

# Parlantes y Bafles

---

- ***Introducción:***

Los parlantes son la última estación en el sistema de audio, dónde, al igual que los micrófonos, adquieren extrema importancia, ya que son los elementos del sistema con mayores deficiencias en cuanto al tratado de la señal. El correcto conocimiento de los mismos resulta vital a la hora de hacer balances entre la relación precio/calidad de los componente; teniendo en cuenta que no existe un parlante capaz de reproducir correctamente todo el espectro de audio, con lo cual se debe recurrir a la combinación de los mismos trabajando entonces en forma de sistema. Por eso llamamos a los bafles "sistema acústico"

A modo de resumen o historial se podrían diferenciar varios tipos o modelos de parlantes existentes, los cuales solo nombraremos dos: el parlante piezoeléctrico y el parlante de bobina móvil, debido a ser los más utilizados en el mercado.

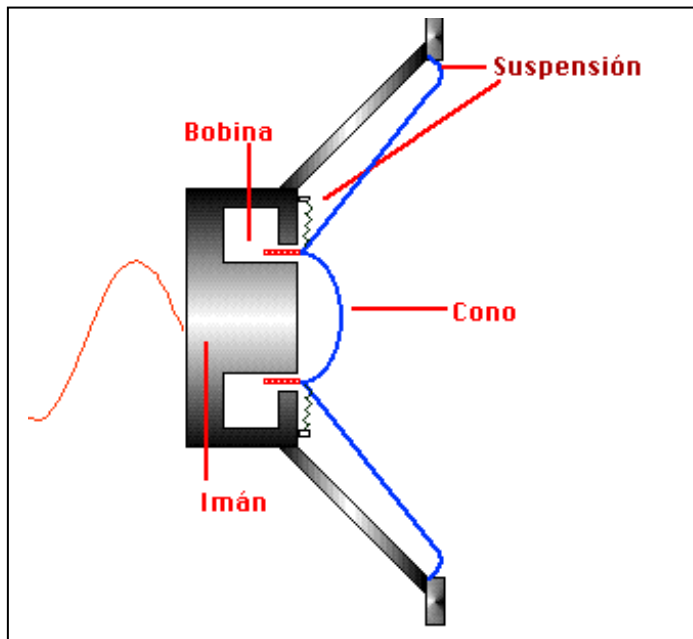
- ***El parlante piezoeléctrico.***

Esta formado como su nombre lo indica, por una membrana de material (cristal) piezoeléctrico, el cual (al igual que los micrófonos, pero a la inversa) al recibir una señal de audio son capaces de deformarse y producir una onda sonora. Se los utiliza en los famosos Tweeters, y son realmente efectivos en la tarea de reproducir muy altas frecuencias. Estas frecuencias son tan direccionales, que dificultan mucho su dispersión por parte de la bocina del tweeter; motivo por el cual no tiene ángulo de cobertura y entonces no se los utiliza en sistemas para grandes sonorizaciones.

- ***Altavoz Electrodinámico.***

El parlante de bobina móvil es lejos el modelo más exitoso, altamente utilizado en todo el segmento del sonido profesional el cual describiremos a continuación, donde se pueden observar las siguientes partes:

- a.- Imán permanente.** Proporciona el campo magnético para el sistema Motor.
- b.- Bobina.** Al circular corriente produce el efecto motor para mover el Cono.
- c.- Diafragma.** Es un cono, hecho generalmente de cartón, el cual está sujetado por una suspensión en su borde más externo y posee una bobina cilíndrica en su borde más interno, la cual tiene libertad para moverse axialmente. Cuando la corriente eléctrica circula por la bobina se crea una fuerza magneto motora la cual actúa con el flujo magnético de la brecha, creado por un imán permanente, lo que causa un movimiento translatario de la bobina y por lo tanto del cono al cual está sujeta.
- d.- Suspensión.** Permite que el cono permanezca en su posición de reposo.



**Corte de un parlante electrodinámico.**

La interacción de los diferentes componentes del altavoz determinan su comportamiento al ser conectada una señal de audio.

El parlante es un transductor, que tiene un funcionamiento inverso a los micrófonos de bobina móvil. Es decir, que el parlante recibe una señal eléctrica que se la hace circular por una bobina, la cual está sumergida dentro de un

campo magnético (imán permanente) que se encuentra en primera instancia en reposo, o sea en equilibrio electromagnético.

La corriente alterna que la atraviesa (señal de audio) provoca la inducción de ésta y por consiguiente la reacción de la bobina dentro del campo magnético. Es decir que se irá desplazando en forma longitudinal dentro del imán en función de las variaciones de tensión de la señal entrante por medio de un juego de atracciones y repulsiones electroestáticas.

Este movimiento análogo a la señal de audio que experimenta la bobina, es transmitido hacia el diafragma, que es un cono de cartón unido a la bobina que comenzara a comprimir y descomprimir al aire (y consecuentemente a las partículas de este) en función de los movimientos de la bobina, logrando transducir la señal eléctrica en una onda acústica.

- **Parámetros característicos de los parlantes.**

El comportamiento de los altavoces de bobina móvil ha sido estudiado y desarrollado por Beranek, y Small, y se ha modelado como sistema de tipo pasa-alto. En el modelado de los parlantes de bobina móvil, las características eléctricas y mecánicas se encuentran en parámetros concentrados.

El altavoz está constituido principalmente en tres partes:

**a) Conjunto Eléctrico:**

Conformado por la inductancia y la resistencia de la bobina, **Le** y **Re** respectivamente, que interacciona con el conjunto magnético.

**b) Conjunto Mecánico:**

Conformado por la masa de la bobina y el diafragma **M<sub>MD</sub>** y por el efecto de la elasticidad y la resistencia de la suspensión, **C<sub>MS</sub>** y **r<sub>MS</sub>** respectivamente.

**c) Conjunto Acústico:**

Conformado por el diafragma en movimiento y cualquier carga acústica asociada a ambos lados. En el caso de un baffle infinito la impedancia de radiación reflejada al conjunto mecánico es **Z<sub>MR</sub> = 1/r<sub>MR</sub>**, donde **r<sub>MR</sub>** es la movilidad de la radiación.

Estos parámetros son utilizados para desarrollar el estudio del comportamiento de un altavoz, al cual luego será introducido dentro de un gabinete, quien también formara parte de todo el sistema.

Los parámetros antes nombrados pueden representarse (modelizarse) como circuitos eléctricos, los cuales presentan quizás mejores herramientas para su cálculo y comprensión.

En la medida en que se avanza sobre los factores físicos que interaccionan con el altavoz, se incrementan cada vez más nuevos parámetros y por ende nuevas fórmulas, cuyo objetivo es ir avanzando en la reducción del margen de error. Para resumir algo esta ardua tarea, desde hace tiempo se han puesto en uso ciertos parámetros que serían una simplificación de lo antes dicho en cinco o seis valores que se dan en llamar parámetros de **Thiele** y **Small**; que vienen dados por el fabricante (aunque también se pueden medir) y se introducen en algún software, quien es el que en definitiva realiza toda la tarea de calculo. Veamos cuales son:

### **Parámetros de Thiele y Small**

- **f<sub>S</sub>**: Frecuencia de resonancia del sistema móvil del altavoz, especificado para el altavoz en el aire libre sin baffle.
- **V<sub>AS</sub>**: Elasticidad acústica del altavoz, expresada en volumen de aire equivalente.
- **Q<sub>ES</sub>**: Factor **Q** del altavoz considerando únicamente las pérdidas eléctricas, reflejado a la reactancia de movimiento a **f<sub>S</sub>**.
- **Q<sub>MS</sub>**: Factor **Q** del altavoz considerando únicamente las pérdidas mecánicas, reflejado a la reactancia de movimiento a **f<sub>S</sub>**.
- **Q<sub>TS</sub>**: Factor **Q** total del sistema que corresponde a el inverso de la suma de los inversos del **Q<sub>ES</sub>** y **Q<sub>MS</sub>**

- **Otros parámetros:**

**-Diámetro nominal:** Especifica generalmente en pulgadas el diámetro de la circunferencia mayor del diafragma. Este dato es sumamente importante ya que de la superficie cuadrada del diafragma depende cual será la eficiencia en bajas frecuencia. Esto es lógico ya que las frecuencias graves son aquellas cuya

longitud de onda es elevada, lo que significa que el diafragma debe realizar mas trabajo (mover mayor cantidad de partículas de aire a mas distancia) para poder reproducirlas. Lo que disminuye en la medida que se reduce el diámetro. Las medidas pueden ser de por ejemplo de 6", 8", 10", 12", 15", 18" etc. Y de acuerdo a lo ante dicho, un cono de 18" reproducirá frecuencias mas graves que uno de 15" y este que uno de 12" y así sucesivamente, quedando además supeditado al diseño gabinete. Por el contrario, Un diafragma de menor diámetro (y por ende de menor masa y mayor rigidez) reproduce con mayor efectividad las frecuencias altas.

**-Respuesta en frecuencia: Conocer** la respuesta en frecuencia de un transductor, permite predecir su aplicación, así como también el diseño del gabinete que lo contenga y la combinación con otros componentes. La linealidad de un parlante define la calidad de transducción o transparencia en el proceso; motivo por el cual, aunque no existe un parlante cuya repuesta sea totalmente plana, existen segmentos de la misma donde lo son bastante; y estos se los segmentos útiles del parlante que se aprovechan para combinarse por medio de divisores de frecuencia (ver luego) con otros tipos de transductores a fin de constituir un sistema acústico profesional.

**Nota:**

**Curva de impedancia:** como ya sabemos la impedancia varía con la frecuencia, y esto toma importancia ya que en determinado punto de la escala de frecuencias, justo donde se encuentra la frecuencia de resonancia del altavoz, la impedancia se hace máxima (producto de que el altavoz entro en resonancia), mostrando un realce significativo. Esto tiene importancia en el diseño de gabinetes (ver luego).

**-Impedancia nominal:** Como ya hemos hablado, la impedancia es la resistencia en un circuito eléctrico con una señal de corriente alterna (como la señal de audio), la cual en el caso del parlante, está representada por la resistencia propia de la bobina, mas los efectos reactivos de la masa del cono, la masa del aire en contacto con el mismo y la elasticidad de la suspensión.

Esto conforma un circuito resonante, que encuentra en la frecuencia de resonancia, el punto donde los factores reactivos (que son de magnitud, sentido y dirección opuestos) se anulan, y el diafragma puede moverse libremente. A esta frecuencia de resonancia, se observa la máxima impedancia de entrada. Como la impedancia varía con la frecuencia, se especifica la impedancia nominal normalmente a 1kHz; siendo esta la conocida por el usuario, por ejemplo 4Ω, 8Ω, 16Ω, etc.

Que el parlante se encuentre libre para moverse en resonancia, implica que su eficiencia es máxima ya que con la mínima energía se logra la máxima excursión, pero no implica que su excursión real lo sea, ya que se observa que, debido a la alta impedancia, la transferencia de potencia del amplificador es mínima.

Como resultado, el parlante posee un rendimiento casi nulo en resonancia; fenómeno que se amortigua con la existencia de el baffle.

**Nota:** Siempre tener en cuenta como varía la impedancia cuando se realizan conexiones serie/paralelo, para mantener la integridad del/los amplificador/es.

**-Potencia Máxima:** La potencia puede estar especificada de diversas formas; y debido a que existen muchas maneras de decir lo mismo, los

fabricantes o sus Dpto. de marketing aprendieron muy bien estos temas con la intención quizás de engordar un poco los valores. Veamos cuales son:

**Potencia media.** Este tipo de potencia suele denominarse erróneamente **RMS (root mean square)**, al utilizar el cálculo el voltaje RMS. La razón de este error es que el RMS sólo tiene sentido aplicarlo en parámetros que tienen signo negativo y positivo. La potencia sólo tiene signo positivo (va del amplificador al altavoz, no al contrario), y por ello no se le aplica el RMS sino el de potencia eficaz. La potencia eficaz es, por tanto, aquella que utiliza el voltaje RMS para su cálculo, y éste se estima como la integral del seno de la tensión al cuadrado (para una onda senoidal) o el valor pico sobre raíz cuadrada de dos, también para el mismo tipo de onda.

**Potencia de programa.** La potencia de programa es un término arcaico que proviene de antiguas pruebas de potencia con senoidal. Hoy en día, no tiene un significado concreto. Para muchos fabricantes, es, simplemente, el doble de la potencia media, aunque otros fabricantes usan relaciones diferentes a 2:1. Puede usarse como guía para la elección de amplificador. Por ejemplo, un parlante de 300W de potencia media y 600W (2x300W) de potencia de programa podría utilizar un amplificador de 600W de salida. Esto es para aplicaciones de gran control como ser la utilización de tracks de audio, donde por una cuestión de compresión previa, el aguante de potencia es mayor por parte de la bobina.

**85Potencia de pico.** Corresponde al cálculo de la potencia en base a los voltajes de pico. Para una señal de 6 dB de factor de cresta, la potencia de pico es cuatro veces más que la potencia media. Así pues, para señales de potencia con factor de cresta de 6 dB, las potencias quedarían como sigue:

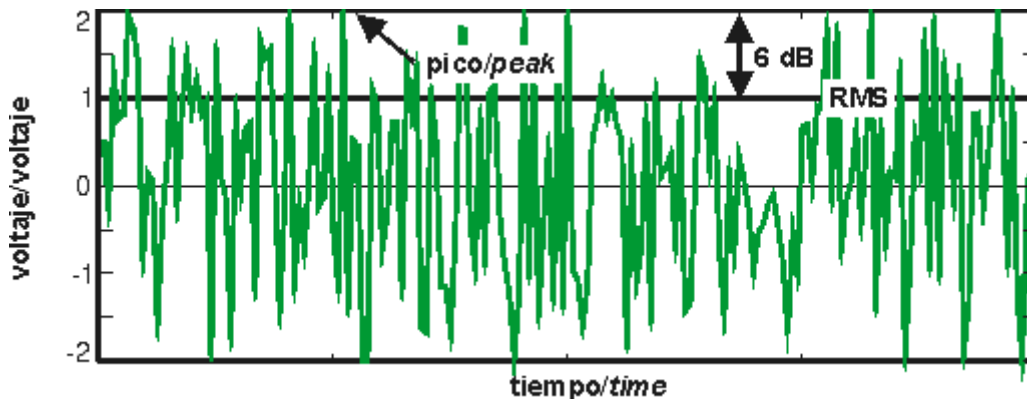
Potencia	Relación	Ejempl o
<b>Eficaz</b>	1	300W
<b>Program a</b>	2	600W
<b>Pico</b>	4 (¡no siempre!)	1200W

**Nota:** Este valor no esta relacionado con la potencia disipada por la bobina, ya que es un valor instantáneo; pero si lo esta con la llamada excursión máxima del diafragma, la cual, de ser superada produciría el daño del mismo.

### **-Pruebas de potencia**

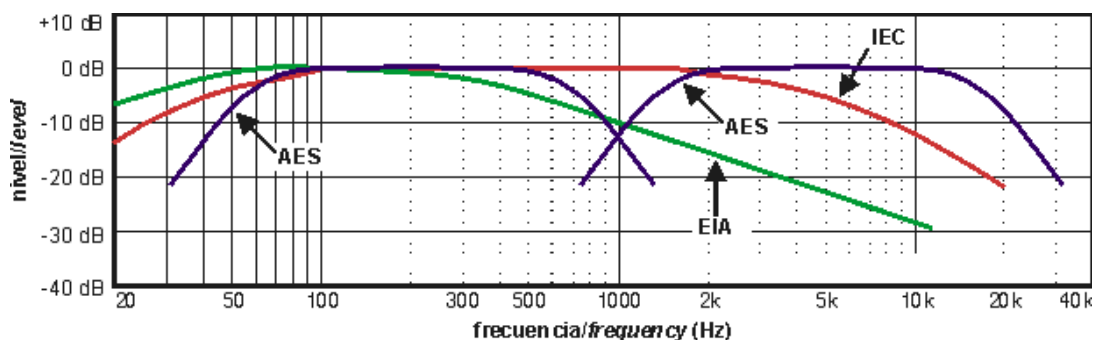
Para determinar el aguante de potencia de un parlante, se lo ha de someter a una prueba de potencia. Ésta consiste en alimentar el parlante con señal de prueba, que normalmente consiste algún tipo de señal de ruido con un rango dinámico controlado, durante un tiempo determinado, habitualmente entre 2 y 100 horas. La señal de prueba suele ser alguna forma de ruido rosa. El ruido rosa es una señal aleatoria que posee la misma energía en todas las bandas de frecuencia. Por otro lado el ruido rosa no es constante, sino que posee una cierta dinámica. El ruido rosa nos permite de esta forma realizar estudios donde se pone a prueba no sólo el aguante térmico del parlante, sino también el aguante mecánico. El rango dinámico de una señal se expresa con el factor de

cresta (headroom), que es la relación entre la potencia de los picos y la potencia de la media de la señal. La figura que puede verse a continuación muestra una señal de ruido rosa con un factor de cresta de 6 dB, es decir, que la potencia del pico es 6 dB mayor que la potencia media de la señal. Ello equivale a una relación de 2 a 1 entre el voltaje de pico y el RMS, que corresponde a una relación de 4 a 1 entre la potencia de pico y la potencia media ("rms"), puesto que la potencia se calcula en base al voltaje al cuadrado (ver luego). Esta dinámica es la especificada habitualmente por las normas internacionales.



Existen varias normas que especifican procedimientos a la hora de realizar las pruebas. Las más relevantes son:

**-La norma AES2-1984:** Ésta es una norma para componentes de altavoz realizada por el **Audio Engineering Society**. Es de uso muy habitual y, aunque es solo para componentes, se aplica también, a veces, a cada una de las vías de un sistema activo. Especifica una señal de ruido rosa con factor de cresta de 6 dB, con un ancho de banda de una década. Por ejemplo, un parlante de bajos podría usar una banda de 60-600 SS, mientras que una unidad de agudos podría usar una de 1500-15000 Hz. El gráfico muestra el espectro de ambas. La duración de la prueba es de dos horas, tras la cual el componente no deber mostrar daño apreciable.



**-La norma IEC268-1 (1985):** Esta es una norma realizada por la **Comisión Electrotécnica Internacional**. Especifica una señal de ruido rosa con espectro IEC de programa y factor de cresta de 6 dB. El espectro de programa IEC intenta ser un espectro que se aproxime al contenido de una señal musical real, y tiene por ello menos agudos y menos graves. La ilustración que sigue muestra este espectro comparado con los dos ejemplos de espectros AES. La duración de la prueba es de cien horas, tras la cual el altavoz no deber mostrar daño apreciable.



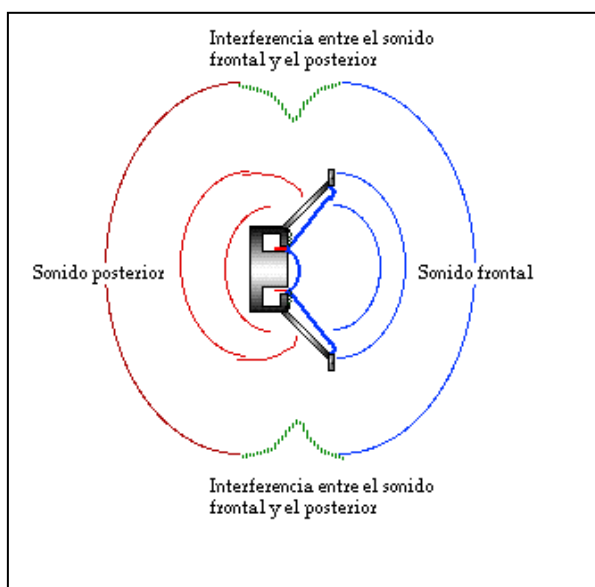
**-La norma EIA RS-426-A (1980):** Esta es una norma de la **Asociación de Industrias Electrónicas** de los EEUU. La duración de la prueba es de ocho horas, tras la cual el parlante no deber mostrar daño apreciable. La señal también es ruido rosa con factor de cresta de 6 dB, con un contenido en frecuencia que puede verse en la figura comparativa.

**Nota:** Todos son los valores antedichos, son los que realmente tiene importancia a la hora de trabajar con un parlante y diseñar un sistema acústico, pero existen más datos que no serán explicados, ya que quizás sean más sencillos y carecen (al menos en este curso) de importancia. Estos son: **Diámetro de la bobina; Tipo de bobinado; Forma; Campo magnético; Diámetro del imán; Magnetismo o inducción; Etc.**

**-Sensibilidad:** La sensibilidad de un parlante nos dice cuanta presión sonora transduce este con respecto a una determinada tensión o potencia recibida. Por ejemplo, un parlante que estando recibiendo 1W de potencia, y esta, esta siendo medida por un instrumento (decibelímetro p.ej.) a un metro del eje del parlante, el mismo podría generar una presión sonora de 100dB. Y si otro parlante en las mismas condiciones genera 96 dB, entonces el primero es más sensible, y por lo tanto mejor que el primero, al menos en cuanto a la presión generada. Este parámetro, que generalmente viene dado como tantos dB **1W/1m**, no solo sirve para comparar entre dos componentes; sino también para diseñar un sistema de sonido con diferentes vías.

Este es el verdadero parámetro para saber cuanta potencia acústica o presión sonora se obtiene de tal o cual componente. Generalmente se tiende a relacionar la potencia que soporta la bobina con la potencia que puede entregar. Gracias a la sensibilidad podemos comprender que hacer la mencionada relación no es del todo exacta.

## • Cajas Acústicas (Bafles)



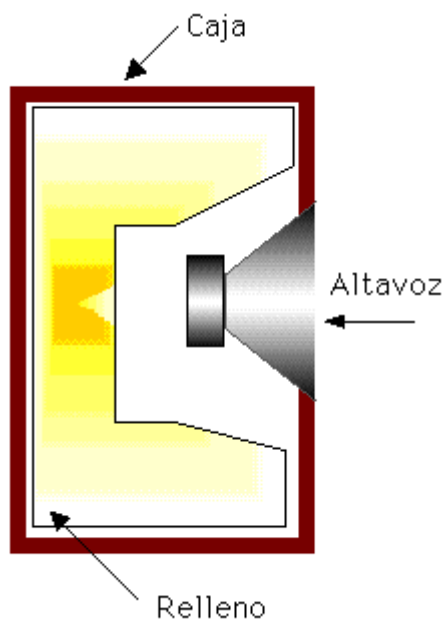
Cuando el parlante interacciona con el aire, se producen sucesivas compresiones y rarefacciones, quienes terminan creando la onda sonora. Sucede que el parlante produce en la compresión un frente de onda por la cara anterior del mismo (onda anterior), y en la rarefacción otro exactamente igual por la cara posterior (onda posterior). Como ambas ondas se encuentran en contrafase, se produce el fenómeno de las cancelaciones, conocido en este caso como cortocircuito acústico del altavoz; el cual como vimos anteriormente con los Comb Filters, se produce significativamente en las

frecuencias graves.

Se puede observar en la figura que hacia los lados del parlante se produce interferencia destructiva entre las ondas sonoras generadas por el frente y las generadas por la parte posterior. Este fenómeno ocurre para las longitudes de onda suficientemente grandes para que puedan bordear el parlante, o cualquier superficie donde éste se coloque. Para evitar este problema se debe colocar al parlante en un gabinete infinito.

Por definición, un gabinete infinito es cualquier cosa que aisle acústicamente el lado frontal de un diafragma del lado posterior, o mejor todavía, dentro de una caja que evite la salida de las ondas acústicas posteriores. Para esto, además de no tener fugas y ser rígido, debe estar relleno de material absorbente para lograr un efecto significativo.

Este recurso produce una real mejora en la respuesta en frecuencia del componente, además de proporcionar un medio de soporte del/los mismo/s.



Ahora bien, durante el trabajo del parlante, el aire encerrado dentro del gabinete representa una resistencia importante en frente al movimiento del diafragma, ya que disminuye la elasticidad acústica del mismo. Este comportamiento del baffle suspensión acústica permite controlar la excursión del cono en resonancia y por debajo de la misma, ya que una vez debajo de la frecuencia de resonancia el cono puede aumentar su excursión hasta romperse.

Como contraparte, la desventaja del baffle de suspensión, es que la onda posterior del parlante queda atrapada en su interior, obteniendo solo el 50% del trabajo realizado por el transductor.

El rendimiento de un sistema de sonido es directamente proporcional al tamaño de gabinete y al cubo de la frecuencia de corte

del sistema  $f_3$  ( $f_3$  = frecuencia inferior a la cual la amplitud cae en 3dB); motivo por el cual, para lograr un rendimiento relativo, el baffle debe tener una frecuencia de corte alta, lo que termina marginando las frecuencias inferiores, o un volumen excesivamente grande para compensar esta pérdida.

En esta dirección fue que se diseñó el gabinete "Bass Reflex", reflector de bajos, o

Las cajas acústicas con reflejos de bajos son aquellas que tienen una abertura o conducto, cuya función es aprovechar el sonido producido por la parte posterior del parlante para extender la respuesta en las bajas frecuencias. Las dimensiones de este conducto deben ser cuidadosamente calculadas para que no se produzca el corto circuito acústico y se extienda efectivamente la respuesta.

El aire contenido en el conducto posee una masa que interacciona con la elasticidad del aire contenido en el gabinete para formar de esta forma un circuito resonante.

Estos dos factores nuevamente son de magnitud, sentido y dirección opuestos; motivo por el cual abre una frecuencia de resonancia del baffle ( $F_B$ ) a la cual se anulen, entrando entonces el gabinete en resonancia.



La alineación de un sistema acústico consiste en amortiguar a través del gabinete, el pico de impedancia que sufre un parlante en resonancia.

Para ello se debe conocer las tablas de alineación, donde se ponen en juego los parámetros mecano-acústicos del parlante, a fin de conocer en que frecuencia debe resonar el gabinete, para producir la correcta amortiguación del parlante.

Debemos saber que al introducir cualquier parlante dentro de un gabinete, la frecuencia de resonancia de este aumenta, por culpa de la compresión que existe en el recinto interno. Esta es la razón por la cual se debe conocer el  $Q_{TS}$  y el  $V_{AS}$  del parlante para poder alinear correctamente el mismo con el gabinete; y veremos que solo para un  $Q_{TS}$  de 0,383 se da que la frecuencia de resonancia del baffle  $F_B$  coincide con la de resonancia. Pero para el resto las  $F_B$  y  $F_S$  no coincide, marcando esto una diferencia con el concepto popular que propone que  $F_B = F_S$ .

Existe en acústica un tipo de elemento llamado **resonador de Helmholtz**, el cual tiene la forma de una botella o jarrón (que de echo estos lo son) que tiene la particularidad de absorber ondas sonoras de baja frecuencia cuando estas coinciden con la  $F_s$  del mismo, ya que estas ondas se consumen para hacer resonar (vibrar) al artefacto.

Dicho resonador, trabajando al revés, es capaz de emitir un sonido de frecuencia igual a su  $F_s$  cuando se logra hacer resonar al mismo.

Debido a que un parlante "deja de funcionar" en su  $F_s$ , estas ondas son reproducidas por el gabinete simplemente cuando esta correctamente alineando.

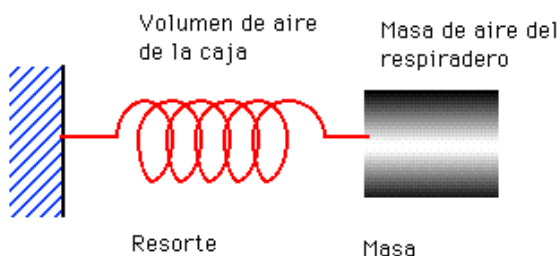
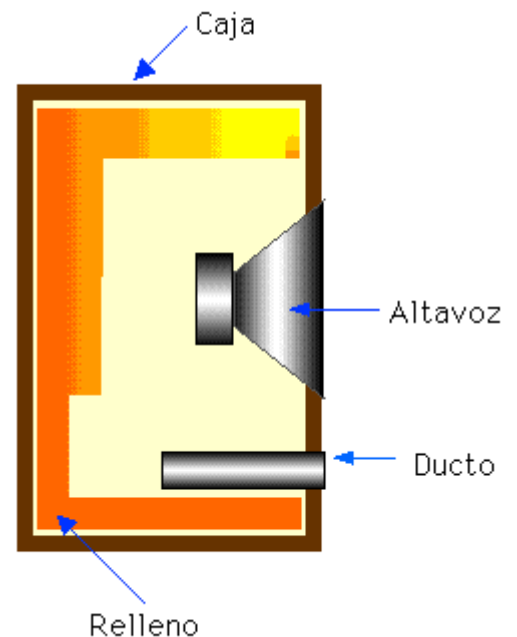


Fig.10. Modelización el circuito acústico en Un baffle "Bass Reflex"

Fig.10. Gabinete Bass Reflex o sintonizado



Ahora, cuando el sistema no esta por encima de la frecuencia de, los valores de los componentes reactivos del baffle (masa de aire del conducto t elasticidad del aire encerrado) van variando sus valores en conjunto con los componentes reactivos del parlantes; lo que produce que la onda posterior (hasta ciertas longitudes de onda) sea retrasada permanente mente a fin de poder arribar hacia el frente del gabinete perfectamente en fase con la onda posterior. Este es el motivo por lo cual el gabinete "Bass Reflex" o "inversor de fase",

aprovecha la onda posterior, reforzando la respuesta en graves, y aumentando en determinado espectro un rendimiento de 3 dB.

Cuando el sistema se encuentra por debajo de la frecuencia de resonancia, el gabinete no puede amortiguar más la excursión del parlante. Si este es excitado con una frecuencia inferior importante, puede averiarse, ya posee grados de excursión todavía importantes debido al fenómeno de la resonancia. Lo mismo puede ocurrir a frecuencias superiores cuando por el paso del tiempo se debilita el sistema de suspensión del parlante, i la alineación queda sin efecto.

Esto no sucede en un gabinete cerrado, debido a que el aire en su interior siempre mantiene l sistema amortiguado. Además, como el aire encerrado nunca se gasta, esto previene el debilitamiento de la suspensión del parlante.

Este es el modelo mas usado en sistemas acústicos pudiendo incorporar en el mismo gabinete mas de un parlante de las mismas o de diferentes características como ser parlantes cónicos de diferentes medidas (con divisiones) o el motor de compresión el cual no influye con el rendimiento del gabinete, a no ser que ocupa un volumen que debe ser considerado.

Por ultimo en los bables para reproducción de graves (sub-low) hay un modelo de mucha aceptación que se denomina caja **con carga simétrica**, cuya diferencia con el Reflex es que posee otro recinto por delante del parlante, el cual actúa como filtro pasa bajos eliminando naturalmente frecuencias espurias.

**Nota:** En el diseño de cajas de graves pueden existir de los mas variados modelos, basados en la combinación de lo antevisto, cuyo objetivo es optimizar el rendimiento del sistema teniendo en cuenta que las frecuencias graves son sin duda las mas difíciles de reproducir. Siempre cabe recordar que la ganancia de eficiencia implica perdida de linealidad y viceversa.

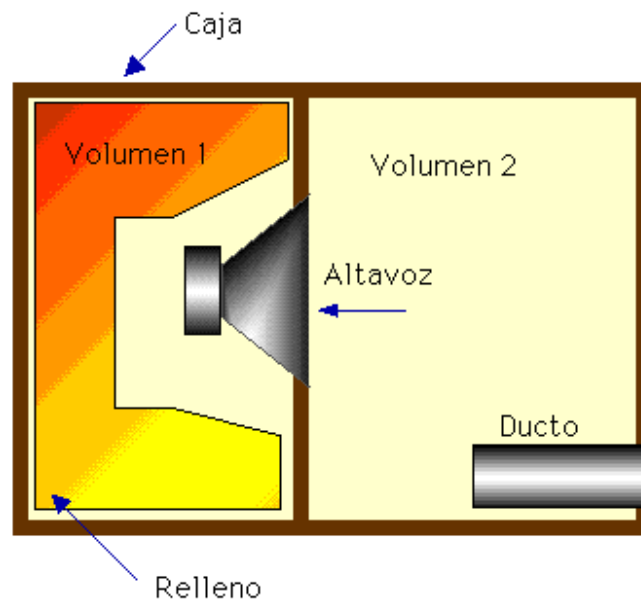
- **Bocinas de audio**

Las bocinas de audio son un recurso para alcanzar mayor eficiencia acústica, debido al fenómeno de adaptación de impedancias.

Sucede que cuando una onda sonora pasa de un medio a otro, sufre cambios en su dirección (fenómeno de difracción) y velocidad (frecuencia).

El factor físico que establece estas variaciones es la impedancia acústica; o sea la resistencia que ofrece el nuevo medio a la propagación.

En la salida del diafragma de un parlante existe un medio de alta impedancia, alta presión sonora (partículas muy comprimidas) y baja potencia acústica (debido a que la potencia acústica es directamente proporcional a la intensidad por el área). Al interaccionar esta con la atmósfera, pasa a un medio de baja



impedancia y baja presión, con una gran área, lo que origina que parte de la energía transportada se disipe en las inmediaciones del diafragma por no poder ser transportada eficientemente en el nuevo medio, debido al cambio brusco

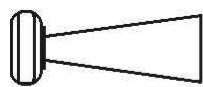
Una bocina de audio proporciona una adaptación secuencial a las variaciones de impedancia acústica, ya que la onda sonora va sufriendo cambios en forma paulatina, llegando a la boca de salida casi sin pérdida de energía, transformándose ésta en un nuevo diafragma de mayor tamaño; con la señal acústica prácticamente dentro del medio nuevo (ambiente).

Cuanto mayor sea el área de boca de salida, mayor será la dispersión que se logre, a costa de pérdida de energía, o sea rendimiento. Cuanto menor sea la boca y mayor el cuello que adapta a la onda, mayor será la potencia transmitida al nuevo medio, con menor dispersión.

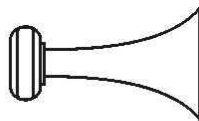
El diseño de bocinas de audio requiere la utilización de cálculos muy complejos y no del todo garantizados; debido a que un mal diseño acarrea generación de elevada distorsión y excesiva coloración. Debemos tener en cuenta que es inevitable el cambio de frecuencia de la señal que atraviesa una bocina, debido al cambio de velocidad por variación del medio

Se las puede clasificar de acuerdo a la forma de adaptación del cuello según sean:

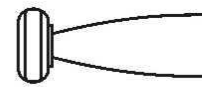
cónicas - exponenciales - logarítmicas, o según el ángulo de dispersión vertical que generan: 60°x40° - 90°x40° - 80°x60° - 90°x60° - 120°x60° - etc.



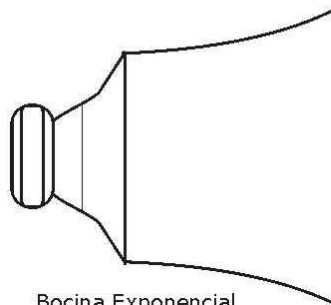
Bocina Cónica



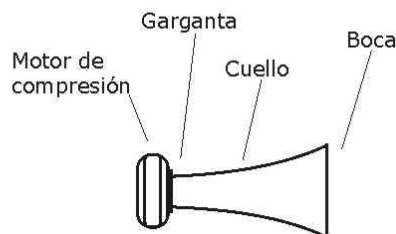
Bocina Hiperbólica



Bocina Logarítmica



Bocina Exponencial



Bocina Exponencial

## • Cálculo de un gabinete Bass Reflex

Debemos tener en cuenta que los parámetros del altavoz son quienes nos permiten obtener todos los datos del gabinete, para los cual debemos tener al menos los parámetros de Thiele y Small.

La respuesta a bajas frecuencias se puede "ecualizar" en algún sentido, bajo un parámetro que se denomina coeficiente de sobretensión **S**, lo que permite exacerbar la respuesta del sistema en resonancia.

Esto trae como ventaja el hecho de poder armar gabinetes de pequeño tamaño (los sublows de computadora o de sistemas dolby), con una

respuesta en graves exagerada; pero con la desgracia de que la misma, solo se produce en una sala frecuencia o nota.

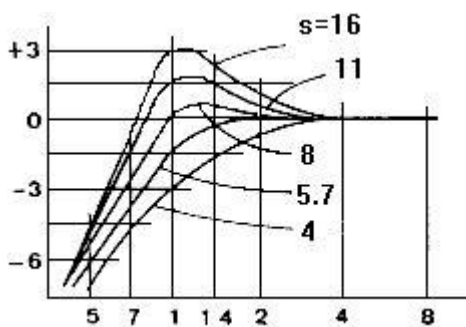
Como moraleja, para lograr un sistema de graves plano y eficiente, se debe utilizar gabinetes de dimensiones consideradas.

Otro factor a tener en cuenta que le armado de un gabinete es la rigidez del mismo, ya que de utilizar materiales "blandos", los mismos pueden ponerse a vibrar, consumiendo parte de la energía que debe ser irradiada.

Es posible utilizar material absorbente en el interior del gabinete a fin de eliminar armónicos que puedan generarse u ondas estacionarias. Este puede ser de lana de vidrio en el caso de los gabinetes Bass Reflex o espuma de poliuretano en las cajas cerradas. Es estas últimas como la finalidad del sistema absorbente es contener la onda posterior, se puede colocar abundante cantidad, cuyo efecto termina siendo un agrandamiento virtual de la cavidad, desde el punto de vista acústico.

Recordar: en esto lo bueno es grande y pesa.

**-Respuesta del sistema en la frecuencia de corte inferior (F<sub>3</sub>)**



Forma de la curva de respuesta de una caja Bass-Reflex en los extremos graves en función del coeficiente de sobretensión de la caja en su frecuencia de resonancia.

Los coeficientes generalmente empleados son: S= **16//11.3//8//5.7//4//2.8//2**.

**-Cálculo del volumen de la caja y de la frecuencia de corte para un S dado.**

$$V_B = S \times V_{AS} \times Q_{ts}^2 \qquad F_3 = \sqrt{\frac{V_{AS} \times F_R^2}{V_B}}$$

Obteniéndose la curva de frecuencia F<sub>3</sub>

**V<sub>B</sub>** = volumen del baffle. (dm<sup>3</sup>)

**V<sub>AS</sub>** = VAS del parlante al aire libre. (dm<sup>3</sup>)

**Q<sub>TS</sub>** = Coeficiente de sobretensión total del transductor.

**F<sub>S</sub>** = Frecuencia de resonancia del transductor al aire libre.

**F<sub>B</sub>** = Frecuencia de resonancia del baffle

**F<sub>3</sub>** = Frecuencia de corte del gabinete, en -3 db.

**-Frecuencia de resonancia del parlante montado en la caja (FSB):**

$$\alpha = \frac{V_{AS}}{V_B} \qquad F_{SB} = \frac{F_3}{\alpha^{0.44}} = \frac{F_b}{\alpha^{0.31}}$$

**-Frecuencia de resonancia del baffle ( $F_B$ ):**

**-Longitud del respiradero:**  $F_B \times v \times 0.31 = \frac{F_3}{v \times 0.13}$

Sea la **elasticidad** del aire en la caja ( $m^3$ ):  $CAB = \frac{VB}{140449}$

La **masa acústica** del respiradero será:  $MAP = \frac{1}{4 \times \pi^2 \times F_b^2 \times CAB}$

Y la **longitud**:  $L = \frac{MAP \times Sv}{1.18}$

**Sv**= superficie del respiradero ( $m^2$ ).

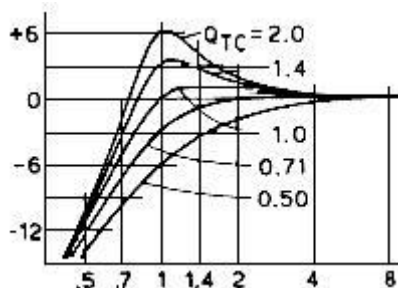
Conviene efectuar una corrección de extremidad. La columna de aire que es opuesta en movimiento en el respiradero arrastra el aire próximo a sus extremidades, provocando un aumento de la masa acústica del respiradero. Conviene entonces reducir la longitud teórica y hacer una corrección.

$$lv = 0,82 \times \sqrt{Sv}$$

Entonces; la longitud definitiva LD será (m):  $LD = L - lv$

• **Cálculo de un gabinete Cerrado**

**- Respuesta del sistema en la frecuencia de corte inferior ( $F_3$ )**



Forma de la curva de respuesta de una caja cerrada en el extremo grave, en función del coeficiente de sobretensión de la caja en su frecuencia de resonancia.

Los coeficientes generalmente empleados son:  $QTC = 0.5//0.71//1//1.4//2$ .

$$F_c = \frac{QTC \times FS}{QTS}$$

**-Frecuencia de resonancia:**

**-Frecuencia de corte en -3db: F-3**

$$F_3 = FC \times \sqrt{\frac{A + \sqrt{4 + A^2}}{2}}$$

**-Cálculo del volumen de la caja**

$$\alpha = \left( \frac{FC}{FS} \right)^2 - 1$$

$$V_{AB} = \frac{V_{AS}}{\alpha}$$

$$\frac{FC}{FS} = \sqrt{(\alpha + 1)}$$

- **Causas de averías de altavoces**

Las causas de avería de un componente suelen dividirse entre térmicas y mecánicas.

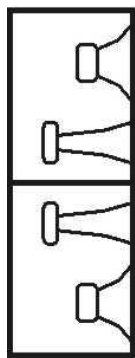
Las causas del fallo **térmico** de un componente pueden ser:

- exceso de potencia de entrada.
- señales fuera de la banda pasante (radio frecuencia, frecuencias subsónicas).  
La energía que no se convierte en sonido se convierte en calor
- recorte (clip) del amplificador, la causa más común de fallo térmico. Las frecuencias saturadas, al recortarse, se convierten en una señal cuasi-cuadrada, la cual contiene mucha más energía en agudos por un mayor contenido armónico. Estas frecuencias agudas excesivas van a parar al driver de agudos, al cual suelen dañar por exceso de señal.
- corriente continua entregada por el amplificador, caso poco habitual en los amplificadores profesionales de hoy en día.
- excesiva ecualización, principalmente de agudos, puesto que esta zona de frecuencias los componentes poseen una eficiencia muy baja y generan mucho calor.

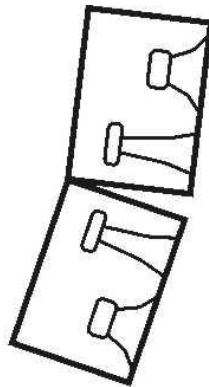
- **Posicionamiento de Sistemas Acústicos**

**Configuración de arreglos:**

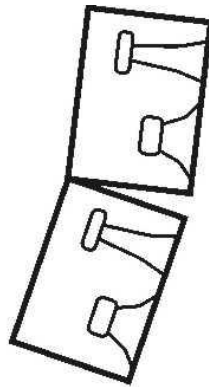
**Arreglos Verticales:**



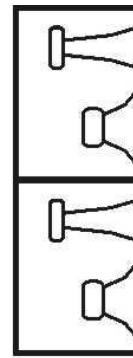
Tiro Largo



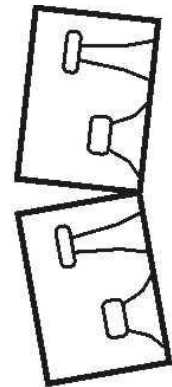
Tiro Largo Optimizado



Angulo Amplio



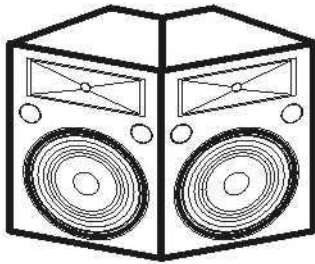
Paralelo



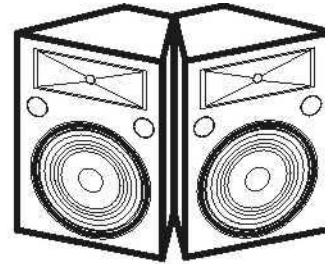
Fuego Cruzado



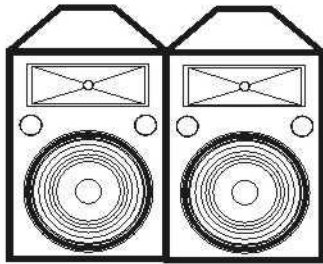
## Parlantes y Bafles



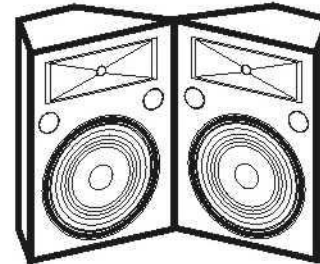
Estrecho de Punto de Origen



Amplio de Punto de Origen

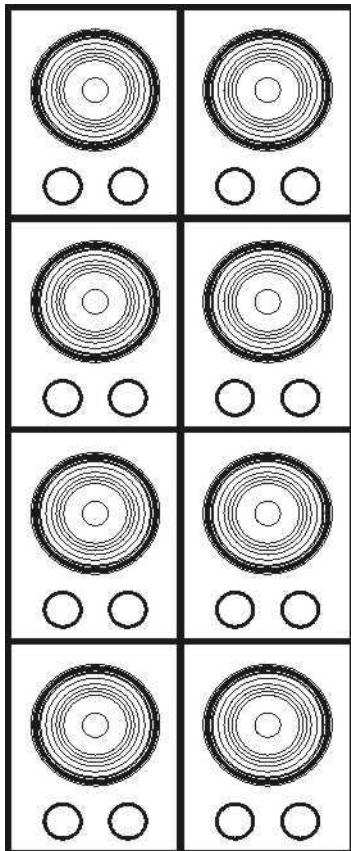


Paralelo

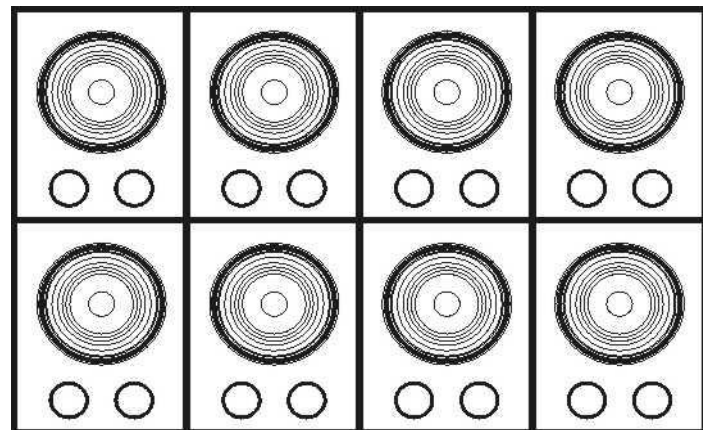


Fuego Cruzado

### Arreglos de Subwoofer



Configuración vertical



Configuración Horizontal