

La caja infinita

Dada la imposibilidad física de construir una pantalla infinita, y puesto que su principal objetivo es impedir que la onda posterior radiada por el altavoz interfiera con la frontal, surge la idea de realizar una caja completamente cerrada y hermética, dotada de una sola abertura en la que se coloca el altavoz (figura 1). Así, la onda frontal se radiará hacia el exterior y será la audible, y la posterior quedará «encerrada» y sin posibilidad de salir e interferir con la frontal. Como se comprende, el efecto conseguido con este montaje es similar al logrado con la pantalla infinita, por lo que se denomina *caja infinita*.

Debe advertirse que no puede acoplarse cualquier altavoz a una caja infinita, dado que la estanqueidad de su interior opondrá una cierta resistencia neumática al movimiento del cono o membrana del mismo. Deben siempre utilizarse altavoces especialmente diseñados para tal tipo de caja.

Tampoco debe pensarse que con una caja infinita va a conseguirse una fidelidad de reproducción perfecta con *cualquier* altavoz. La única misión de la caja es, como ya hemos

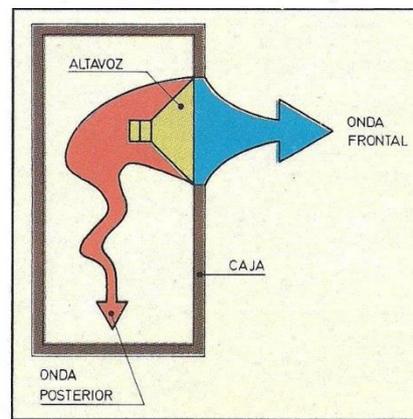
dicho más arriba, evitar interferencias entre las ondas frontal y posterior. En ningún caso podrá una caja infinita *mejorar* la respuesta en frecuencia propia y característica de un altavoz.

La caja reflex

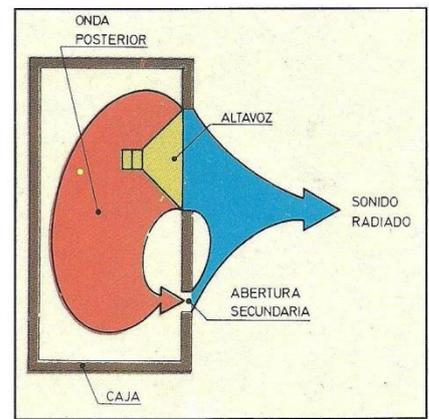
Un altavoz es un componente que presenta un rendimiento muy bajo. Si, además, se suprime la *mitad* de la energía que radia acoplándole a una caja infinita, aún deberá suministrársele mayor potencia eléctrica para poder obtener un determinado

nivel sonoro. Es por esta razón que algunas cajas aprovechan la energía de la onda posterior para elevar el rendimiento del conjunto caja-altavoz. Una caja que cumple tal condición, se denomina *reflex* (figura 2). Es evidente que tal aprovechamiento debe pasar por la condición primaria de no interferencia entre ondas frontal y posterior. Así, en algunas cajas se crea un camino a recorrer por la onda posterior entre el altavoz y el exterior, de manera que a la salida de fase de la onda sea opuesta a la inicial, con lo que se encontrará en fase con la onda fron-

1. Fundamento teórico de una caja infinita.

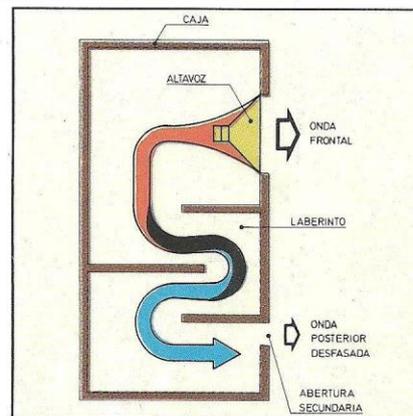


2. Fundamento teórico de una caja reflex.

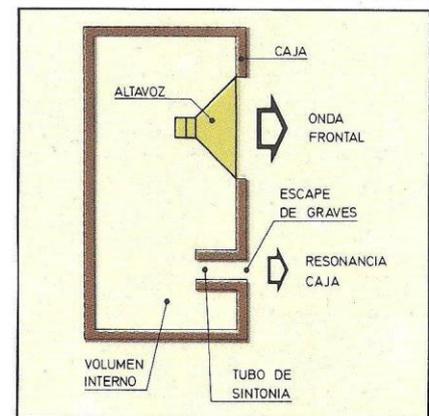


tal, sus amplitudes se sumarán, y la energía radiada será mayor (figura 3).

Otras veces se utiliza la resonancia propia del volumen de aire contenido en la caja para reforzar la onda frontal. La frecuencia a que se produce tal resonancia es función de las dimensiones de la caja, siendo tanto más baja cuanto mayor sea el volumen de la misma. La resonancia se crea de tal forma que la fase del sonido radiado por la abertura secundaria de la caja (denominada *escape de graves*) es la misma que la de la onda frontal, con lo que se consigue el efecto deseado (figura 4).



3. Caja acústica de laberinto.

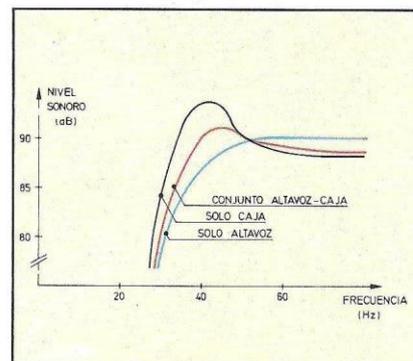


4. Caja reflex de resonancia.

Frecuencia de resonancia

La respuesta en frecuencias bajas de todos los altavoces cae rápidamente por debajo de un cierto valor. Si se elige una caja reflex, de manera que su frecuencia de resonancia propia adopte un valor ligeramente inferior a aquel en que comienza a caer la respuesta del altavoz, el conjunto caja-altavoz se comportará como un radiador sonoro cuya respuesta de frecuencias se habrá extendido ligeramente por el lado de los graves (figura 5).

5. Extensión del margen de respuesta en frecuencia con una caja reflex.



La frecuencia de resonancia de la caja puede variarse ligeramente, variando las dimensiones de un tubo que se acopla interiormente al escape de graves, y denominado por tal razón *tubo de sintonía*. En algunas cajas se sustituye el tubo de sintonía por un *radiador pasivo*, cuya constitución es similar a la de un altavoz, aunque sin bobina móvil ni imán. La membrana del radiador pasivo vibra con la resonancia del aire de la caja, y su movimiento, en el exterior, crea un refuerzo sonoro en fase con la onda frontal del altavoz principal.

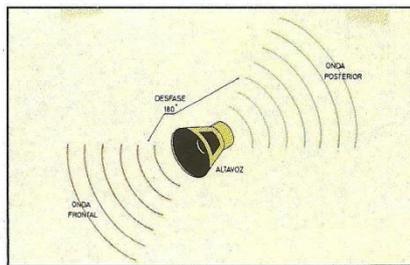
Generalidades

El objetivo de un altavoz es la conversión de una señal eléctrica en un sonido. Tal conversión debe hacerse fielmente, con el nivel adecuado y dentro del margen de frecuencias requerido. Sin embargo, determinadas características del funcionamiento de los mismos no permiten satisfacer plenamente tales condiciones.

El sonido es, realmente, una variación de presión. Es el cono del altavoz el que «empuja» y «tira» de las moléculas de aire que hay a su alrededor, creando la variación que luego se propaga a las moléculas adyacentes hasta llegar al oído receptor.

El cono de cualquier altavoz produce dos ondas sonoras: una anterior o frontal, y otra posterior, creadas por las dos caras del cono. Mientras que la cara frontal «empuja» el aire que hay delante, la cara posterior «tira» del que hay detrás. Por tanto, ambas ondas son de fase opuesta.

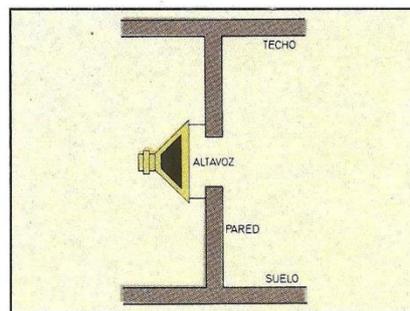
Es conocido el fenómeno de que la superposición de dos ondas (sonoras, luminosas, de radio, etc.) en fase da lugar a otra onda de mayor amplitud. En cambio, cuando las



Ondas frontal y posterior de un altavoz.

ondas están en oposición de fase, las amplitudes se restan, y la onda resultante es de menor amplitud. Este es, desgraciadamente, el caso de un altavoz, en el que la conjunción de ambas ondas produce un nivel sonoro más bajo que el correspondiente a una sola de las caras.

Simulación de pantalla infinita.



Tal efecto es más notable a frecuencias bajas de reproducción, puesto que las ondas sonoras de frecuencias medias y altas presentan una mayor directividad, o cualidad de las ondas de propagarse en línea recta. En la práctica, existe un valor de frecuencia por debajo del cual ambas ondas se anulan entre sí, siendo el efecto equivalente a la no emisión de sonido por el altavoz.

Pantalla infinita

Parece evidente que una forma de evitar la interacción entre ondas frontal y posterior es interponer algún obstáculo entre ellas que las impida «ponerse en contacto». Así nació la llamada pantalla o «baffle» infinito, consistente en una superficie plana e ilimitada en cuyo centro se practica un orificio para el altavoz, de forma que cada una de sus caras radie hacia cada uno de los lados de tal pantalla.

La realización práctica de una pantalla infinita es materialmente imposible. Sin embargo, y puesto que el fin último de la misma es impedir que las ondas radiadas por el altavoz lleguen a juntarse, puede valer como tal la pared de separación entre dos estancias acústicamente in-

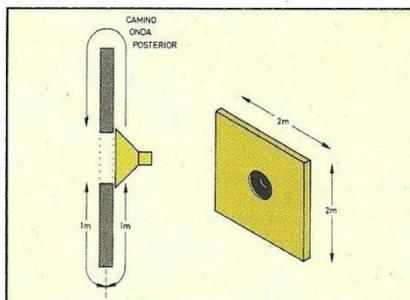
dependientes. También puede colocarse el altavoz en el techo o en el suelo, de manera que ambas ondas lleguen a compartimentos distintos.

Pantalla plana

Si la onda posterior radiada por un altavoz recorre una distancia igual a una semilongitud de onda, se encontrará con una fase opuesta a la inicial. Tal nueva fase coincidirá con la de la onda frontal radiada por el mismo altavoz. Si construimos una pantalla plana de tal forma que se cumpla la condición anterior no sólo habremos conseguido que las ondas no se anulen entre sí, sino que reforzaremos el sonido emitido por el altavoz, puesto que las amplitudes de ambas se suman.

La pantalla así construida se denomina plana, y presenta las mismas ventajas que una de tipo infinito para todos aquellos sonidos de frecuencia igual o superior a la que se verifica la condición más arriba expuesta. Tal frecuencia se denomina de resonancia. Para determinar el diámetro de la pantalla (o la dimensión de uno de sus lados, si se hace cuadrada) se empleará la fórmula:

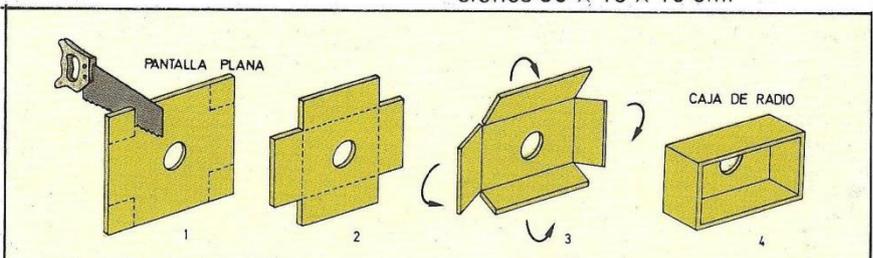
$$\text{Diámetro (m)} = \frac{170}{\text{Frecuencia (Hz)}}$$



Pantalla plana para frecuencias superiores a 85 Hz.

A pesar de no ser infinita, una pantalla plana puede tener considerables dimensiones. Así, para que haga sentir su efecto para frecuencias a partir de 20 Hz, debe tener un diámetro de 8,5 m, que es la altura de un edificio de tres plantas.

Conversión de una pantalla plana en una caja de radio.



Las antiguas radios de válvulas iban alojadas en grandes «cajones» de madera. Tales cajas hacían las veces de una pantalla plana, puesto que impedían que las ondas frontal y posterior se interfirieran negativamente.

Con un poco de imaginación, puede convertirse una pantalla plana en una caja de radio, con sólo hacer cortes pertinentes en las esquinas, y «doblar» las cuatro pestañas así formadas para construir la «caja acústica». Así, una radio que tenga unas dimensiones de 60 x 30 x 30 cm, puede hacerse equivalente a una pantalla plana de 1,20 x 0,90 m, aproximadamente. La frecuencia de resonancia de tal caja ronda los 150 Hz, lo que es un valor aceptablemente bajo, sobre todo si se compara con la que presenta un radiotransistor moderno de dimensiones 30 x 15 x 10 cm.