

MEDICIÓN DE RESPUESTA EN FRECUENCIA Y SENSIBILIDAD DE VARIOS micrófonoS

Federico Feldsberg¹

¹Universidad Nacional de Tres De Febrero, Buenos Aires, Argentina
fedefelds@hotmail.com

Resumen

En este artículo se describe una serie de mediciones llevadas a cabo en el marco de la materia Electroacústica I. Se recurre a dos métodos de medición distintos para caracterizar los micrófonos Shure SM57, Rode NT2000, Earthworks M50 y Beyerdynamic MM1

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo describir los procesos de medición llevados a cabo en el marco de la materia Electroacústica I, así como analizar los resultados allí obtenidos desde el marco teórico de la misma.

Las mediciones están relacionadas con los conceptos de sensibilidad y respuesta en frecuencia de micrófonos. Se consideran dos micrófonos durante todo el proceso: uno se utiliza como micrófono referencia, y el micrófono a medir, de sensibilidad y respuesta en frecuencia desconocidas. Se utilizaron dos métodos de medición: el método clásico de Davis y otro método moderno basado en la función de transferencia.

2. MÉTODO CLÁSICO

El método clásico propuesto por Davis en [1] permite medir la sensibilidad y la respuesta en frecuencia de un micrófono dado.

Para este método se utiliza el siguiente instrumental:

- una consola mezcladora Behringer
- un parlante de monitoreo KRK
- un sonómetro Svantek y su calibrador
- un multímetro digital Uni-T
- un osciloscopio digital Tektronix
- un micrófono de referencia Earthworks M50

2.1. MEDICIÓN DE SENSIBILIDAD

En primer lugar, se mide el piso de ruido en el lugar de medición para asegurarse de que el mismo no afecte las demás mediciones. Se calibra el sonómetro con el tono puro de 1 kHz que emite su calibrador, de manera que este último detecte un nivel de presión sonora de referencia de 94 dB SPL, y calcule las compensaciones necesarias. Además se le asigna un tiempo de integración lento.

Dicho método consiste en utilizar un micrófono de referencia (Earthworks M50) cuya sensibilidad es conocida. Debido a su respuesta en frecuencia en respuesta prácticamente plana, es considerado un micrófono ideal. Tanto el micrófono de referencia como el micrófono a medir se colocan a una distancia de 15 cm del parlante para poder asegurar el nivel de presión sonora deseado.

La figura 2 indica el arreglo instrumental utilizado en el método clásico

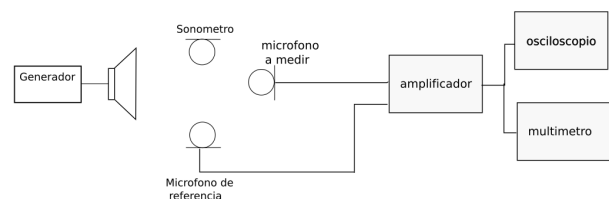


Figura 1: Arreglo instrumental del método clásico

El micrófono de referencia es expuesto a un tono puro de 1 kHz a un nivel de presión sonora de 94 dB SPL. El nivel de presión sonora es controlado con el sonómetro Svantek. Debido a que no poseemos instrumental lo suficientemente preciso para medir tensiones en el orden de magnitud de los mV, debemos amplificar la tensión generada en los termi-

nales del micrófono mediante el uso de una consola mezcladora. La forma de onda de la salida de dicha consola es monitoreada por medio de un osciloscopio digital, a modo de hallar una ganancia tal que sea medible por nuestro instrumental y aun así no ocasione recortes de señal. Dicha ganancia se fija para toda la medición.

La sensibilidad de un micrófono S_0 está definida como la tensión en los terminales de salida del mismo, al estar expuesto a un nivel de presión sonora de 94 dB SPL. Debido a que la sensibilidad de nuestro micrófono de referencia es conocida, podemos averiguar la ganancia de la consola si consideramos las ecuaciones 1 y 2.

$$G_v = \frac{V_o}{V_i} \quad (1)$$

$$G_{dB} = 20 \log \left(\frac{V_o}{V_i} \right) \quad (2)$$

Bajo las condiciones de esta medición V_o es conocido y $V_i = S_0$, por lo que la ganancia tanto en veces como en dB queda determinada por las ecuaciones 3 y 4 respectivamente:

$$G_v = \frac{V_o}{S} \quad (3)$$

$$G_{dB} = 20 \log \left(\frac{V_o}{S} \right) \quad (4)$$

Luego se intercambia el micrófono de referencia por el Shure SM57, cuya sensibilidad desconocida es S_1 . Dicho transductor es expuesto a un tono puro de 1 kHz a 94 dB SPL y la tensión en la salida de la consola mezcladora es medido. Por lo tanto, la sensibilidad del micrófono bajo medición está dada por la ecuación

5:

$$S_1 = \frac{V_o}{G_v} \quad (5)$$

2.2. MEDICIÓN DE RESPUESTA EN FRECUENCIA

La medición de respuesta en frecuencia se basa en un arreglo instrumental similar al usado en la medición de sensibilidad según el método clásico. La única diferencia está en el nivel de presión sonora de la señal utilizada: Debido a que el monitor no es capaz de manejar un nivel de 94 dB SPL en altas frecuencias, se usó 84 dB SPL. En los ajustes del generador se regula la frecuencia del tono puro y al mismo tiempo se mide la tensión en la salida de la consola mezcladora en 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz y 10 kHz.

3. MÉTODO MODERNO

El método moderno propuesto se basa en el empleo de una función de transferencia [2] y permite medir la respuesta en frecuencia de un micrófono dado.

Para este método se utiliza el siguiente instrumental:

- un micrófono de referencia Earthworks M50
- una interfaz USB
- Software Smaart V 7.4
- un parlante de monitoreo KRK
- micrófonos Shure SM57 y Rode NT2000
- micrófono Beyerdynamic MM1

En primer lugar, se mide el piso de ruido en el lugar de medición para asegurarse de que el mismo no afecte las demás mediciones. Luego se coloca el micrófono de referencia y el micrófono a medir frente al centro acústico del monitor. Las cápsulas de ambos micrófonos deben estar lo más cerca posible para que el campo acústico captado por ambos sea lo más parecido posible.

La figura ?? indica el arreglo instrumental del método moderno:

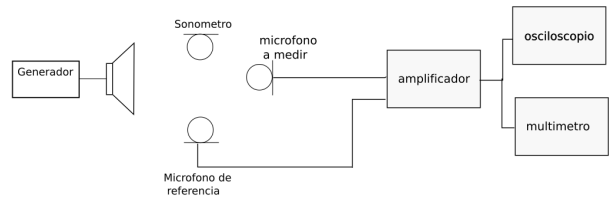


Figura 2: Arreglo instrumental del método moderno CAMBIAAAR

Ambos micrófonos son expuestos a ruido rosa y las señales captadas por ambos se procesan por el Software. Este último compara ambas señales y bajo la suposición que el micrófono de referencia Earthworks M50 es un micrófono con respuesta en frecuencia plana, permite obtener la respuesta en frecuencia del micrófono a medir.

Los micrófonos medidos son: Shure SM57, Rodes NT2000, Earthworks M50 y Beyerdynamic MM1. El Earthworks M50 y el Beyerdynamic MM1 fueron medidos en eje y a 90°.

4. RESULTADOS

En la siguiente sección exponemos los resultados de las mediciones realizadas:

4.1. MÉTODO CLASICO

El calibrador del sonometro establece una correccion de 0.02 dB. En un intervalo de 10 segundos, dicho sonometro indica un nivel de ruido equivalente de 75,3 dBz . Considerando que $S_0 = 34 \text{ mV/Pa}$, la sensibilidad del Shure SM57 medida es de 1 mV/Pa.

La tabla 1 presenta los resultados de la medicion de respuesta en frecuencia del micrófono Shure SM57. La tercer columna presenta los valores en dB referidos a 1kHz.

Frecuencia	Sensibilidad [mV]	Sensibilidad [dB]
100 Hz	690	-1,8
500 Hz	580	-3,3
1 kHz	850	0
10 kHz	1150	2,6

Tabla 1: Valores obtenidos en la medicion de respueta en frecuencia del Shure SM57

La figura 3 es una representacion grafica de la informacion presentada en la tabla 1. Dicha figura puede considerarse una aproximacion sencilla de la respuesta en frecuencia del Shure SM57.

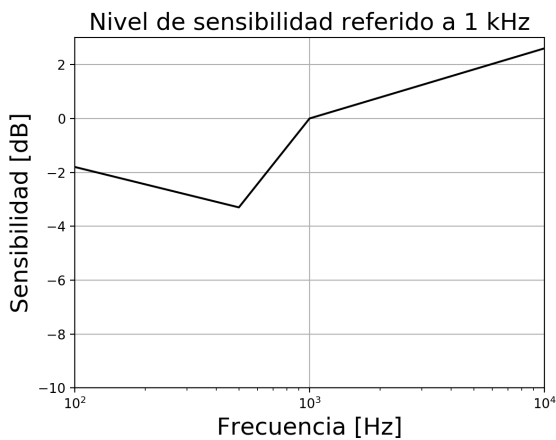


Figura 3: Aproximacion de la respuesta en frecuencia del SM57

4.2. MÉTODO MODERNO

Las curvas de respuesta en frecuencia son exportados desde Smaart y graficados mediante el uso de la libreria *Matplotlib*. El script utilizado para dicha tarea se encuentra en el Anexo A. Las figuras 4 a 7 representan la respuesta en frecuencia de los micrófonos medidos en este trabajo.

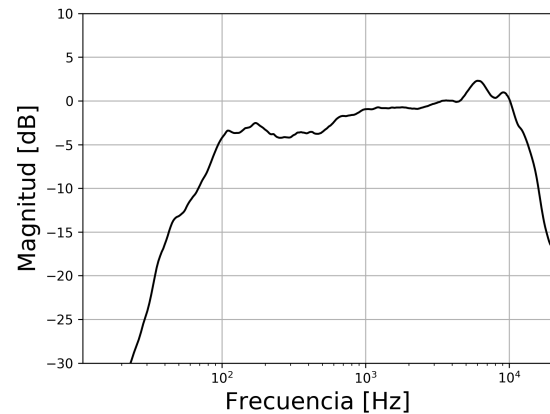


Figura 4: Respuesta en frecuencia del SM57 obtenida

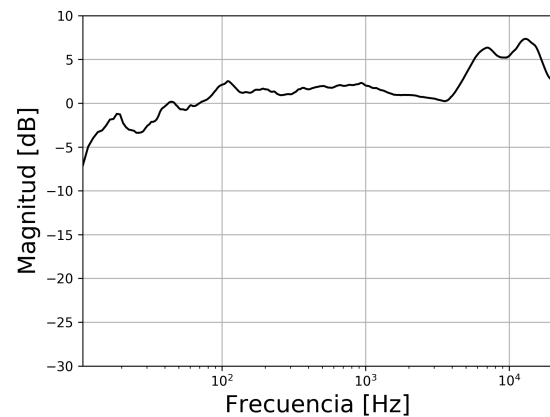


Figura 5: Respuesta en frecuencia del Rodes NT2000 obtenida

El micrófono Beyerdynamic MM1 fue medido en eje y a 90° . En el caso de la figura 6, la linea sólida corresponde a la medicion en eje y la linea punteada corresponde a la medicion a 90° .

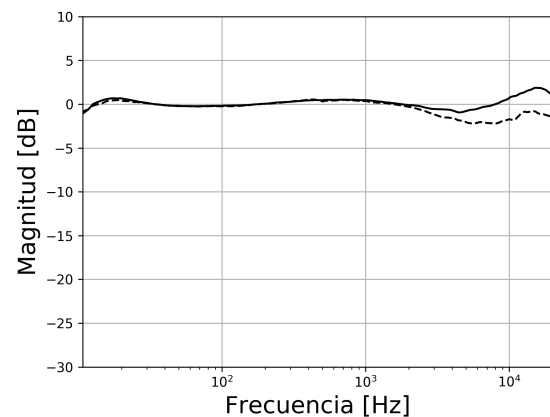


Figura 6: Respuesta en frecuencia del Beyerdynamic MM1 obtenida

El micrófono Earthworks M50 también fue medido en eje y a 90° . En el caso de la figura 7, la línea punteada corresponde a la medición en eje y la línea sólida corresponde a la medición a 90° .

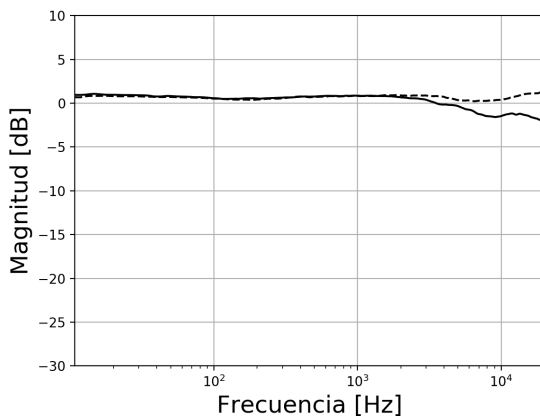


Figura 7: Respuesta en frecuencia del Earthworks M50 obtenida

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis.

Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

6. CONCLUSIONES

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Supuestamente el earthorks es omni, pero en altas frecuencias no tanto la figura 3 es muy mala aproximacion

7. REFERENCIAS

- [1] D. Davis y E. Patronis. *Sound System Engineering*. Elsevier Focal Press, 2006.
- [2] *Getting Started with Smaart v7*. Rational Acoustics.

A. SCRIPT EN PYTHON

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
def xy_a_txt(carpeta,nombre,col1,col2,xscale,xmin,xmax,ymin,ymax,size,xlabel,ylabel):
    filename = carpeta+nombre+'.txt'
    name=carpeta+'fresponse '+ nombre
    data = open(filename) # open file with names in
    rbfile = data.readline() # read data file name
    x = np.genfromtxt(filename,skip_header=2,usecols=(col1))
    y = np.genfromtxt(filename,skip_header=2,usecols=(col2))
    plt.plot(x,y,color='black')
    plt.xscale(xscale)
    plt.axis([xmin,xmax,ymin,ymax])
    plt.xlabel(xlabel, fontsize=size)
    plt.ylabel(ylabel, fontsize=size)
    plt.grid(True)
    plt.savefig(name,dpi=300)
```