



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-AA-047-1977

SONOMETROS PARA USOS GENERALES

RECOMENDATIONS FOR SOUND LEVEL METERS

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

PREFACIO

En la elaboración de esta norma, participaron los siguientes organismos e instituciones:

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA.

Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente.

- Departamento de Ruido.
- Dirección General de Saneamiento Atmosférico.
- Dirección de Fuentes Móviles.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

- Estación de Medición y Diagnóstico.

CONFEDERACION DE CAMARAS INDUSTRIALES DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

- Subdirección Técnica.

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.

- Departamento de Prevención de Contaminación Ambiental.

SONOMETROS PARA USOS GENERALES

RECOMENDATIONS FOR SOUND LEVEL METERS

0 INTRODUCCION

En vista de la dificultad para establecer la medición de una sensación y de la complejidad de operación del oído humano, no es posible en el presente estado de la tecnología diseñar un aparato objetivo de medición de ruido que nos dé resultados que sean absolutamente comparables para todo tipo de ruidos, con aquellos dados por métodos directos subjetivos. Sin embargo, se considera esencial el normalizar un aparato mediante el cual el ruido sea medido de tal forma que los usuarios de este aparato en todo el mundo puedan comparar sus resultados.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

En esta Norma se establecen las características técnicas que debe tener todo aparato del tipo I empleado para la medición de los niveles de presión acústica sujetos a una ponderación.

Asimismo, se especifican los valores con los cuales se pondera cada una de las componentes sinusoidales de la presión acústica en forma de tres curvas de referencia llamadas A, B, y C.

Estas características se aplican a sonómetros de usos generales pero no pueden medirse ruidos impulsivos. para poder simplificar el procedimiento de calibración y revisión del instrumento estas características se refieren a la respuesta en campo libre. Sin embargo, en la práctica las mediciones pueden realizarse bajo diferentes condiciones que varían desde un campo acústico libre y una fuente simple a un campo difuso. Esta norma no es aplicable a sonómetros de precisión (Tipo II) .

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las Normas Mexicanas en vigor siguientes:

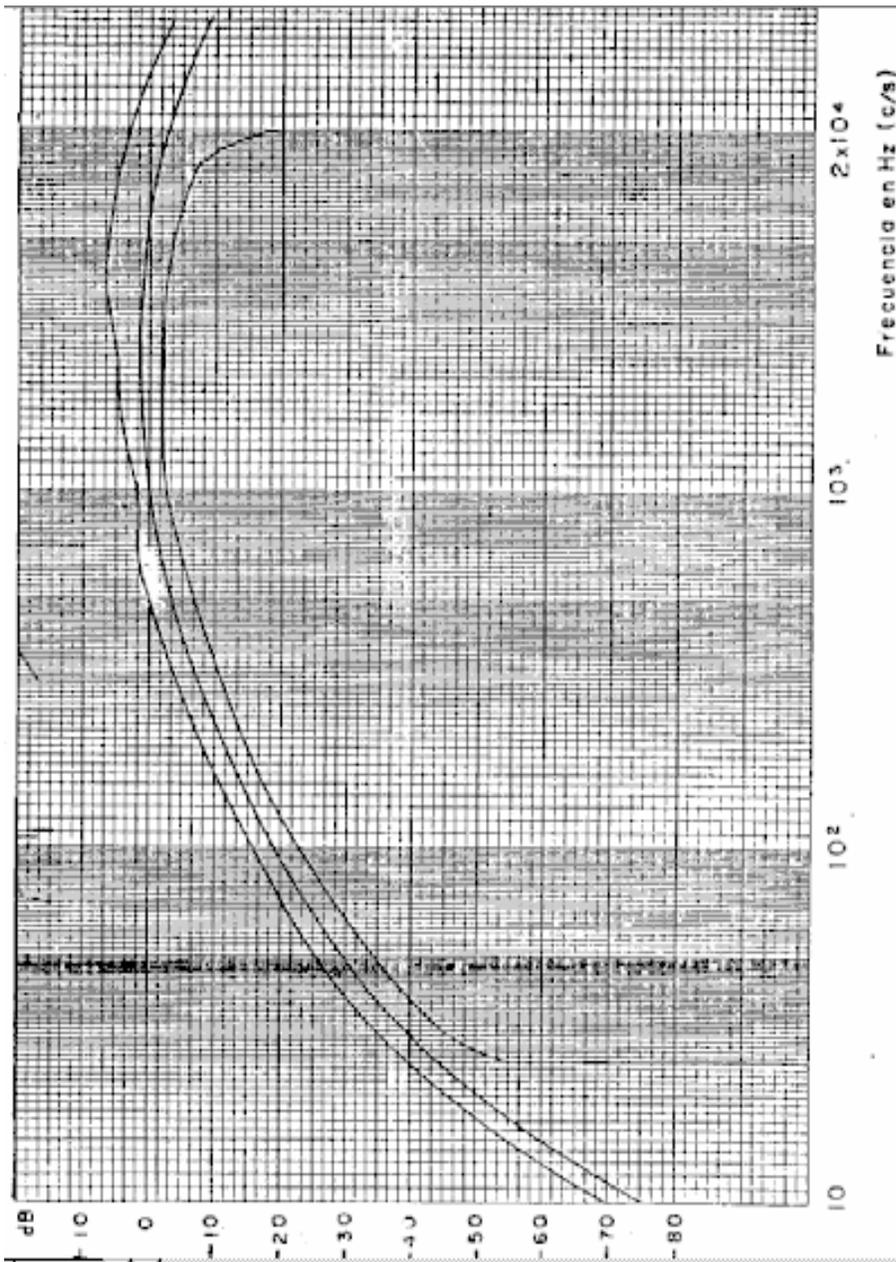
NMX-I-041 Terminología empleada en electroacústica.

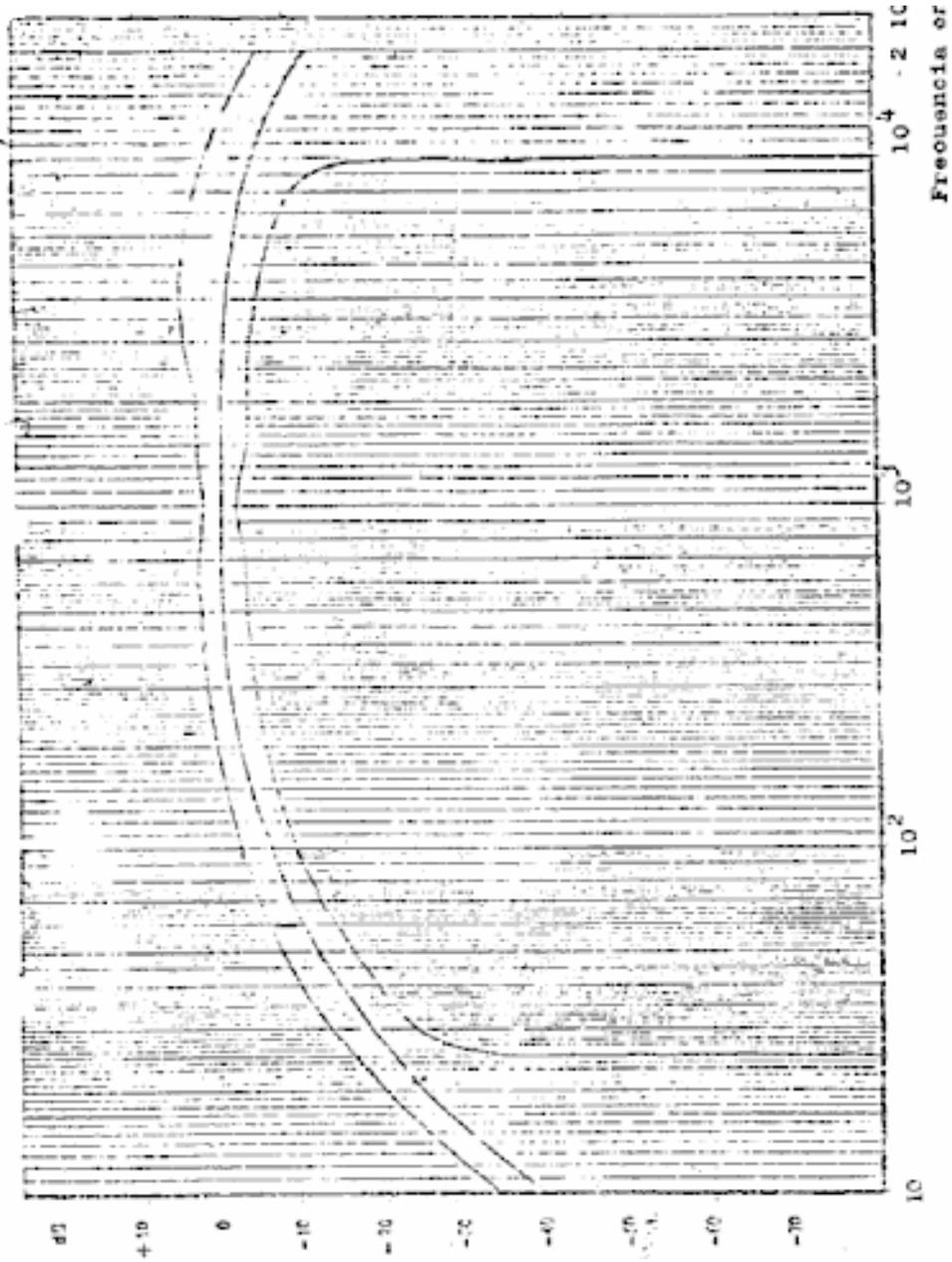
NMX-C-092 Terminología de materiales aislantes acústicos.

NMX-AA-040 Clasificación de ruidos.

3 DEFINICIONES

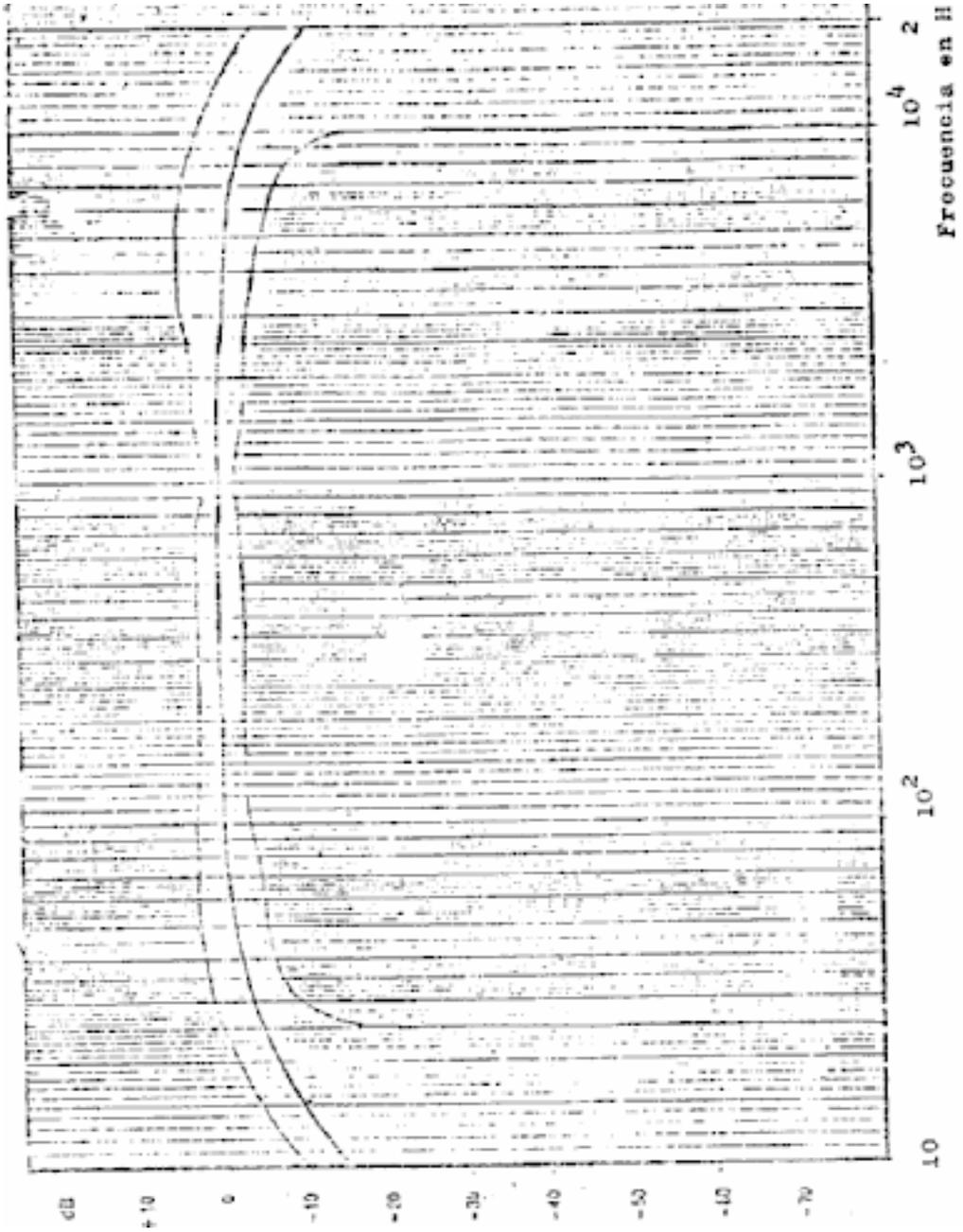
3.1 Amplificador.- Dispositivo electrónico que permite elevar la potencia de una señal electromagnética





CURVA DE PONDERACION B

FIG 2



CURVA DE FONDERACION C

3.2. Atenuador.- Dispositivo electrónico que permite reducir la potencia de una señal electromagnética.

3.3. Curvas de respuesta.- Es una gráfica trazada en sistema de ejes cartesianos, intensidad contra frecuencia que une los puntos respuesta a una misma señal de entrada

3.4. Características dinámicas de integración.- Es la velocidad a la cual una malla electrónica puede realizar la transformada de Fourier "Frecuencias Tiempo"

3.5. Instrumento indicador.- Transductor que transforma una señal electromagnética en un giro mecánico, contra de una aguja que se reemplaza angularmente con resiliencia controlable sobre una carátula graduada.

3.6. Redes de ponderación.- Mallas electrónicas que permiten una señal electromagnética con valores fijos especificados, de acuerdo con la frecuencia de la señal

3.7. Valor eficaz.- Es el resultado de aplicar la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores medios discretos de una señal determinada.

3.8. Sonómetro normalizado

Es el aparato que comprende un micrófono, un amplificador, redes ponderables y un indicador de nivel, que se utiliza para la medida de los niveles de ruidos según especificaciones determinadas.

3.9. Micrófono

Es el transductor electroacústico que transforma las ondas acústicas en ondas eléctricas

4 . CARACTERISTICAS GENERALES

4.1. Un sonómetro debe constar de los siguientes elementos:

Micrófono.

Amplificador.

Redes de ponderación.

Atenuador e instrumento indicador.

4.2 . El sonómetro debe cubrir el ámbito de frecuencias de 31.5 8000 Ez.

4.3. Debe incluir cuando menos la curva de respuesta A y las B y/o C. Estas curvas deben pasar por los puntos dados en la tabla No. 1 dentro de las tolerancias indicadas

TABLA 1

RESPUESTA DEL SONOMETRO EN UN CAMPO LIBRE, RELATIVA AL NIVEL DE PRESION SONORA REAL PARA EL ANGULO DE INCIDENCIA QUE SE ESPECIFICA EN EL PARRAFO 4.3.

FRECUENCIA Hz (c/s)	CURVA A dB	CURVA B dB	CURVA C dB	TOLERANCIAS dB	TOLERANCIAS dB
31.5	-39.2	-17.2	- 3.0	5	-5
40	-34.5	-14.2	- 2.0	4.5	-4.5
50	-30.2	-11.7	- 1.3	4	-4
63	-26.1	- 9.4	- 0.8	4	-4
80	-22.3	- 7.4	- 0.5	3.5	-3.5
100	-19.1	- 5.7	- 0.3	3.5	-3.5
125	-16.1	- 4.3	- 0.2	3	-3
160	-13.2	- 3.0	- 0.1	3	-3
200	-10.8	- 2.1	0	3	-3
250	- 8.6	- 1.4	0	3	-3
315	- 6.5	- 0.9	0	3	-3
400	- 4.8	- 0.5	0	3	-3
500	- 3.2	- 0.3	0	3	-3
630	- 1.9	- 0.1	0	3	-3
800	- 0.8	0	0	2.5	-2.5
1000	0	0	0	2	-2
1250	0.6	0	0	2.5	-2.5
1600	1.0	- 0.1	- 0.1	3	-3
2000	1.2	- 0.2	- 0.2	3	-3
2500	1.2	- 0.3	- 0.3	4	-3
3150	1.2	- 0.5	- 0.5	5	-3.5
4000	1.0	- 0.6	- 0.6	5.5	-4
5000	0.5	- 1.2	- 1.3	6	-4.5
6300	- 0.1	- 2.0	- 2.0	6	-5
8000	- 1.1	- 3.0	- 3.0	6	-6

Aunque las curvas tratan de semejar las propiedades del oído, dichas curvas son meramente convencionales. Las tolerancias permitidas son relativamente grandes pero si el fabricante tiene posibilidades de ofrecer tolerancias más pequeñas este hecho debe enunciarse.

Las tolerancias se refieren al equipo en su totalidad o sea que incluyen las relacionadas al micrófono, al amplificador, a las redes de ponderación, al atenuador y al instrumento indicador, se aplican al funcionamiento del aparato en un campo sonoro libre en una dirección particular, la cual debe ser especificada por el fabricante.

Se recomienda que el fabricante también indique las condiciones para asegurar que el medidor marque correctamente en un campo sonoro difuso.

4.4. Si el sonómetro está diseñado para usar más de una de las tres curvas de ponderación A,B y C definidas en el párrafo 4.3, debe permitir además que se puedan

hacer mediciones con cualquiera de las tres curvas, para todos los niveles sonoros dentro del ámbito del aparato.

4.5. Si se intenta usar el sonómetro para medir un intervalo total de más de 30 dB, debe tener más de un sólo ámbito de sensibilidad.

Se recomienda que el atenuador funcione en pasos de 10 dB. Cada ámbito debe traslapar a los adyacentes por lo menos en 5 dB

5 CARACTERISTICAS DEL MICROFONO

5.1 . El micrófono debe ser del tipo omnidireccional

5.2. La variación de la sensibilidad del micrófono dentro de un ángulo hasta de propósito en el párrafo 4.3, no debe exceder los valores dados en la tabla No.2.

TABLA 2 Tolerancias permisibles de sensibilidad de micrófonos en un ángulo de $\pm 90^\circ$

FRECUENCIAS EN HZ	TOLERANCIAS PERMISIBLES EN (dB)	
	I	II
31.5-500	± 1.0	± 1
1000	± 1.5	+ 1 - 2
2000	± 4.0	+ 1 - 6
4000	± 8.0	+ 1 - 8
8000	± 15.0	+ 1 - 15

En la tabla anterior se dan dos series de tolerancias permisibles para la sensibilidad de los micrófonos en un ángulo de $\pm 90^\circ$, que están dadas de acuerdo a sí las mediciones se hacen con el micrófono montado en la caja del sonómetro o con el micrófono sólo, físicamente separado del cuerpo del sonómetro, pero conectado a él electrónicamente.

Los valores dados en la columna I, se refieren a mediciones hechas con el micrófono montado en el sonómetro, que es el caso del uso normal cualquier observador debe quedar efectivamente fuera del campo sonoro.

Los valores dados en la columna II, se refieren a mediciones hechas con el micrófono sólo, físicamente separado del sonómetro, pero conectado a él electrónicamente, cualquier observador debe quedar efectivamente fuera del campo sonoro.

NOTA: Un observador queda efectivamente fuera del campo sonoro cuando no produce interferencia alguna con la medición del micrófono.

6 CARACTERISTICAS DEL INSTRUMENTO INDICADOR

- 6.1 El instrumento indicador debe seguir la ley cuadrática.
- 6.2 La escala del instrumento indicador debe ser graduada en divisiones de 1 dB, sobre un intervalo de cuando menos 15 dB
- 6.3 Se recomienda que la escala del instrumento indicador se gradúe de -5 a + 10 dB
- 6.4. El error que se introduzca mediante un cambio en el ámbito debe ser menor que 1 dB.
- 6.5. Para las cinco primeras divisiones de la escala del instrumento indicador, la exactitud de graduación debe ser ± 1 dB, Para las otras divisiones la exactitud debe ser ± 0.5 dB. Debe ser posible leer la escala con la misma precisión.
- 6.6. Para cumplir con la característica dinámica de integración que se designa como "rápida", deben satisfacerse las siguientes especificaciones.
- 6.6.1 Si se aplica una señal sinusoidal con la frecuencia de 1000 Hz y con duración de 0.2 segundos, la lectura máxima debe de ser 1 dB menor que la lectura para una señal constante de la misma frecuencia y amplitud; se admiten tolerancias tales que la lectura máxima de la señal sinusoidal sea igual a la lectura de la señal constante ó 4 dB menor como máximo.
- 6.6.2 Si se aplica repentinamente una señal sinusoidal a cualquier frecuencia entre 31.5 y 8000 Hz, y se mantiene constante posteriormente, la lectura máxima debe sobrepasar la lectura constante final en 0.6 ± 0.5 dB.
- Para cumplir con la característica dinámica de integración que se designa como "lenta", deben satisfacerse las siguientes especificaciones:
- 6.7.1 Si se aplica un pulso de una señal sinusoidal de frecuencia 1000 Hz, y duración de 0.5 segundos, la lectura máxima debe ser de 4 ± 2 dB menor que la lectura para una señal constante de la misma frecuencia y amplitud.
- 6.7.2 Si se aplica repentinamente una señal sinusoidal a cualquier frecuencia entre 31.5 y 8000 Hz y posteriormente se mantiene constante, la lectura máxima debe sobrepasar la lectura constante final en $0.6 (+1, -0.5)$ dB.
- 6.7.3 La lectura constante para cualquier señal sinusoidal entre 31.5 y 8000 Hz no debe diferir la lectura rápida correspondiente en más de 0.1 dB.
- 6.8 Las características especificadas en los incisos 6.6 y 6.7 deben mantenerse para cualquier ponderación y para todas las posiciones del atenuador.
- 6.9 Se recomienda que la característica dinámica de integración usada se especifique en el informe preliminar.

7 CARACTERISTICAS DEL AMPLIFICADOR

7.1 Para la calibración eléctrica se recomienda conectar una resistencia de valor conocido en serie con el cable de tierra del micrófono y proporcionar un medio conveniente para su conexión.

7.2 Si el sonómetro opera mediante pilas, debe proporcionarse un medio apropiado para la verificación de la tensión en la pila bajo condiciones de carga.

7.3 Si el sonómetro también puede ser usado con un cable entre el micrófono y el amplificador, el fabricante debe especificar las correcciones correspondientes.

7.4 Cuando el micrófono es sustituido por una impedancia eléctrica equivalente, la tensión básica de ruido debe ser cuando menos 5 dB menor que la tensión correspondiente al nivel sonoro mínimo medible para cualquiera de las curvas de ponderación usadas.

7.5 Cuando el micrófono es sustituido por una impedancia eléctrica equivalente y cuando el sonómetro es colocado en un campo sonoro, la lectura en el sonómetro debe ser cuando menos 10 dB menor que la que fuese obtenida bajo condiciones normales de operación. Esta condición debe cumplirse para todo el ámbito de la escala del instrumento indicador, cualquiera que sea el nivel sonoro y para cualquier frecuencia entre 31.5 y 8000 Hz.

7.6 Los efectos de vibración deben ser reducidos al mínimo.

7.7 Los efectos de campos magnéticos y electrostáticos deben ser reducidos al mínimo.

7.8 El fabricante debe especificar el ámbito de temperatura para el cual la calibración del aparato entero, incluyendo el micrófono no es afectada en más de 1 dB. Si el efecto de la temperatura es mayor a 1 dB, el fabricante debe especificar las correcciones que deben aplicarse.

7.9 El fabricante debe especificar el ámbito de humedad dentro del cual debe operar el aparato completo, incluyendo el micrófono.

7.10 El amplificador debe tener una capacidad para manejar potencia cuando menos de 10 dB más que la correspondiente a la lectura máxima del instrumento indicador.

7.11 Cuando se requiere conectar aparatos externos con una impedancia específica al sonómetro, por ejemplo audífonos, esta conexión no debe afectar en más de 1 dB las lecturas, de lo contrario el instrumento indicador debe desconectarse automáticamente.

8 CALIBRACION Y VERIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS DEL SONOMETRO

8.1 El sonómetro completo debe calibrarse dentro del ámbito de frecuencias de 31.5 a 8000 Hz, dentro de un campo sonoro consistente en ondas progresivas sensiblemente planas, que lleguen al micrófono en la dirección de incidencia especificada por el fabricante. El campo sonoro no debe ser afectado sensiblemente por la presencia de algún observador.

Debe establecerse si es necesario el uso de un cable de extensión como se menciona en el párrafo 7.3 para satisfacer estos requisitos

8.2 Para determinar la sensibilidad del aparato completo para un campo sonoro difuso, esta sensibilidad se define como el valor eficaz de las sensibilidades en campo libre para toda orientación. Para este propósito es suficiente medir la sensibilidad del micrófono para ángulos de incidencia de 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150° y 180°, de la dirección especificada en el párrafo 4.3, y calcular la sensibilidad para un campo sonoro difuso mediante la siguiente fórmula:

$$S^2 = K_1 S_0^2 + K_2 S_{30}^2 + K_3 S_{60}^2 + \dots + K_7 S_{180}^2$$

Donde:

S= sensibilidad en un campo sonoro difuso en mV/N/m²

S₀, S₃₀,.....S₁₈₀= sensibilidades para los ángulos respectivos en mV/N/m²

K₁ = K₇ = 0.018

K₂ = K₆ = 0.129

K₃ = K₅ = 0.224

K₄ = 0.25g

La sensibilidad en un campo sonoro difuso se determina cuando menos para las frecuencias de 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz.

8.3 Debe verificarse la conformidad con los requisitos relacionados a las características dinámicas del instrumento indicador (párrafos 6.6 y 6.7) para una lectura estable del instrumento indicador a 4 dB menos que la lectura a escala total.

Esta verificación se hace aplicando una señal eléctrica al amplificador de preferencia en serie con el micrófono, para todas las curvas de ponderación consideradas.

8.4 La verificación de la ley cuadrática de la edición (valor eficaz indicado = raíz cuadrada de la suma de los valores medios cuadráticos de las componentes individuales) debe ser efectuada usando un generador de dos tonos o un arreglo semejante para proporcionar dos frecuencias no armónicas, primero sucesivamente y luego simultáneamente. Las mediciones deben hacerse para diferentes combinaciones de frecuencias no armónicas y diferentes posiciones del interruptor de nivel, para este propósito aplicar a la entrada del micrófono del amplificador una señal eléctrica de frecuencia f₁ cuyo valor eficaz se ajusta para obtener una lectura x en el indicador, la

señal f_1 debe sustituirse entonces por una señal f_2 , cumpliendo con las condiciones previamente especificadas, y el valor eficaz de la señal f_2 debe ajustarse para obtener la misma lectura x en el instrumento indicador.

Ambas señales de frecuencia f_1 y f_2 deben aplicarse simultáneamente con los valores eficaces anteriormente usados y anotar la lectura "Y" del instrumento indicador. Bajo estas condiciones se obtiene la siguiente ecuación:

$$Y = x + 3 : \text{dB}$$

Se recomienda que esta ecuación se satisfaga con una tolerancia de ± 0.25 dB. Efectuar esta prueba para un valor de la lectura $x = 7$ dB inferior a la lectura de la escala total del instrumento indicador.

8.5 La calibración de la escala del instrumento indicador (párrafo 6.5) debe verificarse mediante un método eléctrico para frecuencias de 31.5, 1000 y 8000 Hz.

8.6 La exactitud de las indicaciones del atenuador deben verificarse aplicando tensiones sinusoidales de amplitud ajustable y frecuencias de 31.5, 1000 y 8000 Hz. En cada caso, el error debe ser menor que 1 dB respecto a la lectura de 80 dB.

9 MARCADO

9.1 El aparato debe marcarse con las palabras "sonómetro para usos generales".

9.2 También deben existir leyendas conteniendo como mínimo lo siguiente:

El nombre del fabricante o su marca.

El número de serie.

Una indicación del ámbito de niveles de presión sonora para el cual fue diseñado.

El modelo.

10 FOLLETO DESCRIPTIVO

10.1 Cada sonómetro debe estar acompañado por un folleto descriptivo en el cual se incluya la siguiente información:

10.1.1 El tipo de micrófono (electrostático, electrodinámico, etc.) su número de serie y otras referencias de fabricación.

10.1.2 El ángulo de incidencia especificado en el párrafo 4.3.

10.1.3 Las curvas de respuesta dadas en el párrafo 4.3.

10.1.4 Las características dinámicas de integración (rápidas, lentas) dadas en los párrafos 6.6 y 6.7.

10.1.5 Los efectos que sobre las indicaciones del sonómetro pueden ejercer vibraciones, campos magnéticos e electrostáticos, temperatura y humedad.

10.1.6 Los límites de temperatura y humedad más allá de los cuales puede ocurrir un daño permanente al aparato.

10.1.7 Cualquier corrección a la calibración requerida debida al uso de un cable de extensión para el micrófono.

10.2 Se recomienda incluir también la siguiente información en el folleto descriptivo.

10.2.1 La impedancia del micrófono.

10.2.2 La sensibilidad del micrófono en función de la frecuencia para el ángulo de incidencia especificado por el fabricante, como en el párrafo 4.3.

10.2.3 Las características direccionales del micrófono para las frecuencias dadas en el párrafo 5.2

10.2.4 La sensibilidad en un campo sonoro difuso calculado mediante el método del párrafo 8.2

10.2.5 La advertencia de que la presencia de un observador en el campo sonoro próximo al micrófono puede afectar la exactitud de las mediciones, en particular para altas frecuencias.

11 BIBLIOGRAFIA

"Recommendations for Sound Level Meters".
IEC- 123

12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma concuerda íntegramente con la norma IEC-123"Recommendations for Sound Level Meters".

México, D.F., Octubre 4, 1977

EL C. DIRECTOR GENERAL

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a 'S' and a horizontal line extending to the right.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS

Fecha de aprobación y publicación: Febrero 3, 1978