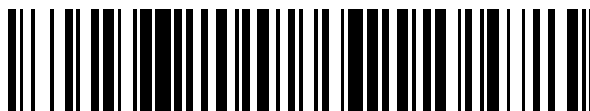


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 346**

51 Int. Cl.:

H04R 1/30 (2006.01)

H04R 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2007 E 07753133 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 1994793**

54 Título: **Reproducción de sonido con características de baja frecuencia mejoradas**

30 Prioridad:

15.03.2006 US 782401 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

09.01.2015

73 Titular/es:

**DANLEY, THOMAS J. (100.0%)
2345 SHADY LANE
HIGHLAND PARK, IL 60035, US**

72 Inventor/es:

DANLEY, THOMAS J.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 526 346 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Reproducción de sonido con características de baja frecuencia mejoradas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a sistemas de reproducción de sonido que tienen uno o más accionadores acoplados a una barrera de sonido.

Descripción de la técnica relacionada

10 Originalmente, la técnica de carga que nace de accionadores se hizo para aumentar la eficiencia electroacústica de los accionadores. Varias técnicas se emplearon desde el principio para aprovechar al máximo las capacidades de gestión de potencia de amplificación limitada y de potencia relativamente baja de los accionadores disponibles. Los primeros esfuerzos se centraron en obtener el mayor nivel de sonido posible. Los altavoces cargados con trompas o bocinas, a veces denominados simplemente como "trompas", de esta primera época fueron generalmente diseñados para tener un índice de expansión específico global, y típicamente se hicieron para tener una forma definida, tal como la de un cono simple, así como paredes curvas ensanchadas que tienen formas correspondientes a las curvas exponenciales o hiperbólicas. Típicamente, estos diseños pretendían proporcionar el mejor rendimiento de baja frecuencia.

15 Sistemas de trompa/accionador complementarios fueron desarrollados para diferentes intervalos de frecuencia. El diseño de trompas de frecuencia relativamente baja se encontró con problemas difíciles, debido a la masa y al tamaño acústico requerido. Una vez que el intervalo de frecuencia deseado se hace lo suficientemente alto, se hace más fácil hacer una trompa para un intervalo particular, que sea lo suficientemente grande como para satisfacer los criterios de diseño. Sin embargo, surgieron dificultades en los intentos de hacer un accionador de trompa que tenga una respuesta de potencia acústica relativamente plana por encima de 2 ó 3 kHz. Era posible diseñar accionadores desde el principio para tener una respuesta razonablemente plana "en el eje" varias octavas por encima de un intervalo bajo, en gran parte debido a que estas trompas tienen típicamente una construcción de "pared curvada", que exhibían una capacidad de dirección que se estrecha con el aumento de la frecuencia. Muchos diseños tempranos populares tenían características de respuesta favorables porque el "foco" que se estrecha del patrón de la trompa casi compensa la caída de la potencia acústica de los accionadores de trompa, con creciente frecuencia. Sin embargo, surgieron situaciones donde los oyentes no podrían colocarse "en el eje". De manera más notable, se experimentó una severa alta frecuencia de descarga cuando un oyente se aleja del eje central del sistema de reproducción de sonido.

20 Se desarrollaron trompas de directividad constante en un esfuerzo por proporcionar una calidad de sonido consistente para un público más amplio, para superar el efecto de enfoque de las trompas de pared curvada. Desafortunadamente, las trompas de directividad constante práctica producen considerablemente menos carga de baja frecuencia en los accionadores que las trompas de pared curvada de forma exponencial trompas populares para los que se buscaban las mejoras. Afortunadamente, se pusieron a disposición amplificadores de potencia que tienen un mayor rendimiento y se produjeron accionadores de trompa con mayor capacidad de potencia.

25 Cuando una trompa de baja frecuencia determinada (un sistema que es una combinación de una trompa y al menos un accionador) se altera para hacer que el área de la boca sea más pequeña que la "ideal", lo que era una "respuesta plana" que comienza a mostrar una serie de picos y valles, se convirtió en prohibitivamente grande cuando la boca se hace aún más pequeña. Los picos y valles en la respuesta de un sistema de trompa bajo compacto o "demasiado pequeño" reflejan las crecientes diferencias en la frecuencia de la impedancia de radiación respecto a la frecuencia que la trompa presenta como una carga para el accionador montado en la garganta. Según la teoría aceptada de las trompas, una trompa en el "espacio completo" (tal como si vuela colgado de un cable largo desde un helicóptero, etc.) necesita tener un tamaño de la boca (que es relativo a la longitud de onda que se produce) con una circunferencia de aproximadamente 1 longitud de onda. Para una trompa de 20 Hz, esto sugeriría un diámetro de boca impráctico de 5,4 cm. Por consiguiente, todavía se están buscando sistemas de reproducción de sonido más compactos de tamaño manejable.

30 El documento US-PS 6 035 051 divulga un aparato de sonido, en el que el sonido creado por un altavoz se dirige en una guía de sonido y se suministra a una porción de abertura del sistema de sonido, en el que el sonido de un altavoz diferente entra en la segunda guía de sonido, que se entregará en la porción de abertura de este sistema de sonido.

35 El documento US-PS 5 432 860 divulga un sistema de altavoces con una trompa acústica en forma de cono en un armario. El sonido emitido desde una unidad de altavoz se guía hacia adelante a través de la trompa, mientras que el sonido desde la parte trasera de la unidad de altavoz se suministra al armario y se refleja en el mismo, para suministrarse mediante unas aberturas de reflexión de sonido en las proximidades de la abertura de radiación de sonido de la trompa.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona un sistema de reproducción de sonido novedoso y mejorado. En una primera realización, una barrera de sonido define un paso de trompa que tiene un primer extremo de garganta y un segundo extremo abierto. Se proporciona al menos un accionador que tiene una primera y segunda salidas de sonido en diferentes direcciones. Una barrera de sonido que define un paso de trompa que tiene una primera y segunda secciones de trompa, con un extremo de garganta y un extremo abierto está situada entre la primera y la segunda secciones de trompa. El accionador está montado en la barrera del sonido adyacente a un límite de la primera y segunda secciones de trompa para que la primera salida de sonido se realice en la primera sección de trompa y la primera y segunda salidas de sonido se realiza en la segunda sección de trompa.

Preferiblemente, un sistema de reproducción de sonido incluye al menos dos accionadores, teniendo cada uno una primera y segunda salidas de sonido en diferentes direcciones. Una barrera de sonido que define un paso de trompa tiene un par de primeras secciones de trompa y una segunda sección de trompa, con un par de extremos de garganta y un extremo abierto situado entre la primera y la segunda secciones de trompa. Los accionadores están montados en la barrera del sonido de modo que sus respectivas primeras salidas de sonido se realizan en las respectivas primeras secciones de trompa, y la primera y segunda salidas de sonido de los accionadores se realizan en la segunda sección de trompa.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos,

La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de un sistema de reproducción de sonido que ilustra la presente invención;

La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal de una realización preferida de un sistema de reproducción de sonido que ilustra la presente invención;

La figura 3 es una representación gráfica de la actuación del sistema de reproducción de sonido de la figura 1;

La figura 4 es una vista esquemática en sección transversal de un sistema de reproducción de sonido de la técnica anterior;

La figura 5 es una representación gráfica de la actuación del sistema de reproducción de sonido de la figura 4;

La figura 6 es una vista esquemática en sección transversal de otro sistema de reproducción de sonido que incorpora la presente invención;

La figura 7 es una vista esquemática en sección transversal del sistema de reproducción de la figura 6;

La figura 8 muestra una vista esquemática de otro sistema de reproducción de sonido que incorpora la presente invención;

La figura 9 muestra una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 9-9 de la figura 8; y

La figura 10 es una representación gráfica de la actuación del sistema de reproducción de sonido de las figuras 8 y 9.

Descripción de las realizaciones preferidas

La invención divulgada en este documento es, por supuesto, susceptible de realización en muchas formas diferentes. Se muestran en los dibujos y se describen aquí en detalle a continuación las realizaciones preferidas de la invención. Debe entenderse, sin embargo, que la presente divulgación es una ejemplificación de los principios de la invención y no limita la invención a las realizaciones ilustradas.

Para facilitar la descripción, los sistemas de reproducción de sonido que forman la presente invención se describen en el presente documento a continuación en su posición de montaje usual como se muestra en los dibujos adjuntos y los términos tales como frontal, posterior, superior, inferior, horizontal, longitudinal, etc. pueden ser usados en este documento con referencia a esta posición habitual. Sin embargo, los sistemas de reproducción de sonido pueden ser fabricados, transportados, vendidos o utilizados en orientaciones distintas a las que se describen y muestra en este documento.

En primer lugar, se observa que, aunque muchos tipos diferentes de sistemas de reproducción de sonido pueden recibir un beneficio sustancial de la presente invención, la presente invención ha encontrado aceptación inmediata en el campo de los sistemas de reproducción de sonido de trompa/accionador. Como se verá en el presente documento, la presente invención, en un aspecto, está dirigida sistemas de accionador cargados con trompa con una calidad de sonido hasta ahora inalcanzable en una disposición de tamaño compacto, reducido significativamente

a partir de un tamaño teórico "ideal" para un tamaño más práctico adecuado para su uso en un entorno de trabajo práctico. Como se contempla en el presente documento, un trompa es un paso de aire definido por una o más paredes que son acústicamente sólidas, presentando un límite acústico que contiene la presión del sonido hasta que las señales de sonido llegan a la boca de la trompa. En consecuencia, en un esfuerzo para reducir las discontinuidades en los límites acústicos de la trompa, y para evitar la adición de superficies blandas dentro de la pared de la trompa acústicamente sólida, los accionadores se encuentran, cuando sea posible, fuera del paso de la trompa, con ambas partes de su salida de sonido introducido en el pasaje interior de la trompa a través de conexiones rígidas.

En un aspecto, la presente invención está dirigida a sistemas de reproducción de sonido en los que uno o más accionadores se cargan mediante una trompa que tiene dos o más secciones de trompa combinadas que cooperan con el accionador para permitir que las propiedades de conducción de origen cambien con la frecuencia. En otro aspecto, la presente invención se refiere a una técnica de carga de ambos lados de un accionador con una carga de trompa común, de manera que la impedancia acústica que el accionador presenta al sistema de reproducción de sonido cambia beneficiosamente con la frecuencia. La presente invención encuentra aplicación inmediata para su uso como un dispositivo de ancho de banda limitado, en particular sistemas de trompa de baja frecuencia, y especialmente tales sistemas destinados a un uso por debajo de 100 Hz (comúnmente referidos como un sistema de reproducción de sonido woofer o subwoofer).

Como es conocido en la técnica, el diseño de los sistemas de reproducción de sonido a menudo incluye un equilibrio de los diferentes principios de diseño, dirigidos a la optimización de diferentes aspectos de rendimiento del sistema. La presente invención se puede combinar con una amplia variedad de técnicas conocidas, para proporcionar sistemas de reproducción de sonido que simulan una sola fuente acústica en el tiempo con un único patrón de radiación de origen, y con características dinámicas de frecuencia de fase dependiente del desplazamiento hasta ahora inalcanzables. Aunque las técnicas conocidas han gozado de cierto éxito, se hace posible un rendimiento sustancialmente mayor sólo con la presente invención, como se puede ver por ejemplo, mediante la comparación de las respuestas mostradas en las figuras 3 y 5, y que se describen a continuación. Se ha descubierto que deben cumplirse ciertos aspectos del diseño de la trompa para que se deba lograr un desplazamiento dinámico de fase dependiente de la frecuencia en un sistema de pequeño tamaño, hasta ahora inalcanzable.

Un trompa no necesita ser accionada en su vértice o garganta. Por ejemplo, como se divulga por el inventor de la presente invención en la patente de Estados Unidos No. 6.411.718, se puede golpear la trompa en cualquier lugar a lo largo de su longitud, con la impedancia acústica determinada por el área y las propiedades de expansión del paso de trompa, que típicamente cambia a lo largo de la longitud de la trompa. Además de los problemas habituales relacionados con los parámetros del accionador, hay un problema adicional del límite de frecuencia del sistema de sonido (en comparación con una trompa de accionamiento convencional), donde una trompa es accionada hacia delante de la garganta debido a sonido reflejado que se desplaza desde el accionador a la garganta cerrada se refleja de vuelta para interactuar con el accionador.

Una respuesta típica de una trompa accionada hacia adelante del vértice o garganta (mediante una trompa media o roscado) tiene una respuesta bastante buena en su extremo de baja frecuencia, pero a medida que aumenta la frecuencia, se produce un amplio aumento, ya que la radiación reflejada está más en fase y se suma a la radiación del accionador. A medida que la frecuencia aumenta más, la salida se descarga y tiene una muesca profunda en la frecuencia, donde la distancia acústica desde el radiador a la garganta y de vuelta es una media longitud de onda y así representa una señal exactamente fuera de fase con la radiación del accionador que, en consecuencia, se cancela. A medida que aumenta la frecuencia, una serie de picos y valles, y en general una descarga por encima del intervalo de operación, se señalan en la respuesta del sistema. En algunos sistemas de trompa construidos de acuerdo con la patente de Estados Unidos No. 6.411.718, un filtro de descarga acústica por encima del punto de corte reduce la distorsión armónica mediante la atenuación de salida del accionador por encima de la frecuencia de cruce.

Con los sistemas de trompa roscados de acuerdo con principios de la presente invención, este desplazamiento de fase de 180 grados que se ve en un cuarto de longitud de onda de reflexión puede reemplazarse por un paso de mayor longitud y conducido por una señal ya 180 grados fuera de fase (es decir, la señal de la parte trasera del mismo accionador), de modo que cuando se combinan las señales hacia adelante y hacia atrás desde el mismo accionador, se añaden y no se anulan. El componente de señal hacia atrás es conceptualmente como una línea de transmisión típica o carcasa de línea de retardo, aunque la línea de transmisión típica no tiene forma cónica o una forma cónica inversa, y no está destinada para la carga acústica. En trompas roscadas construidas según los principios de la presente invención, la velocidad de expansión del conducto de trompa proporciona una carga acústica hasta el punto de corte bajo. Además, a diferencia de la línea de transmisión, el paso de trompa de una trompa roscada construida de acuerdo con los principios de la presente invención continúa más allá del punto de combinación de la radiación delantera y trasera (véase el número de referencia 20 en la figura 1). Los sistemas de trompa construidos según los principios de la presente invención tienen una eficacia mayor que una línea de transmisión y también proporcionan una mayor carga en el accionador para minimizar el desplazamiento del accionador necesario o para maximizar la salida de sonido para un límite de desplazamiento del accionador dado.

Haciendo referencia ahora a la figura 1, un sistema de reproducción de sonido que incorpora ciertos aspectos de la presente invención se indica generalmente en 10. Un accionador 12 está montado en la garganta 16 de un límite acústico, o barrera de sonido 14, que preferiblemente funciona como una trompa, cargando el accionador 12. La barrera de sonido o trompa 14 pueden tomar cualquiera del número de formas deseables, así como diferentes velocidades de expansión y las áreas de sección transversal que puedan resultar necesarias para una aplicación particular. La presente invención, como se verá en el presente documento, se puede adaptar fácilmente a las trompas de prácticamente cualquier forma, y no se limita a la forma mostrada en la figura 1. Por ejemplo, la figura 6 muestra una trompa construida de paneles de pared planos, en toda su longitud. Además, aunque se ilustra un solo accionador 12 en la figura 1, puede haber cualquier número de accionadores que sean necesarios. Por ejemplo, las figuras 6 y 7 muestran los sistemas de reproducción de sonido que tienen un par de accionadores dispuestos para proporcionar una salida de sonido común.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, la barrera de sonido 14 comprende una primera y segunda secciones de trompa que se encuentran en un plano de referencia vertical 19 que se extiende a través del punto de referencia 20. La primera sección de trompa o aguas arriba 22 de la barrera de sonido se extiende desde la garganta 16 al plano de referencia, mientras que la segunda sección de trompa o aguas abajo 24 se extiende desde el plano de referencia a la boca 26. Como se indica en la figura 1, partes sustanciales del accionador 12 están dispuestas en el paso de trompa, adyacente al plano de referencia o límite entre las secciones de trompa. Esta disposición proporciona una construcción rentable más simple. Si se desea, el accionador se puede montar fuera del paso de trompa (en la forma indicada por ejemplo en la figura 2) para evitar la introducción de superficies blandas en la trayectoria de las señales neumáticas que emanan del accionador 12.

Como una posibilidad adicional, el accionador 12 se puede montar directamente en la garganta 16 de la barrera de sonido 14. Sin embargo, se prefiere generalmente que un volumen de aire de transición o cavidad de garganta 30 se proporcionará a la salida de par desde el accionador 12 a la garganta 16. La cámara o cavidad de garganta 30 proporciona un volumen de aire pequeño para el cumplimiento entre el accionador y la garganta de la trompa. Este volumen de la cavidad de la garganta, además de la reactancia de masa del aire en la garganta, forma un filtro de paso bajo que se puede utilizar para extender el punto de alta frecuencia -3dB, que tiene una descarga más pronunciada posteriormente. Aunque este pequeño volumen de aire de la cavidad de garganta afecta a la respuesta de alta frecuencia del sistema en general, esencialmente no tiene efecto sobre la respuesta de baja frecuencia (es decir, el intervalo de ancho de banda limitado de operación para el que está diseñado el sistema). Esto forma efectivamente un filtro "de paso bajo", que es deseable, ya que reduce los componentes de distorsión armónica superior siempre presentes en la frecuencia de paso bajo. La presente invención también contempla un sistema que emplea múltiples etapas del tipo ilustrado en la figura 1. Por ejemplo, las dos etapas pueden acomodar bandas de frecuencias adyacentes, con una banda de frecuencia que tiene un intervalo superior de frecuencias mayor que el otro.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, un sistema de reproducción de sonido se indica generalmente en 40. El sistema 40 utiliza muchas características del sistema de reproducción de sonido 10 que se ilustra esquemáticamente en la figura 1. Por ejemplo, se emplea la misma trompa o barrera de sonido 14, con una primera sección de trompa o aguas arriba 22 y una segunda sección de trompa o aguas abajo 24. Una pequeña cavidad de aire 30 se emplea para el cumplimiento entre el extremo delantero del accionador 12 y la garganta 16. La salida desde el lado inverso o trasero del accionador 12 está acoplada a la parte aguas abajo del paso de trompa, donde se combina con la salida del accionador que se desplaza a lo largo de la sección de trompa aguas arriba 22. Así, el sistema 40 también comprende un sistema de trompa roscada. Como una característica única para el sistema ilustrado esquemáticamente en la figura 2, un volumen de aire pequeño adicional encerrado en una cámara 44 se acopla a la salida trasera desde el accionador 12 a una abertura roscada 48 formada en barrera de sonido 14 en un punto donde se encuentran las secciones de trompa aguas arriba y aguas abajo 22, 24. Preferiblemente, la cámara 44 proporciona un montaje rígido para el accionador 12 a la barrera de sonido. El volumen de aire definido por la cámara 44 coopera con uno o más cilindros o puertos huecos 46 colocados en la abertura 48, para formar un filtro de paso bajo acústico en la "rosca" o el lado posterior del accionador (es decir, ese lado del accionador que alimenta directamente la sección aguas abajo 24 de la trompa o la barrera de sonido 14). Preferiblemente, el volumen de aire de la cámara 44, y el diámetro y la longitud del puerto 46 se ajustan para formar un filtro de paso bajo en o por encima de la frecuencia más alta de interés. Este filtro de paso bajo afecta sólo a la respuesta de alta frecuencia del sistema de reproducción de sonido 40, y no tiene esencialmente ningún efecto sobre la respuesta de baja frecuencia del sistema (que es funcionalmente diferente de una alineación de baja frecuencia convencional portada, donde la radiación del sistema está principalmente por encima de la esquina de filtro de paso bajo).

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una curva de respuesta para el sistema de trompa ilustrada esquemáticamente en la figura 1. La respuesta indica una muesca y descarga en el intervalo de alta frecuencia por encima de la banda de paso, pero la respuesta de baja frecuencia es constante y está bien desarrollada.

Haciendo referencia a las figuras 4 y 5 para propósitos de comparación, y para ilustrar las ventajas alcanzables con la presente invención, se analizó un sistema de reproducción de sonido de trompa/accionador de la técnica anterior indicado en general en 50. Incluido en el sistema 50 hay un accionador 52 que tiene una carcasa trasera 54, una

sección de cumplimiento hacia adelante 56 y un trompa 58 que tiene una garganta 60 y una boca 62. El trompa 58 está formado preferiblemente de una manera convencional.

5 Haciendo referencia a la figura 5, el sistema 50 se puso a prueba para las características de respuesta de frecuencia. La curva de respuesta de frecuencia 60 se muestra para el sistema convencional. La curva de respuesta de frecuencia de la figura 3 muestra una mejora sustancial sobre el rendimiento del sistema convencional mostrado en la figura 4, cuya respuesta se indica en la figura 5. Con los sistemas de reproducción de sonido según los principios de la presente invención, la curva es más suave que la curva indicada en la figura 5. Los sistemas de reproducción de sonido de acuerdo con principios de la presente invención tienen mucho menos retardo de grupo que los sistemas convencionales, a pesar de que se utilizan los mismos accionadores en ambos sistemas.

10 Se describirán ahora principios de operación ejemplares del sistema de reproducción. En el límite de baja frecuencia, se encuentra la resonancia de un cuarto de longitud de onda para toda la longitud acústica (la sección de trompa posterior más la sección de trompa frontal) y principalmente el lado posterior del accionador siente la carga acústica debido a la casi 90 grados de desfase entre los dos lados. Esta "longitud acústica entera" en realidad está compuesta de las longitudes de trayectoria de ambas secciones aguas arriba y aguas abajo y el efecto del cumplimiento del volumen frontal o hacia adelante entre la trompa y el accionador. En la práctica, la longitud física en realidad puede mejor ser ligeramente mayor que un cuarto de longitud de onda en la trompa de "tamaño mínimo".

15 Por encima de la esquina de baja frecuencia, el desplazamiento de fase entre la radiación trasera y la radiación frontal es menor de 90 grados cuando se combinan y así comienzan a añadirse de manera constructiva. En algún lugar en la banda de frecuencias medias, ambos lados del radiador sienten la carga acústica de la trompa. De esta manera, el accionador tiene ahora una impedancia acústica que varía como resultado de la carga de un lado en algunas frecuencias y carga ambos lados en otro. Al mismo tiempo, se quiere que un accionador cuando la trompa es demasiado pequeña sea un accionador que puede tener un conjunto de propiedades ideales para la operación en o cerca de la resonancia de cuarto de onda, y un conjunto diferente de propiedades en las frecuencias más altas, donde el área de la trompa es más correcta y proporciona una carga convencional más adecuada. Este rendimiento se proporciona en los sistemas de reproducción de sonido construidos según los principios de la presente invención.

20 Para una boca de trompa de tamaño "comprometido" o compacto y tamaño de caja dado, el trompa roscada tendrá un corte más bajo y/o menos ondulación de respuesta que cualquier alineación de trompa convencional. Sin embargo, en el caso de trompa roscada, el cambio va acompañado de un retardo de tiempo en la trayectoria acústica, no causada por un resonador de Helmholtz que invierte la fase.

30 En la proximidad del punto de corte bajo, la trompa se considera que está operando a aproximadamente la resonancia de cuarto de onda, accionada por un accionador, preferiblemente uno que está lejos de lo que sería convencionalmente recomendado para una trompa de longitud de onda media normal. El otro lado ("hacia atrás" o inverso) del accionador, que está fuera de fase y, normalmente en una caja sellada, también está conectado con el paso de trompa, pero está conectado a cierta distancia de la otra entrada desde el accionador. Cabe señalar que esta distancia de longitud de la trayectoria proporciona un desplazamiento de fase dependiente de la frecuencia entre las dos presiones cuando se añaden dentro de la trompa.

35 Hay por lo menos dos porciones en la trompa, la parte aguas abajo desde la "rosca" a la boca o salida y la parte aguas arriba, rosca o "bucle" que conecta un lado del accionador al otro en extrema "alejado". Una variación sería una trompa que tuviera dos o más trayectorias de bucle y múltiples accionadores (véase por ejemplo las figuras 6 y 7). Para simplificar, considerando que la frecuencia es tal que en el punto de corte bajo, la longitud acústica del bucle (entre cada lado del accionador) es de 90 grados en fase o una longitud de onda de un cuarto de longitud acústica. Debe indicarse que esta longitud acústica puede ser algo más larga que solo sugeriría la consideración de la velocidad del sonido en el espacio libre y la frecuencia. Con un desplazamiento de fase de 90 grados entre las dos presiones, no se añadirían ni anularían. En ese punto, sólo el lado del accionador en el extremo de la trompa (es decir, el lado delantero en la garganta y la alimentación de la sección de aguas arriba y la trompa) se siente la carga acústica producida por la resonancia de un cuarto de longitud de onda. El otro lado del accionador, en el punto de derivación (es decir, el lado orientado hacia atrás de la rosca y que alimenta directamente la sección de trompa aguas abajo), siendo 90 grados diferente en fase, no se siente la presión creada por la resonancia, ya que está 90 grados fuera de fase. Aquí, efectivamente sólo un lado del accionador (es decir, el lado delantero en la garganta y la alimentación de la sección de trompa aguas arriba) está acoplado a la carga acústica.

40 A medida que aumenta la frecuencia, el desplazamiento de fase entre dos salidas del accionador se convierte en menos de 90 grados. Recordemos que los dos lados del accionador, por necesidad física, están siempre 180 grados fuera de fase, debido al hecho de que si la porción de desplazamiento del accionador se mueve hacia fuera en un lado, se mueve necesariamente en el otro. A medida que la frecuencia se incrementa; la longitud de la trayectoria física fija entre las dos partes representa un desfase cada vez mayor. Esto significa que a medida que la frecuencia se incrementa por encima de la frecuencia de corte, el desplazamiento de fase entre las dos partes va desde 90 grados a menos de 90 grados, en cuyo punto de salida de los dos lados del radiador comienzan a añadirse juntos. A una frecuencia donde el desplazamiento de fase en la trayectoria aguas arriba o de bucle es de 180 grados, ambos lados del radiador accionan la trompa "en fase" y, como tal, el accionador tiene un área de radiador efectiva

significativamente más grande (con ambos lados sintiendo la presión de radiación) con muy diferentes parámetros del accionador que con la operación a la resonancia de un cuarto de longitud de onda.

La trompa roscada permite que la fuente de accionamiento de la trompa tenga una impedancia acústica diferente en el punto de corte bajo, más adecuada para una operación eficiente en la resonancia de cuarto de onda. A medida que la frecuencia aumenta, (a través de la creciente adición de ambos lados del radiador) la impedancia de conducción se ajusta más estrechamente a lo que se necesita. En pocas palabras, en la resonancia de un cuarto de onda, sólo un lado del accionador se enfrenta a la presión de radiación, pero cuando la frecuencia aumenta, ambos lados del accionador orientan la presión. Esto hace que un accionador, con parámetros que cambian de forma automática, dependa de la frecuencia. Esto permite que un único accionador abarque los requisitos para el funcionamiento eficiente de un cuarto de onda bien en el intervalo donde es una longitud media de onda o más.

Como se ha mencionado anteriormente con referencia a las figuras 1 y 2, una "cavidad de garganta" o cámara que define un "volumen de aire" se emplea en los sistemas de reproducción de sonido según los principios de la presente invención. Esta cavidad de garganta es un pequeño volumen de aire comúnmente utilizado (cumplimiento) colocado entre el accionador y la garganta de la trompa. Cuando está dimensionada correctamente, este volumen, además de la reactancia de masa del aire en la garganta, forma un filtro de paso bajo, que se puede utilizar para extender el punto de 3dB de alta frecuencia, mientras que tiene una descarga por pasos posteriormente. Aunque la cavidad de garganta afecta a la respuesta de alta frecuencia, no tiene esencialmente ningún efecto sobre la respuesta de baja frecuencia. Este efecto de filtro de "paso bajo" es una característica deseable, ya que reduce los siempre presentes componentes de distorsión armónica superior en la frecuencia de paso bajo. En trompas roscadas de acuerdo con los principios de la presente invención, el volumen de la cavidad de garganta por lo general se utiliza también por las mismas razones.

Como se ha mencionado en este documento, en un aspecto, la presente invención proporciona dos (o más) fuentes de accionamiento en el cuerpo de la trompa. Una respuesta típica de una trompa accionada hacia adelante del vértice o garganta (es decir, mediante una trompa media o roscada) tiene una respuesta bastante buena en su extremo de baja frecuencia, pero se produce un amplio aumento a medida que aumenta la frecuencia (y antes de que la frecuencia de muesca). Este aumento en la respuesta desde la posición de accionamiento "roscada" permite que el volumen frontal para la conexión "de extremo" se haga más grande, a un valor que normalmente descargaría en excesivo la respuesta de alta frecuencia. Esta diferencia se hace ahora en la presente invención mediante el aumento de la salida en la posición roscada. Este volumen frontal más grande en el punto de accionamiento de posición de extremo es ahora lo suficientemente grande como para reducir la resonancia de cuarto de onda para una longitud dada. Mediante una cuidadosa elección de este mayor volumen y la respuesta general del sistema, se puede reducir algo la frecuencia de esquina más baja del sistema, con sólo un modesto aumento en el tamaño total de la carcasa.

Con referencia a la figura 2, como se ha mencionado, un trompa roscada se muestra con un filtro de paso bajo acústico adicional en la "rosca" o lado inverso del accionador. Esto consiste en un volumen de aire y masa acoplada a la trompa en el mismo punto. El volumen de aire, el diámetro del puerto y la longitud se ajustan para formar un filtro de paso bajo en o por encima de la frecuencia más alta de interés. Como antes, esto sólo afecta a la respuesta de alta frecuencia, que no tiene esencialmente ningún efecto sobre la respuesta de baja frecuencia y es funcionalmente diferente de una alineación de baja frecuencia portada (donde la radiación del sistema está principalmente por encima de la esquina del filtro de paso bajo).

En este punto, ahora se describirán algunos aspectos de la teoría del diseño. Como un diseño específico incluye cualquier tamaño que la trompa es en realidad (en contraposición al caso ideal) y cualquiera que sea la fracción de espacio de radiación (por ejemplo, en el suelo respecto a en el aire), el diseño práctico de una trompa roscada se desarrolla por iteración, modelando las realizaciones físicas reales con un programa de modelado acústico sofisticado como AkAbak, un programa de software de simulación para redes de electro-mecánico-acústicas disponible comercialmente por parte de Dipl. Ing. Uwe Kempe Postanschrift Lagesche Str. 10-12, 32657 Lemgo, Alemania. El diseño se inicia preferiblemente mediante el establecimiento de un modelo de trompa que tiene aproximadamente un cuarto de longitud de onda total de la longitud de la trayectoria y tiene la garganta conectada a un lado del accionador(es), que encaja en el tamaño del paquete. La rosca en el otro lado del accionador(es) en aproximadamente 1/4 a 1/3 de la trayectoria de la boca. Debe observarse que la muesca en la respuesta relacionada con el corte de alta frecuencia está relacionada con la longitud de la longitud de trayectoria de "envoltura". Las longitudes y las áreas de las dos trayectorias de trompa y frontal y los volúmenes posteriores se afinan para obtener el efecto más suave y mayor de los parámetros del accionador.

En un trompa más cercana a un tamaño ideal (es decir, el tamaño de una trompa de baja frecuencia convencional de un gran tamaño poco práctico), a menudo es el caso que en el trompa roscada según los principios de la presente invención, la trayectoria de envoltura (es decir, la trayectoria aguas arriba adyacente a la garganta) es más pequeña en área que la trayectoria de entrada (es decir, la trayectoria aguas abajo adyacente a la boca). Se teoriza que este resultado se debe a que el área de accionamiento se añade en el punto de derivación y, por lo tanto, el sistema tiene más carga de radiación.

Alternativamente, como el tamaño de la boca de una trompa roscada según los principios de la presente invención se hace más pequeño que un tamaño de la boca "ideal", es a menudo el caso de que la trayectoria de envoltura tenga poco o ningún aumento de la superficie, haciendo que se algo más como un conducto, y con frecuencia es del mismo tamaño donde se une con la sección de trompa aguas abajo. En este caso, la trayectoria de envoltura proporciona el mismo desplazamiento de fase que anteriormente, pero con mucha menos ganancia de trompa en el punto donde ambas radiaciones se suman para unirse en la parte de salida de la trompa.

Se ha observado que la trayectoria de bucle tiene una velocidad de expansión igual o menor que la necesaria para la baja frecuencia de corte de diseño. También se ha observado que, como la trompa se hace mucho más pequeña de lo normal, el bucle debe ser más reactivo y así su área a menudo se expande más lentamente y es menor en magnitud que los sistemas convencionales. Un ejemplo de una trompa roscada con una expansión lenta se proporciona en las figuras 8 a 10, que muestran una disposición interna y una curva de respuesta, respectivamente. Las figuras 8 y 9 muestran un sistema de reproducción de sonido 200 que tiene un accionador 202 montado en una pared interna 204 de "altura total" que tiene un recorte de garganta 208 (véase la figura 9). Como puede verse en la figura 8, (en la que se elimina la pared exterior 218) la pared interna 204 es generalmente "en forma de Y" para dividir la radiación del accionador hacia delante en dos trayectorias que conducen a una curva interna 212, y después de invertir la dirección, la salida a través del punto de salida 214, a lo largo de la pared divisoria 216. Se proporciona una cubierta de acceso 220, como se puede ver en la figura 9. El accionador 202, cuando se coloca en una carcasa convencional, tiene una sensibilidad normal de 88dB en un vatio y un metro, pero, cuando se emplea de acuerdo con la presente invención, tiene un aumento de 5 veces en la sensibilidad, medida a 95 dB a un vatio y un metro.

La sección del acoplador de la boca también necesita tener una velocidad de expansión igual o menor que la requerida para lograr el corte de baja frecuencia deseado. Al igual que con la sección aguas arriba o de bucle, la velocidad de expansión, el tipo y el área de la sección aguas abajo determina las propiedades acústicas para cada sección, con cada sección de los sistemas de reproducción de sonido según los principios de la presente invención siendo ajustable independientemente. Aunque la longitud total de la trayectoria de aire en la trompa es tal que opera en o cerca de la longitud de resonancia de cuarto de onda a baja frecuencia de corte, la relación del bucle o la trayectoria aguas arriba del acoplador boca o la longitud de la trayectoria aguas abajo define la velocidad a la que la impedancia de origen del accionador (es decir, en relación con la trompa) cambia con la frecuencia. Se observa que hacer la trayectoria de bucle más corta requiere un accionador con una mayor fuerza motriz y la masa en movimiento, pero un menor desplazamiento (para una salida dada). Un acoplador de boca corta o un bucle largo requieren una masa inferior, un accionador de fuerza motriz inferior con más desplazamiento.

Cuando la trompa es muy pequeña en el área de la boca en comparación con una trompa ideal, hay una reflexión relacionada con la longitud de la trayectoria de bucle. Preferiblemente, esa operación se limita a frecuencias por debajo de la muesca en la respuesta provocada por dicha reflexión. En trompas más grandes roscadas, tal reflexión puede a menudo ser totalmente amortiguada por la radiación, y así suprimirse con éxito. Ambas secciones de la trompa tienen su reactancia y resistencia basadas en el artículo real, el accionador está estrechamente acoplado y también tiene su propia masa, rigidez y fuerza motriz acoplado a dos lugares en el circuito equivalente. En una trompa convencional, el volumen trasero que emana de la parte posterior de los accionadores actúa como un resorte o cumplimiento, en paralelo con la suspensión mecánica del accionador. El volumen que emana de la parte posterior del accionador se ajusta para cancelar o anular de manera óptima la reactancia en aumento presente en la trompa cuando se aproxima una baja frecuencia de corte, para así dar una extensión de baja frecuencia mejorada de manera óptima. En una trompa roscada según los principios de la presente invención, un cumplimiento específico también produce los mejores resultados y, careciendo de la cámara sellada, el cumplimiento del accionador se hace para ser menor que en los sistemas convencionales y para que el accionador tenga una resonancia de aire libre que es mayor que la de una trompa convencional que cubre la misma frecuencia.

Con los sistemas de reproducción de sonido según los principios de la presente invención, el área en sección transversal de la sección aguas arriba o envolvente puede alterarse (mientras se mantiene la longitud total de la trayectoria de trompa fija) proporcionando de esta manera un ajuste de la Q del pico de baja frecuencia. Suponiendo, por ejemplo, un trompa roscada dispuesta como una letra mayúscula "P", el movimiento de la intersección arriba y hacia abajo cambia el efecto que un accionador dado tiene en el sistema general de reproducción de sonido, de la misma manera como si se ajusta la masa del accionador y la fuerza motriz, etc. Esto es una cuestión de afinar la posición del accionador de forma óptima acoplado en el sistema. La ventaja aquí es la capacidad de que el accionador utilice un lado o ambos lados de su superficie del radiador, dependiendo de la frecuencia. La elección de las dos longitudes de trayectoria y las áreas, y los parámetros de los accionadores, combinados con dos sistemas resonantes permite abarcar de manera más efectiva las cargas variables acústicas que presentan las trompas compactas, por lo menos en un lapso de frecuencia limitada, pero bien definida. Los prototipos con un lapso de dos octavas se han construido y probado satisfactoriamente. Debido a esta capacidad adicional de "ajuste" con los sistemas de reproducción de sonido según los principios de la presente invención, se puede hacer una carcasa aumentada de alta salida de trompa de baja frecuencia que sea menor que con los diseños de trompa de la técnica anterior, para una cantidad dada de baja ondulación de corte. Los ajustes hasta ahora imposibles de conseguir en una respuesta del sistema que se hacen posibles mediante la presente invención

permiten que las propiedades de accionamiento en la trompa roscada se ajusten a los cambios en las dimensiones independientes de las secciones acústicas aguas arriba y aguas abajo.

Se cree que una de las razones de que los sistemas de reproducción de sonido según los principios de la presente invención puedan hacerse más pequeños que los diseños de la técnica anterior es que la transición de la conducción desde ambos lados del radiador para conducirlo a un sólo lado en el punto de corte de baja frecuencia acomoda mejor la carga de radiación cambiante impuesta al accionador, que va desde el mínimo de movimiento a un cuarto de longitud de onda al máximo de movimiento en un medio de longitud de onda, y así resulta en una menor ondulación, o para una magnitud de ondulación dada, resulta en un paquete físico más pequeño. En un ejemplo de un sistema de reproducción de sonido construido de acuerdo con los principios de la presente invención, el sistema mostró una sensibilidad de aproximadamente 102 dB durante 1 vatio de entrada, para una unidad de espacio plano de tierra, con una salida de -3dB a 29 Hz.

Usando una caja de ventilación (la forma más común de hacer un sistema de reproducción de sonido que tiene una baja respuesta de graves en un paquete de 23 cu/ft) la sensibilidad máxima, asumiendo un "accionador perfecto", sería de 97,9 dB para 1 vatio y una respuesta -3 dB a 29 Hz. En sistemas prácticos que emplean accionadores prácticos, la respuesta del accionador suele bajar desde una respuesta de "accionador perfecto" de 1 a 3 dB. Los sistemas de reproducción de sonido de trompa roscada de acuerdo con los principios de la presente invención de aproximadamente el mismo tamaño (con un accionador práctico) miden más del doble de esta sensibilidad. Con los sistemas de reproducción de sonido que emplean dos accionadores del tipo utilizado convencionalmente en una caja ventilada, se logra una sensibilidad combinada de sólo 90 dB 1 W @ 1M. Las mediciones han indicado que la carga en los radiadores incorporados en una trompa roscada según los principios de la presente invención tiene una salida elevada en aproximadamente 12 dB o un factor de 16, en comparación con los mismos accionadores en la radiación directa. Además, las cargas acústicas presentadas en los sistemas de reproducción de sonido según los principios de la presente invención típicamente reducen el movimiento del radiador en un factor de 4, que entonces aumenta la excursión máxima de salida limitada en aproximadamente 12 dB en comparación con los mismos accionadores que irradian directamente.

Haciendo referencia ahora a las figuras 6 y 7, a continuación se describirán sistemas de reproducción de sonido de acuerdo con los principios de la presente invención que tienen múltiples accionadores con múltiples secciones de trompa aguas arriba. Haciendo referencia a la figura 6, un sistema de reproducción de sonido práctico se indica generalmente en 100. Una barrera de sonido 102 incluye una carcasa exterior 104 que define una boca 106. Un par de estructuras aguas arriba 110, 112 están provistas de barreras de cumplimiento 114, 116 que definen respectivas cámaras interiores de cumplimiento en la garganta de las estructuras aguas arriba. Los accionadores 120, 122 están montados adyacentes a la garganta de cada estructura aguas arriba, como se indica en la figura 6.

Una abertura 126, 128 de cada estructura aguas arriba se comunica con el interior de la carcasa 104 adyacente a una pared frontal 132 de la carcasa que define la boca 106. En efecto, el interior de la carcasa 104 situada en el exterior de las secciones de trompa aguas arriba 100 10, 112 forma un paso de trompa que se extiende desde las aberturas 126, 128 de las estructuras aguas arriba a la boca 106 del sistema de reproducción de sonido. Debe tenerse en cuenta que los lados posteriores de los accionadores 120, 122 se comunican con el paso de trompa y, por lo tanto, se proporcionan dos puntos de derivación, adyacentes a la parte trasera de cada accionador. En los puntos de derivación, se combinan las salidas desde la parte delantera y la parte trasera de los accionadores, a la entrada de una sección de trompa aguas abajo. Como con la realización anterior, la salida hacia adelante desde los accionadores 120, 122 está controlada por una sección del trompa aguas arriba formada por las estructuras 110, 112 tomadas en combinación con secciones de trayectoria de trompa que se extienden entre las aberturas 126, 128 y la parte trasera de los accionadores 120, 122. Debe tenerse en cuenta que el sistema de reproducción de sonido 100, en su realización preferida, se construye sin secciones de pared curvadas.

Haciendo referencia ahora a la disposición del accionador dual de la figura 7, un sistema de reproducción de sonido construido de acuerdo con los principios de la presente invención se indica generalmente en 150. Están incluidos un par de accionadores 152 montados en una barrera de sonido 154, y en particular en la parte de la barrera de sonido que forma una abertura de sección de trompa aguas abajo a una boca 158. Un par de secciones de trompa aguas arriba 160, 162 se mezclan con sección de trompa aguas abajo 154 en los puntos de derivación situados en las partes traseras de los accionadores 152. La parte frontal de cada accionador 152 está cargada con un elemento de cumplimiento 168 que proporciona una transición a las secciones de trompa aguas arriba 160, 162. Obsérvese que las secciones de trompa aguas arriba 160, 162 se combinan en 180 y se extienden a lo largo de una porción de trayectoria relativamente corta inmediatamente aguas arriba de las partes traseras de los accionadores 152. Si se desea, el punto de combinación 180 puede colocarse inmediatamente adyacente a los lados posteriores de los accionadores 152 para alterar la respuesta ajustable del sistema de reproducción de sonido.

El sistema de reproducción de sonido 150 produce una respuesta de amplitud más suave y una respuesta de desplazamiento de fase inferior, como se ilustra en la figura 5, cuando se toma en comparación con la respuesta de un sistema de la técnica anterior ilustrado en la figura 4. Para los sistemas construidos de acuerdo con los principios de la presente invención, todos los accionadores interactúan o "sienten" acústicamente entre sí, debido a su estrecha proximidad y su carga en un paso de trompa acoplados entre sí.

La descripción anterior y los dibujos adjuntos son ilustrativos de la presente invención. Son posibles otras variaciones en disposiciones de partes sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para la reproducción de sonido, que comprende:
 - al menos un accionador (12; 120, 122; 152; 202) que tiene una primera y segunda salidas de sonido en diferentes direcciones;
 - 5 una barrera de sonido (14; 102; 154; 204, 216, 218) que define un paso de trompa que tiene una primera (22; 110, 112; 160, 162; 204, 212) y una segunda (24; 104; 154) secciones de trompa, con un extremo de garganta y un extremo abierto entre la primera y la segunda secciones de trompa;
 - 10 estando el al menos un accionador en la barrera de sonido adyacente a un límite de la primera y la segunda secciones de trompa, de manera que la primera salida de sonido se realiza en la primera sección de trompa (22; 110, 112; 160, 162; 204, 212) y la primera y una segunda salidas de sonido se realizan en la segunda sección de trompa (24; 104; 154).
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que la primera y la segunda salidas de sonido se extienden en direcciones generalmente opuestas.
3. El sistema de la reivindicación 1, en el que la barrera de sonido (14; 102; 154; 204, 216, 218) define un paso de trompa continuo que incluye una primera (22; 110, 112; 160, 162; 204, 212) y una segunda secciones de trompa (24; 104; 154).
4. El sistema de la reivindicación 1, en el que el al menos un accionador (168) está montado en una porción media de la barrera de sonido.
5. El sistema de la reivindicación 4, en el que la comunicación de sonido al paso de trompa para la segunda salida de sonido se proporciona mediante una abertura (48) en la barrera de sonido.
6. El sistema de la reivindicación 1, en el que el paso de trompa está continuamente curvado.
7. El sistema de la reivindicación 1, en el que el paso de trompa comprende una serie de porciones de trayectoria en línea recta.
8. Un sistema para la reproducción de sonido de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende:
 - 25 al menos dos accionadores (120, 122; 152), teniendo cada uno una primera y segunda salidas de sonido en diferentes direcciones;
 - una barrera de sonido que define un paso de trompa que tiene un par de primeras (160, 162; 204, 212) secciones de trompa y una segunda sección de trompa (154), con un par de extremos de garganta y un extremo abierto entre la primera y la segunda secciones de trompa; y
 - 30 estando montados los accionadores (120, 122; 152) en la barrera del sonido, de modo que sus respectivas primeras salidas de sonido se realizan en las primeras secciones de trompa (160, 162; 204, 212) y la primera y una segunda salidas de sonido de los accionadores se realizan en la segunda sección de trompa (154).
9. El sistema de la reivindicación 8, en el que la primera y la segunda salidas de sonido se extienden en direcciones generalmente opuestas.
10. El sistema de la reivindicación 8, en el que la barrera del sonido define un paso de trompa continua que incluye la primera (160, 162; 204, 212) y las segundas secciones de trompa (154).
11. El sistema de la reivindicación 8, en el que los accionadores (152) están montados en las porciones medias de la barrera del sonido, en límites adyacentes entre la primera (160, 162) y la segunda secciones de trompa (154).
- 40 12. El sistema de la reivindicación 11, en el que la comunicación de sonido al paso de trompa para las segundas salidas de sonido de los accionadores se proporciona mediante aberturas en la barrera del sonido.
13. El sistema de la reivindicación 8, en el que el paso de trompa comprende una serie de porciones de trayectoria en línea recta.

Fig. 1

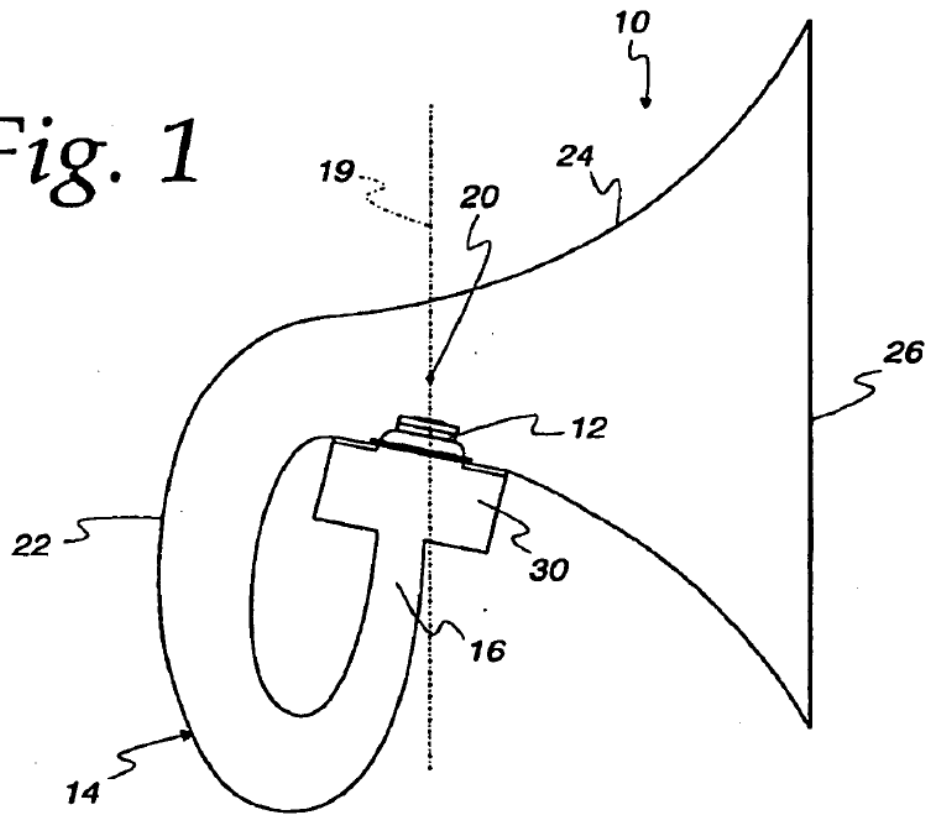


Fig. 2

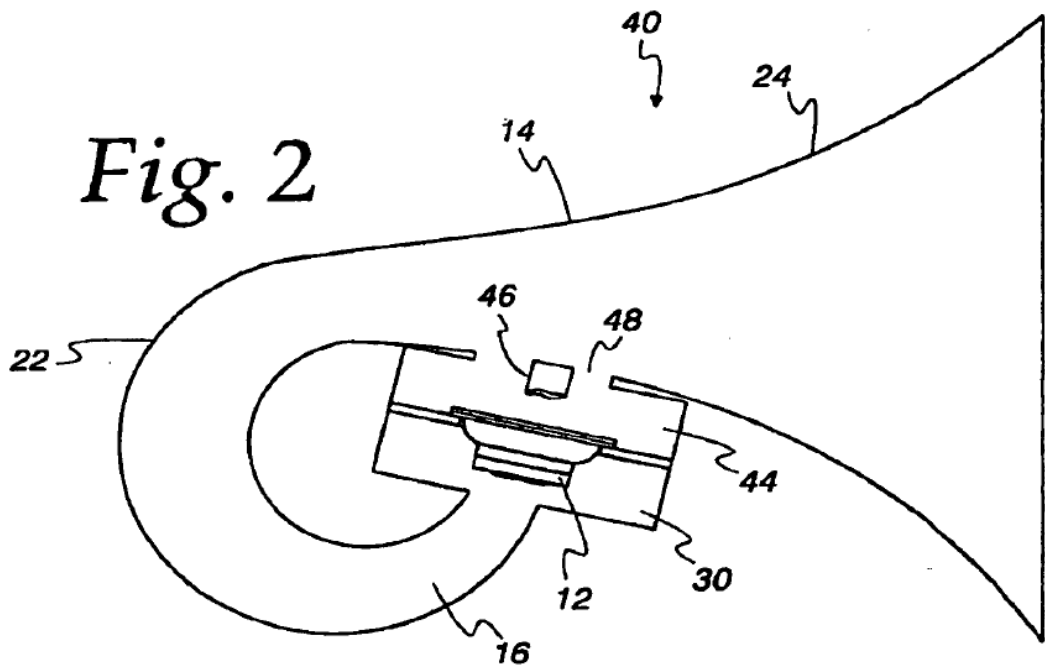


Fig. 3

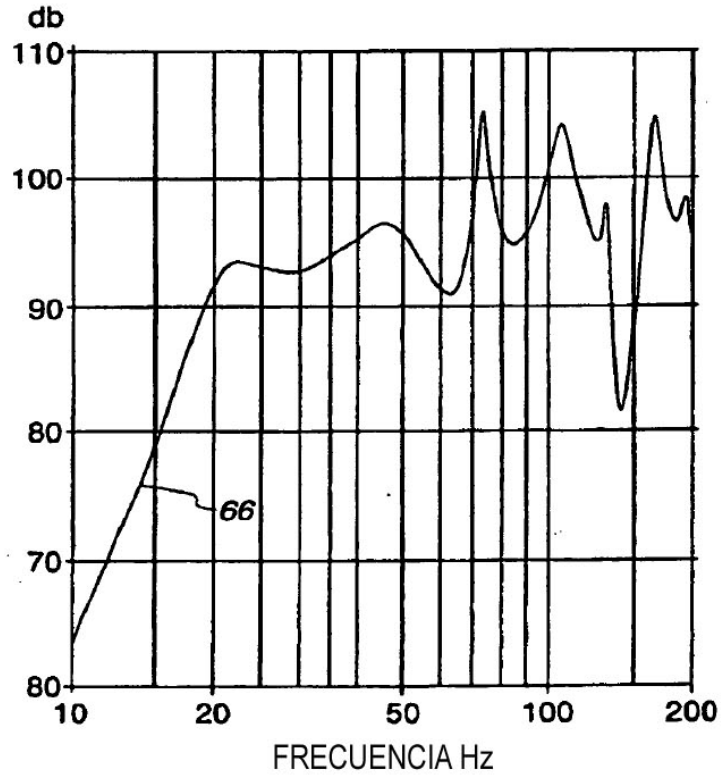


Fig. 4

(Técnica Anterior)

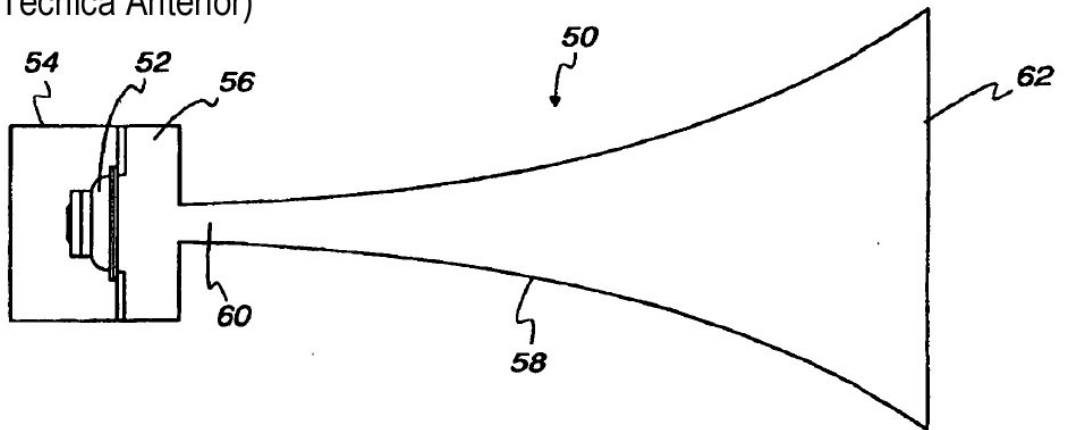


Fig. 5

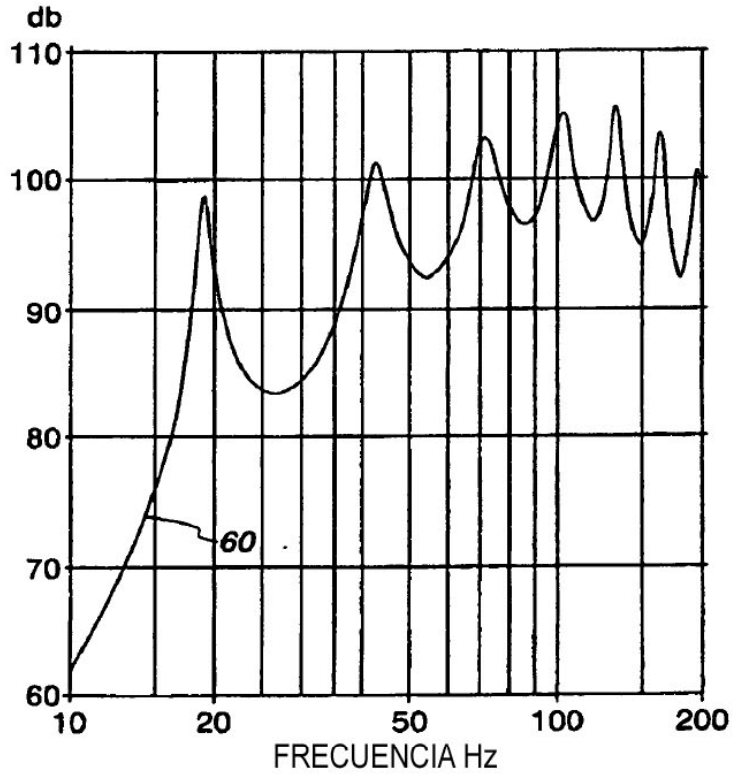


Fig. 6

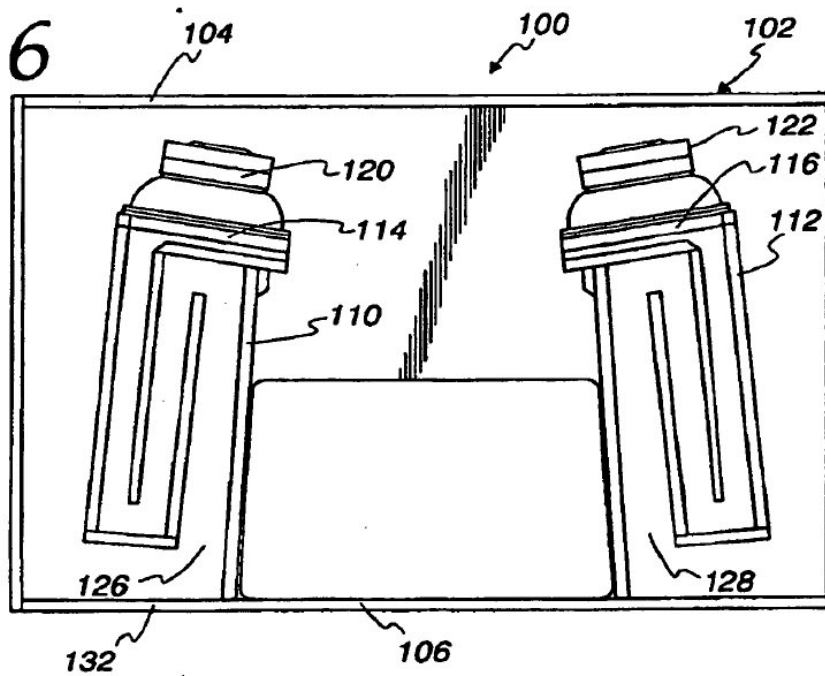
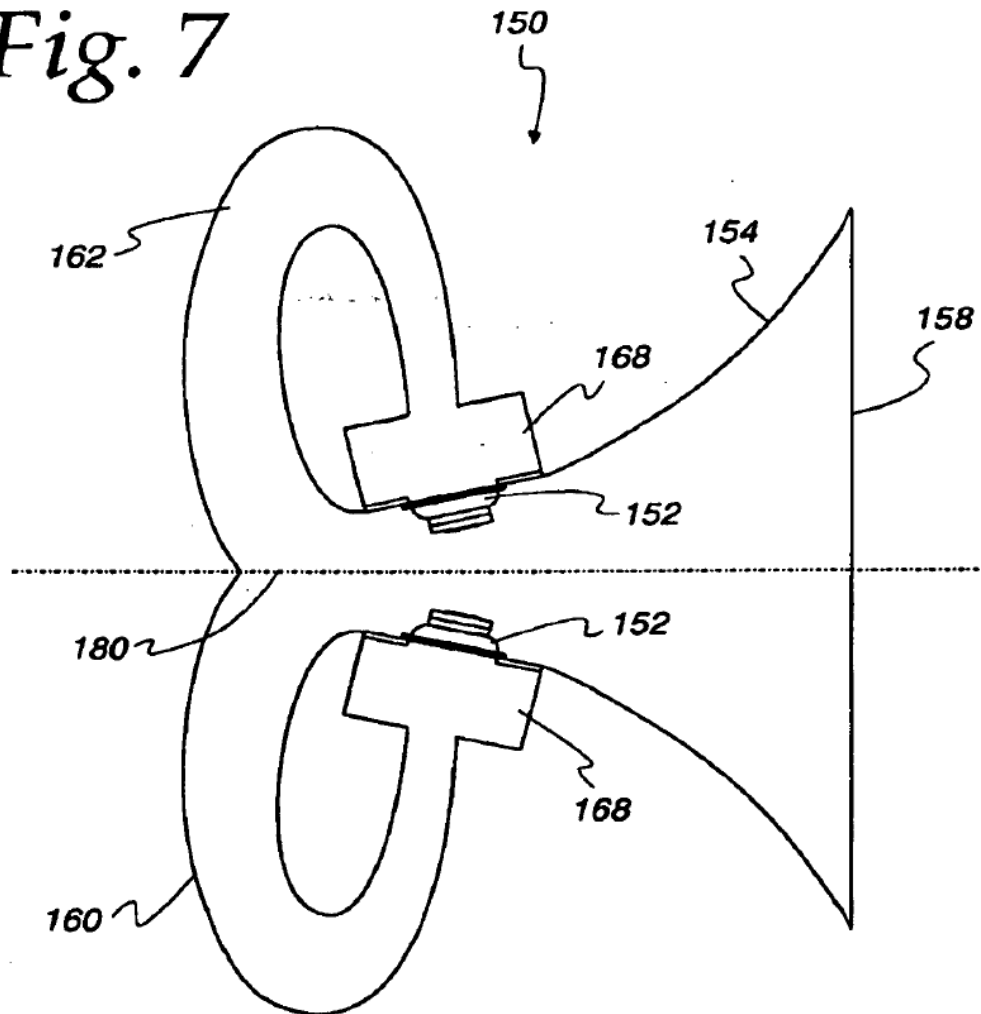


Fig. 7



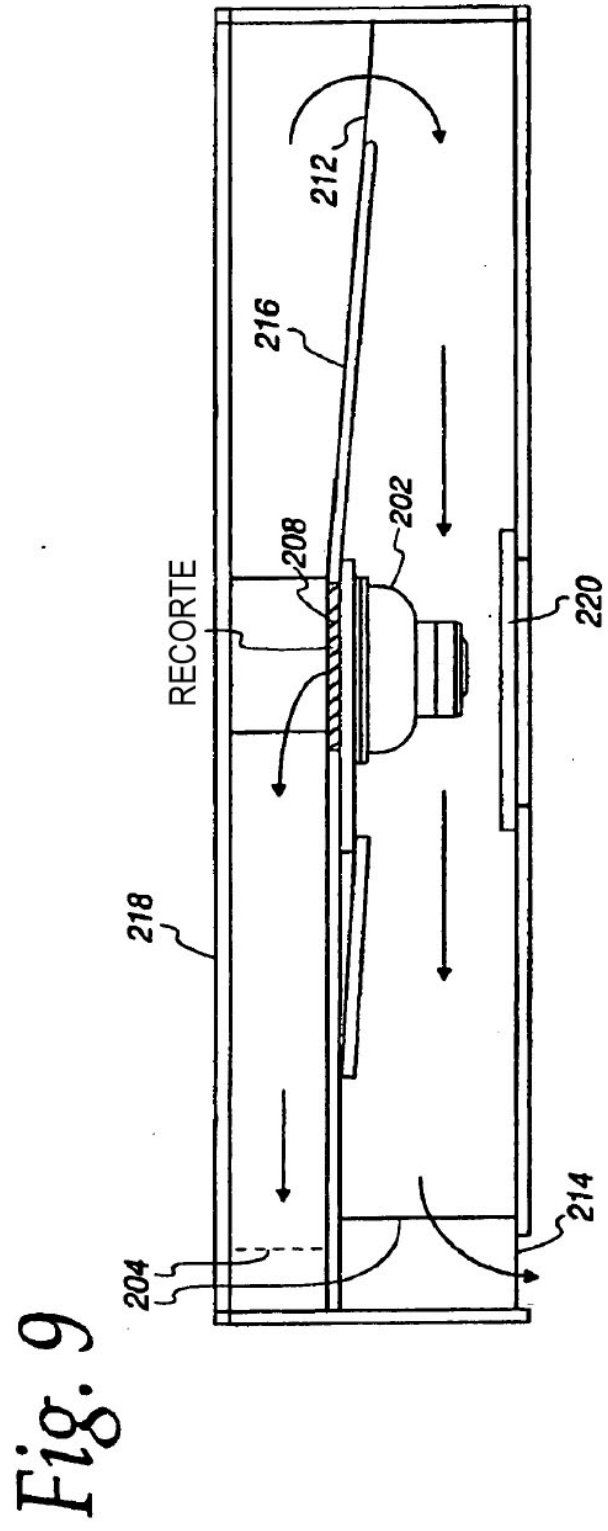
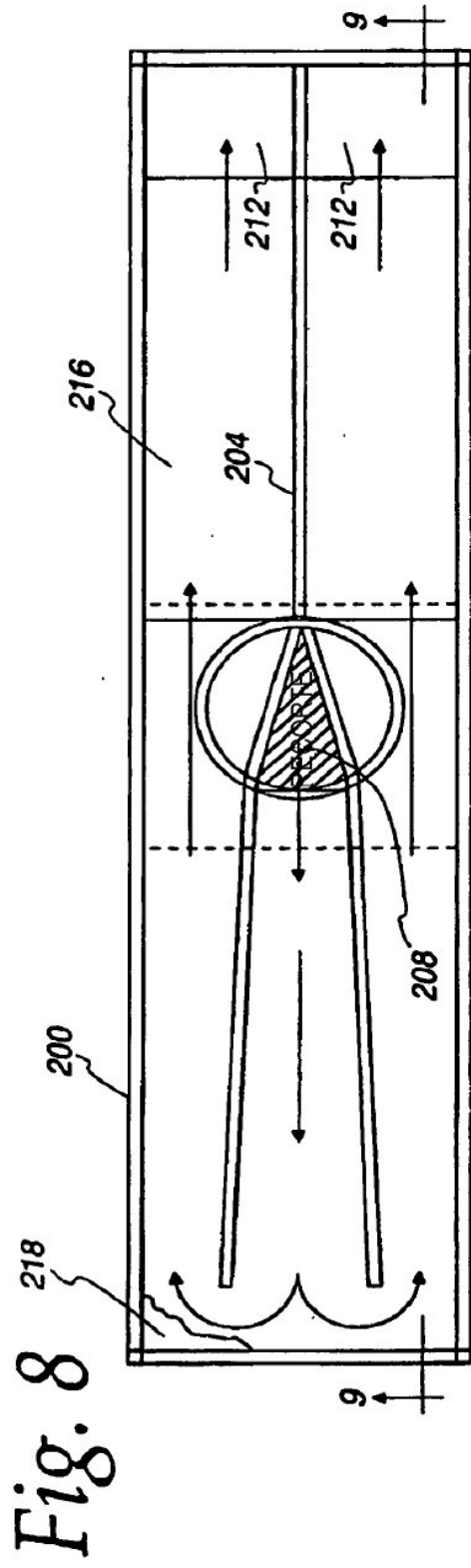


Fig. 10

