

EVALUACION DE ALTAVOCES PARA SONORIZACION PROFESIONAL

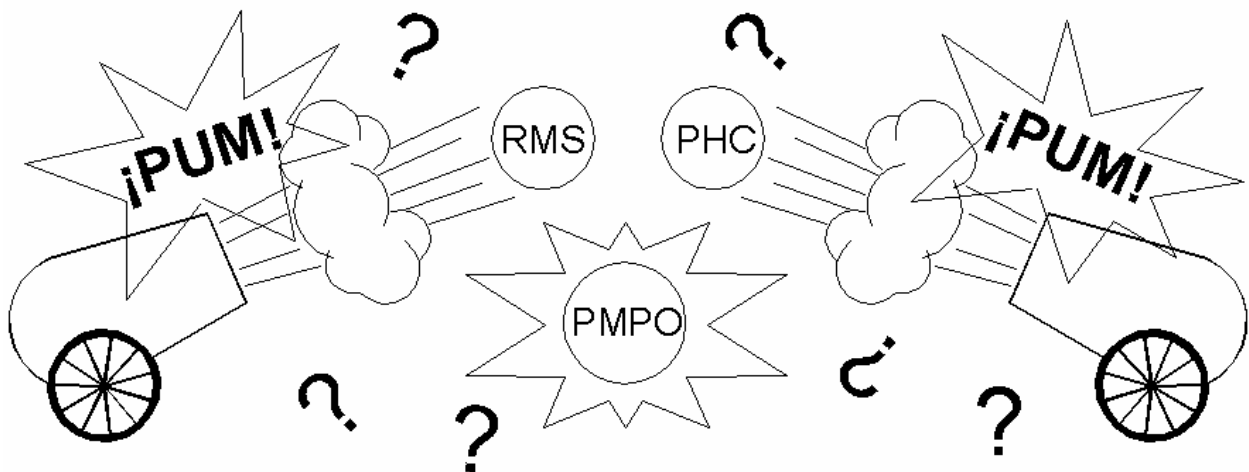
- 1.- LA GUERRA DE LAS POTENCIAS EN LOS ALTAVOCES.
- 2.- EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS Y SU INFLUENCIA EN LOS SISTEMAS DE SONORIZACION PROFESIONAL.
- 3.- PRESION SONORA Y EFICIENCIA DE UN ALTAVOZ
- 4.- IMPEDANCIA Y FRECUENCIA DE RESONANCIA DE ALTAVOCES.

Ing. J. Cuan Lee

LA GUERRA DE LAS POTENCIAS EN LOS ALTAVOCES

En múltiples ocasiones vemos en los anuncios, aparadores y en las hojas de datos de los equipos de sonido, algunas especificaciones que podríamos calificar como “espectaculares” refiriéndose a la

potencia de los equipos de sonido como amplificadores y altavoces. Lo anterior lógicamente es debido a la “guerra” comercial entre todas las marcas que existen en el mercado en un afán de aumentar el número de clientes pero aumentando la confusión entre los usuarios.



Por supuesto todos los valores que se mencionan están justificados por los fabricantes en alguna forma u otra. En este artículo se describe el significado de estas justificaciones.

Potencia RMS: Es el valor efectivo de la potencia que resiste el altavoz.

El significado de RMS proviene de las iniciales de **R**oot **M**ean **S**quare que significa matemáticamente, la raíz cuadrada del valor medio (o sea el promedio) de la onda aplicada elevado al cuadrado, esta relación proviene del equivalente matemático del total de potencia disipada en forma de calor por una resistencia.

Este es el valor que se acepta internacionalmente y el único que puede utilizarse para el cálculo de sistemas de sonido.

El valor que mide un voltmetro del tipo analógico (de aguja) es el valor de voltaje RMS solamente en el caso de formas de onda de corriente alterna senoidales. Lo anterior nos dice que si la forma de onda que mide un voltmetro analógico NO es senoidal, entonces el valor medido NO es correcto.

El valor RMS verdadero para cualquier forma de onda, debe medirse con un voltmetro RMS verdadero.

Los voltmetros digitales aproximan la medición al obtenido por los medidores de RMS verdadero pero su precisión depende de la frecuencia de muestreo del medidor.

Para medir la potencia eléctrica RMS aplicada a un altavoz es necesario el uso de un voltmetro RMS verdadero conectado a las terminales de la bocina, el valor obtenido se eleva al cuadrado y se divide entre el valor de la impedancia del altavoz.

Por ejemplo, si medimos 10 Volts RMS verdadero entre las terminales de un altavoz de 8 Ohms, tendremos $10 \times 10 / 8$ lo cual nos dará una potencia de 12.5 Watts RMS.

La señal que se utiliza para esta medición puede ser senoidal pura, sin embargo, esta señal nunca se parecerá a la del sonido. Por lo anterior se prefiere el uso de una señal aleatoria que se conoce con el nombre de **ruido rosa**.

El ruido rosa es una señal que contiene en forma aleatoria todas las frecuencias con la misma amplitud. Esta señal se muestra en la Fig. 1 en un osciloscopio.

El ruido rosa es un sonido muy parecido al ruido producido por una cascada de agua, es un sonido muy relajante que también se aplica para terapias especiales. Este sonido puede generarse en forma simple con un sintonizador de radio de FM y es el ruido que produce el receptor al cambiar de una estación a otra.

También puede obtenerse por el ruido de componentes electrónicos de alta impedancia.



Fig. 1 Oscilograma del Ruido Rosa.

PHC (Capacidad de manejo de potencia) de un altavoz.

La capacidad de manejo de potencia en un altavoz se encuentra relacionada con el IPM (integrated program material) que maneja normalmente.

El material de programa integrado que maneja un altavoz cuando reproduce el sonido normal, concentra la mayor cantidad de potencia en el rango de las bajas frecuencias y va reduciéndose a medida que la frecuencia aumenta, es decir, el conjunto de sonidos que reproduce normalmente un altavoz,

tiene gran contenido de graves y poco contenido de agudos.

Debido a lo anterior, la potencia que se especifica para los altavoces es de acuerdo al material de programa integrado que va a manejar el altavoz. Se explica entonces que los altavoces de baja frecuencia (Woofers) son mucho más grandes que las unidades de frecuencias medias (squakers) y más pequeños los que reproducen las frecuencias más altas (tweeters).

Esta es una especificación seria, que es la más común para los altavoces y su prueba consiste en aplicar ruido rosa al altavoz a través

de un filtro de IPM de acuerdo al tipo de altavoz a medir a un nivel de potencia tal que el altavoz resista 100 horas bajo estas condiciones, sin que exista una alteración de sus características de funcionamiento.

En la Fig.-2, aparece un diagrama a bloques que muestra el conexionado que normalmente se debe usar para evaluar un altavoz y determinar la potencia PHC que resiste.

En esta figura se muestran solo los bloques correspondientes al circuito de prueba y no se incluyen los sistemas de control que se requieren, por ejemplo debe existir un contador de tiempo que actúe durante la prueba y que muestre el tiempo exacto de duración en el caso de que el altavoz sufra alguna avería. Por otra parte también deben existir las prevenciones necesarias en forma automática para el caso de

producirse un incendio en el interior de la cámara de prueba, todo lo anterior es indispensable para la exactitud de la prueba y la seguridad del recinto donde se realice.

Pico Máximo de potencia Ocasional (PMPO).

Como su nombre lo indica, es la potencia transitoria que resiste el altavoz para una señal que se repite solo en forma ocasional. Esta forma de especificar la potencia es poco seria pero muy comercial ya que impresiona a los "incautos" por la cantidad impresionante de Watts que en un solo instante puede resistir un altavoz.

Eléctricamente, no existe una relación entre las potencias mencionadas pues tampoco existe una relación matemática entre ellas.

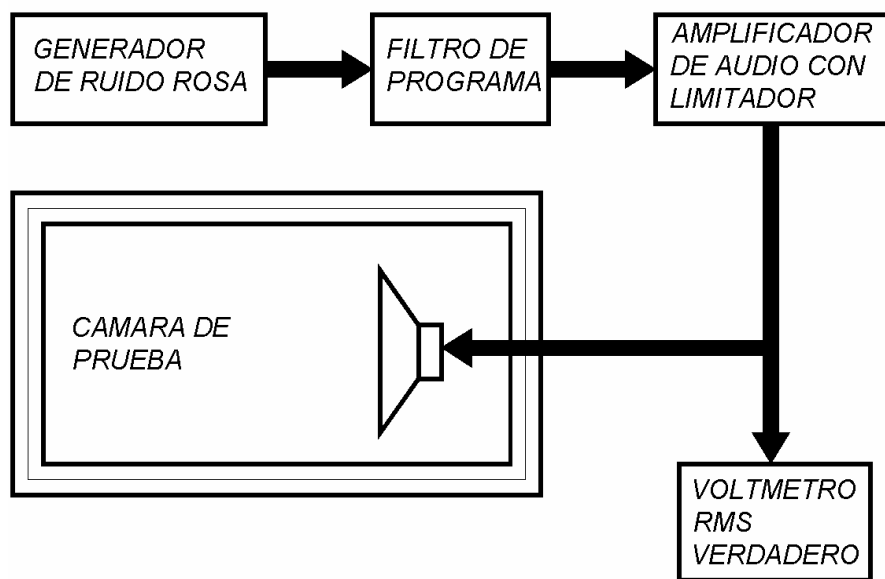


Fig. 2 Diagrama a bloques para probar la capacidad de manejo de potencia (PHC) durante un tiempo de prueba de 100 hrs.

EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS Y SU INFLUENCIA EN LOS SISTEMAS DE SONORIZACION PROFESIONAL.

Respuesta de Frecuencias

Una de las características más importantes de los altavoces, es la respuesta de frecuencias pues en ella se muestra el comportamiento del mismo a diferentes frecuencias a la que estará sujeto en condiciones de funcionamiento normal.

Para poder interpretar los resultados de estas mediciones, debemos entender el significado del Nivel de Presión Sonora (SPL) que aparece en la gráfica que obtenemos al hacer la medición de la curva de respuesta de frecuencias del altavoz.

El nivel de presión sonora (SPL), es la que genera un sonido determinado.

Todos los ruidos o sonidos generan cierto nivel de presión sonora.

La unidad de presión sonora es el microbar el cual representa una presión de 1 dina por centímetro cuadrado.

Usualmente la representación de la presión sonora es en decibels y la referencia comparativa (0 dB) es una presión de 0.0002 dinas por centímetro cuadrado o lo que es lo mismo 0.0002 microbars.

La razón para usar esta referencia es que 0.0002 microbars es la presión sonora más baja que el oído humano puede detectar a una frecuencia de 1000 Hz.

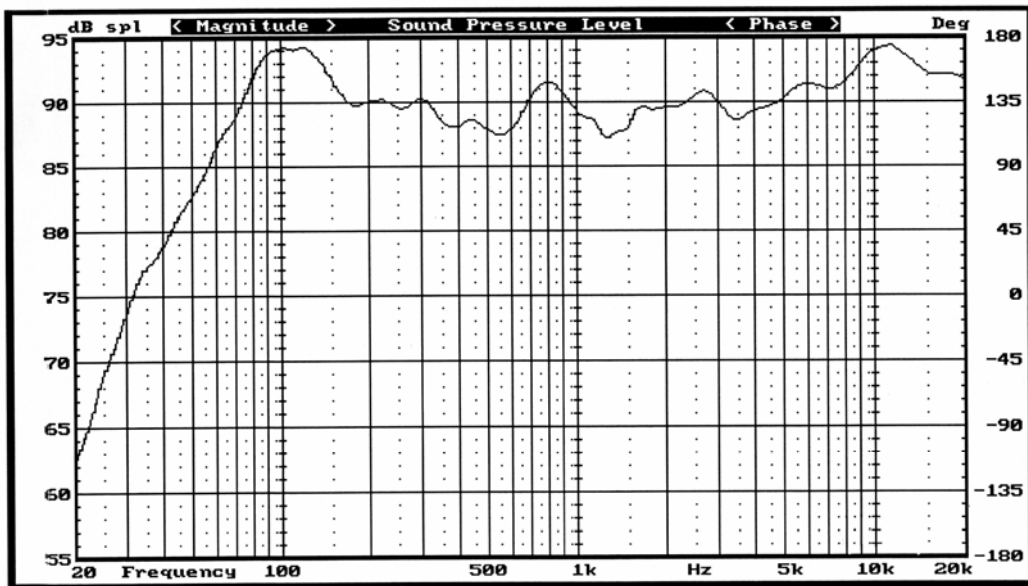


Fig. 3 Ejemplo de gráfica (SPL) nivel de presión sonora de un altavoz ASAJI que se muestra en la portada de esta revista.

En la Fig. 3 se muestra un ejemplo de gráfica de presión sonora de una caja acústica de alta fidelidad que se muestra en la portada de esta revista marca ASAJI usada para sonorizaciones profesionales.

La respuesta de frecuencias es determinada, de acuerdo a los estándares internacionales, como los límites de frecuencias en la que la atenuación es 10 dB por debajo del promedio de la octava más eficiente. En nuestra gráfica la respuesta de bajas frecuencias iniciaría desde los 45 Hz, el límite de las altas frecuencias se sale del alcance de la gráfica, o sea, más de los 20 KHz.

Como puede apreciarse, la respuesta de frecuencias NO se parece a las respuestas de frecuencias de los amplificadores de sonido en donde la gráfica es plana y sin picos ni valles. Las gráficas de los altavoces normales contienen una gran cantidad de estos picos y valles a lo largo de toda la gráfica.

Esta gráfica se obtiene por medio de un sistema de medición computarizado en un cuarto anecoico, con un micrófono de medición calibrado con estándares internacionales, colocado a una distancia de 1 metro y con el altavoz consumiendo una potencia eléctrica de 1 Watt con una señal senoidal de 1 KHz como referencia y que varía desde los 20 Hz hasta los 20 KHz para realizar la medición.

El cuarto anecoico, como su nombre lo dice, es un recinto acondicionado en sus 6 lados con material altamente absorbente de un espesor que asegure la absorción en todo el rango de frecuencias. De esta manera en el interior de esta cámara, no existen ecos ni reflejos del sonido. Por otra parte la construcción de este recinto debe aislar totalmente el ruido del exterior a fin de que las lecturas no se alteren con dichas perturbaciones.

La gráfica de la Fig. 3, también nos da a conocer el nivel de presión sonora a una frecuencia de 1000 Hz. En esta grafica, que se usa como ejemplo, el valor es de 89 dB a 1W y 1 metro.

En esta gráfica podemos observar también la respuesta a la banda de frecuencias que favorece a la inteligibilidad de la palabra, esta banda se encuentra ubicada entre los 2000 Hz y los 10000 Hz. Cuando se diseñan sistemas de sonorización profesional, debe de contarse con esta información para asegurarse de tener claridad en la reproducción de la voz.

Lo anterior nos permite también el cálculo de los niveles de sonido que podemos lograr con los altavoces en los sistemas de sonorización profesional, permitiéndonos así lograr una distribución adecuada de los mismos dentro de un recinto determinado. Además, nos permite calcular la potencia necesaria que debemos aplicar al altavoz de

acuerdo a las necesidades, ruido ambiental, intelegibilidad, etc.

La especificación del nivel de presión sonora, aunado a una especificación **seria** de la potencia que resiste un altavoz, son entonces datos muy importantes para el cálculo y diseño de sistemas de sonido profesionales.

Patrón de radiación

Otra característica que es de gran importancia para evaluar el funcionamiento de un altavoz, es el patrón de radiación o su gráfica polar.

La norma de medición del patrón de radiación nos define una atenuación de 10 dB en su presión sonora con relación a la que se obtiene en el frente del altavoz.

Para realizar la medición se usa una sola frecuencia y se toman los diferentes niveles de presión sonora girando el altavoz 360 grados. Se obtiene entonces una gráfica diferente por cada frecuencia que se selecciona.

En general los altavoces tienen un patrón de radiación casi circular para las bajas frecuencias y esta se vuelve más direccional a medida que la frecuencia aumenta. Así los agudos siempre salen en una dirección coaxial frontal a la bocina y los graves radian por igual hacia todos lados. Es por eso que un sonido grave es difícil de localizar y un sonido agudo es fácil de ubicar.

En la Fig. 4 el ángulo de radiación del altavoz es de 120 grados pues la atenuación de 10 dB cruza por la gráfica polar a los 60 grados con relación a su eje.

Para modificar este ángulo, es necesario cambiar el diseño físico del altavoz como su cono, su estructura, agregando algún elemento de radiación, etc.

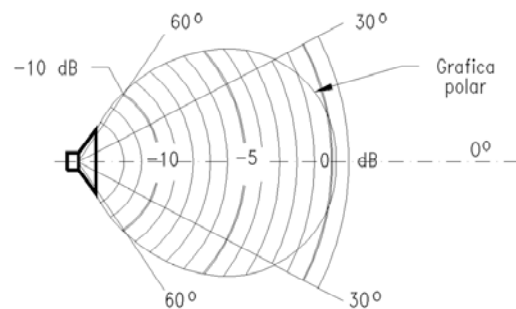


Fig. 4 Gráfica polar a 1KHz de un altavoz donde pueden observarse los puntos de atenuación de 10 dB

El control de este ángulo de radiación en un sistema de sonido de publifusión es muy importante principalmente en los sitios donde la absorción acústica es mala. Un ejemplo muy ilustrativo son las iglesias donde la cantidad de reflejos en el sonido impiden una buena intelegibilidad de la palabra.

La recomendación en este caso, es usar altavoces **direccionales** que tienen la propiedad de concentrar el sonido únicamente en la región

donde se encuentran los oyentes y evitan que el sonido difuso se incremente.

El control del ángulo de radiación se realiza aprovechando el efecto que a continuación se describe.

Si colocamos dos altavoces separados en un mismo recinto radiando la misma cantidad de potencia acústica, el aumento de presión sonora en el interior del recinto es de 3 dB como puede mostrarse en la Fig. 5.

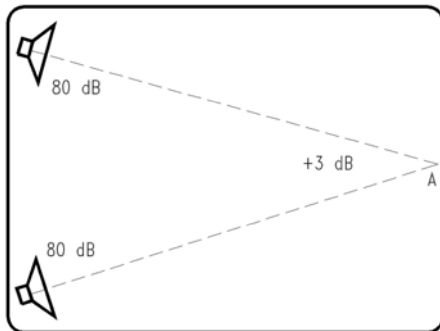


Fig. 5 Dos altavoces en el mismo recinto.

En el ejemplo mostrado, cada altavoz radia una presión sonora de 80 dB, al encontrarse ambos en el mismo recinto y manteniendo la fase entre los dos altavoces, la presión sonora total será de 83 dB, es decir se incrementa en 3 dB.

En el caso de colocar en el mismo recinto dos altavoces **juntos** y en fase, el incremento es mayor ya que ahora se tiene una ganancia de presión sonora de 6 dB en lugar de solamente 3 dB. Vease la Fig. 6.

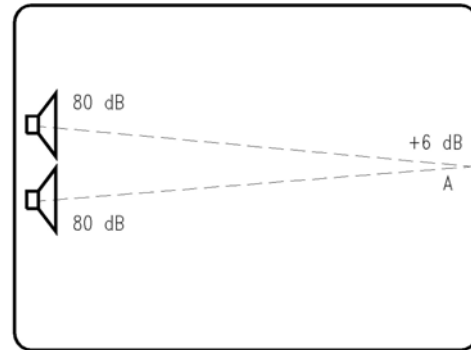


Fig. 6 Dos altavoces juntos en el mismo recinto.

Además de tener la ventaja de un incremento mayor en el nivel de presión sonora, tenemos una modificación en la gráfica de radiación del conjunto de altavoces. Esta modificación reduce el ángulo de radiación como lo muestra el esquema de la Fig. 7.

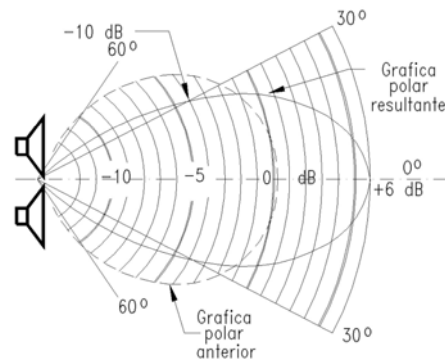


Fig. 7. Variación del ángulo de radiación de sonido del conjunto de altavoces.

Como puede observarse el ángulo de radiación se reduce de 120 grados a 60 grados y el incremento en la presión sonora es de 6 dB.

Hemos de observar que la potencia acústica se incrementa al doble en cada aumento de 3 dB y, en este caso el aumento de potencia acústica sería de 4 veces.

El aumento de la presión sonora depende del número de altavoces conectados en fase para formar columnas de sonido como las que se muestran en la portada para los equipos de sonido de ASAJI.

Estas columnas se recomiendan para recintos muy reverberantes que requieren gran inteligibilidad de la palabra.

Distorsión

La distorsión se define como la deformación de la forma de onda. En sonido la distorsión es la deformación de la onda de sonido.

Todos los circuitos electrónicos generan distorsión pero esta ha sido de tal manera controlada que la distorsión en los circuitos es

sumamente pequeña, esto no es así en nuestro transductor final que es el altavoz. El altavoz es el elemento que más distorsión agrega a los sistemas de sonido.

Básicamente se consideran 2 tipos de distorsión que afectan al altavoz: la distorsión armónica y la distorsión por intermodulación.

La distorsión armónica es producida por la falta de linealidad en el desplazamiento del cono y, en general, es más alta cuando se trata de frecuencias bajas en la que el cono actúa como pistón para desplazar el aire. Una de las razones más importantes que producen esta falta de linealidad en el desplazamiento del cono, es la forma del campo magnético dentro del entrehierro entre la pieza polar y la placa superior. En el centro de este entrehierro el campo magnético podría considerarse homogéneo mas sin embargo en las partes extremas existe ya una deformación considerable del campo magnético.

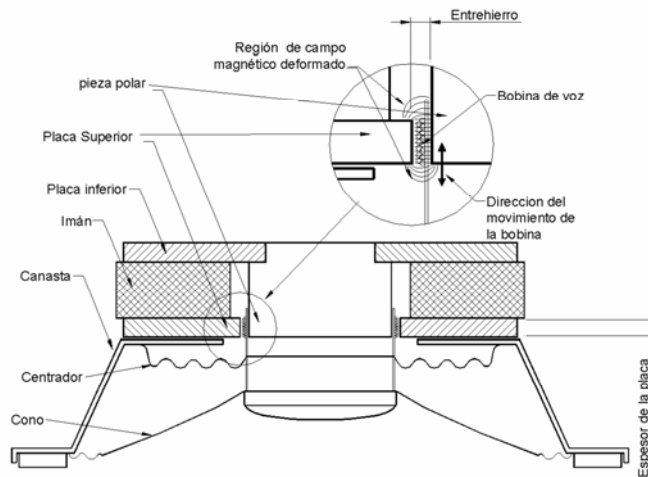


Fig. 8 Esquema de un altavoz mostrando sus partes y el detalle del campo magnético que rodea a la bobina de voz.

La Fig. 8, muestra un altavoz en corte donde se muestra la posición de la bobina de voz dentro del entrehierro. El ancho de esta bobina es aproximadamente el espesor de la placa superior pero, al desplazarse la bobina a lo largo de la cavidad del entrehierro, esta pasa por las regiones en las que el campo magnético ya no es lineal y, por lo tanto, la fuerza que mueve al cono ya no es la misma. Lo anterior produce la distorsión armónica del altavoz.

Se concluye entonces que el espesor de la placa superior influye mucho sobre la distorsión del altavoz.

La distorsión por intermodulación se genera por la forma y el tamaño del altavoz. Las frecuencias altas deben ser reproducidas por altavoces de cono pequeño y ligero, las frecuencias medias deben reproducirse por altavoces de mediano tamaño con conos de dimensión intermedia o unidades diseñadas para este propósito y finalmente las frecuencias bajas deben ser reproducidas por altavoces de gran diámetro cuyas dimensiones en el cono permiten el desplazamiento de grandes volúmenes de aire. Un altavoz único producirá una distorsión por intermodulación muy elevada, un sistema de dos vías bajará la cantidad de distorsión mientras que un sistema de tres o cuatro vías permitirá reducir la distorsión al valor más bajo posible, sin embargo, el diseño de las redes de filtro

(crossovers) se dificulta más al aumentar el número de vías ya que cada filtro produce un desplazamiento de fase generando una sensación de falta de realismo para la reproducción del sonido.

Conclusiones

Los altavoces son la parte más delicada de la cadena de reproducción del sonido.

El tamaño del imán está relacionado con la potencia que puede manejar un altavoz, sin embargo su diseño interno y las pruebas descritas tienen la última palabra en el momento de decidir o seleccionar el altavoz adecuado. Deben tomarse en cuenta la aplicación y el uso de los altavoces para poder elegir el tipo de reproductor adecuado.

Para seleccionar los altavoces en los sistemas de sonorización profesional, es necesario entender y atender con mucha conciencia las características mencionadas en este reporte. Es por ello que los productos ASAJI mostrados en la portada de esta revista, mantienen la calidad del producto pues la fábrica cuenta con todo el equipo necesario para evaluar y calificar plenamente las características de los altavoces y componentes que se seleccionan para ser usados en sus bocinas y amplificadores de sonido.

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 Dinass por centímetro cuadrado).

Los Newtons, las Dinass, los Kilogramos y las libras, son unidades de fuerza que aplicadas a un área determinada, forman unidades de presión como Newtons por metro cuadrado, Dinass 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. 9

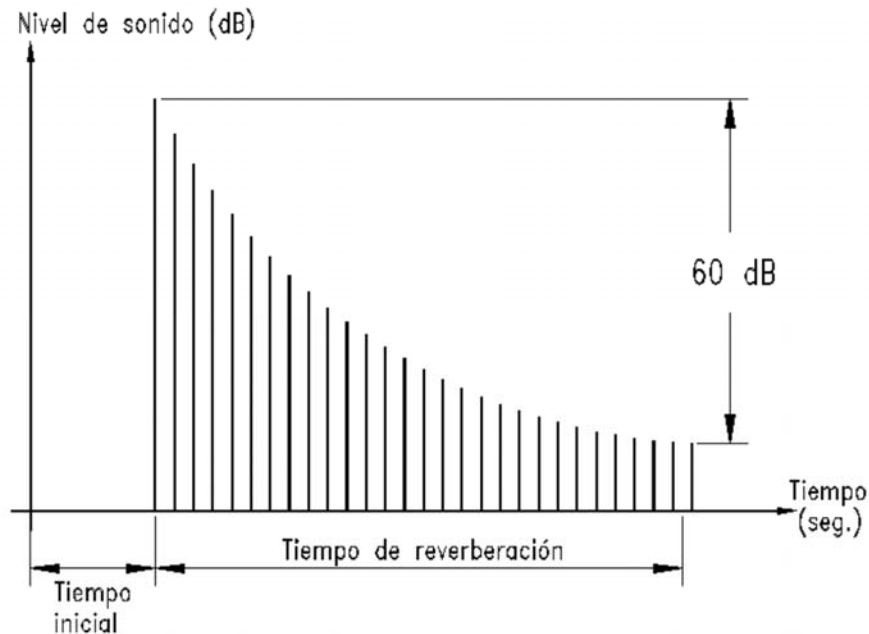


Fig.9 Gráfica que muestra el tiempo de reverberación para una atenuación Normalizada de 60 db.

A fin de aclarar estos conceptos, consideremos un ejemplo de cálculo 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.

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

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

Tiempo de reverberación $T_{60} = 10$ segundos

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

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

por lo tanto:

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

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:

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

o sea 0.2%

Este resultado en forma aparente es muy bajo pero en realidad todos los altavoces, tienen una eficiencia semejante. Únicamente 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. 10 que la frecuencia de resonancia es de 50 Hz.

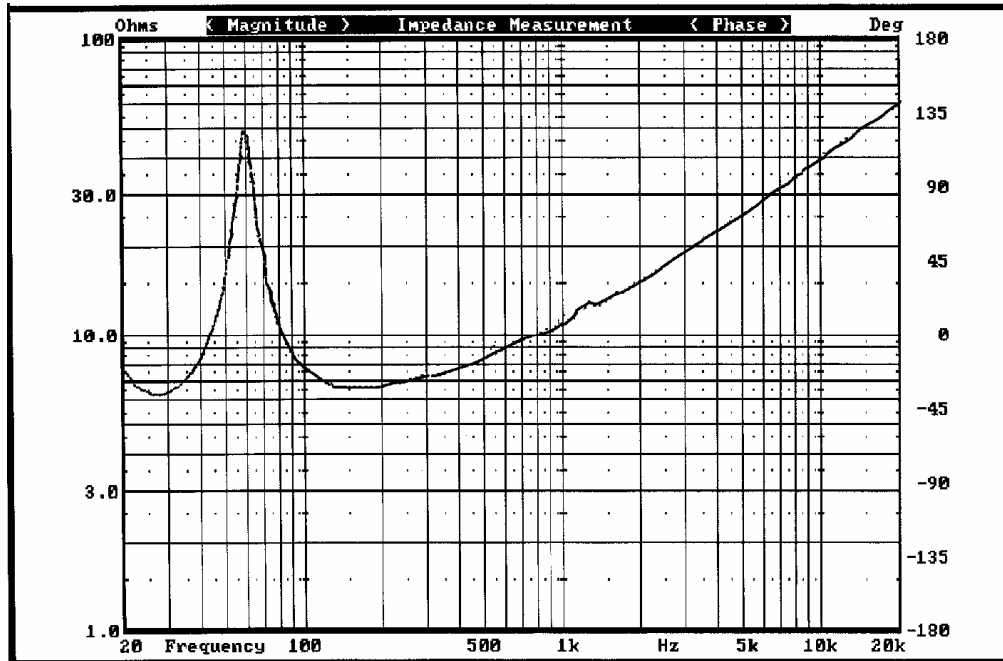


Fig. 10 Gráfica de impedancia de un altavoz en función de la frecuencia. Puede verse fácilmente la frecuencia de resonancia de la misma.

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. 11 se ilustra el efecto descrito en el punto 2.

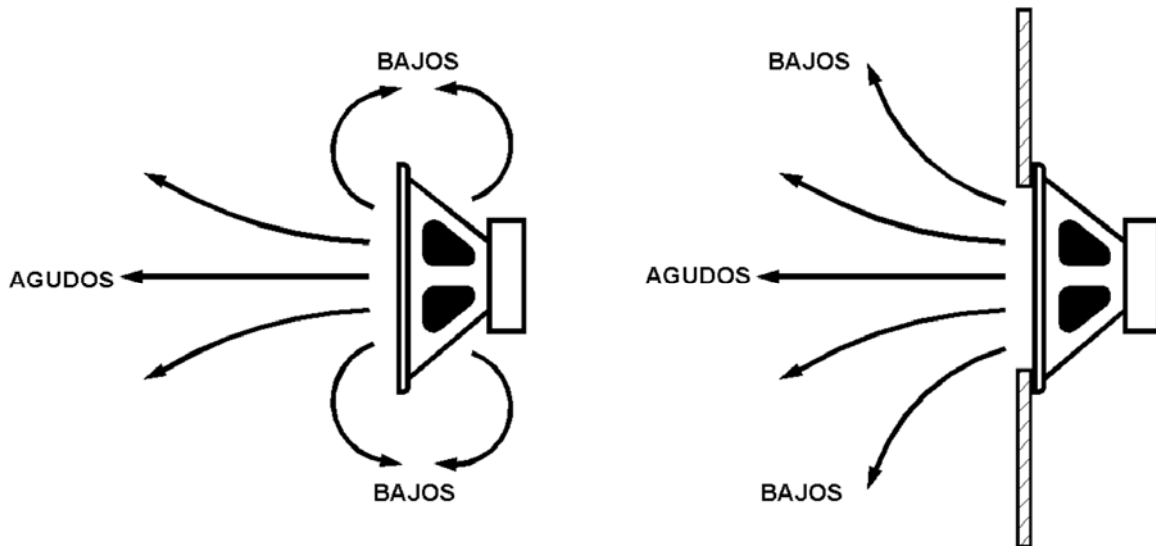


Fig. 11 Efecto de cancelación de bajos en un altavoz al aire libre y el efecto de colocar un baffle o caja acústica para evitar el efecto descrito.

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

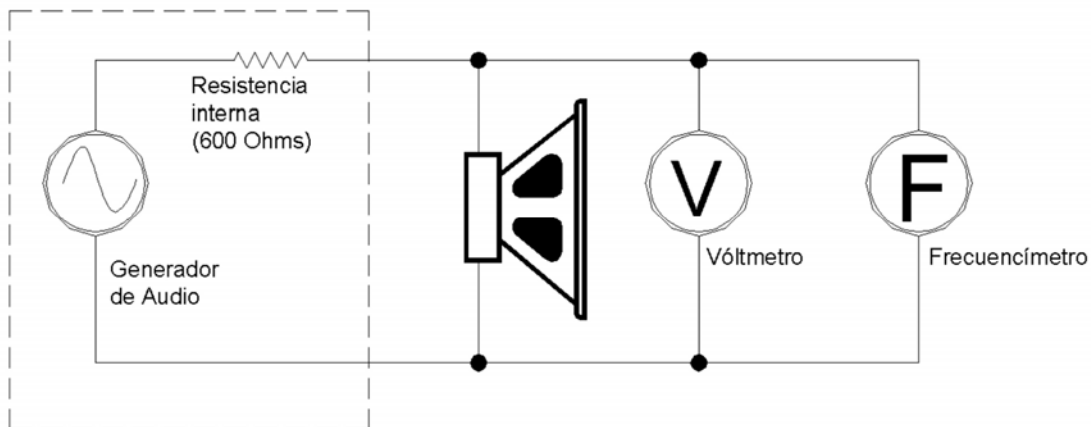


Fig. 12 Diagrama para medir la frecuencia de resonancia de un altavoz.

Variando la frecuencia del generador de audio de manera muy cuidadosa, se observa la lectura en el voltmetro, 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.