

- ✓ **ASIGNATURA O ESPECIALIDAD:** MECANICA AUTOMOTRIZ
- ✓ **UNIDAD O ASIGNATURA:** MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONFORTABILIDAD.
- ✓ **NIVEL:** 3° MEDIOS
- ✓ **APRENDIZAJE ESPERADO:** LEE E INTERPRETA CIRCUITOS ELÉCTRICOS, ESQUEMAS O PLANOS, DE CONJUNTOS O COMPONENTES, DEL SISTEMA DE SEGURIDAD, PASIVA Y ACTIVA, QUE APARECEN EN LOS DOCUMENTOS DEL MANUAL DEL FABRICANTE
- ✓ **CONCEPTOS:** SIST.AUDIO
- ✓ **TIEMPO PLANIFICADO:** 5 HORAS

INTRUCCIONES:

Alumnos confeccionan cajas de audio simulando instalación de equipos de sonido en un vehículo.

Instalan, conectan amplificador y parlantes aplicando normas de seguridad básicas, uso de multímetro y realizan correcciones en efectos sonoros como balance, fader, Bass entre otros.

A continuación se muestran varias cajas de altavoces que le servirán de ayuda para la elección y confección de los alumnos.

¿POR QUÉ LOS ALTAVOCES VAN EN CAJAS?

Los altavoces necesitan ir en cajas porque la membrana tiene dos lados, exterior e interior.

Cuando el exterior de la membrana crea una onda, el interior crea la misma onda, pero opuesta, es decir, en fase inversa.

Los graves extremos mueven una gran cantidad de aire. Cuando el exterior empuja, el interior "tira". Para tal cantidad de aire, con presiones elevadas, es fácil que la presión del lado exterior y la "depresión" del lado interior se encuentren, dando lugar a la cancelación del movimiento y la presión del aire. Esto se denomina **cortocircuito acústico**.

Esto se puede comprobar fácilmente. Si se saca el altavoz de graves de la caja y se deja en el suelo, al excitar el altavoz se comprueba que los graves desaparecen, además de obtener una calidad de sonido muy pobre.

Al meter el altavoz en una caja, se elimina este problema, pero se crea otro, aunque mucho menor.

La onda creada por la parte interior se refleja en el fondo de la caja, y se puede llegar a encontrar con la creada por la parte exterior, La membrana del altavoz es muy rígida y es prácticamente transparente al sonido. La suma de la onda en diferente fase crea una onda distorsionada, en mayor o menor grado, pero siempre diferente de la onda que queremos reproducir.

La solución parece muy simple, y lo es: que el fondo del altavoz no sea paralelo al frontal, para que la onda reflejada no se junte automáticamente con la onda inicial. Puede parecer asombroso que 70 años después de la invención del altavoz (no de la caja) esto siga siendo así, y realmente lo es.

Fabricar cajas con formas no tan regulares como el ortoedro presenta problemas de fabricación. No es tan fácil montar una caja irregular como una regular. Precisamente las empresas de alta gama, B&W a la cabeza, ha captado mejor que nadie esta sutil y obvia restricción. Son muchas las marcas que fabrican cajas de alta gama con el frontal y la parte trasera no paralelas, pero B&W fabrica cajas con muchas curvas (la serie Nautilus). De esta manera, las ondas reflejadas tienen que realizar muchas reflexiones, sin crear ondas estacionarias y perdiendo potencia, antes de poder encontrarse de nuevo con el altavoz.

TIPOS DE CAJAS ACÚSTICAS.

CAJA SELLADA

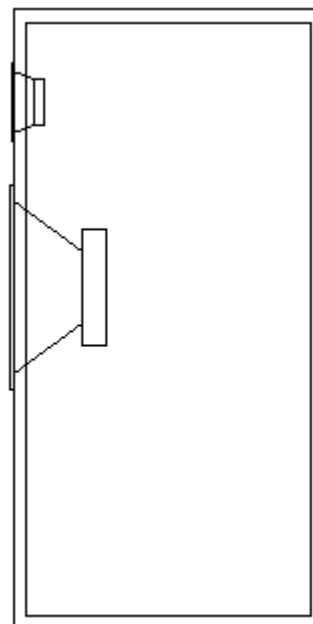
Es el tipo de caja más básico. Consiste en una caja llena de material absorbente. La calidad del sellado influye en la calidad final del sonido.

Es un volumen de aire cerrado, por lo que la F_b será siempre mayor que F_s . conviene utilizar altavoces con F_s baja.

Trata de eliminar completamente la onda producida por la parte interna del diafragma, mediante el material absorbente. Tiene una frecuencia de corte, y a partir de ahí, su respuesta se reduce con una pendiente de 12 dB/oct.

Tiene como ventaja que las cajas tienen un tamaño moderado, y que la pendiente de atenuación de la respuesta no es muy pronunciada. Además, la respuesta temporal es buena.

Como inconvenientes, que la frecuencia de corte no es muy baja, con un tamaño de caja normal. Además, el aire contenido en la caja, a gran SPL, actúa como un muelle y se crea gran distorsión a alto volumen.



CAJA BASS-REFLEX

Es el tipo de caja más extendido, junto a la caja sellada. Consiste en una caja cerrada parcialmente llena de material absorbente, pero con un tubo (port) con salida al exterior.

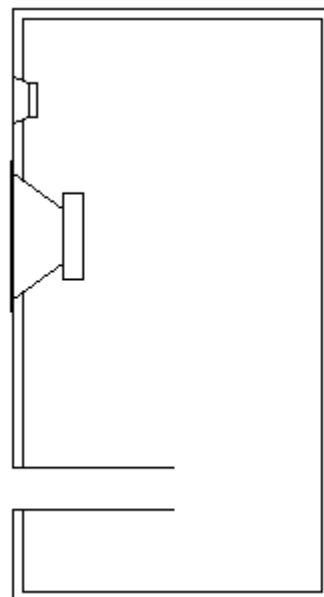
Este tubo tiene la función ofrecer ser una resistencia entre aire del interior y del exterior, y hacer que, por la elasticidad del aire y la resistencia al pasar a través del conducto, se contenga la salida y entrada de aire y que no se produzca cancelación sino refuerzo de las bajas frecuencias.

Hay dos fenómenos: una caja abierta (masa) y una resistencia unida a un volumen de aire, que se aproxima a un volumen cerrado (elasticidad) por lo que F_b puede ser mayor o menor que F_s .

Tiene como característica principal su buen rendimiento en graves, causado por una frecuencia de corte menor que en las cajas selladas, pero tiene el problema que la pendiente de atenuación de su respuesta es muy alta: 18-24dB/Oct.

Las ventajas son su buen rendimiento y extensión en graves y su capacidad para manejar grandes SPL sin distorsión.

Los problemas son que la pendiente de atenuación es muy alta, y que cuando se trabaja por debajo de la frecuencia de corte de la caja, el aire contenido en el conducto ya no actúa como resistencia, y el altavoz es como si estuviese funcionando al aire libre. Esto puede causar que se sobrepase la excursión máxima del diafragma y que se rompa el woofer. La respuesta temporal no es demasiado buena.



CAJA CON RADIADOR PASIVO

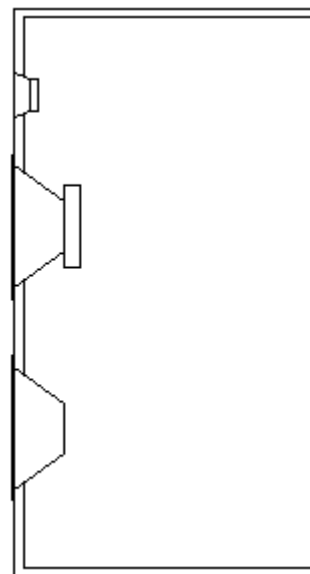
Es una variante de la caja bass-reflex. Fue inventado por Celestion. Consiste en una caja bass-reflex en la que se ha sustituido el port por un radiador pasivo.

Un radiador pasivo es como un altavoz, pero sin imán y sin bobina. Sólo tiene el chasis, la suspensión y el diafragma. Su misión es ser dejar pasar a los graves que se crean en el interior de la caja.

Se trata de que hacer que el radiador pasivo ofrezca la misma resistencia al aire que el port de un sistema bass-reflex. Para esto, se le añade masa.

El rendimiento de estas cajas es menor que los bass-reflex, ya que a la frecuencia de resonancia del radiador se produce una disminución en la respuesta (como un notch filter).

Las ventajas son las mismas que en las cajas bass-reflex, y en los inconvenientes hay que añadir el precio del radiador.



CAJA ELF

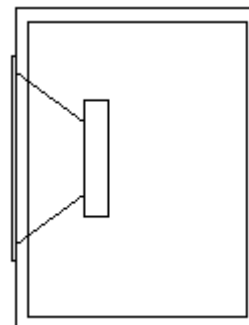
ELF es un acrónimo de Extended Low Frequency. Es un tipo de caja conocido desde hace tiempo, por lo menos en su principio de funcionamiento, pero no se ha empezado a usar hasta hace poco tiempo, con la aparición de los subwoofer activos para equipos de home cinema. Aun así no está muy extendida por sus serias restricciones, a pesar de tener una ventaja muy importante

Consiste en una caja sellada con un volumen mucho menor que el necesario. Esto hace que la respuesta decaiga a frecuencias muy altas, entre 100Hz y 150Hz, lo cual no es muy lógico para un subwoofer. Pero mediante una corrección activa esa respuesta se puede dejar plana hasta una determinada frecuencia.

Normalmente una caja se considera "usable" a partir de la frecuencia de sintonía (F_b), pero en este tipo concreto de caja se usa desde F_b hacia frecuencias menores. Aquí el aire reduce la elasticidad, equivale a una suspensión más rígida y la frecuencia de sintonía de la caja aumenta, por eso en una altavoz con $F_s=40\text{Hz}$ se puede hacer $F_b=100\text{Hz}$.

Las ventajas son que el tamaño es sumamente reducido. A falta de confirmar, el subwoofer de Bang&Olufsen es un ejemplo, un cubo de 25-30 cm de lado. Otra ventaja es que la eliminación de la onda producida por la parte trasera se produce por la propia elasticidad del aire. Por otra parte, la elasticidad del aire contenido y el alto desplazamiento de la membrana hacen que la distorsión sea alta.

Los inconvenientes son serios: al reducir el SPL a -12dB/oct , la corrección debe ser muy fuerte. Las limitaciones por potencia son muy importantes, pero no tanto como las limitaciones por desplazamiento de la membrana.



ALTAVOZ DE DIPOLO / BAFFLE ABIERTO

Todas las cajas anteriores tratan de hacer "algo" con la onda producida por la parte interior del altavoz, aprovechándola o eliminándola.

Este tipo de "caja" no hace nada con ella. Consiste en una tabla con un agujero donde va situado el woofer, y su única función es impedir el cortocircuito acústico. La forma de la radiación sonora de las demás cajas es no direccional, es una esfera con el altavoz en el centro o en un extremo, dependiendo de la frecuencia. Esta caja si es direccional. La forma de su radiación es extraña. Es como la superficie de revolución producida al rotar un 8 por su eje vertical, pero el eje está en posición horizontal y es perpendicular al plano de la tabla.

A diferencia de los otros tipos de caja, ésta no tiene ningún problema de resonancia, ya que no hay paredes contra las que pueda resonar. La consecuencia es que el sonido es muy puro, da sensación de espacio, de libertad, no de compresión como en las otras. Otra ventaja es que las interacciones con la sala de escucha son mínimas, ya que las zonas donde hay presión sonora son pequeñas en comparación con otras cajas.

F_s permanece inalterada, y $F_b = F_s$. Como si estuviese sonando al aire libre pero sin cortocircuito acústico.

El problema es que el tablero necesario para impedir el cortocircuito acústico puede ser muy grande. Por eso, éste fenómeno, que se muestra como una caída de la respuesta a frecuencias determinada por la longitud del panel, y de pendiente -6dB/oct se corrige en activo. Como consecuencia, el woofer utilizado debe tener una excursión (X_{max}) bastante grande, para compensar la pérdida.



LABERINTO ACÚSTICO

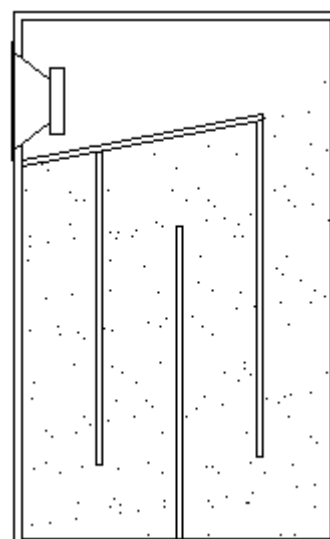
No existen muchos ejemplos comerciales de este tipo de caja. El más célebre es el Nautilus Prestige de B&W. Consiste en una "caja" muy larga llena de material absorbente que eliminan la onda producida por el interior del diafragma. Concretamente en ese modelo, por las propiedades de los tubos, cuando el diámetro es mayor que la longitud de onda, la onda se comporta como una onda plana que se desplaza guiada por el tubo, y no se crean ondas estacionarias, por lo que si el woofer está cortado a frecuencias suficientemente bajas, este tipo de "caja" está libre de coloración y de resonancia.

Acerca de la frecuencia de corte, en principio es una caja sellada mejorada, por lo que la respuesta debe caer con una pendiente de -12dB/oct , pero en el Nautilus decae con una pendiente de -6dB/oct , según dice B&W. La realidad es que debe comportarse como una caja cerrada con una Q menor que la de Bessel, 0,5, con lo cual alcanzará la respuesta de baffle infinito. Con una corrección activa se puede producir fácilmente respuesta plana hasta F_s . Es una caja cerrada, pero con un volumen de aire muy grande que no va a influir en la elasticidad, va a ser mucho mayor la del propio altavoz, por lo que $F_s \sim F_b$.

En un diseño general, a altos SPL puede ocurrir que no toda la onda se absorba, y parte se vea reflejada en el final del laberinto. Por eso la longitud del laberinto debe ser $1/4$ de la longitud de onda de la F_s del woofer, para que si esto se produce, halla un refuerzo y no una cancelación.

Ventajas: Caja teóricamente libre de resonancias, aunque no existan muchos materiales adecuados para preservar sus características sin añadir resonancias y eliminar el sonido interior. La respuesta se puede extender hasta la misma frecuencia de resonancia del woofer, y además existe sólo un punto de emisión sonora, por lo que tiene menos interacción con la sala.

Inconvenientes. Son cajas grandes, y con muchos materiales absorbentes y estructuras en el interior.



CAJA LABERÍNTO ACÚSTICO

LINEA DE TRANSMISIÓN.

En mi opinión, el mejor tipo de caja existente, pero no se han encontrado los materiales adecuados que permitan "plegarla" y que no ocupe tanto, manteniendo todas sus características.

Esta caja también se basa en la propiedad de que en los tubos no hay resonancia, pero en este caso, la onda creada por la parte trasera si se usa para algo. Contribuye a reforzar las bajas frecuencias poniendo en fase a las ondas trasera y delantera del diafragma.

Tiene muchas ventajas: Caja teóricamente libre de ondas estacionarias, la pendiente de atenuación es de 6 dB/oct., puede manejar cómodamente grandes SPL, y no se llega a sobrepasar la excursión máxima de la membrana tan fácilmente como en las bass-reflex. Su respuesta temporal es muy buena y crea poca distorsión a alto SPL. La extensión en graves es muy buena.

Inconvenientes. El tamaño de las cajas es muy grande, y requieren mucha madera o MDF. Este es el motivo por el que prácticamente no son comercializadas.



LÍNEA DE TRANSMISIÓN