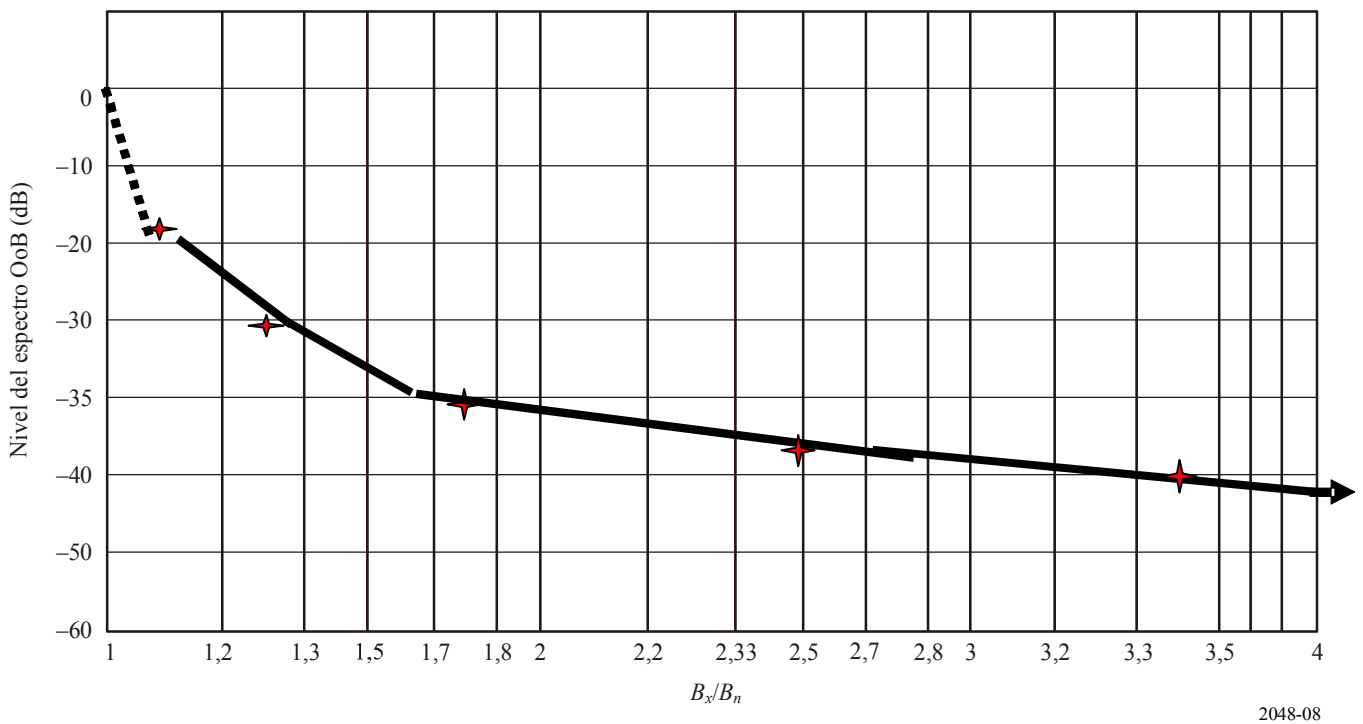
## Anexo 4

### Ejemplo de límites de emisión fuera de banda establecidos para la comprobación de emisiones

En la Fig. 8, las estrellas indican los puntos correspondientes a datos obtenidos mediante medición:  $B_{-26} = 1,15B_n$ ;  $B_{-38} = 1,4B_n$ ;  $B_{-43} = 1,94B_n$ ;  $B_{-50} = 2,75B_n$ ;  $B_{-55} = 3,6B_n$ . La línea gruesa indica los límites establecidos anteriormente (Cuadro 1, Telefonía, banda lateral única, portadora suprimida, transmisores del servicio fijo).

FIGURA 8

Comparación de mediciones OoB con límites especificados para la clase de emisión J3EJN  
(transmisor del servicio fijo)



*Observaciones:* La comparación de las mediciones obtenidas con los límites aplicables muestra que la anchura de banda del transmisor a -30 dB y las anchuras de banda, de su espectro OoB, cumplen con los requisitos.



## Anexo 5

## Símbolos y abreviaturas

## 1 Parámetros y variables

$B$	Velocidad de modulación (Bd)
$B_{ch}$	Velocidad global de canal (Bd)
$B_n$	Anchura de banda necesaria (Hz <sup>(2)</sup> )
$B_c$	Anchura de banda ocupada a -30 dB (Hz)
$B_s$	Máxima desviación de la frecuencia portadora (Hz)
$BT$	Anchura de banda de filtro normalizada, expresada como el producto de la anchura de banda a -3 dB por el tiempo necesario para transmitir un elemento codificado (subimpulso)
$D$	Desviación de frecuencia de cresta (la mitad de la diferencia entre los valores máximo y mínimo de la frecuencia instantánea) (Hz)
$D_{MAX.TV}$	Desviación de frecuencia de cresta creada por la señal de vídeo (Hz)
$F_0$	Frecuencia de portadora nominal (Hz)
$F_U$	Máxima frecuencia de modulación, máxima frecuencia vocal (Hz)
$F_{uc}$	Frecuencia superior de canal
$F_{lc}$	Frecuencia inferior de canal
$F_{um}$	Frecuencia media superior
$F_L$	Mínima frecuencia vocal, mínima frecuencia de modulación (Hz)
$F_{máx}$	Máxima frecuencia de señal sinusoidal que modula la cresta de impulso en la clase de emisión K1D (Hz)
$F_{sc}$	Frecuencia de la subportadora (Hz)
$F_{PS}$	Frecuencia de la señal piloto (Hz)
$f_{tx}$	Frecuencia de transmisor asignada
$f_r$	Frecuencia de señal piloto de continuidad
$\varphi$	Función de filtro gaussiano
$K$	Coefficiente de trabajo utilizado para los cálculos en el Cuadro 1
$K_G, K_\alpha, K_\beta$	En los sistemas de comunicación digitales, son coeficientes determinados por los filtros y los métodos de filtrado utilizados. De manera general, $\alpha$ es para un filtro de raíz de coseno y $\beta$ es un filtro de coseno alzado
$K_d$	Coefficiente igual a la inestabilidad relativa de la frecuencia de portadora
$K_{desvanecimiento}$	Coefficiente que caracteriza el efecto de desvanecimiento en la línea de transmisión
$K_f$	Parámetros de cambio de fase
$K_s$	Coefficiente para la medición de los valores eficaces de la tensión

---

(2) Cuando las unidades son hertzios, también se pueden utilizar kHz, MHz y GHz.

$K_R$	Coefficiente para redundancia de codificación, con corrección de errores igual a la relación entre el número de elementos de código a la salida del codificador y el número de esos elementos a la entrada ( $K_R > 1$ ). Si la redundancia $\psi$ se especifica en el %, el coeficiente está dado por: $K_R = 1 + \psi/100$
$\Delta\phi$	Desplazamiento de fase (en grados)
$m$	Índice de modulación de frecuencia
$m_p$	Índice de modulación de frecuencia que tiene en cuenta las características de un sistema dado, incluido el factor de cresta
$N_c$	Número de canales
$N_f$	Número de frecuencias de la subportadora
$N_p$	Número de bandas de frecuencias independientes
$\Delta f$	Anchura de la banda de paso estática de la etapa de frecuencia intermedia del analizador al nivel $-3$ dB (Hz)
$\Delta F$	Separación de las subportadoras (Hz)
$\Delta F_G$	Banda de paso del filtro gaussiano
$\Delta F_{ch}$	Valor eficaz de la desviación de frecuencia creada por el nivel medido de un canal (MHz)
$T$	Tiempo de barrido (duración del barrido hacia adelante) (s)
$\tau_d$	Longitud de la muestra
$\tau_r$	Longitud del flanco anterior del impulso ( $\mu$ s)
$\tau_f$	Longitud del flanco posterior del impulso ( $\mu$ s)
$\tau$	Longitud del impulso (s o $\mu$ s)
$\tau'$	Constante de tiempo del filtro de vídeo (s) coeficiente que caracteriza la asimetría de la forma del impulso: $\delta = 2 \tau_r \tau_f / (\tau_f + \tau_r)$
$\delta_d$	Coefficiente que caracteriza la forma asimétrica de la muestra: $\delta_d = (2 \delta_{dr} \delta_{df}) / (\delta_{df} + \delta_{dr})$
$\Theta (\alpha)$	Tiempo relativo de estabilización de la señal (impulso), coeficiente de redondeo del impulso
$P$	Potencia emitida (dBW)
$P_{carga}$	Potencia media del mensaje multicanal (dBW)
$P_{media}$	Potencia media de un canal de frecuencia vocal (dBW)
$P_0$	Fiabilidad de la información
$R$	Velocidad de transmisión de los datos digitales (bit/s, kbit/s, Mbit/s o Gbit/s)
$Q$	Pendiente de la envolvente espectral en el dominio OoB (dB/octava)
$S$	Número de estados en la modulación por desplazamiento de fase; si se utiliza el parámetro $\oplus N$ -ario, la conversión empleada es $S = \oplus^2$ . (NOTA – La modulación por desplazamiento de fase multiposición, frecuentemente se especifica en la forma $M$ -aria.)
$U_N$	Tensión de la señal de ruido
$U_{sin}$	Valor eficaz de la tensión de la señal
$Z$	Máximo número de elementos de código negros y blancos por segundo.

NOTA 1 – En esta lista, los parámetros cuyas unidades son «Hz» también se pueden expresar en kHz, MHz y GHz.

## 2 Lista de abreviaturas que designan diferentes tipos de modulación, utilizadas en el presente Informe

Abreviatura	Tipo de modulación de señal
AMDC	Acceso múltiple por división de código
AMDF	Acceso múltiple por división en frecuencia
AMDT	Acceso múltiple por división en el tiempo
BCFSK	Modulación por desplazamiento de frecuencia de código binario
BCM	Modulación de código de bloque
BDM	Modulación delta binaria
BDPSK	Modulación por desplazamiento de fase diferencial binaria
BFSK	Modulación por desplazamiento de fase de frecuencia binaria
BFSK	Modulación por desplazamiento de fase de frecuencia binaria, modulación por desplazamiento de fase de frecuencia binaria doble
CPFSK (4CPFSK)	Modulación por desplazamiento de fase de frecuencia controlada
CPM	Modulación de fase continua
FFSK	Modulación por desplazamiento de frecuencia filtrada
FM	Modulación de frecuencia
GFPM	Modulación de posición de frecuencia mediante puerta
LFM	Frecuencia lineal o modulación de frecuencia espaciada
MAQ	Modulación por amplitud en cuadratura
MAQ <i>M</i> -arí	Modulación por amplitud en cuadratura <i>M</i> -arí
MD4-4 $\pi/4$	Modulación por desplazamiento de fase en cuaternaria $\pi/4$
MDF	Modulación por desplazamiento de frecuencia
MDF-MF	Multiplexión por división de frecuencia y modulación de frecuencia
MDM	Modulación por desplazamiento mínimo
MDMF	Modulación por desplazamiento mínima filtrada
MDMG	Modulación por desplazamiento mínimo con filtrado gaussiano
MDP-4 $\pi/4$	Modulación por desplazamiento de fase en cuaternaria diferencial $\pi/4$ diferencial
MDP	Modulación por desplazamiento de fase
MDPA, 32 MDPA	Modulación por desplazamiento de fase y de amplitud
MFSK	Modulación por desplazamiento de frecuencia múltiple o multiniveles
MIA	Modulación de impulsos en amplitud
MIC	Modulación por impulsos codificados
MLCM	Modulación codificada multinivel

<b>Abreviatura</b>	<b>Tipo de modulación de señal</b>
MNI	Modulación por número de impulsos
MPD-4	Modulación por desplazamiento de fase en cuaternaria
MPSK/MDP- $n$	Modulación por desplazamiento de fase múltiple de $n$ estados o $n$ aria
MSK $\equiv$ FFSK	Modulación por desplazamiento mínimo no filtrada o modulación por desplazamiento de frecuencia rápida
NBPM	Modulación de fase de banda estrecha
PACM	Portadora con modulación de amplitud
PDM	Modulación de impulsos en duración
PFM	Modulación de impulsos en tiempo
MP	Modulación de fase
PPM/MIP	Modulación de impulsos en posición
QPR, QPR-AZD	Respuesta parcial de cuadratura, respuesta parcial por cuadratura con detección de zona de ambigüedad
RPSK	Modulación por desplazamiento de fase relativa
SFM	Frecuencia de barrido o modulación de frecuencia espacial
TCM	Modulación con código reticular
TFM	Modulación de frecuencia moderada
WBFM/MFBA	Modulación de frecuencia de banda ancha

---