

Copia No Controlada

Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Centro de Desarrollo e Investigación
en Física y Metrología



INTI



Procedimiento específico: PEA09

CALIBRACIÓN DE MICRÓFONOS PATRONES, SEGÚN NORMA IEC 61094-2/92.

Revisión: Agosto 2018

Este documento se ha elaborado con recursos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.


PEA09 Lista de enmiendas: Agosto 2018.

[illegible]

PEA09 Índice: Agosto 2018.

NOMBRE DEL CAPITULO	REVISIÓN
Página titular	Agosto 2018
Lista de enmiendas	Agosto 2018
Índice	Agosto 2018
Calibración de micrófonos patrones, según norma IEC 61094-2/92.	Agosto 2018
Apéndice 1	Agosto 2018
Apéndice 2	Agosto 2018
Apéndice 3	Agosto 2018
Apéndice 4	Agosto 2018

PREPARADO POR

FIRMA Y SELLO

Lic. FEDERICO A. SERRANO
UT Acústica
INTI Física y Metrología

REVISADO POR

FIRMA Y SELLO

ING. PATRICIA VARELA
COORD. CALIDAD Y ADMINISTRACION
INTI - FISICA y METROLOGIA

APROBADO POR

FIRMA Y SELLO

Ing. JUAN A. FORASTIERI
DIRECTOR TECNICO
INTI - FISICA Y METROLOGIA

PEA09: Agosto 2018.

1. Objeto

Establecer los métodos de calibración para los micrófonos patrones comprendidos en el título.

2. Alcance

Todos los micrófonos patrones, que cumplen con los requerimientos de la norma IEC 61094-1/00 para micrófonos tipo LS1P, que deban ser calibrados según la norma IEC 61094-2/92.

3. Definiciones y abreviaturas

Se encuentran en las normas de referencia.

4. Referencias

- Norma IEC 61094-1/00, micrófonos de medición, parte 1: especificaciones para micrófonos patrones de laboratorio.
- Norma IEC 61094-2/92, micrófonos de medición, parte 2: método primario para la calibración de micrófonos patrones de laboratorio por la técnica de reciprocidad.
- Brüel & Kjaer: manual de instrucciones del equipo de calibración por reciprocidad modelo 4143.
- PTB Bericht Ak26, Marzo 1984.
- RASMUSSEN "The influence of environmental conditions on the pressure sensitivity of measurement microphones", Brüel & Kjaer "Technical Review N°1/2001".

5. Responsabilidades

5.1. Del Coordinador de la Unidad Técnica Acústica

Supervisar la realización de las calibraciones. Verificar que se cumplan los procedimientos y revisar los resultados.

5.2. Del personal del laboratorio.

Realizar las calibraciones aplicando el presente procedimiento. Procesar los datos correspondientes y emitir el certificado.

6. Instrucciones.

Las instrucciones de trabajo se efectúan de acuerdo a la norma IEC 61094-2/92 y al manual de instrucciones del equipo de calibración por reciprocidad tipo modelo 4143.

6.3. Instrucciones de trabajo y sistema de medición.

El procedimiento aplicado se describe a continuación:

A.- Montaje de los micrófonos y del acoplador en el zócalo de entrada del B&K 4143.

1. Anotar el tipo y número de serie de cada micrófono en el orden interviniente en la calibración. Como por ejemplo:

- Micrófono 1: 4160, 873961.
- Micrófono 2: 4160, 873980.
- Micrófono 3: 4160, 873981.

2. Remover la protección plástica de la membrana de cada micrófono.

3. En el equipo de reciprocidad ByK 4143, retirar el zócalo transmisor de micrófonos completamente hacia afuera hasta que trabaje. Montar el micrófono 1 en dicho zócalo. Este micrófono se comportará como transmisor.

4. Colocar el acoplador de 3,4 cm³ sobre el micrófono transmisor, con el anillo aislante negro orientado hacia abajo.

5. Conectar el micrófono 2 al preamplificador B&K 2673, provisto con el adaptador UA0786 para micrófonos LS1P. Este micrófono se comportará como receptor.

PEA09: Agosto 2018.

6. Colocar el micrófono 2 en la parte superior del acoplador. Se debe tener sumo cuidado en esta operación, para garantizar que no se incremente la presión estática interna dentro del acoplador. Las membranas podrían fatigarse. Luego, conectar el preamplificador B&K 2673 a la entrada de preamplificador del B&K 4143.
7. Utilizar el conjunto de soporte elástico UA 0464 para asegurar el preamplificador de acuerdo con la figura 4.1, página 29, del manual de instrucciones del B&K 4143.
8. Colocar en los orificios capilares del acoplador las guías para agujas correspondientes. Luego, insertar una aguja y dejar destapada la otra guía.
9. Finalmente, el montaje completo debe quedar como se muestra en la figura 1.

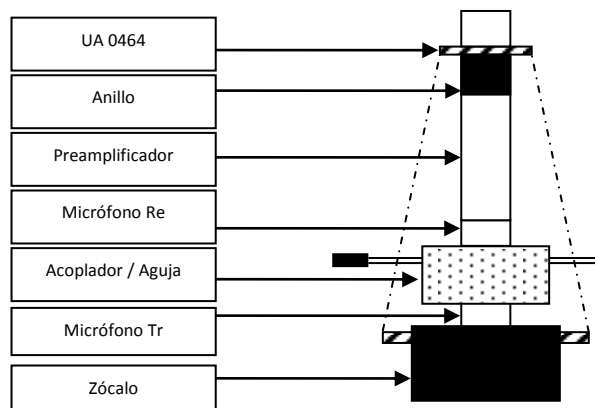


FIGURA 1: Esquema del armado del conjunto de transductores y acoplador en el 4143.

B.- Sistema de Interconexión

1. Utilizar un conector “T” BNC para conectar la salida fija de 7 V del generador sinusoidal Krohn-Hite 4402, a la entrada de oscilador del contador universal Goldstar FC2015U. Asegurarse que la llave “transmitter/actuator” del B&K 4143 esté colocada en “transmitter”.
2. Conectar los filtros B&K 1618 a los zócalos de entrada y salida de los canales A y B, del B&K 4143, respectivamente. Verificar que el selector de filtro esté colocado en la posición “external filter”.
3. Conectar el multímetro HP34401A al zócalo “polarization voltage” del panel trasero del B&K 4143 y configurarlo para medir tensión continua. Verificar que la llave de polarización esté colocada en la posición “internal”.

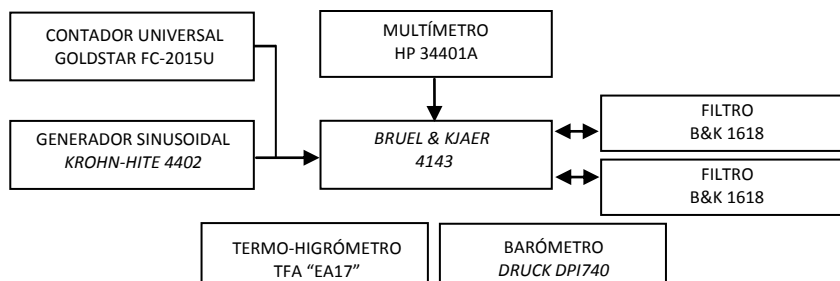


FIGURA 2: Sistema de medición para calibración de micrófonos por reciprocidad

4. Colocar los conectores cortocircuitados JP 0149 en el zócalo del panel trasero “comparator input A and B”.
5. Prender el equipamiento y esperar 15 min o más, a fin de que el sistema se estabilice.
6. Verificar que la aguja del medidor de nivel del B&K 4143 deflexione hasta “0 dB”. En caso de ser necesario, ajustar la lectura utilizando el tornillo ubicado debajo del indicador hasta dicha posición.

PEA09: Agosto 2018.

C.- Medición del producto de sensibilidades

1. Verificar que el multímetro HP34401A indique una tensión de polarización de 200,00 V. De lo contrario, ajustarlo con el potenciómetro del panel trasero identificado como “200 V adjustment”.
2. Colocar los controles del B&K 4143 de la siguiente manera:
 - Transmitter/actuator: “transmitter”
 - Coupler volumen: “3 cm3”
 - Gain: “0 dB”
 - Function Selector: “Gain control”
 - Filter selector: “External”
 - Polarization voltage: “Internal”
3. Colocar el termohigrómetro TFA en las cercanías del conjunto de micrófonos preparado en A.
4. Anotar la temperatura, presión atmosférica, humedad relativa ambiente y tensión de polarización de los micrófonos, en la tabla de medición del apéndice 4. Verificar que las condiciones ambientales se encuentren dentro de los límites establecidos en el párrafo 6.4.
5. Ajustar el generador Krohn-Hite 4402 a la frecuencia deseada, verificar mediante el frecuencímetro Goldstar que la indicación este comprendida dentro de $\pm 1\%$ del valor nominal y sintonizar los filtros B&K 1618 a esta frecuencia.
6. Colocar el control de “Function Selector” del B&K 4143 en la posición “Gain Control”. Ajustar el potenciómetro “Gain Control” hasta que la aguja del indicador “level meter” deflexione sobre la marca negra en el centro de la escala. En esta etapa, es posible verificar que la relación señal / ruido sea mejor que 30 dB. Para esto, presionar y mantener el botón “S/N test”. La aguja del indicador “Level Meter” debe deflexionar hacia la derecha por espacio de 2 s aproximadamente y luego hacia la izquierda. Si la deflexión final es a la izquierda del medidor, esto indica una baja relación señal a ruido. Se deberá remediar dicha situación antes de continuar con la medición.
7. Colocar el control “Function Selector” en la posición “Reference & Balance”.
8. Ajustar el potenciómetro “Reference” hasta que la aguja del indicador “Level Meter” deflexione hasta el centro de la escala.
9. Ajustar el potenciómetro “Balance” hasta que la aguja del indicador “Main Meter” indique “0 dB”.
10. Colocar el “Function Selector” en “Insert Gain”.
11. Ajustar el potenciómetro “Insert gain” hasta que la aguja del indicador “Main Meter” indique “0 dB”.
12. Debido a que el ajuste del paso 11 puede modificar la ganancia del canal A, colocar el control “Function selector” nuevamente en “Gain control” y verificar que la aguja del indicador “Level meter” continúe deflexionando sobre la marca negra, en el centro de la escala. De lo contrario, repita los pasos 6 a 11.
13. Colocar el control “Function Selector” en la posición “Sensitivity Product”.
14. Ajustar los atenuadores por décadas “Sensitivity Product” hasta que la aguja del “Main Meter” deflexione sobre el área de trabajo del indicador principal (entre 0 y +0,1 dB). Si la aguja deflexionara a la izquierda, el ajuste del “Sensitivity Product” debería reducirse y vice versa.
15. El producto de sensibilidad es la suma de la lectura del “Main Meter” y del ajuste del “Sensitivity Product”.
16. Anotar el valor medido en la tabla de medición y cambiar el oscilador a la próxima frecuencia de medición,
17. Repetir los pasos 6 a 16.
18. Repetir este procedimiento hasta completar todas las frecuencias de medición.

PEA09: Agosto 2018.

19. Retirar el preamplificador del zócalo “*Preamplificador Input*” y reemplazar el micrófono 2 por el 3. Conectar nuevamente el preamplificador, y esperar hasta que la lectura del multímetro HP34401A sea nuevamente de 200.00 V.

20. Repetir los pasos 5 a 16. Repetir este procedimiento hasta completar todas las frecuencias de medición.

21. Apagar el B&K 4143 y reemplazar el micrófono 1 por el 2. Conectar nuevamente el B&K 4143, y esperar hasta que la lectura del HP34401A se estabilice en 200.00 V.

22. Repetir los pasos 5 a 16. Repetir este procedimiento hasta completar todas las frecuencias de medición.

D.- Determinación de los parámetros mecánicos y electroacústicos de los micrófonos.

D.1.- Medición de la profundidad de la cavidad frontal del micrófono.

Se recomienda que esta medición sea ejecutada bajo condiciones ambientales de referencia. Estas condiciones deben constar en el informe de medición, tal como se indica en el Apéndice N° 2.

La profundidad de la cavidad frontal se determina por medios ópticos utilizando una máquina óptica de tres coordenadas, marca SIP, modelo MU-214B perteneciente a la U.T. Mecánica, de INTI-Física y Metrología. Este equipo se proporciona con el accesorio óptico para no palpar el diafragma.

1. Se mide la profundidad frontal focalizando alternativamente en varios puntos de la parte superior del borde (L_1) y del diafragma del micrófono (L_2), respectivamente.
2. Cada lectura deberá incluirse en el informe de medición de la profundidad frontal.
3. Se tomarán al menos ocho lecturas distribuidas sobre el diafragma y sobre la parte superior del borde del micrófono.
4. La profundidad frontal p_f es igual al valor promedio de las medidas en aro y diafragma $L_1 - L_2$.
5. El volumen de la cavidad frontal, se calcula a partir de la expresión:

$$V_f = (\pi/4) p_f d^2$$

Donde “d” es el diámetro del volumen de la cavidad frontal.

El valor nominal de “d” es 18,602 mm³.

D.2.- Medición del volumen equivalente y frontal.

Se recomienda que esta medición sea ejecutada bajo condiciones ambientales de referencia. Estas condiciones deben constar en el informe de medición de los volúmenes tal como se indica en el Apéndice N° 3.

1. Utilizar el mismo sistema y esquema de medición que para la calibración por reciprocidad (Ver figura 2), excepto por el acoplador de micrófonos de 3,4cm³.
2. Utilizar el acoplador de volumen nominal 1 cm³ (DP 0099) con el anillo de expansión incorporado (YO 1804). Dicho anillo se colocará en el lado del micrófono receptor. Luego, repetir la medición sin el anillo de expansión de volumen.
3. Colocar los alfileres de acero para obturar los orificios de ventilación del acoplador.
4. Una vez conectado el sistema de medición, seguir con el procedimiento para la medición del producto de sensibilidades, según se describe en el párrafo “C”. La perilla del “*coupler volume*” se colocará en “3 cm³” y la de “*gain*” en “0 dB”.
5. Las mediciones se realizarán para los tres pares de micrófonos y en cada caso las dos lecturas (dB1 con anillo de expansión y dB2 sin anillo de expansión) deberán ingresarse en el informe de medición, así como todas aquellas calculadas en D.2.1.

PEA09: Agosto 2018.

D.2.1.- Obtención de las sumas de los volúmenes frontal y equivalentes.1.- Leer V_r y V_c de la carta de calibración del B&K 4143.2.- Derivar F de $20 \log F = dB_1 - dB_2$.3.- Para cada valor de F , calcular $(V_r/F-1) - V_c$.4.- Leer los correspondientes factores de conducción térmica K y ΔV del manual de instrucciones del B&K 4143, página 49, Tabla 5.1, y aplicarlos a las cantidades derivadas del paso 3, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$V_{f1} + V_{eq1} + V_{f2} + V_{eq2} = K * [(V_r/F-1) - V_c] - \Delta V$$

Donde:

 V_{f1} y V_{f2} : volumen frontal de cada micrófono. V_{eq1} y V_{eq2} : volumen equivalente corregido de cada micrófono.**D.2.2.- Cálculo del volumen equivalente de cada micrófono.**

Del informe de medición se tiene:

$$A = V_{f1} + V_{eq1} + V_{f2} + V_{eq2}$$

$$B = V_{f1} + V_{eq1} + V_{f3} + V_{eq3}$$

$$C = V_{f2} + V_{eq2} + V_{f3} + V_{eq3}$$

Los valores de V_{f1} , V_{f2} y V_{f3} se calculan en D.1, por lo tanto:

$$V_{eq1} = (A+B-C)/2 - V_{f1}$$

$$V_{eq2} = (A+C-B)/2 - V_{f2}$$

$$V_{eq3} = (B+C-A)/2 - V_{f3}$$

D.2.3.- Cálculo de la compliancia acústica de cada micrófono.

A partir del volumen equivalente es posible calcular la compliancia acústica para cada micrófono mediante la siguiente expresión:

$$C = V_{eq} / (p_a \kappa)$$

Donde:

 p_a : es la presión ambiental durante la medición. Para las condiciones de referencia, $p_a = 1013,25$ hPa. κ : es la relación de calores específicos. Para las condiciones de referencia $\kappa = 1,40$ **E - Cálculo de las sensibilidades de cada micrófono.**

La sensibilidad de cada micrófono se calcula automáticamente, ingresando los valores en la plantilla Excel "Plantilla calibracion LS1P.31.5 Hz-8kHz.Ver1.2.P.xlsx" para el rango de frecuencias comprendido entre 31,5 Hz a 8000 Hz.

Las correcciones a condiciones ambientales de referencia son realizadas automáticamente en la plantilla.xlsx.

Realizar el certificado de calibración correspondiente, incluyendo en el mismo los parámetros dimensionales del micrófono como ser: profundidad y volumen frontal y volumen equivalente. Etiquetar los micrófonos.

6.4. Identificación y almacenaje

Los micrófonos a calibrar se identifican de acuerdo con las instrucciones de los Procedimientos Generales de INTI - Física y Metrología y son guardados, desde su ingreso hasta la devolución al cliente, en el Laboratorio de Electroacústica, sala N° 60, ver capítulo 10 del MC.

PEA09: Agosto 2018.

6.5. Instrumental a utilizar

- Termohigrómetro digital, marca TFA, identificado como “EA17”.
- Barómetro marca DRUCK, modelo DPI 740, N° de serie: 74004027.
- Filtro pasa banda, marca BRUEL & KJAER, modelo 1618, N° de serie: 904724.
- Filtro pasa banda, marca BRUEL & KJAER, modelo 1618, N° de serie: 904725.
- Contador universal marca GOLDSTAR, modelo FC-2015U, N° de serie: 402511.
- Oscilador sinusoidal, marca KROHN-HITE, modelo 4402, número de serie: 1212.
- Multímetro, marca HEWLETT PACKARD, modelo 34401A, N° de serie: 36064582.
- Preamplificador de micrófonos, marca BRUEL & KJAER, modelo 2673, N° de serie: 1854875.
- Equipo de calibración por reciprocidad, marca BRUEL & KJAER, modelo 4143, N° de serie: 906969.
- Micrófonos a condensador, marca BRUEL & KJAER, modelo 4160, números de serie: 873961, 873980 y 873981.

6.6. Condiciones ambientales.

Temperatura ambiente: (23 ± 3) °C.

Presión atmosférica: (1013 ± 20) hPa.

Humedad relativa: (50 ± 20) %.

6.7. Incertidumbre de medición ($k=2$)

Sensibilidad: 31,5kHz: 0,07 dB, ver apéndice 1.

Sensibilidad: 63 Hz- 2 kHz: 0,05 dB, ver apéndice 1.

Sensibilidad: 4 kHz- 8 kHz: 0,1 dB, ver apéndice 1.

7. Registros de la calidad

Se conservan registros manuscritos de las observaciones originales, copia de los certificados emitidos, como así también copia de la orden de trabajo, salida de elementos y demás documentación relacionada, de acuerdo con el Manual de la Calidad del INTI - Física y Metrología, capítulo 11.

8. Precauciones

No aplicable.

9. Apéndices y anexos

APÉNDICE	TÍTULO
1	Cálculo de incertidumbres.
2	Determinación del volumen frontal.
3	Determinación del volumen equivalente.
4	Planilla de registro de calibración.

PEA09 Apéndice 2: Agosto 2018.

1. Cálculo de Incertidumbres: rango 31,5 Hz.

Planilla de Cálculo de incertidumbres						
PEA09: Calibración por reciprocidad de micrófonos LS1P IEC 61094-2/97						
Rango de frecuencias: 31,5 Hz						
Fuente de incertidumbre	Tipo B, dB re 20 µPa	Símbolo	c _i ⁽¹⁾	Intervalo (±)	Distribución ⁽²⁾	Factor
Volumen frontal y equivalente			1	0,030	R	1,7
Relación de tensión			1	0,015	R	1,7
Impedancia de referencia			1	0,005	R	1,7
Relación de calores específicos			1	0,002	R	1,7
Presión barométrica			1	0,002	R	1,7
Corrección por conducción térmica			1	0,010	R	1,7
Corrección por tubo capilar abierto			1	0,001	R	1,7
Ecuación de línea de transmisión			1	0,020	R	1,7
Tensión insertada			1	0,005	R	1,7
Tensión de polarización			1	0,010	R	1,7
Coefficiente de corrección por presión			1	0,001	R	1,7
Coefficiente de corrección por temperatura			1	0,001	R	1,7
Coefficiente de corrección por humedad			1	0,001	R	1,7
Redondeo			1	0,005	R	1,7
Estimación de la incertidumbre tipo B, k =1		u _c			N (1s)	
					31459	0,025
Fuente de incertidumbre tipo A, dB re 20 µPa						
Incertidumbre tipo A, distribución normal (dB)						
Repetibilidad						0,025
Estimación de la incertidumbre tipo A, k =1						0,025
Incertidumbre global, dB re 20 µPa						
Tipo A, N(95%)						
					k	2,0
Tipo B, N(95%)						
					k	2,0
Incertidumbre global, k=2						0,069
Incertidumbre final, dB re 20 µPa						0,07
(1) Coeficientes de sensibilidad						
(2) N: normal; R:rectangular						
(3) Grados de libertad						

PEA09 Apéndice 2: Agosto 2018.

1. Cálculo de Incertidumbres: rango 63Hz a 2kHz.

Planilla de Cálculo de incertidumbres						
PEA09: Calibración por reciprocidad de micrófonos LS1P IEC 61094-2/97						
Rango de frecuencias: 63 Hz a 2 kHz						
Fuente de incertidumbre Tipo B, dB re 20 μ Pa	Símbolo	$c_i^{(1)}$	Intervalo (\pm)	Distribución ⁽²⁾	Factor	$n_i^{(3)}$
Volumen frontal y equivalente		1	0,030	R	1,7	10000
Relación de tensión		1	0,015	R	1,7	10000
Impedancia de referencia		1	0,005	R	1,7	10000
Relación de calores específicos		1	0,002	R	1,7	10000
Presión barométrica		1	0,002	R	1,7	10000
Corrección por conducción térmica		1	0,010	R	1,7	10000
Corrección por tubo capilar abierto		1	0,001	R	1,7	10000
Ecuación de línea de transmisión		1	0,020	R	1,7	10000
Tensión insertada		1	0,005	R	1,7	10000
Tensión de polarización		1	0,010	R	1,7	10000
Coefficiente de corrección por presión		1	0,001	R	1,7	10000
Coefficiente de corrección por temperatura		1	0,001	R	1,7	10000
Coefficiente de corrección por humedad		1	0,001	R	1,7	10000
Redondeo		1	0,005	R	1,7	10000
Estimación de la incertidumbre tipo B, $k=1$	u_c			N (1s)		31459
						0,025
Fuente de incertidumbre tipo A, dB re 20 μ Pa						
Incridumbre tipo A, distribución normal (dB)						
Repetibilidad						0,005
Estimación de la incertidumbre tipo A, $k=1$						0,005
Incridumbre global, dB re 20 μ Pa						
Tipo A, N(95%)						
				k	2,0	0,010
Tipo B, N(95%)						
				k	2,0	0,048
Incridumbre global, $k=2$						0,049
Incridumbre final, dB re 20 μ Pa						0,05
(1) Coeficientes de sensibilidad						
(2) N: normal; R: rectangular						
(3) Grados de libertad						

PEA09 Apéndice 2: Agosto 2018.

2. Cálculo de Incertidumbres: rango 4 kHz a 8kHz.

Planilla de Cálculo de incertidumbres						
PEA09: Calibración por reciprocidad de micrófonos LS1P IEC 61094-2/97						
Rango de frecuencias: 4 a 8 kHz						
Fuente de incertidumbre Tipo B, dB re 20 μ Pa	Símbolo	$c_i^{(1)}$	Intervalo (\pm)	Distribución ⁽²⁾	Factor	$n_i^{(3)}$
Volumen frontal y equivalente		1	0,030	R	1,7	10000
Relación de tensión		1	0,015	R	1,7	10000
Impedancia de referencia		1	0,005	R	1,7	10000
Relación de calores específicos		1	0,002	R	1,7	10000
Presión barométrica		1	0,002	R	1,7	10000
Corrección por conducción térmica		1	0,010	R	1,7	10000
Corrección por tubo capilar abierto		1	0,001	R	1,7	10000
Ecuación de línea de transmisión		1	0,020	R	1,7	10000
Tensión insertada		1	0,005	R	1,7	10000
Tensión de polarización		1	0,010	R	1,7	10000
Coefficiente de corrección por presión		1	0,001	R	1,7	10000
Coefficiente de corrección por temperatura		1	0,001	R	1,7	10000
Coefficiente de corrección por humedad		1	0,001	R	1,7	10000
Redondeo		1	0,005	R	1,7	10000
Estimación de la incertidumbre tipo B, $k=1$	u_c			N (1s)		31459
Fuente de incertidumbre tipo A, dB re 20 μ Pa						
Incertidumbre tipo A, distribución normal (dB)						
Repetibilidad						0,045
Estimación de la incertidumbre tipo A, $k=1$						0,045
Incertidumbre global, dB re 20 μ Pa						
Tipo A, N(95%)						
Tipo B, N(95%)						
k						
k						
Incertidumbre global, $k=2$						0,100
Incertidumbre final, dB re 20 μ Pa						0,10

(1) Coeficientes de sensibilidad

(2) N: normal; R: rectangular

(3) Grados de libertad

PEA09 Apéndice 2: Agosto 2018.

DETERMINACION DEL VOLUMEN FRONTAL

Laboratorio de Electroacústica	Página 4 de 1
Planilla de medición y resultados, OT N°.....	Intervino:
Cliente: Unidad Técnica Acústica.....	Verificó:.....

ELEMENTO ENTREGADO: 1 (un) micrófono patrón marca Bruel & Kjaer, modelo....., número de serie.....

1.- Medición de la profundidad frontal

Día de medición:....., Temperatura:.....°C; Presión:.....hPa; humedad:.....%

Medición N°	Corona [10 ⁻³ m]	Diafragma [10 ⁻³ m]	Profundidad [10 ⁻³ m]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

2.- Resultados

Profundidad frontal		
Valor medio [10 ⁻³ m]	Desvío estándar [10 ⁻³ m]	Desvío estándar Máximo [10 ⁻³ m]
	±	±0,01

PEA09 Apéndice 3: Agosto 2018.

Determinación del volumen equivalente:

Laboratorio de Electroacústica	Página 1 de 2
Planilla de medición y resultados, OT N°	Intervino:
Cliente: Unidad Técnica Acústica.....	Verificó:.....

Medición de volumen frontal y equivalente			
Dia:			
Frecuencia:			[Hz]
Presión atmosférica:			[hPa]
Temperatura:			[°C]
Humedad:			[%]
Volumen del acoplador [Vc]:			[cm ³]
Volumen del aro de expansión [Vr]:			[cm ³]
Micrófono	1	2	3
Tipo			
Nº de serie			
1.- Valores medidos			
Conjunto de micrófonos	Micrófonos 1 - 2	Micrófonos 1 - 3	Micrófonos 2 - 3
con aro de expansión (L1)			
sin aro de expansión (L2)			
2.- Cálculo del volumen frontal + el equivalente			
$20 \cdot \log (F)$			
F			
$(V_r/F-1) \cdot V_c$			
$K \cdot (V_r/F-1) \cdot V_c$			
delta V			
$V_{f_i} + V_{eq_i} + V_{f_j} + V_{eq_j}$			
vol. equiv. 961, 980 y 981			

PEA09 Apéndice 3: Agosto 2018.

Laboratorio de Electroacústica	Página 2 de 2
Planilla de medición y resultados, OT N°	Intervino:
Cliente: Unidad Técnica Acústica.....	Verificó:

Medición de volumen frontal y equivalente

Día:	
Frecuencia:	[Hz]
Presión atmosférica:	[hPa]
Temperatura:	[°C]
Humedad:	[%]
Volumen del acoplador [Vc]:	[cm ³]
Volumen del aro de expansión [Vr]:	[cm ³]

Micrófono	1	2	3
Tipo			
N° de serie			

3.- Cálculo del volumen equivalente

Conjunto de micrófonos	Micrófonos 1 - 2	Micrófonos 1 - 3	Micrófonos 2 - 3
V _{fi} +V _{eqi} +V _{fj} +V _{eqj}			

Micrófono	1	2	3
Volumen frontal			
Volumen equivalente			

vol. equiv. 961, 980 y 981 (2)

PEA09 Apéndice 4: Agosto 2018.

1. PLANILLA DE REGISTRO ENTRE 31,5 Hz y 500 Hz.

Laboratorio de Electroacústica	Página 1 de 2
Planilla de medición y resultados, OT N°	Intervino:
Cliente: Unidad Técnica Acústica.....	Verificó:.....

Acoplador: 3,4 cm³

Día:
Hora:
Presión atmosférica [hPa]:
Temperatura [°C]:
Humedad [%]:
Tensión de polarización [V]:

Frecuencia [Hz]	conjunto micrófonos 961-980 [dB]	conjunto micrófonos 961-981 [dB]	conjunto micrófonos 980-981 [dB]
31,62	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
63,1	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
125,9	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
251,2	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
501,2	961-980:	961-981:	980-981:
	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:

PEA09 Apéndice 4: Agosto 2018.

2. PLANILLA DE REGISTRO ENTRE 500 Hz y 8 kHz.

Laboratorio de Electroacústica	Página 2 de 2
Planilla de medición y resultados, OT N°	Intervino:
Ciente: Unidad Técnica Acústica.....	Verificó:

Calibración de micrófonos LS1P por acoplador cerrado**Acoplador: 3,4 cm³**

Día:	
Hora:	
Presión atmosférica [hPa]:	
Temperatura [°C]:	
Humedad [%]:	
Tensión de polarización [V]:	

Frecuencia [Hz]	conjunto micrófonos 961-980 [dB]	conjunto micrófonos 961-981 [dB]	conjunto micrófonos 980-981 [dB]
501,2	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
1000	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
1995,3	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
3981,1	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM:
7943,3	961-980:	961-981:	980-981:
	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	VM:	VM: