

# norma española

UNE-EN 61260

Octubre 1997

## TÍTULO

Electroacústica

Filtros de bandas de octava y de bandas de una fracción de octava

*Electroacoustics. Octave-band and fractional-octave-band filters.*

*Electroacoustique. Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave.*

## CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61260 de octubre 1995, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 1260:1995.

## OBSERVACIONES

## ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 209 *Equipos Electrónicos* cuya Secretaría desempeña ANIEL.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 35784:1997

© AENOR 1997  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Teléfono (91) 432 60 00  
Fax (91) 310 40 32

28 Páginas

**Grupo 18**

ICS 17.140.50

Descriptores: Electroacústica, filtro pasabanda, filtro acústico, definición, evaluación, característica de funcionamiento, atenuación, respuesta de frecuencia, ensayo, especificación, marcado.

Versión en español

**Electroacústica**  
**Filtros de bandas de octava y de bandas de una fracción de octava**  
**(CEI 1260:1995)**

Electroacoustics. Octave-band and  
fractional-octave-band filters.  
(IEC 1260:1995)

Electroacoustique. Filtres de bande d'octave  
et de bande d'une fraction d'octave.  
(CEI 1260:1995)

Elektroakustik. Bandfilter für  
Oktaven und Bruchteile von Oktaven.  
(IEC 1260:1995)

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CENELEC el 1995-09-20. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la Norma Europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta Norma Europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

CENELEC  
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

## ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES .....	5
DECLARACIÓN .....	5
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	6
2 NORMAS PARA CONSULTA .....	6
3 DEFINICIONES .....	6
4 REQUISITOS .....	10
5 MÉTODOS DE ENSAYO .....	16
6 MARCADO DE LOS INSTRUMENTOS .....	21
7 MANUAL DE INSTRUCCIONES .....	21
TABLAS	
1 Límites de la atenuación relativa para filtros de bandas de octava .....	12
A.1 Frecuencias centrales para los filtros de bandas de octava y de bandas de un tercio de octava en el margen audible .....	24
B.1 Límites de la atenuación relativa para filtros de bandas de un tercio de octava .....	26
Figura 1 Ilustración de los límites mínimos y máximos de la atenuación relativa para los filtros de bandas de octava de clase 1 .....	13
ANEXOS	
A FRECUENCIAS CENTRALES DE LAS BANDAS .....	23
B FRECUENCIAS NORMALIZADAS PARA LOS PUNTOS DE TRANSICIÓN DE LOS LÍMITES DE ATENUACIÓN RELATIVA MÍNIMA Y MÁXIMA DE LOS FILTROS DE BANDAS DE UN TERCIO DE OCTAVA .....	25
C RECOMENDACIONES PARA LA VERIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE FILTROS PASA BANDA .....	27
ZA RELACIÓN DE LAS NORMAS INTERNACIONALES CON LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES .....	28

## ANTECEDENTES

El texto del documento 29/292/DIS, futura 1ª edición de la Norma CEI 1260, preparada por CEI TC 29 *Electroacústica*, fue sometido al voto paralelo CEI/CENELEC y fue aprobado por CENELEC como Norma EN 61260 en 1995-09-20.

Se fijaron las siguientes fechas:

- Fecha límite de adopción de la EN a nivel nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación (dop) 1996-07-01
- Fecha límite de retirada de normas nacionales divergentes con la EN (dow) 1996-07-01

Los anexos denominados "normativos" forman parte del cuerpo de la norma.

Los anexos denominados "informativos" se adjuntan como información.

En esta norma, el anexo ZA es normativo y los anexos A, B y C son informativos.

El anexo ZA ha sido incluido por CENELEC.

## DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 1260:1995 fue aprobado por CENELEC como Norma Europea sin modificaciones.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta Norma Internacional describe los requisitos de funcionamiento y los métodos para el ensayo de filtros pasa banda analógicos y digitales, incluso conjuntos de filtros o analizadores de espectro. La amplitud de la banda pasante de la característica de atenuación relativa de un filtro, es un porcentaje constante de la frecuencia central para todos los filtros de un ancho de banda determinado. Un instrumento que cumpla con los requisitos de esta Norma Internacional puede contener cualquier número de filtros pasa banda, que cubra cualquier margen de frecuencias deseado.

1.2 Se dan los requisitos para tres clases de filtros denominados clase 0, clase 1 y clase 2. Las tolerancias autorizadas aumentan según el número de la clase.

1.3 Los filtros pasa banda, de acuerdo con los requisitos de esta norma, podrán formar parte de los diferentes sistemas de medida o podrán ser un componente integrante de un determinado instrumento y deberán funcionar en tiempo real. El cumplimiento de los requisitos se aplicará a cualquier tipo de método utilizado por el fabricante para la realización de los filtros.

1.4 Los instrumentos que cumplan con los requisitos de esta norma deberán facilitar una información espectral filtrada por bandas de frecuencia para una amplia variedad de señales, como por ejemplo señales variables en el tiempo, intermitentes o constantes; señales de banda ancha o de frecuencia discreta; y señales de corta o larga duración. Para las aplicaciones que comprendan señales transitorias, las diferentes aplicaciones de filtros, siguiendo los requisitos de esta norma, podrán dar resultados diferentes.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

La(s) norma(s) que a continuación se relaciona(n) contiene(n) disposiciones válidas para esta Norma Internacional. En el momento de la publicación la(s) edición(es) indicada(s) estaba(n) en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta Norma Internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de la(s) norma(s) indicada(s) a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las Normas Internacionales en vigor en cada momento.

CEI 50(801):1994 – *Vocabulario Electrotécnico. Capítulo 801: Acústica y electroacústica.*

CEI 651:1979 – *Sonómetros. Modificación 1:1993.*

CEI 801-2:1991 – *Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.*

CEI 801-3:1984 – *Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 3: Requisitos relativos a los campos electromagnéticos radiados.*

CEI 804:1985 – *Sonómetros integradores-promediadores. Modificación 1:1989. Modificación 2:1993.*

ISO 266:1975 – *Acústica. Frecuencias preferentes para las medidas.*

OIML:1978 – *Vocabulario de metrología legal. Términos básicos.*

## 3 DEFINICIONES

Para los objetivos de esta Norma Internacional, son aplicables las siguientes definiciones.

NOTA – Para la definición de términos adicionales de esta norma, se recomienda remitirse a la Norma CEI 50(801) y al vocabulario de metrología legal del OIML.

**3.1 filtro pasa banda:** Filtro cuya única banda de transmisión (o banda pasante con una ligera atenuación relativa) se extiende desde una frecuencia lateral inferior mayor que cero a una frecuencia lateral superior finita.

**3.2 cociente de octava:** Cociente de frecuencia nominal 2:1; símbolo general  $G$ .

NOTAS

1 Esta norma permite dos opciones denominadas base diez y base dos para determinar un cociente de frecuencias de una banda de octava o de una banda de fracción de octava.

2 Para sistemas en base diez

$$G_{10} = 10^{1/10} \quad (1)$$

3 Para sistemas en base dos

$$G_2 = 2 \quad (2)$$

4 Es preferible el sistema en base 10.

**3.3 Indicador de ancho de banda:** Inverso de un número entero positivo, incluido el 1, para designar la fracción de una banda de octava; se simboliza como  $1/b$ .

**3.4 frecuencia de referencia:** Frecuencia de 1 000 Hz exactamente; simbolizada como  $f_r$ .

**3.5 frecuencia central exacta de la banda:** En hercios, frecuencia que tiene una relación específica con respecto a la frecuencia de referencia, de forma que el cociente de las frecuencias centrales exactas de las bandas de cualquiera de los dos filtros pasa banda que sean contiguos sea el mismo para todos los filtros, de entre un conjunto de filtros con un ancho de banda determinado; simbolizada con  $f_m$ . Cuando el denominador de un indicador de ancho de banda sea un número impar, las frecuencias centrales exactas de las bandas de cualquier filtro de un conjunto de filtros se determinarán a partir de:

$$f_m = (G^{x/b}) (f_r) \quad (3)$$

y cuando el denominador de un indicador de ancho de banda sea un número par, las frecuencias centrales exactas de las bandas de cualquier filtro de un conjunto de filtros se determinarán a partir de:

$$f_m = (G^{(2x+1)/(2b)}) (f_r) \quad (4)$$

donde  $x$  es cualquier número entero, positivo, negativo o cero.

NOTAS

1 Las frecuencias centrales exactas de las bandas determinadas a partir de las ecuaciones (3) o (4) permiten combinar la salida de los filtros de banda estrecha de una fracción de octava para obtener el nivel de salida de un filtro con un ancho de banda más amplio que tenga la frecuencia central exacta de la banda y las frecuencias laterales correspondientes.

2 En un sistema en base diez, las frecuencias centrales exactas de las bandas incluidas en cualquier margen de frecuencias 10:1 son las mismas que en cualquier otro margen de frecuencias 10:1, excepto para la posición del signo decimal. En el sistema en base dos, las frecuencias centrales exactas de las bandas son únicas y no se repiten.

3 Como ejemplo, en el caso de filtros de banda de un tercio de octava, la frecuencia central exacta de la banda para la banda con una frecuencia nominal central de 5 000 Hz será igual a 5 011,872 Hz con tres decimales en el sistema en base diez y 5 039,684 en el sistema en base dos, con una diferencia aproximada del 0,6%. A una frecuencia nominal central de la banda de 50 000 Hz, la frecuencia central exacta de la banda será de 50 118,723 Hz en el sistema en base diez y de 50 796,834 Hz en el sistema en base dos, con una diferencia aproximada del 1,4%.

4 Cuando el denominador del indicador del ancho de banda sea un número impar, uno de los filtros de un conjunto de filtros completo podrá tener una frecuencia central de 1 000 Hz. Cuando el denominador del indicador del ancho de banda sea un número par, la frecuencia lateral de un par de filtros adyacentes de un conjunto de filtros completo podrá ser de 1 000 Hz y, por ello, ninguno de los filtros tendrá una frecuencia central de 1 000 Hz.

5 Las frecuencias centrales exactas de las bandas en el caso de filtros de bandas de octava o de un tercio de octava se incluyen en la tabla A.1 para el margen habitual de frecuencias audibles.

**3.6 frecuencias centrales nominales de las bandas:** En hercios, frecuencias centrales redondeadas de las bandas para designar los filtros pasa banda.

**3.7 frecuencias laterales:** En hercios, frecuencias de los límites inferior y superior de la banda pasante de un filtro pasa banda, de manera que la frecuencia central exacta de la banda sea la media geométrica de las frecuencias laterales inferior y superior; se simbolizan por  $f_1$  y  $f_2$  respectivamente. Las frecuencias laterales se determinan a partir de:

$$f_1 = (G^{-1/(2b)}) (f_m) \quad (5)$$

y

$$f_2 = (G^{+1/(2b)}) (f_m) \quad (6)$$

donde

$G$  representa un cociente de frecuencia de octava calculado según la ecuación (1) para los sistemas de base diez y según la ecuación (2) para los sistemas de base dos;

$f_m$  es una frecuencia central exacta de la banda determinada a partir de la ecuación (3) o (4).

**3.8 frecuencia normalizada:** Para un filtro pasa banda, cociente entre la frecuencia y la frecuencia central exacta de la banda; se simboliza como  $f/f_m$ .

**3.9 ancho de banda de un filtro:** En hercios, para un filtro determinado, frecuencia lateral superior  $f_2$  menos la frecuencia lateral inferior correspondiente  $f_1$ , calculada a partir de las ecuaciones (5) y (6).

**3.10 filtro de banda de octava:** Filtro pasa banda en donde el cociente nominal entre la frecuencia lateral superior y la frecuencia lateral inferior es igual a dos.

**3.11 filtro de banda de una fracción de octava:** Filtro pasa banda en donde el cociente entre la frecuencia lateral superior  $f_2$  y la frecuencia lateral inferior  $f_1$  es igual al cociente de octava elevado a una potencia igual al indicador del ancho de banda que se aplica.

NOTA - Simbólicamente, el cociente de frecuencia lateral es  $f_2/f_1 = G^{1/b}$ .

**3.12 atenuación del filtro:** En decibelios, para un filtro pasa banda, y a cualquier frecuencia, es el nivel de la señal eficaz de entrada respecto al tiempo, menos el nivel indicado de la señal eficaz de salida respecto al tiempo, siendo ambos niveles de señal relativos a la misma cantidad de referencia; se simboliza como  $A$ .

NOTA - Simbólicamente, el nivel de la señal de entrada eficaz respecto al tiempo  $L_m$ , en decibelios, está representado por:

$$L_m = 10 \lg \left( \left[ (1/T) \int_0^T V_m^2(t) dt \right] / V_0^2 \right) \text{ dB} \quad (7)$$

donde

$V_m(t)$  es el valor instantáneo de la señal de entrada en función del tiempo  $t$ ;

$T$  es el período de integración;

$V_0$  es un valor de referencia adecuado, como por ejemplo 20  $\mu\text{V}$ .

Para el nivel de la señal eficaz de salida respecto al tiempo, se aplica una expresión similar.

**3.13 atenuación de referencia:** En decibelios, para todos los filtros pasa banda de un instrumento, valor nominal de la atenuación de la banda pasante de un filtro, tal y como aparece especificado por el fabricante para determinar la atenuación relativa; se simboliza como  $A_{ref}$ .

**3.14 atenuación relativa:** En decibelios, para un filtro pasa banda, y a cualquier frecuencia, la atenuación del filtro menos la atenuación de referencia; se simboliza como  $\Delta A$ .

NOTA - Para cualquier frecuencia normalizada  $ff_m$ , la atenuación relativa  $\Delta A (ff_m)$ , en decibelios, se determinará a partir de:

$$\Delta A (ff_m) = A (ff_m) - A_{ref} \quad (8)$$

donde

$A (ff_m)$  es la atenuación del filtro a la frecuencia normalizada  $ff_m$ ;

$A_{ref}$  es la atenuación de referencia.

Las frecuencias centrales exactas  $f_m$  se calculan a partir de la ecuación (3) o (4).

**3.15 ancho de banda efectivo normalizado:** Para señales eléctricas sinusoidales de entrada de amplitud constante, es la integral sobre la frecuencia normalizada del cociente entre la señal eficaz respecto al tiempo indicada por el dispositivo de lectura a la salida de un conjunto de filtros y la señal de entrada eficaz respecto al tiempo; el cociente de la señal eficaz respecto al tiempo se normaliza multiplicándolo por una constante igual a  $10^{0.1 A_{ref}}$ , donde  $A_{ref}$  es la atenuación de referencia, en decibelios; se simboliza como  $B_e$ .

NOTA - La expresión analítica para el ancho de banda efectivo normalizado se incluye en el apartado 4.5.2.

**3.16 ancho de banda de referencia normalizado:** Para un filtro pasa banda, cociente entre el ancho de banda del filtro y la frecuencia central exacta de la banda; se simboliza como  $B_r$ .

NOTA - El ancho de banda de referencia normalizado  $B_r$  se determina a partir de:

$$\begin{aligned} B_r &= (f_2 - f_1) / f_m \\ &= [G^{+1/(2b)} - G^{-1/(2b)}] \end{aligned} \quad (9)$$

**3.17 respuesta integrada del filtro:** En decibelios, diez veces el logaritmo decimal del cociente entre el ancho de banda efectivo normalizado de un filtro y el ancho de banda de referencia normalizado; se simboliza como  $\Delta B$ .

NOTA - La expresión analítica para  $\Delta B$  se incluye en el apartado 4.5.1.

**3.18 margen del nivel de referencia:** En decibelios, uno de los márgenes de nivel disponibles especificados por el fabricante para los ensayos referentes a las características eléctricas.

**3.19 nivel de referencia de la señal de entrada:** En decibelios, nivel de la señal de entrada, especificada por el fabricante, en el margen de nivel de referencia.

**3.20 diferencia de nivel:** En decibelios, para un filtro pasa banda en cualquier margen de nivel, nivel de la señal de salida menos el nivel de la señal de entrada más la atenuación nominal del control de margen de nivel, en su caso.

**3.21 diferencia del nivel de referencia:** En decibelios, y tomando como base el margen de nivel de referencia, diferencia de nivel para una señal de entrada de frecuencia igual a la frecuencia central y de nivel igual al nivel de referencia de la señal de entrada.



**3.22 error de linealidad de nivel:** En decibelios, para cualquier margen de nivel, diferencia de nivel en la frecuencia central de la banda, menos la diferencia del nivel de referencia.

**3.23 margen de funcionamiento lineal:** En decibelios, para un ancho de banda de un filtro y un margen de nivel determinados, extensión de los niveles de las señales de entrada sinusoidales continuas para los que los errores de linealidad de nivel se mantienen dentro de las tolerancias especificadas, desde un límite inferior hasta un límite superior.

**3.24 control del margen de nivel:** Dispositivo para ajustar la sensibilidad de un instrumento en respuesta a los cambios de nivel de la señal de entrada para poder mantener el funcionamiento global del instrumento dentro del margen de funcionamiento lineal.

**3.25 margen de medida:** En decibelios, para cualquier frecuencia central nominal, el límite superior del nivel de la señal de entrada, para el margen de funcionamiento lineal del margen de nivel de menor sensibilidad, menos el límite inferior del nivel de la señal de entrada para el margen de funcionamiento lineal en el margen de nivel con mayor sensibilidad.

**3.26 filtro analógico:** Filtro que opera de forma continua sobre la señal de entrada para producir una señal filtrada de salida.

**3.27 filtro de datos de muestreo:** Proceso de cálculo que opera sobre las muestras de la señal de entrada para producir una señal filtrada de salida.

**3.28 filtro digital:** Variante del filtro de datos de muestreo que opera sobre muestras digitalizadas de los datos de entrada.

**3.29 funcionamiento en tiempo real:** Modo de funcionamiento o capacidad de un sistema de filtro de datos de muestreo para producir niveles de salida de la señal con filtros pasa banda y en los que, en promedio, el cálculo asociado a cada intervalo de muestreo concluye en un tiempo inferior o igual al intervalo de muestreo, de tal manera que todos los datos de entrada se calculan durante el intervalo de muestreo y todas las muestras de la señal de entrada contribuyen con un peso igual a los niveles de las señales de salida filtradas resultantes.

**3.30 componentes de frecuencia de "aliasing":** Componentes de frecuencia espúreos de la señal de salida de un filtro pasa banda de datos de muestreo que aparece cuando una señal de entrada variable en el tiempo, aunque continua, se muestrea a una velocidad muy lenta comparada con la componente de frecuencia más elevado de la señal de entrada.

**3.31 filtro "anti-aliasing":** filtro pasa bajo destinado a reducir a un nivel insignificante la contribución de las componentes de frecuencia de "aliasing" en la señal de salida.

## 4 REQUISITOS DE LAS CARACTERÍSTICAS

### 4.1 Generalidades

Las características de respuesta eléctrica especificadas en esta norma referentes a los filtros de banda de octava y de una fracción de octava, serán aplicables bajo las condiciones ambientales de referencia del apartado 4.13.

Se podrá utilizar cualquier diseño de filtros, con un cociente de frecuencias de octava en base diez o en base dos, siempre y cuando el instrumento cumpla con todos los requisitos pertinentes de esta norma.

## 4.2 Frecuencias centrales nominales

Los filtros de banda de octava o de una fracción de octava deberán identificarse, o etiquetarse, con las frecuencias centrales nominales, que representan los valores convenientemente redondeados de las frecuencias centrales exactas. El anexo A incluye las frecuencias centrales exactas y nominales para los filtros de banda de octava y de una fracción de octava. Se describe un procedimiento para determinar las frecuencias centrales nominales para los filtros de una fracción de banda de octava con los indicadores de ancho de banda comprendidos entre 1/4 y 1/24.

## 4.3 Atenuación de referencia

El fabricante deberá especificar la atenuación de referencia en la banda pasante. La atenuación de referencia deberá ser la misma para todos los filtros de un conjunto de filtros.

## 4.4 Atenuación relativa

4.4.1 Para los filtros de banda de octava de clase 0, 1, ó 2, la atenuación relativa de cualquier filtro deberá estar comprendida entre los límites de la tabla 1 para las atenuaciones relativas mínima y máxima para los valores especificados de la frecuencia normalizada de banda de octava,  $f/f_m = \Omega$ .

4.4.2 Para un filtro de banda de una fracción de octava con un indicador de ancho de banda  $1/b$ , la frecuencia normalizada de una fracción de octava de alta frecuencia  $\Omega_{h(1/b)}$ , correspondiente a un límite de atenuación relativa finito para la clase de precisión, se deberá calcular, para  $\Omega \geq 1$ , a partir de:

$$\Omega_{h(1/b)} = 1 + [(G^{1/(2b)} - 1) / (G^{1/2} - 1)] (\Omega - 1) \quad (10)$$

Para  $\Omega < 1$ , la frecuencia normalizada de una fracción de octava de baja frecuencia  $\Omega_{l(1/b)}$  deberá calcularse a partir de:

$$\Omega_{l(1/b)} = 1/\Omega_{h(1/b)} \quad (11)$$

para el mismo límite de la atenuación relativa.

NOTA - El anexo B incluye un ejemplo de cálculo de las frecuencias normalizadas en los puntos específicos para los límites de la atenuación relativa mínimo y máximo para los filtros de banda de un tercio de octava.

4.4.3 A las frecuencias normalizadas  $\Omega_2$  y  $\Omega_b$  incluidas en la tabla 1 para los filtros de banda de octava, o entre frecuencias normalizadas de una fracción de octava comparables, calculadas según la ecuación (10) u (11) para filtros de banda de una fracción de octava, el límite de la atenuación relativa  $\Delta A_x$  a frecuencia normalizada  $\Omega_x$ , deberá determinarse a partir de la relación de interpolación lineal:

$$\Delta A_x = \Delta A_2 + [\Delta A_b - \Delta A_2] [\lg(\Omega_x/\Omega_2)/\lg(\Omega_b/\Omega_2)] \quad (12)$$

donde

$\Delta A_2$  es un límite de atenuación relativa a la frecuencia normalizada  $\Omega_2$ ;

$\Delta A_b$  es un límite de atenuación relativa a la frecuencia normalizada  $\Omega_b$ .

Tabla 1  
Límites de la atenuación relativa para filtros de banda de octava

Frecuencia normalizada $f/f_m = \Omega$	Límites de atenuación mínimos y máximos dB		
	Clase del filtro		
	0	1	2
$G^0$	-0,15; +0,15	-0,3; +0,3	-0,5; +0,5
$G^{\pm 1/8}$	-0,15; +0,2	-0,3; +0,4	-0,5; +0,6
$G^{\pm 1/4}$	-0,15; +0,4	-0,3; +0,6	-0,5; +0,8
$G^{\pm 3/8}$	-0,15; +1,1	-0,3; +1,3	-0,5; +1,6
$< G^{+1/2}$	-0,15; +4,5	-0,3; +5,0	-0,5; +5,5
$> G^{-1/2}$			
$G^{\pm 1/2*}$	+2,3; +4,5	+2,0; +5,0	+1,6; +5,5
$G^{\pm 1}$	+18,0; + $\infty$	+17,5; + $\infty$	+16,5; + $\infty$
$G^{\pm 2}$	+42,5; + $\infty$	+42; + $\infty$	+41; + $\infty$
$G^{\pm 3}$	+62; + $\infty$	+61; + $\infty$	+55; + $\infty$
$\geq G^{+4}$	+75; + $\infty$	+70; + $\infty$	+60; + $\infty$
$\leq G^{-4}$	+75; + $\infty$	+70; + $\infty$	+60; + $\infty$

\* A frecuencias por debajo de la frecuencia lateral inferior y por encima de la frecuencia lateral superior, el límite de la atenuación relativa máxima será +  $\infty$ ; véase figura 1.

4.4.4 La figura 1 ilustra los límites de atenuación relativa mínimos y máximos para un filtro de banda de octava. La figura muestra asimismo los cambios discontinuos de la atenuación relativa mínima y máxima en las frecuencias laterales y la variación lineal de los límites de atenuación relativa entre las frecuencias de transición normalizadas de la tabla 1.

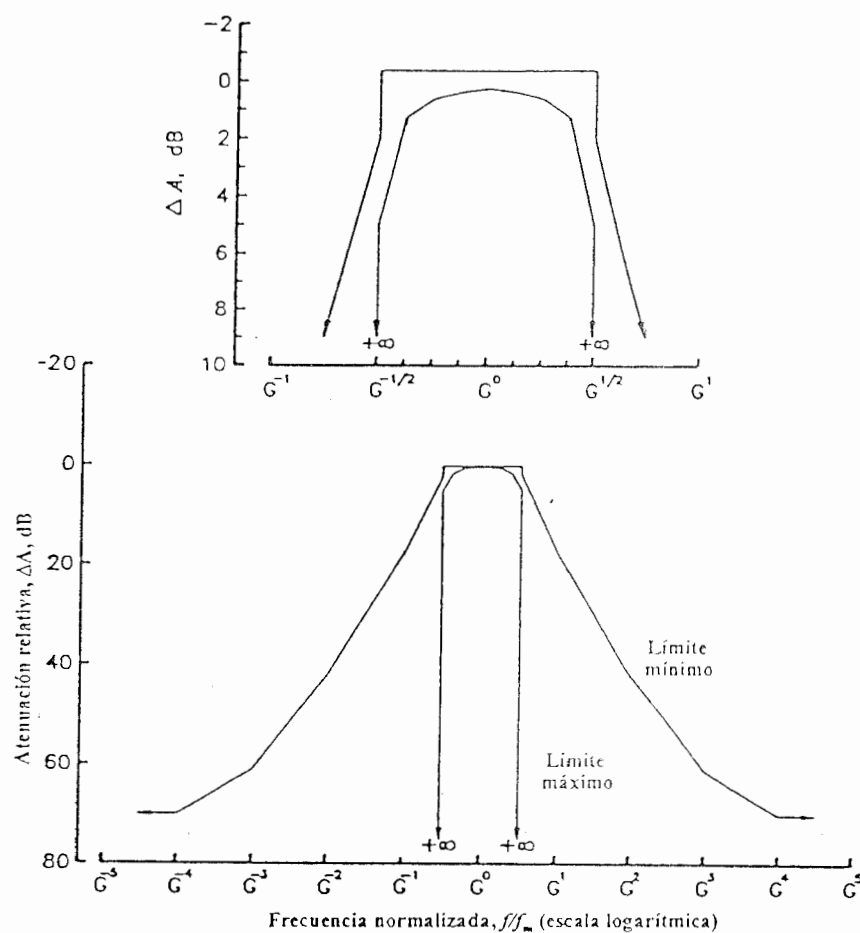


Fig. 1 – Ilustración de los límites mínimo y máximo de la atenuación relativa para los filtros de banda de octava de clase 1

#### 4.5 Respuesta integrada del filtro

4.5.1 Para un filtro pasa banda, la respuesta integrada del filtro  $\Delta B$ , en decibelios, deberá determinarse a partir de

$$\Delta B = 10 \lg (B_e/B_r) \quad (13)$$

donde

$B_e$  es el ancho de banda efectivo normalizado;

$B_r$  es el ancho de banda de referencia normalizado tomado de la ecuación (9) para la misma frecuencia central.

4.5.2 Para cualquier filtro de frecuencia central exacta  $f_m$ , el ancho de banda efectivo normalizado estará representado por:

$$B_e = \int_0^\infty 10^{-0,1 \Delta A(f/f_m)} d(f/f_m) \quad (14)$$

donde

$\Delta A(f/f_m)$  es la respuesta del filtro de atenuación relativa continua, en decibelios. En la práctica, la integral de la ecuación (14) se evalúa numéricamente; véase 5.4.

4.5.3 Para cada filtro pasa banda de un instrumento, la respuesta integrada del filtro no deberá exceder de  $\pm 0,15$  dB,  $\pm 0,3$  dB y  $\pm 0,5$  dB para los instrumentos de clase 0, 1 y 2 respectivamente.

#### 4.6 Margen de funcionamiento lineal

4.6.1 Para todos los anchos de banda de un filtro, para la respuesta plana en frecuencia, si se incluye, y para cada margen de nivel disponible, los errores de linealidad de nivel en el margen de funcionamiento lineal no deberán exceder de  $\pm 0,3$  dB,  $\pm 0,4$  dB y  $\pm 0,5$  dB respectivamente, sobre el margen de funcionamiento lineal de al menos 60 dB, 50 dB y 40 dB para los filtros de clase 0, 1 y 2 respectivamente.

4.6.2 Los márgenes de nivel, si se incluye más de uno, deberán solaparse de tal manera que los márgenes de funcionamiento lineal se solapen en al menos 40 dB en los filtros de clase 0 y 1 y en al menos 30 dB en los filtros de clase 2.

4.6.3 Para los filtros con más de un margen de nivel, se permitirá un margen de funcionamiento lineal reducido en el margen más sensible, siempre y cuando no sea el margen de nivel de referencia.

4.6.4 Para los filtros en donde un dispositivo indicador sea un componente integral, o cuando la señal de salida del filtro se trasfiera a un dispositivo externo o a otro sistema, y el margen del dispositivo indicador sea mayor que el margen de funcionamiento lineal, el fabricante deberá especificar las tolerancias de linealidad de nivel que se mantengan fuera del margen de funcionamiento lineal.

#### 4.7 Funcionamiento en tiempo real

El fabricante deberá definir los indicadores de ancho de banda y los márgenes de frecuencia correspondientes, en donde el nivel de la señal de salida en respuesta a una señal de entrada sinusoidal de amplitud constante, cuya variación logarítmica en frecuencia es constante, esté comprendido entre  $\pm 0,3$  dB del nivel teórico de la señal de salida para los instrumentos de la clase 0 y 1, y entre  $\pm 0,5$  dB para los instrumentos de la clase 2. La expresión del nivel teórico de la señal de salida en respuesta a una señal de entrada sinusoidal barrida en frecuencia y de amplitud constante se incluye en el apartado 5.6.

#### 4.8 Filtros "anti-aliasing"

El fabricante deberá incluir filtros "anti-aliasing" analógicos o digitales, según convenga, en un sistema de filtrado de datos de muestreo o digital. Los filtros "anti-aliasing" deberán minimizar las interferencias entre una señal de entrada y el proceso de muestreo que crearía componentes de frecuencia de "aliasing" de la señal de entrada y causarían, para la respuesta de atenuación relativa de un filtro, una superación del valor más amplio de los límites mínimos definidos en la tabla 1.

#### 4.9 Suma de las señales de salida

Para una señal de entrada sinusoidal de cualquier frecuencia comprendida entre dos frecuencias centrales de octava o de una fracción de octava consecutivas, la diferencia entre (a) el nivel de la señal de entrada menos la atenuación de referencia y (b) el nivel de la suma de las señales eficaces de salida respecto al tiempo de los diferentes filtros de ancho de banda especificados, no deberán exceder de  $\pm 1,0$  dB;  $+1,0$  dB,  $-2,0$  dB y  $+2,0$  dB,  $-4,0$  dB para los instrumentos de la clase 0, 1 y 2 respectivamente.

#### 4.10 Respuesta plana en frecuencia

Si un instrumento tiene un margen de transmisión independiente de la frecuencia (es decir, "plano"), el fabricante deberá definir un margen de frecuencias en donde la atenuación relativa estará comprendida entre  $\pm 0,15$  dB,  $\pm 0,3$  dB y  $\pm 0,5$  dB de la atenuación relativa a la frecuencia de referencia para los instrumentos de la clase 0, 1 y 2 respectivamente. La atenuación de referencia será la misma que la de la atenuación relativa de un filtro pasa banda.

#### 4.11 Señal de entrada máxima

El fabricante deberá indicar la tensión máxima eficaz de la señal sinusoidal de entrada para cada margen de nivel, de manera que cada filtro del instrumento cumpla con los requisitos de esta norma.

#### 4.12 Impedancias terminales

A ser posible, el fabricante deberá indicar las impedancias terminales de entrada y salida necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del instrumento.

#### 4.13 Condiciones ambientales de referencia

Las condiciones ambientales de referencia incluyen una temperatura del aire ambiente de 20 °C, una humedad relativa del 65% y una presión atmosférica de 101,3 kPa.

#### 4.14 Sensibilidad a diferentes ambientes

**4.14.1 Temperatura del aire ambiente.** Sobre el margen mínimo de la temperatura ambiente comprendido entre 0 °C y +50 °C, la atenuación relativa para cualquier filtro disponible en el instrumento y a la frecuencia central nominal no deberá desviarse de la atenuación relativa para la misma frecuencia bajo condiciones ambientales de referencia en más de  $\pm 0,15$  dB,  $\pm 0,3$  dB y  $\pm 0,5$  dB para los instrumentos de clase 0, 1 y 2 respectivamente.

**4.14.2 Humedad relativa.** El fabricante deberá indicar el intervalo de humedad relativa y la temperatura del aire correspondiente sobre el que el instrumento puede operar de forma continua. Tras una exposición de 24 h en atmósfera húmeda, a una temperatura del aire ambiente de +40 °C y a una humedad relativa del 75%, sin que exista condensación en los componentes internos del instrumento en ensayo, la atenuación relativa a la frecuencia central nominal para cualquier filtro disponible en el instrumento, no deberá desviarse de la atenuación relativa para la misma frecuencia bajo condiciones ambientales de referencia en más de  $\pm 0,15$  dB,  $\pm 0,3$  dB y  $\pm 0,5$  dB para los instrumentos de clase 0, 1 y 2 respectivamente.

**4.14.3 Campos magnéticos alternos.** La influencia de los campos magnéticos alternos a 50 Hz o 60 Hz (y armónicos de la frecuencia fundamental) en el funcionamiento de un conjunto de filtros, deberá reducirse todo cuanto sea posible.

**4.14.4 Descargas electrostáticas.** La influencia de descargas electrostáticas en el funcionamiento de un conjunto de filtros deberá reducirse todo lo posible.

**4.14.5 Campos electromagnéticos de radio-frecuencia.** La influencia de campos electromagnéticos de radio-frecuencia en el funcionamiento de un conjunto de filtros deberá reducirse todo lo posible.

#### 4.15 Control de la fuente de alimentación

Para instrumentos que requieran una fuente de alimentación a pilas, el fabricante deberá indicar un método adecuado para verificar que la fuente de alimentación sea la adecuada en el momento de la verificación, para hacer funcionar el instrumento de acuerdo con todos los requisitos de esta norma.

## 5 MÉTODOS DE ENSAYO

### 5.1 Generalidades

Este capítulo describe los métodos de ensayo que pueden realizarse para la evaluación de un modelo o para la verificación periódica que determina si las características de un conjunto de filtros sigue permaneciendo dentro de las tolerancias especificadas en el capítulo 4. El fabricante podrá recomendar ensayos equivalentes como alternativa a los descritos en este capítulo 5 para demostrar que las características coinciden con los requisitos de esta norma. El anexo C recoge las recomendaciones para los ensayos que puedan llevarse a cabo para la evaluación de un modelo y la verificación periódica.

Todos los resultados de los ensayos deberán hacer referencia a las condiciones ambientales del apartado 4.13. El instrumento a ensayar deberá estar conectado a una fuente de alimentación eléctrica, encendida, y en funcionamiento, durante al menos el tiempo mínimo especificado por el fabricante antes de iniciar cualquier ensayo.

### 5.2 Instrumentos en ensayo

5.2.1 Todos los ensayos, para demostrar la conformidad con los requisitos del capítulo 4, a excepción de los ensayos para demostrar la conformidad con el límite de frecuencia de funcionamiento en tiempo real, deberán utilizar señales sinusoidales constantes de diferentes frecuencias y niveles de señal. Los ensayos para determinar los límites en frecuencia de funcionamiento en tiempo real utilizan una señal sinusoidal de amplitud constante y frecuencia variable, o de barrido, a una velocidad logarítmica. El generador de señal, o generadores, deberán ser capaces de producir señales de ensayo sinusoidales en todo el margen de frecuencias necesario para los ensayos de atenuación relativa de todos los filtros del instrumento en ensayo y para todos los anchos de banda de los filtros o indicadores de ancho de banda.

NOTA - El intervalo entre las frecuencias de ensayo se da en la ecuación (15).

5.2.2 A cualquier frecuencia, la distorsión total de una señal sinusoidal constante, incluyendo los componentes parásitos en la salida del generador de señal, no deberá sobrepasar el 0,01% en el nivel máximo de la señal utilizada para el ensayo. La frecuencia de la señal sinusoidal de ensayo deberá estar comprendida entre el  $\pm 0,01\%$  de la frecuencia indicada.

5.2.3 El nivel de las señales sinusoidales constantes de ensayo deberá poder variar en un margen de al menos 80 dB.

5.2.4 Para filtros pasa banda que se diseñan para funcionar con instrumentos de medida que cumplan con los requisitos de los sonómetros, convendrá utilizar el dispositivo indicador del instrumento para medir el nivel de la señal de salida procedente del conjunto de filtros.

5.2.5 Para conjuntos de filtros con dispositivos de lectura digitales, o con salidas disponibles en un formato digital especificado por el fabricante (por ejemplo a través de una conexión de interfaz digital), el nivel de salida deberá determinarse según la lectura numérica o a través de una salida digital conectada a un dispositivo indicador conveniente.

5.2.6 Para ensayos de funcionamiento en tiempo real, el nivel de salida del generador de la señal de barrido de frecuencias, deberá conocerse y mantenerse constante entre  $\pm 0,1$  dB del nivel nominal de la señal en todo el margen de frecuencias para el margen seleccionado de las frecuencias centrales nominales. Para cada cociente 10:1 de frecuencias en el margen de frecuencias cubierto por el barrido de frecuencias, la velocidad logarítmica de variación de la frecuencia de la señal de ensayo, deberá ser constante en un  $\pm 1\%$  de la velocidad nominal de barrido de frecuencias.

### 5.3 Atenuación relativa

5.3.1 La característica de la atenuación relativa de cada filtro dentro de un conjunto de filtros deberá medirse en el margen del nivel de referencia. El nivel de las señales de entrada deberá situarse a 1 dB del límite superior del margen de funcionamiento lineal.

5.3.2 Estando las entradas y las salidas del instrumento, si fuese necesario, terminadas con las impedancias especificadas por el fabricante, se aplicará una señal sinusoidal constante a la entrada de un conjunto de filtros. Se medirán los niveles de las señales de entrada o salida a las frecuencias adecuadas.

5.3.3 Para los ensayos de evaluación de modelos, y para otros ensayos de evaluación de las características de los filtros para los cuales la frecuencia de la señal de ensayo (y la medida de los niveles de entrada y salida de la señal), es controlada automáticamente por un dispositivo programable, las frecuencias de la señal sinusoidal en ensayo estarán espaciadas preferentemente a intervalos iguales, en una escala logarítmica centrada alrededor de la frecuencia central exacta. Si  $S$  es el número de frecuencias de ensayo por ancho de banda del filtro, la frecuencia normalizada  $f_i/f_m$  de la señal de ensayo  $i$ , se determinará a partir de:

$$f_i/f_m = [G^{1/(bS)}]^i \quad (15)$$

donde

$i$  es un número entero positivo o negativo, incluido el cero. El número de frecuencias de ensayo por ancho de banda del filtro,  $S$ , no debería ser inferior a 24. El número de frecuencias de ensayo debería ser superior a 24 cuando la velocidad de variación de la atenuación relativa con la frecuencia es grande. El aumento del número de frecuencias de ensayo por ancho de banda, debería realizarse en saltos de 12 hasta que la respuesta integrada del filtro calculada sea independiente de  $S$  hasta la décima de decibelio.

5.3.4 La atenuación relativa  $\Delta A(f/f_m)$  a cualquier frecuencia  $f$ , se determinará a partir de la ecuación (8).

5.3.5 Para la verificación periódica del cumplimiento con los requisitos de la atenuación relativa del apartado 4.4, las frecuencias de la señal de entrada pueden restringirse a la octava 17 o a las frecuencias normalizadas de fracción de octava correspondientes a las frecuencias normalizadas  $\Omega$  de la tabla 1. Una frecuencia real de ensayo para un filtro de banda de una fracción de octava se calcula a partir de las ecuaciones (10) y (11) según el sistema especificado para determinar un cociente de frecuencias de octava y el indicador de ancho de banda especificado.

### 5.4 Respuesta integrada del filtro

5.4.1 La respuesta integrada del filtro deberá determinarse según la ecuación (13) basada en la evaluación numérica de la expresión integral de la ecuación (14) para un ancho de banda normalizado efectivo, con atenuaciones relativas medidas tal y como se describe en el apartado 5.3.

5.4.2 Para cada filtro de un conjunto de filtros, el proceso recomendado para la integración numérica de la ecuación (14) es el de la regla trapezoidal para la suma de áreas elementales según:

$$B_c = \sum_{i=-N}^{i=N} \frac{1}{2} \{10^{-0,1 \Delta A(f_i/f_m)} + 10^{-0,1 \Delta A(f_{i+1}/f_m)}\} [(f_{i+1}/f_m) - (f_i/f_m)] \quad (16)$$

donde

$\Delta A(f_i/f_m)$  es la atenuación relativa en decibelios medida en la  $i$ -ésima frecuencia normalizada de ensayo;

$N$  deberá ser igual o mayor que  $5S = 120$ , para cualquier ancho de banda y clase de precisión.



## 5.5 Margen de funcionamiento lineal

5.5.1 La linealidad de la respuesta de un filtro como resultante de las variaciones del nivel de la señal de entrada, deberá medirse con señales sinusoidales constantes. Los márgenes de funcionamiento lineal deberán medirse al menos para los filtros con las frecuencias centrales nominales más bajas y más altas entre todos los anchos de banda de los filtros en los que se precisa el cumplimiento de los requisitos de esta norma, y con una respuesta plana en frecuencia, si ello está previsto, al menos para la frecuencia más baja y más alta del margen de respuesta en frecuencia plana definida por el fabricante.

5.5.2 Para cada frecuencia de ensayo, los errores de linealidad del nivel en cualquier margen de nivel, deberán determinarse de acuerdo con la definición 3.22 para saltos de nivel de la señal de entrada que no superen los 5 dB. La diferencia entre saltos sucesivos de nivel de la señal de entrada, deberá reducirse a 1 dB para determinar los límites inferior y superior del margen de funcionamiento lineal.

5.5.3 El tiempo de promediado durante una medición deberá ser lo suficientemente largo para que se pueda establecer una indicación estable, considerando la influencia del ruido interno para niveles débiles de la señal de entrada.

5.5.4 Si el fabricante lo recomienda, los requisitos del apartado 4.6.4 para el margen de funcionamiento lineal pueden controlarse con una señal de entrada compuesta por dos señales sinusoidales, siendo una de ellas la señal de ensayo y la otra, una señal subsidiaria cuyo nivel constante está 20 dB por debajo del límite superior del margen de funcionamiento lineal y cuya frecuencia se sitúa por encima o por debajo de la frecuencia de ensayo, en el margen de frecuencias para el valor más elevado del límite mínimo aplicable para la atenuación relativa de una respuesta del filtro especificada en el apartado 4.4.

## 5.6 Funcionamiento en tiempo real

5.6.1 El margen de frecuencias sobre el que funciona un filtro en tiempo real deberá determinarse a partir de un ensayo utilizando el barrido de frecuencias.

5.6.2 El tiempo de promediado o el nivel continuo equivalente de la señal de salida,  $L_o$ , indicado por el dispositivo de lectura a la salida del instrumento, debería ser el mismo para todos los filtros cuando una señal sinusoidal de amplitud constante se aplique a la entrada y el logaritmo de la frecuencia de la señal varíe a un régimen constante sobre el margen de frecuencias de todos los filtros de cualquier ancho de banda dado.

5.6.3 Para una señal de entrada sinusoidal con barrido de frecuencia, el nivel promediado teórico de la señal de salida,  $L_c$ , en decibelios, que debería ser indicado en la salida, con una atenuación relativa igual a la atenuación de referencia del filtro real y una atenuación infinita fuera de las frecuencias laterales, viene dado por:

$$L_c = L_{in} - A_{ref} + 10 \lg \{ (T_{sweep}/T_{avg}) [\lg(f_2/f_1)/\lg(f_{end}/f_{start})] \} \quad (17)$$

donde

$L_{in}$  es el nivel medido de la señal promediada en el tiempo de la señal de entrada de amplitud constante;

$T_{sweep}$  es el tiempo necesario para efectuar el barrido a una velocidad logarítmica desde la frecuencia de inicio  $f_{start}$ , hasta la frecuencia de finalización  $f_{end}$ ;

$f_1$  y  $f_2$  son las frecuencias laterales;

$T_{avg}$  es el tiempo de promediado seleccionado para la medición del nivel de la señal de salida  $L_o$ .

NOTA - En la ecuación (17),  $\lg(f_2/f_1)$  es igual a  $3/(10b)$  para los sistemas en base diez y  $(1/b) \lg(2)$  para los sistemas en base dos.

5.6.4 La diferencia  $\delta$  entre un nivel promediado en el tiempo de la señal de salida medido,  $L_o$ , y el nivel promediado de la señal de salida teórica correspondiente,  $L_c$ , y el valor medido  $\Delta B$  de la respuesta integrada del filtro, viene dado por:

$$\delta = L_o - \Delta B - L_c \quad (18)$$

5.6.5 El ensayo para el funcionamiento en tiempo real debería efectuarse en el margen del nivel de referencia. El nivel de las señales de entrada deberá estar 3 dB por debajo del límite superior del margen de funcionamiento lineal en el margen de nivel de referencia. La velocidad de barrido logarítmica en frecuencia deberá ser lo suficientemente baja para permitir las mediciones correctas de atenuación relativa de las bandas pasantes de los filtros según sea el ancho de banda del filtro. La frecuencia al inicio del barrido  $f_{start}$  deberá ser aproximadamente la mitad de la frecuencia central nominal más baja para el ancho de banda del filtro. La frecuencia de finalización del barrido  $f_{end}$  deberá ser aproximadamente el doble de la frecuencia central nominal más grande de la banda correspondiente. El tiempo de promediado  $T_{avg}$  deberá durar al menos 5 s más que el tiempo total de barrido.

#### NOTAS

- 1 La velocidad de barrido logarítmica en "décadas" por segundo se determina a partir de:

$$[\lg(f_{end}/f_{start})]/T_{sweep}$$

donde

$f_{end}$  es la frecuencia a la finalización del barrido;

$f_{start}$  es la frecuencia al inicio del barrido;

$T_{sweep}$  es el tiempo de barrido, en segundos.

- 2 La velocidad de barrido no debería ser mayor que 0,5 "décadas" por segundo (ó 1,6 "octavas" por segundo).

5.6.6 El barrido en frecuencia deberá comenzar en los 3 s siguientes a la inicialización del período de promediado temporal y se efectuará un único barrido en todo el margen de frecuencias, desde  $f_{start}$  a  $f_{end}$ . Los niveles promediados en el tiempo de las señales de salida deberán medirse y compararse con el nivel de la señal de salida calculado, según la ecuación (18). Para cualquier ancho de banda de filtro disponible en el instrumento, las frecuencias centrales nominales para las que el valor absoluto de la diferencia  $\delta$  sobrepasa por primera vez las tolerancias indicadas en el apartado 4.7, definen los límites de frecuencia inferior y superior del margen de frecuencia para el funcionamiento en tiempo real.

## 5.7 Filtros "anti-aliasing"

5.7.1 Para filtros de datos de muestreo, el ensayo de la capacidad de los filtros "anti-aliasing" para reducir de manera adecuada los componentes espectrales espúreos de la señal de entrada, deberá realizarse aplicando a la entrada señales sinusoidales constantes. El nivel de la señal de salida deberá ser igual al límite superior del margen de funcionamiento lineal en el margen de referencia de nivel.

5.7.2 Para cada indicador de ancho de banda del filtro disponible en el instrumento, las frecuencias de la señal de entrada de ensayo deberán ser iguales a la frecuencia de muestreo utilizada menos la frecuencia central nominal de al menos un filtro para cada década de frecuencias del margen correspondiente al indicador de ancho de banda del filtro. Por ejemplo, para un margen de frecuencias centrales nominales comprendido entre 20 Hz y 20 kHz, se escogerá una frecuencia central nominal comprendida entre 20 Hz y 200 Hz, una comprendida entre 200 Hz y 2 kHz y otra comprendida entre 2 kHz y 20 kHz.

5.7.3 Para cada frecuencia de ensayo, el nivel de la señal de salida no deberá sobrepasar el nivel de la señal de entrada menos el límite aplicable de la tabla 1 sobre el valor mayor de la atenuación relativa mínima.

## 5.8 Suma de las señales de salida

5.8.1 Sea un filtro identificado como  $j$  de entre un conjunto de filtros, representando con  $j - 1$  y  $j + 1$  los filtros adyacentes con frecuencias centrales más bajas y más elevadas que las del filtro  $j$ -ésimo. Sean  $\Delta A_j$ ,  $\Delta A_{j-1}$  y  $\Delta A_{j+1}$ , respectivamente, las atenuaciones relativas medidas de los tres filtros sea cual sea su frecuencia de ensayo.

5.8.2 Sea  $S$  igual al número de frecuencias por ancho de banda del filtro, definido en los ensayos de la atenuación relativa realizados según los requisitos del apartado 5.3, sea  $M$  igual al número entero más elevado, igual o ligeramente inferior a  $S/2$ , y sea  $i$  cualquier número entero comprendido entre  $-M$  y  $+M$ , que determina una frecuencia  $f_i$  para la medida de la atenuación relativa según la ecuación (15).

5.8.3 Para cualquier frecuencia comprendida entre las frecuencias laterales superior e inferior del filtro  $j$ -ésimo que tienen una frecuencia central exacta  $f_m$ , la diferencia  $\Delta P(f_i)$  entre el nivel de la señal de entrada menos la atenuación de referencia y el nivel de la suma de las señales de salida, se determinará a partir de la relación:

$$\Delta P(f_i) = 10 \lg [10^{-0,1 \Delta A_{j-1}} + 10^{-0,1 \Delta A_j} + 10^{-0,1 \Delta A_{j+1}}] \text{ dB} \quad (19)$$

donde

$\Delta A_{j-1}$  es la atenuación relativa medida a la frecuencia normalizada  $G^{[i/(bS) + 1/b]}$ ;

$\Delta A_j$  es la atenuación relativa medida a la frecuencia normalizada  $G^{[i/(bS)]}$ ;

$\Delta A_{j+1}$  es la atenuación relativa medida a la frecuencia normalizada  $G^{[i/(bS) - 1/b]}$ ;

5.8.4 El ensayo deberá llevarse a cabo desde la frecuencia central inferior hasta la frecuencia central superior del conjunto de filtros.

5.8.5 Para cualquier ancho de banda del filtro obtenido, la diferencia  $\Delta P(f_i)$  calculada según la ecuación (19) deberá estar comprendida en las tolerancias indicadas en el apartado 4.9 para cualquier frecuencia de ensayo entre dos frecuencias centrales de octava o de una fracción de octava.

## 5.9 Respuesta plana en frecuencia

Para los conjuntos de filtros que proporcionen una respuesta en frecuencia plana, la extensión del margen de frecuencias sobre el que las tolerancias de atenuación relativa definidas en el apartado 4.10 se mantienen, deberá medirse aplicando a la entrada señales sinusoidales de nivel constante y anotando los niveles de las señales de salida correspondientes. El nivel de las señales de entrada deberá ser igual al nivel de la señal de entrada de referencia respecto al margen del nivel de referencia. Las frecuencias de las señales de ensayo incluyen los límites superior e inferior del margen de la respuesta plana en frecuencia especificados por el fabricante y las frecuencias centrales nominales de los filtros de banda de octava entre los límites de frecuencia superior e inferior.

## 5.10 Sensibilidad a las variaciones ambientales

Los ensayos deberán efectuarse para cerciorarse de que los filtros cumplen con los requisitos del margen de temperaturas del aire ambiente descritos en el apartado 4.14.1 y a los efectos de la humedad relativa descritos en el apartado 4.14.2. Para los ensayos de temperatura, el tiempo de exposición a cada temperatura ambiente deberá ser lo suficientemente largo para permitir al instrumento en ensayo alcanzar el equilibrio con la temperatura reinante.

## 5.11 Sensibilidad a las descargas electrostáticas

El fabricante deberá determinar la influencia de las descargas electrostáticas de acuerdo con la Norma CEI 801-2.

### 5.12 Sensibilidad a los campos electromagnéticos en radio-frecuencia

El fabricante deberá determinar la influencia de los campos electromagnéticos en radio-frecuencia de acuerdo con la Norma CEI 801-3.

## 6 MARCADO DE LOS INSTRUMENTOS

Un conjunto de filtros que cumpla con todos los requisitos de esta norma deberá estar marcado como "filtro de banda YYY, clase X, CEI 1260:1995" en donde YYY es el ancho de banda, por ejemplo de octava y X es, según proceda, 0,1 ó 2. El conjunto de filtros deberá marcarse asimismo con el nombre del fabricante, el modelo y, a ser posible, con el número de serie.

## 7 MANUAL DE INSTRUCCIONES

El manual de instrucciones para un conjunto de filtros deberá incluir como mínimo la información que se detalla a continuación:

- a) un informe en el que se indique que todos los filtros para todos los anchos de banda nominales disponibles para cada canal de análisis del filtro (si más de un canal está disponible) cumplen con todos los requisitos de esta norma dentro de las tolerancias para una clase de precisión;
- b) una descripción del método analítico que se haya seleccionado para llevar a cabo el diseño de los filtros;
- c) en el caso de los filtros digitales y de los filtros de datos de muestreo, la frecuencia de muestreo o las frecuencias que se apliquen a los diferentes filtros;
- d) para cada canal de análisis disponible, una lista de las frecuencias centrales nominales de todos los filtros para cada ancho de banda de filtro disponible, de acuerdo con las indicaciones del anexo A;
- e) un informe del sistema, en base diez o base dos, elegido para determinar el cociente de frecuencia de octava;
- f) el margen del nivel de referencia;
- g) el nivel de referencia de la señal de entrada;
- h) la atenuación de referencia;
- i) el margen de funcionamiento lineal y las tolerancias de linealidad (error de linealidad de nivel máximo) de los niveles de la señal de salida fuera del margen de funcionamiento lineal;
- j) para cada margen de nivel, las recomendaciones sobre el funcionamiento del instrumento para asegurar que las medidas se realizan dentro del margen de funcionamiento lineal;
- k) para cada ancho de banda nominal disponible de filtro, el margen de frecuencias para el funcionamiento en tiempo real y otras informaciones referentes a los análisis espectrales en tiempo real de las señales transitorias y variables en el tiempo;
- l) si existe, el margen de frecuencias de la respuesta plana en frecuencia nominal;
- m) la tensión eficaz máxima de una señal de entrada sinusoidal a cualquier frecuencia en el margen del instrumento y para cada margen de nivel;
- n) si se requiere, las componentes reales e imaginarias de las impedancias terminales que deberían situarse a la entrada o a la salida del instrumento;

- o) los límites de temperatura y los correspondientes tiempos de exposición que, si se sobrepasan, causarán daños permanentes al instrumento;
- p) limitaciones en el uso del instrumento en la proximidad de una fuente de campos magnéticos alternos;
- q) limitaciones en el funcionamiento del instrumento en la proximidad de fuentes de descargas electrostáticas, especialmente en condiciones de baja humedad;
- r) limitaciones en el funcionamiento del instrumento en la proximidad de fuentes de campos electromagnéticos de radio-frecuencia;
- s) si la alimentación es a pilas, el método recomendado para controlar que la potencia eléctrica suministrada por las pilas sea suficiente para hacer funcionar el instrumento dentro de todas las tolerancias aplicables en el momento de hacer el control;
- t) si se tiene la intención de hacer funcionar el filtro junto con un sonómetro o un instrumento equivalente, se deberá definir el instrumento especificado;
- u) el tiempo máximo necesario, después de poner en funcionamiento un filtro que ha estado apagado el tiempo suficiente a la temperatura ambiente reinante para que alcance el equilibrio térmico, antes de que el instrumento pueda utilizarse para medir los niveles de las señales de salida filtradas, de acuerdo con los requisitos de esta norma para todas las temperaturas del aire ambiente que sean de aplicación; y
- v) cualquier información adicional requerida para la realización de ensayos para verificar que el filtro cumple con los requisitos de esta norma dentro de las tolerancias aplicables o para usar el instrumento para obtener niveles de la señal de salida con filtros pasabanda dentro de las tolerancias de precisión de la clase.

ANEXO A (Informativo)

FRECUENCIAS CENTRALES DE LAS BANDAS

A.1 Las frecuencias centrales exactas y nominales para filtros de bandas de octava y de bandas de un tercio de octava se incluyen en la tabla A.1. Las frecuencias centrales exactas se calculan a partir de la ecuación (3) con cinco cifras significativas. Los valores exactos están marcados con †.

A.2 Para cualquier cociente de frecuencias de octava definido en el apartado 3.2 y, para los indicadores de ancho de banda desde 1/4 hasta 1/24 inclusive, las frecuencias centrales exactas se calculan a partir de la ecuación (3) ó (4), según convenga, para la versión en base diez del cociente de frecuencias de octava de la ecuación (1).

A.3 Cuando la cifra más significativa (es decir, la situada más a la izquierda) de una frecuencia central exacta esté entre el 1 y el 4 inclusive, se obtendrá la frecuencia central nominal redondeando la frecuencia central exacta a las tres primeras cifras significativas.

A.4 Cuando la cifra más significativa del valor de la frecuencia central exacta esté entre el 5 y el 9 inclusive, obtendremos la frecuencia central nominal redondeando la frecuencia central exacta a las dos primeras cifras significativas.

A modo de ejemplo, para el sistema en base-10 con  $G = 10^{3/10}$  para  $1/b = 1/24$  y  $x = -111$ , la frecuencia central exacta determinada a partir de la ecuación (4) será 41,567 Hz con 5 cifras significativas. La frecuencia central nominal correspondiente será 41,6 Hz. Para  $x = +75$ , la frecuencia central exacta será 8 785,2 Hz con cinco cifras significativas y la frecuencia nominal correspondiente será 8 800 Hz.

A.5 Cuando el denominador  $b$  del indicador de ancho de banda sea mayor que 24, se deberá aumentar el número de las cifras significativas para conseguir valores únicos para las frecuencias centrales nominales para cada margen de frecuencias 1:10.

Tabla A.1  
Frecuencias centrales para los filtros de bandas de octava  
y bandas de un tercio de octava en el margen audible

Índice x	$f_m$ exacta en base diez ( $10^{x/10}$ ) (1 000) Hz	$f_m$ exacta en base dos ( $2^{x/3}$ ) (1 000) Hz	Frecuencia central nominal Hz	Tercio de octava	Octava
-16	25,119	24,803	25	*	
-15	31,623	31,250†	31,5	*	*
-14	39,811	39,373	40	*	
-13	50,119	49,606	50	*	
-12	63,096	62,500†	63	*	*
-11	79,433	78,745	80	*	
-10	100,00†	99,213	100	*	
-9	125,89	125,00†	125	*	*
-8	158,49	157,49	160	*	
-7	199,53	198,43	200	*	
-6	251,19	250,00†	250	*	*
-5	316,23	314,98	315	*	
-4	398,11	396,85	400	*	
-3	501,19	500,00†	500	*	*
-2	630,96	629,96	630	*	
-1	794,33	793,70	800	*	
0	1 000,0†	1 000,0†	1 000	*	*
1	1 258,9	1 259,9	1 250	*	
2	1 584,9	1 587,4	1 600	*	
3	1 995,3	2 000,0†	2 000	*	*
4	2 511,9	2 519,8	2 500	*	
5	3 162,3	3 174,8	3 150	*	
6	3 981,1	4 000,0†	4 000	*	*
7	5 011,9	5 039,7	5 000	*	
8	6 309,6	6 349,6	6 300	*	
9	7 943,3	8 000,0†	8 000	*	*
10	10 000†	10 079	10 000	*	
11	12 589	12 699	12 500	*	
12	15 849	16 000†	16 000	*	*
13	19 953	20 159	20 000	*	

## NOTAS

- 1 Las frecuencias centrales exactas están calculadas a partir de la ecuación (3) con cinco cifras significativas a excepción de los valores exactos marcados con †.
- 2 Véase la Norma ISO 266 para otras frecuencias centrales nominales de los filtros de bandas de octava y de bandas de un tercio de octava.

## ANEXO B (Informativo)

### FRECUENCIAS NORMALIZADAS EN LOS PUNTOS DE TRANSICIÓN DE LOS LÍMITES DE ATENUACIÓN RELATIVA MÍNIMO Y MÁXIMO DE LOS FILTROS DE BANDA DE UN TERCIO DE OCTAVA

B.1 Este anexo incluye un ejemplo de cálculo de las frecuencias normalizadas para los límites de la atenuación relativa mínimos y máximos para los filtros de banda de un tercio de octava, es decir, para  $1/b = 1/3$ .

B.2 Para el cálculo inicial, sea  $\Omega = G^{1/8}$ . A partir de la ecuación (10), el punto de transición en alta frecuencia se halla a partir de la relación general:

$$\Omega_{h(1/3)} = 1 + [(G^{1/6} - 1)/(G^{1/2} - 1)](G^{1/8} - 1)$$

B.3 Para sistemas en base diez con  $G = 10^{3/10}$ ,

$$\begin{aligned}\Omega_{h(1/3)} &= 1 + [(10^{1/20} - 1)/(10^{3/20} - 1)](10^{3/80} - 1) \\ &\approx 1,026\ 67\end{aligned}$$

B.4 Para sistemas en base dos con  $G = 2$ ,

$$\begin{aligned}\Omega_{h(1/3)} &= 1 + [(2^{1/6} - 1)/(2^{1/2} - 1)](2^{1/8} - 1) \\ &\approx 1,026\ 76\end{aligned}$$

B.5 A partir de la ecuación (11), los puntos de transición para las bajas frecuencias son:

$$\Omega_{l(1/3)} \approx 0,974\ 02 \quad \text{en base diez}$$

y

$$\Omega_{l(1/3)} \approx 0,973\ 94 \quad \text{en base dos}$$

B.6 La aplicación de las ecuaciones (10) y (11) para las frecuencias de octava en los puntos de transición de la tabla 1, establece las frecuencias normalizadas de la tabla B.1 para los filtros de banda de un tercio de octava.



Tabla B.1  
Límites de la atenuación relativa para filtros de banda de un tercio de octava

Frecuencia normalizada, $f/f_m$ para $\Omega_h$ y $\Omega_l$		Límites mínimo y máximo de atenuación dB		
		Clase del filtro		
base 10	base 2	0	1	2
1,000 00	1,000 00	-0,15; +0,15	-0,3; +0,3	-0,5; +0,5
1,026 67	1,026 76	-0,15; +0,2	-0,3; +0,4	-0,5; +0,6
0,974 02	0,973 94			
1,055 75	1,055 94	-0,15; +0,4	-0,3; +0,6	-0,5; +0,8
0,947 19	0,947 02			
1,087 46	1,087 76	-0,15; +1,1	-0,3; +1,3	-0,5; +1,6
0,919 58	0,919 32			
< 1,122 02	< 1,122 46	-0,15; +4,5*	-0,3; +5,0*	-0,5; +5,5*
> 0,891 25	> 0,890 90			
> 1,122 02	> 1,122 46	+2,3; +4,5*	+2,0; +5,0*	+1,6; +5,5*
< 0,891 25	< 0,890 90			
1,294 37	1,295 65	+18,0; + $\infty$	+17,5; + $\infty$	+16,5; + $\infty$
0,772 57	0,771 81			
1,881 73	1,886 95	+42,5; + $\infty$	+42; + $\infty$	+41; + $\infty$
0,531 43	0,529 96			
3,053 65	3,069 55	+62; + $\infty$	+61; + $\infty$	+55; + $\infty$
0,327 48	0,325 78			
$\geq 5,391 95$	$\geq 5,434 74$	+75; + $\infty$	+70; + $\infty$	+60; + $\infty$
$\leq 0,185 46$	$\leq 0,184 00$			

\* A frecuencias por debajo de la frecuencia lateral inferior y por encima de la frecuencia lateral superior, el límite de la atenuación relativa máxima será + $\infty$ ; véase figura 1.

ANEXO C (Informativo)

RECOMENDACIONES PARA LA VERIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS  
ELÉCTRICAS DE LOS FILTROS PASA BANDA

C.1 Este anexo indica los requisitos del capítulo 4 que deberían confirmarse por los métodos descritos en el capítulo 5 para la evaluación de modelos y los que deberían confirmarse en la verificación periódica. Los apartados más significativos de los capítulos 4 y 5 aparecen entre paréntesis. Una X en una columna indica que el ensayo debería llevarse a cabo; una - indica que el ensayo no debería llevarse a cabo.

Características a evaluar	Evaluación de un modelo	Verificación periódica
1 Atenuación relativa (4.4; 5.3)	X	X (a algunas frecuencias)
2 Respuesta integrada del filtro (4.5; 5.4)	X	-
3 Margen de funcionamiento lineal (4.6; 5.5)	X	X
4 Funcionamiento en tiempo real (4.7; 5.6)	X	-
5 Filtro "anti-aliasing" (4.8; 5.7)	X	X
6 Suma de las señales de salida (4.9; 5.8)	X	X
7 Respuesta plana en frecuencia (4.10; 5.9)	X (si está disponible)	X (si está disponible)
8 Sensibilidad a la temperatura del aire (4.14.1; 5.10)	X	-
9 Sensibilidad a la humedad (4.14.2; 5.10)	X	-

## ANEXO ZA (Normativo)

RELACIÓN DE LAS NORMAS INTERNACIONALES CON  
LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES

Esta Norma Europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones citadas con fecha, sólo se aplican a esta Norma Europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación (incluyendo sus modificaciones).

NOTA - Cuando se ha modificado una Norma Internacional por modificaciones comunes de CENELEC, indicadas mediante (mod), se aplica la EN/HD correspondiente.

Norma Internacional	Año	Título	EN/HD	Año	Norma UNE <sup>1)</sup> correspondiente
CEI 50(801)	1984	Vocabulario electrotécnico. Capítulo 801: Acústica y electroacústica	-	-	UNE 21302-801:1990
CEI 651	1979	Sonómetros	EN 60651	1994	UNE-EN 60651:1996
CEI 801-2	1991	Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas	EN 60801-2	1993	UNE-EN 60801-2:1996
CEI 801-3	1984	Parte 3: Requisitos relativos a los campos electromagnéticos radiados	HD 481.3 S1	1987	UNE 20801-3:1994
CEI 804 +A1 +A2	1985 1989 1993	Sonómetros integradores-promediadores	EN 60804 A2	1994 1994	UNE-EN 60804:1996
ISO 266	1975	Acústica. Frecuencias preferentes para las medidas	-	-	UNE 74002:1978

1) Esta columna se ha introducido en el anexo original de la Norma Europea y únicamente con carácter informativo a nivel nacional.

OIML:1978 Vocabulario de metrología legal. Términos fundamentales.