

EVALUACION DE ALTAVOCES PARA SONORIZACION PROFESIONAL

SEGUNDA PARTE

3.- PRESION SONORA Y EFICIENCIA DE UN ALTAVOZ

4.- IMPEDANCIA Y FRECUENCIA DE RESONANCIA DE ALTAVOCES.

ING. J. CUAN LEE

En el artículo anterior, fueron presentadas algunas características de los altavoces que son las más conocidas y comerciales como son el manejo de potencia, la respuesta de frecuencias y la distorsión.

En este artículo se presentan algunas características técnicas que no son tan comerciales pero tienen una importancia muy grande para su aplicación en sonorizaciones profesionales. Esta información no siempre se encuentra disponible en la hoja de datos comerciales de los altavoces, son datos que requieren de ser evaluados en un laboratorio especializado en acústica.

PRESION SONORA.

La presión sonora que genera un altavoz, se define como el nivel de sonido que produce un altavoz en una determinada distancia, a una cierta potencia eléctrica aplicada al mismo.

En otras palabras, que tan fuerte o intensamente se escucha un altavoz.

La presión sonora se mide en Decibeles (la décima parte de un Bel)

El Decibel indica una relación de valores como voltajes, corrientes, potencias, presiones, etc. por lo que la definición completa del mismo requiere de un nivel de referencia de voltaje, corriente, potencia, presión, etc. Por ejemplo: la referencia 0 dB para los dBV es 1 Volt, la referencia para los 0 dB en potencia, es muy conocida la cual es de 1 mW que se usa en los instrumentos de medición y finalmente para el tema que ahora nos ocupa, la referencia para la presión sonora es 0.00002 Newtons por metro cuadrado (antiguamente se usaba como referencia 0.0002 Dinas por centímetro cuadrado).

Los Newtons, las Dinas, los Kilogramos y las libras, son unidades de fuerza que aplicadas a un área determinada, forman unidades de presión como Newtons por metro cuadrado, Dinas por centímetro cuadrado, kilogramos por metro cuadrado o Libras por pulgada cuadrada (esta última, es conocida por su aplicación en la presión de las llantas de los automóviles).

Para la presión sonora en dB nos proporciona el nivel del sonido a una distancia determinada, con una

potencia eléctrica aplicada a una frecuencia específica.

Los estándares internacionales especifican la presión sonora de un altavoz en dB a una potencia eléctrica aplicada de 1 Watt a un metro de distancia y con una frecuencia de 1000 Hz. Esta medición debe hacerse en un cuarto anecoico.

Tomemos como ejemplo los datos técnicos de una caja acústica ASAJI de alta fidelidad modelo 1310, en las especificaciones técnicas tenemos que este modelo de altavoz produce una presión sonora de 90 dB a una frecuencia de 1000 Hz , con 1 Watt de potencia aplicada a un metro de distancia. Si aplicamos 2 Watts de potencia a este altavoz, su presión sonora a 1 metro de distancia y a la misma frecuencia será de $90 + 3$ dB, o sea 93 dB en total.

Con lo anterior notamos que cada vez que aumentamos al doble la potencia aplicada, la presión sonora aumenta en 3 dB. Así en el caso de un aumento de 4 veces la potencia aplicada, nuestra presión sonora aumentaría en 6 dB. La presión sonora de los altavoces dependerá entonces de la máxima potencia que puede manejar el altavoz la cual debe ser una especificación de los fabricantes.

Lo anterior nos permite aplicar los altavoces en forma adecuada y en los sitios correctos de acuerdo a las necesidades de los usuarios. Es por ello que una especificación correcta y seria de la potencia es tan necesaria.

EFICIENCIA

La eficiencia de un altavoz nos permite definir la cantidad de potencia acústica que radía con relación a la potencia eléctrica aplicada al mismo.

Para tener una idea de la intensidad de sonido producida por una potencia acústica de 1 Watt, imaginemos el ruido estridente que escucha el conductor de una motocicleta sin silenciador corriendo a toda velocidad.

Como es sabido, es necesaria una cantidad enorme de potencia eléctrica para lograr esos niveles de sonido.

Si la eficiencia es la relación entre la potencia acústica sobre la potencia eléctrica aplicada, entonces podemos visualizar que los altavoces son elementos que tienen muy baja eficiencia, ya que es necesario aplicarle una enorme cantidad de potencia eléctrica para lograr reproducir un sonido con una intensidad sonora de 1 Watt (como el ejemplo mencionado de la motocicleta).

La potencia acústica se mide de acuerdo a las normas, dentro de un cuarto reverberante (lo contrario a un cuarto anecoico).

El cuarto reverberante es un recinto que se encuentra aislado del ruido exterior. Normalmente está construido de concreto y en su interior se encuentran materiales reflejantes de sonido como son láminas metálicas dispuestas en

ángulos no paralelos a las paredes, techo y piso del cuarto. El tiempo de reverberación es mayor de los 10 segundos para una atenuación de 60 dB del nivel de sonido original y su volumen de aire es mayor a los 500 metros cúbicos. Las paredes, el techo y el piso NO son paralelos a fin de favorecer el reflejo de las ondas en todas direcciones.

A una frecuencia determinada, se toman varias muestras del sonido reverberante (sonido difuso) y el promedio nos da como resultado el nivel de presión sonora promedio dentro del cuarto reverberante.

Para determinar la potencia acústica que radía un altavoz, debemos usar la fórmula siguiente:

$$W = \frac{V}{T_{60}} P^2 \times 10^{-4} \dots (1)$$

donde:

- W es la Potencia acústica
- T es el tiempo de reverberación para -60 dB.
- P es la presión acústica en Bars

El tiempo de reverberación se mide con un impulso conocido de un paquete de señal senoidal o ruido rosa de tal manera que al desaparecer súbitamente, la atenuación a lo largo del tiempo sea de 60 dB con relación a la señal original.

Para lograr lo anterior se usa un graficador, osciloscopio de memoria o un analizador de espectros.

Un ejemplo de gráfica que se puede lograr es el que se muestra en la Fig. 1

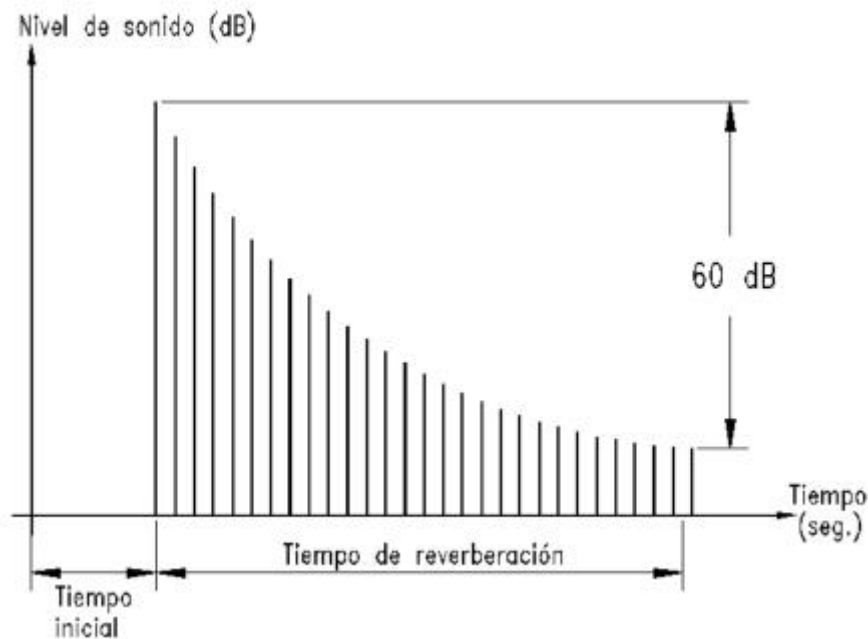


Fig.1 Gráfica que muestra el tiempo de reverberación para una atenuación Normalizada de 60 db.

A fin de aclarar estos conceptos, consideremos un ejemplo de calculo de la potencia de un altavoz.

En primer término es necesario medir el promedio de presión sonora generada por el altavoz en un cuarto reverberante a diversas frecuencias y en 3 ó 4 diferentes puntos dentro del mismo. El altavoz normalmente se mide con su correspondiente caja acústica.

Consideremos los datos siguientes para nuestro ejemplo:

Potencia eléctrica = 1 Watt

Frecuencia = 1000 Hz.

Lp = Nivel de presión sonora de 90 dB en promedio.

Cuarto reverberante con un volumen $V = 500 \text{ m}^3$

Tiempo de reverberación T60 = 10 segundos

El cálculo de la presión acústica se realiza con la fórmula siguiente:

$$P = 10^{\frac{L_p}{20}} \times 2 \times 10^{-5} \dots (2)$$

por lo tanto:

$$P = 10^{\frac{90}{20}} \times 2 \times 10^{-5}$$

calculando,

$$P = 0.632 \text{ Pa (Pascals)}$$

Utilizando la fórmula (1) se puede calcular la potencia acústica generada por el altavoz.

Substituyendo:

$$W = \frac{500}{10} \times (0.632)^2 \times 10^{-4}$$

$$W = 0.001997 \text{ Watts}$$

Finalmente, la eficiencia es la relación entre la potencia acústica dividida entre la potencia eléctrica que se le aplica o sea:

$$\text{Eficiencia} = \frac{0.001997}{1} = 0.001997$$

o sea 0.1%

Este resultado en forma aparente es muy bajo pero en realidad todos los altavoces, tienen una eficiencia semejante. Unicamente la eficiencia de las trompetas de sonido es bastante más alta pues llegan a tener entre 30 al 35 %, pero el sonido es sumamente desagradable.

Este sistema de medición es el que se usa en los estándares internacionales y por supuesto en los equipos de la marca ASAJI.

IMPEDANCIA y FRECUENCIA DE RESONANCIA DE UN ALTAVOZ

Otra de las características eléctricas más importantes es la impedancia del altavoz y su frecuencia de resonancia. La impedancia varía notablemente con el tipo de caja acústica utilizado y es diferente para cada frecuencia de trabajo del altavoz, mientras que la frecuencia de resonancia es

constante y es propia de cada altavoz.

A continuación se muestra una gráfica de impedancia medida a un altavoz de bajas frecuencias colocado sin gabinete. En esta gráfica se muestra también cual es

la frecuencia de resonancia ya que en ella la impedancia es muy elevada.

Para nuestro ejemplo, puede verse en la Fig. 2 que la frecuencia de resonancia es de 50 Hz.

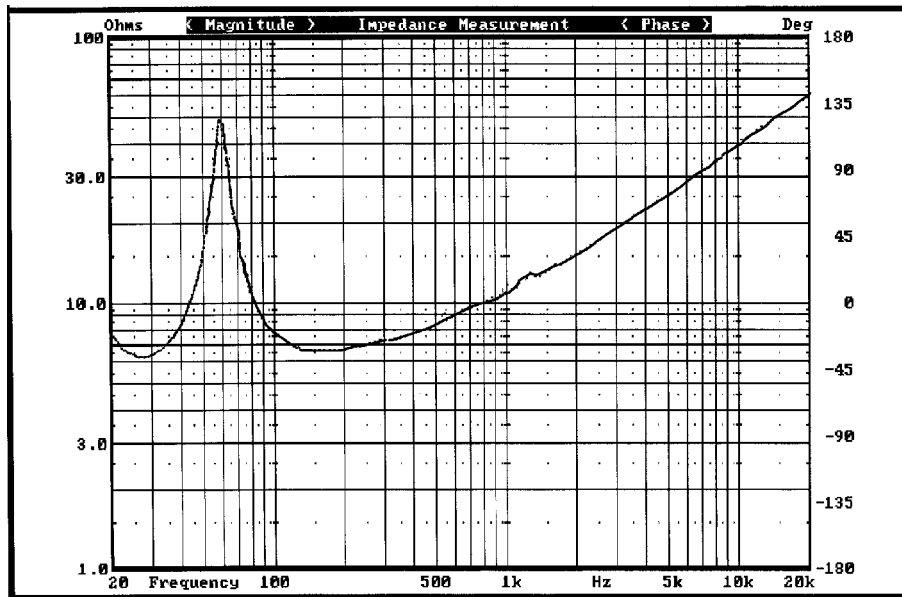


Fig. 2 Gráfica de impedancia de un altavoz en función de la frecuencia. Puede verse fácilmente la frecuencia de resonancia de la misma.

La frecuencia de resonancia del altavoz depende de la masa del cono que interactúa con la elasticidad de la suspensión del cono y la elasticidad del aire que se comprime con el movimiento del mismo.

Esto provoca que el sistema tenga preferencia a vibrar a una determinada frecuencia en la que a su vez la impedancia se ve afectada con el aumento del valor de la misma.

Es entonces erróneo que se piense que un altavoz tiene una sola

impedancia por ejemplo 8 Ohms, mas bien, la impedancia especificada para el altavoz corresponde a un valor de frecuencia de 1000 Hz. Esta frecuencia es la preferida por las normas internacionales de medición.

De lo anterior también se deduce que la impedancia no es constante y que la carga que representa al amplificador de poder es variable con la frecuencia.

El gabinete o caja acústica, tiene varios objetivos:

1. Nos permite **amortiguar** el pico de resonancia del altavoz
2. Impide que las bajas frecuencias se cancelen entre sí. Este efecto es debido a que las bajas frecuencias que se radían hacia la parte delantera de los altavoces, se

cancelan con las ondas radiadas hacia la parte posterior del mismo.

En la Fig. 3 se ilustra el efecto descrito en el punto 2.

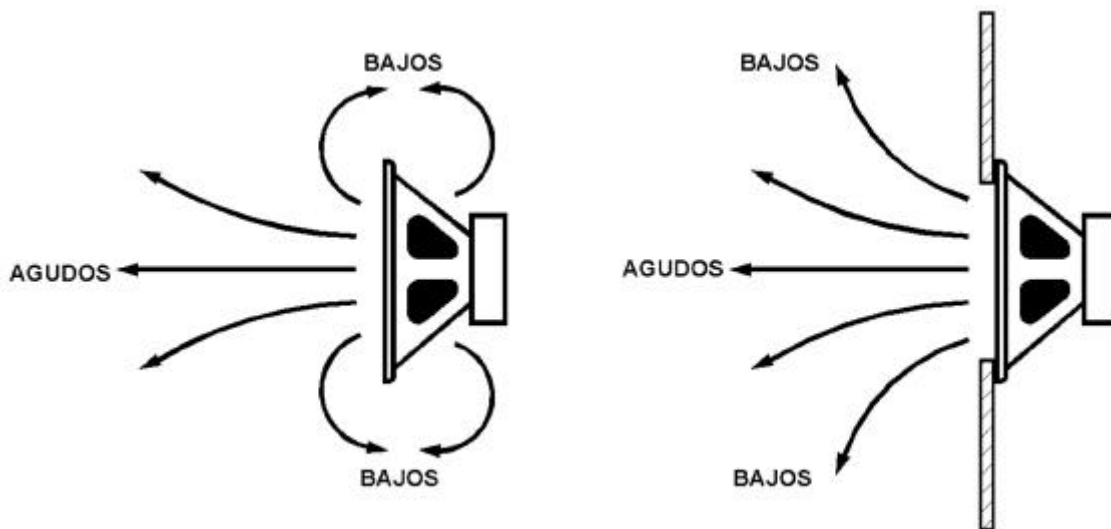


Fig. 3 Efecto de cancelación de bajos en un altavoz al aire libre y el efecto de colocar un baffle o caja acústica para evitar el efecto descrito.

En una caja acústica el volumen interno debe ajustarse de tal manera que la masa interna del aire contenida en ella y la complianza del aire que contiene, tengan la misma frecuencia de resonancia que el altavoz. Esta resonancia debe tender a cancelar la resonancia propia del altavoz. Este artículo no tiene como objetivo el diseño de las cajas acústicas sino la descripción de la forma como se miden los diferentes parámetros que son poco conocidos en los altavoces.

La complianza es el inverso de la rigidez y se mide en términos de unidades de desplazamiento entre la fuerza que lo produce.

La frecuencia de resonancia es fácilmente determinada por medio de un generador de audio de frecuencia variable cuya impedancia de salida más común es de 600 Ohms. Esta impedancia nos permite hacer que el generador funcione como fuente de corriente constante a través del altavoz.

Un voltmetro conectado en paralelo con las terminales del altavoz, nos permitirá definir el punto de máxima tensión y un frecuencímetro digital nos permitirá conocer la frecuencia de resonancia de forma muy precisa. El siguiente diagrama muestra el circuito descrito

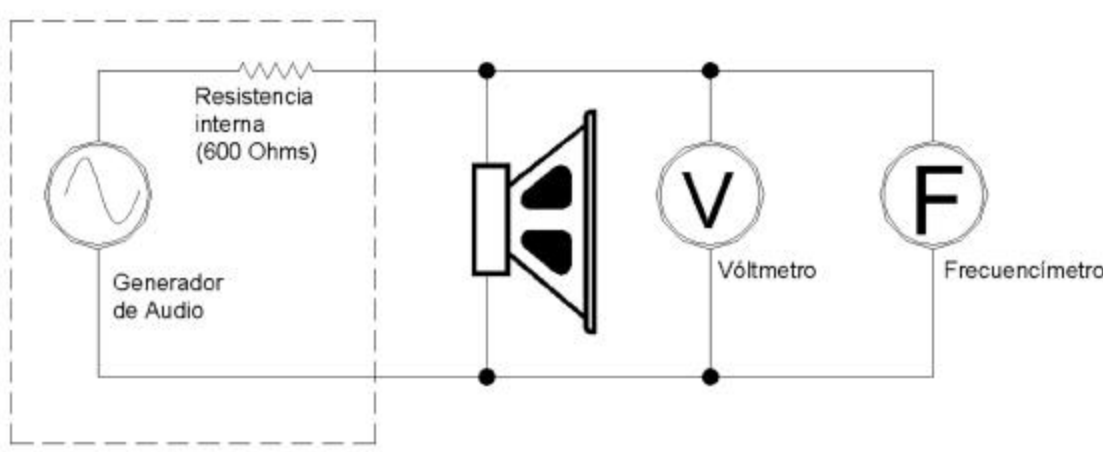


Fig. 4 Diagrama para medir la frecuencia de resonancia de un altavoz.

Variando la frecuencia del generador de audio de manera muy cuidadosa, se observa la lectura en el vóltmetro, en el momento que indique un pico máximo de lectura, la indicación del frecuencímetro nos dará la frecuencia de resonancia del altavoz. En este caso es más conveniente el uso de un voltmetro del tipo analógico en lugar de uno digital.

Este método permite la medición de altavoces de bajas frecuencias (Woofers) cuyas frecuencias de resonancia están entre los 20 Hz hasta los 150 Hz y los altavoces de medio rango o de rango extendido,

tendrán una frecuencia de resonancia entre los 100 Hz hasta los 400 Hz. Los altavoces de altas frecuencias (Tweeters) son difíciles de medir bajo este método.

En el artículo siguiente tendremos el método desarrollado en ASAJI para el diseño y proyecto de un sistema de sonorización profesional, donde serán descritos los métodos de evaluación de recintos y la manera de optimizar los elementos para lograr la máxima inteligibilidad de la palabra así como los métodos de prueba y cálculos usados para los proyectos.