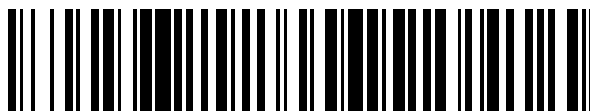


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 440 490**

51 Int. Cl.:

**F04B 39/00** (2006.01)

**F04C 29/06** (2006.01)

**F01N 1/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2007** **E 07719272 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013** **EP 2013480**

54 Título: **Disposición de resonador en un silenciador acústico para un compresor de refrigeración**

30 Prioridad:

**03.05.2006 BR PI0601716**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.01.2014**

73 Titular/es:

**WHIRLPOOL S.A. (100.0%)**  
**Avenida das Nações Unidas 12995 32 andar -**  
**Brooklin Novo**  
**04578-000 São Paulo SP, BR**

72 Inventor/es:

**BAARS, EDMAR y**  
**MIGUEL, EDSON CORREA**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 440 490 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

Disposición de resonador en un silenciador acústico para un compresor de refrigeración

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un silenciador acústico que incluye una disposición de resonador adaptada para utilizarse para un compresor de refrigeración montado en el interior de una carcasa hermética, comprendiendo dicho  
10 silenciador acústico un cuerpo hueco que define al menos una cámara de amortiguación que lleva un conducto de entrada de gas que tiene una abertura de entrada fuera de la cámara de amortiguación y una abertura de salida dentro de la cámara de amortiguación, y presentando un conducto de salida de gas una abertura de entrada dentro de la cámara de amortiguación y una abertura de salida fuera de dicha cámara de amortiguación, presentando cada conducto de gas una longitud respectiva y que tiene un espesor de pared respectivo.

15 **Antecedentes de la invención**

Los silenciadores acústicos son ampliamente utilizados para atenuar el ruido de transmisión en las líneas de gas y que se emplean especialmente en compresores para atenuar los transitorios de presión generados por la apertura de las válvulas de succión y de descarga de dichos compresores. En el sistema de refrigeración, estos transitorios  
20 de presión provocan ruido de diferentes maneras: radiación de sonido del compresor debido a las excitaciones de las resonancias de la carcasa, usualmente de 2,5 kHz a 10 kHz; radiación de sonido debido a las excitaciones de la cavidad, usualmente de 300Hz a 1kHz, y radiación de sonido del aparato de refrigeración del sistema de refrigeración al que se acopla el compresor, debido a las excitaciones de los componentes de este sistema de refrigeración, principalmente como resultado de los impulsos de baja frecuencia de hasta 2 kHz.

25 El silenciador acústico de succión tiene varias funciones que son importantes para el buen funcionamiento del compresor, tales como: dirección de gas, atenuación del ruido generado por los pulsos resultantes de la succión, aislamiento térmico del gas refrigerante retirado del interior del cilindro, y control de la dinámica de la válvula de succión. Los silenciadores acústicos de succión tienen una gran influencia en la eficiencia energética del compresor, debido al aislamiento térmico del gas, la pérdida de carga y el acoplamiento operativo de la válvula.

Además de los silenciadores acústicos de succión, también pueden proporcionarse compresores de los sistemas de refrigeración, en la descarga de los mismos, con un sistema de amortiguación acústica, usualmente en forma de un  
30 silenciador acústico colocado en la línea de descarga de gas del compresor y que conduce el gas comprimido en el interior del cilindro a un sistema de refrigeración al que el compresor está usualmente asociado.

Los silenciadores acústicos utilizados actualmente son básicamente una combinación de tipo resistivo y reactivo, que consiste en una secuencia de volúmenes (usualmente uno, dos o tres volúmenes en serie, también conocidos como cámaras de expansión) interconectados por conductos de gas que conducen el gas refrigerante procedente de  
40 la línea de succión directamente a la válvula de succión, estando dichos conductos de gas generalmente abiertos en los dos extremos de los mismos para el paso del gas refrigerante. Los silenciadores acústicos están formados por conductos de gases y volúmenes (figuras 2, 3 y 13) usualmente hechos de un material sólido (plástico o metálico).

El desplazamiento de gas produce pulsos, generando ruidos que se propagan en una dirección opuesta a la del gas que está siendo desplazado a la válvula de succión (figura 2). Cuánto más pequeños son dichos impulsos más eficiente es el silenciador acústico de succión en su salida acústica, a través del cual el gas es admitido en el interior del silenciador acústico.

Su influencia en el rendimiento del compresor es muy importante y el dimensionamiento de los volúmenes internos y la longitud de los conductos de gas del silenciador de succión determina, en gran medida, la eficiencia de este último.

La literatura relacionada es rica en ejemplos y aplicaciones de silenciadores acústicos. (Hansen, H. "Engineering Noise Control", 2003, Spon Press; Lyon, R. H., "Machinery Noise and Diagnostics", 1987, Butterworth Publishers; Munjal, M.L. "Acoustics Ducts and Mufflers", 1987, New York Wiley-Interscience; Hamilton, J.F. "Measurement and Control of Compressor Noise", 1988, Oficina de Publicaciones de la Universidad de Purdue, West Lafayette).

Aunque se usan ampliamente, los silenciadores acústicos de succión conocidos del tipo de tubo de volumen tienen la desventaja de presentar picos de ruido en los modos acústicos típicos de estos tubos y volúmenes.

60 Estos silenciadores acústicos presentan una gran atenuación en frecuencias bajas (400 Hz a 800 Hz). Sin embargo, en altas frecuencias, pierden rendimiento debido a las resonancias acústicas de los elementos en forma de tubos y volúmenes, generando más ruido en los compresores. Este comportamiento es mucho más intenso en los silenciadores acústicos de un volumen. En general, los aumentos en el rendimiento acústico se consiguen aumentando el volumen o mediante la reducción de los diámetros de los tubos, que no siempre es posible.

Hay aplicaciones que se encuentran de resonadores de Helmholtz, que consisten en un tubo y un volumen que, aunque también atenúa las frecuencias en las que están sintonizadas, tienen dimensiones más grandes y aumentan la complejidad de fabricación de los silenciadores acústicos. Debido al tamaño más grande, la utilización de una disposición de varios resonadores de Helmholtz es inviable y su aplicación se limita a la atenuación de pocas frecuencias.

Una de las técnicas conocidas para atenuar el ruido provocado por el paso del gas a través de los silenciadores acústicos es la técnica disipativa, que utiliza material fibroso para la construcción del silenciador acústico, con el fin de disipar la energía. También conocida es la técnica reactiva, en la que durante la propagación de la onda, se genera una diferencia de impedancia en una frecuencia dada.

Sin embargo, las construcciones de silenciadores acústicos conocidas con atenuación reactiva resonante tienen la desventaja de que actúan sólo en una frecuencia o en una banda de frecuencia estrecha alrededor de la frecuencia principal. Por otra parte, como una función de las diferencias constructivas entre el compresor y el silenciador acústico, el accionamiento de este último en la frecuencia esperada no siempre es la misma, y puede producirse una variación de alrededor de 100 Hz por encima o por debajo del valor de la frecuencia deseada a atenuar.

El documento DE 199 02 951 A1 divulga una disposición de Helmholtz, donde cada resonador está dirigido a una atenuación de frecuencia singular y específica.

El documento US 2002/012863 A1 divulga un silenciador acústico que incluye una disposición de resonador donde se proporcionan discontinuidades geométricas para obtener la dispersión y la difracción de las ondas acústicas, con el fin de atenuar las frecuencias altas. La disposición geométrica propuesta prevé interferencias en la propagación de las ondas mediante el conducto principal.

El documento JP 11093637 A divulga un silenciador acústico de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 que comprende una pluralidad de resonadores dispuestos a lo largo de la extensión de una porción de tubo del silenciador acústico, en particular en una disposición de resonadores que se proyectan radialmente desde la porción de tubo.

La figura 4 ilustra una construcción de la técnica anterior para una disposición de resonador donde un conducto de gas de un silenciador acústico, no ilustrado, comprende una pluralidad de conductos de resonancia distribuidos a lo largo de la extensión longitudinal del respectivo conducto de gas, que se proyecta radialmente desde el mismo.

Aunque esta solución reduce al mínimo el ruido producido por el paso del gas a través del respectivo silenciador acústico, no se puede aplicar a silenciadores acústicos de pequeños compresores de refrigeración, debido a las grandes dimensiones de dichos resonadores y por el gran volumen ocupado por ellos en el interior de las cámaras de amortiguación de dichos silenciadores acústicos.

## **Objetos de la invención**

Es un objeto de la presente invención proporcionar una disposición de resonador en un silenciador acústico para un compresor de refrigeración que se puede aplicar a compresores pequeños con una atenuación eficaz de una amplia banda de frecuencias en el respectivo silenciador acústico.

Es un objeto adicional proporcionar una disposición de resonador de tipo de tubo, como se cita anteriormente, que no requiere modificar las dimensiones del silenciador de succión.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar una disposición como la antes citada, que permite la reducción de las dimensiones de los resonadores, lo que permite la provisión de más resonadores en cada conducto resonador.

También es un objeto de la presente invención proporcionar una disposición como la antes citada, que minimiza las pérdidas de carga del compresor, produciendo una mejor atenuación de ruido de los pulsos provocados por la succión o la compresión del gas dentro del cilindro, tanto en bajas y altas frecuencias.

Es un objeto más específico de la presente invención proporcionar una disposición de resonador como la antes citada, que se traduce en una mayor eficiencia y mayor potencia para los motores eléctricos de los compresores a los que están asociados dichos silenciadores.

## **Sumario de la invención**

Estos y otros objetos de la presente invención se consiguen mediante la provisión de un silenciador acústico que incluye una disposición de resonador, para ser utilizada para un compresor de refrigeración montado en el interior de una carcasa hermética, comprendiendo dicho silenciador acústico un cuerpo hueco que define al menos una cámara de amortiguación que lleva un conducto de entrada de gas que tiene una abertura de entrada fuera de la cámara de

amortiguación y una abertura de salida dentro de la cámara de amortiguación, y un conducto de salida de gas que tiene una abertura de entrada dentro de la cámara de amortiguación y una abertura de salida fuera de dicha cámara de amortiguación, presentando cada uno de dichos conductos de gas una longitud respectiva y que tiene un respectivo espesor de pared, llevándose cada uno de los conductos de entrada y salida de gas, extendiéndose a lo largo de al menos parte de su longitud, una pluralidad de conductos de resonancia de diferentes longitudes, presentando cada conducto de resonancia un primer extremo abierto al interior del respectivo conducto de gas y un segundo extremo, opuesto y separado del primer extremo, estando cada dicho conducto de resonancia dimensionado para presentar una longitud determinada y un diámetro determinado, que se calculan para definir una cierta impedancia reactiva y una cierta impedancia disipativa para el silenciador acústico, en una banda de frecuencia determinada, estando cada conducto de resonancia soportado al menos parcialmente por una porción de superficie adyacente del respectivo conducto de gas, en una disposición helicoidal, en relación con el eje del conducto de gas.

Realizaciones ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá a continuación, en base a los dibujos adjuntos dados a modo de ejemplo de una realización de la invención, y en los que:

La figura 1 representa, esquemática y parcialmente, una vista en sección longitudinal de un compresor que lleva un silenciador acústico que se proporciona particularmente en la línea de succión de dicho compresor de refrigeración;

La figura 2 representa, esquemáticamente, una línea de succión de un compresor, indicando, en una línea continua, la dirección del flujo de gas y, en línea discontinua, la dirección de propagación de ruido;

La figura 3 representa, esquemáticamente, una vista en perspectiva en despiece de una construcción de silenciador acústico que se ilustra en la figura 1;

La figura 4 representa, esquemáticamente, una vista en perspectiva de una construcción de tubo de conducción de gas de un silenciador acústico, presentando una disposición de resonador convencional;

Las figuras 5 y 5a representan, esquemática y respectivamente, una vista en perspectiva de una construcción de un tubo conductor de gas que presenta una disposición de resonador de la presente invención, en una condición para montarse en un manguito tubular y separado del mismo;

La figura 5b representa, esquemáticamente, una vista en sección longitudinal del tubo de conducción de gas que se ilustra en la figura 5a;

Las figuras 6, 6a y 6b representan, esquemáticamente y como se ilustra en las figuras 5, 5A y 5B, vistas en perspectiva y en sección longitudinal de una construcción alternativa de un tubo conductor de gas que presenta una disposición de resonador de la presente invención;

La figura 7 representa, esquemáticamente, una vista en sección de un silenciador acústico provisto de diferentes resonadores;

La figura 8 representa, esquemáticamente, un gráfico que ilustra la curva de atenuación obtenida con una construcción de la técnica anterior de silenciador acústico (líneas de trazos) y con cuatro disposiciones diferentes de resonador de la presente invención, conteniendo cada disposición una cantidad determinada de resonadores (línea continua); y

La figura 9 representa, esquemáticamente, la gráfica de la figura 8, pero ilustrando la curva de atenuación obtenida con la construcción de la técnica anterior de silenciador acústico (líneas de trazos) y con la disposición de resonador de la presente invención que contiene cuatro resonadores (línea continua).

### Descripción de las realizaciones ilustradas

La presente invención se describirá en relación con silenciadores acústicos montados en un compresor de refrigeración del tipo usado en pequeños aparatos de refrigeración y que comprende, dentro de una carcasa hermética 1, un conjunto de motor-compresor que tiene un bloque de cilindro 2 en el que se define un cilindro 3 que tiene, en un extremo, un pistón 4 y que tiene un extremo opuesto cerrado por una tapa de cilindro 5 que define, dentro del mismo, una cámara de descarga (no ilustrada) en comunicación fluida selectiva con una cámara de compresión 6 definida dentro del cilindro 3 entre una parte superior parte del pistón 4 y una placa de válvula 7 prevista entre el extremo opuesto del cilindro 3 y la tapa del cilindro 5, a través de un orificio de succión 7a y un orificio de descarga 7b previsto en dicha placa de válvula 7 y que estar cerrados selectiva y respectivamente mediante una válvula de succión 8a y una válvula de descarga 8b.

Como se ilustra en los dibujos adjuntos, el gas arrastrado por el compresor y procedente de una línea de succión 9 del sistema de refrigeración al que el compresor está acoplado, alcanza el interior de la carcasa 1 a través de un silenciador acústico de succión normalmente proporcionado en el interior de dicha carcasa 1 y mantenido en comunicación fluido con el orificio de succión 7a de la placa de válvula 7.

El silenciador acústico, al que se aplica la solución de la presente invención, se describirá en el presente documento como un silenciador acústico de succión, tal como el ilustrado en la figura 3, que comprende un cuerpo hueco 10, que se obtiene usualmente en un material de baja conductividad térmica, por ejemplo de plástico, que presenta una

porción de base 11 que está herméticamente cerrada por una tapa 12 y retenida al mismo por medios adecuados, tales como cola, abrazaderas, salientes, interferencia o por una banda periférica, no ilustrada. De acuerdo con las ilustraciones, el cuerpo hueco 10 tiene un espesor de pared determinado para cada una de las partes de la porción de base 11 y la tapa 12 generalmente coinciden entre sí, definiendo dicho cuerpo hueco 10, internamente, al menos una cámara de amortiguación 13 (figura 2 y figura 7) que lleva un conducto de entrada de gas 20 que tiene una

- 5 abertura de entrada 21 fuera de la cámara de amortiguación 13 y una abertura de salida 22 dentro de la cámara de amortiguación 13, y un conducto de salida de gas 30 que tiene una abertura de entrada 31 dentro de la cámara de amortiguación 13 y una abertura de salida 32 fuera de dicha cámara de amortiguación 13.
- 10 En la construcción ilustrada en la figura 2, el silenciador acústico de succión presenta un conducto de entrada de gas 20 que tiene su abertura de entrada 21 en comunicación fluida con el suministro de gas al compresor y conectado a la línea de succión del sistema de refrigeración a la que el compresor está acoplado, y su abertura de salida 22 en comunicación fluida con un lado de succión del compresor, por ejemplo, conectado directamente al orificio de succión 7a de la placa de la válvula 7 del compresor. Cada conducto de gas 20, 30 tiene una respectiva longitud y
- 15 un respectivo espesor de pared. La figura 4 muestra una construcción de la técnica anterior de una disposición de resonador donde un conducto de gas 20, 30 comprende una pluralidad de conductos de resonancia 25, 35 distribuidos a lo largo de la longitud del respectivo conducto de gas 20, 30, proyectándose radialmente desde el mismo cada uno de dichos conductos de resonancia 25, 35 que tienen una longitud y un espesor de pared predeterminados. En esta construcción, cada conducto de resonancia 25, 35 presenta un primer extremo 25a, 35a abierto hacia el interior del respectivo conducto de gas 20, 30, y un segundo extremo 25b, 35b opuesto y radialmente separado del primer extremo 25a, 35a. Esta construcción presenta las deficiencias ya descritas anteriormente en este documento.

- 25 De acuerdo con la presente invención, cada uno de los conductos de entrada de gas 20 y el conducto de salida de gas 30 lleva, extendiéndose a lo largo de al menos parte de su longitud, una respectiva pluralidad de conductos de resonancia 40, por ejemplo, del tipo de tubo, presentando cada conducto de resonancia 40 un primer extremo 41 abierto hacia el interior del respectivo conducto de gas 20, 30, y un segundo extremo 42 opuesto y separado desde el primer extremo 41, estando cada uno de dichos conductos de resonancia 40 dimensionado para presentar una longitud determinada y un diámetro determinado que se calculan para definir una cierta impedancia reactiva y una
- 30 cierta impedancia disipativa para el silenciador acústico, en una banda de frecuencia determinada.

En una realización de la presente invención, los conductos de resonancia 40 presentan al menos uno de los parámetros definidos por el diámetro y la longitud con el mismo valor.

- 35 Las dimensiones de los conductos de resonancia 40 pueden ser iguales o distintas, dependiendo del resultado deseado de atenuación. Por lo tanto, si se desea ampliar la banda de frecuencias a atenuar, dichas dimensiones no son iguales, son distintas, o sólo ligeramente diferentes. Si la atenuación es mayor en una banda de frecuencia más estrecha determinada, los conductos de resonancia 40 deben tener las mismas dimensiones.

- 40 En la solución de la presente invención, los conductos de resonancia 40 se colocan en una región del respectivo conducto de gas 20, 30 sujeto a una presión acústica que produce el ruido a atenuar. En una realización de la presente invención, los conductos de resonancia 40 están colocados según el mismo plano transversal al respectivo conducto de gas 20, 30, seleccionando dicho plano transversal una región de presión acústica máxima en dicho conducto de gas 20, 30.

- 45 La presente invención utiliza un conjunto de resonadores acústicos, por ejemplo, de  $1/4$  y  $1/2$  de la longitud de onda en los elementos que forman los silenciadores acústicos (tales como conductos de gas, elementos divisorios o volúmenes del cuerpo hueco 10 del silenciador acústico mostrado en la figura 3). Los conductos de resonancia 40 se colocan en las paredes de los conductos de gas y/o en los volúmenes del interior del cuerpo hueco 10 del silenciador acústico, con el fin de prevenir o atenuar la propagación de las ondas de sonido, reflejándolas o disipándolas por efecto viscoso, sin aumentar la pérdida de carga después del paso del flujo de gas.

- 50 De acuerdo con una manera de realizar la presente invención, el conducto de gas 20, 30 que lleva la pluralidad de conductos de resonancia 40 tiene al menos parte de dichos conductos de resonancia 40, presentando sus primeros extremos 41 longitudinalmente separados entre sí a lo largo de la extensión del respectivo conducto de gas 20, 30, mediante una distancia definida como una función de la banda de frecuencia a atenuar, siendo dicha separación, por ejemplo, constante a lo largo de la extensión del respectivo conducto de gas 20, 30. De acuerdo con la presente invención, el segundo extremo 42, cuando es interna en el cuerpo hueco 10, puede estar abierto o cerrado, como una función del espacio disponible en el interior del volumen del cuerpo hueco 10, y está abierto cuando dicho
- 60 espacio es más grande, ya que el segundo extremo 42 requiere un espacio más grande para estar abierto. En las construcciones en las que el segundo extremo 42 de un conducto de resonancia 40 se proporciona en una porción de conducto de gas externo al cuerpo hueco 10, dicho segundo extremo 42 debe estar cerrado.

- 65 En una realización de la presente invención, el segundo extremo 42 de al menos parte de los conductos de resonancia 40 está cerrado.

Quando se aplican a los conductos de gas 20, 30, los conductos de resonancia 40 alteran la impedancia localmente, lo que refleja parte de la energía acústica. Cuando se aplican en las regiones de máxima presión modal, tales conductos de resonancia 40 operan mediante la eliminación de la energía (disipación) del sistema principal, reduciendo los efectos de la resonancia. En general, los conductos de resonancia 40 aumentan la atenuación acústica de los silenciadores acústicos en las frecuencias donde están sintonizadas.

En una realización de la presente invención, los conductos de resonancia 40 pueden inyectarse conjuntamente con la parte del silenciador acústico donde se aplican, o estar hechos en dos piezas, como se describe a continuación y se ilustra en las figuras 5 y 6.

Quando se aplican al cuerpo de silenciador acústico, dichos conductos de resonancia 40 pueden ser rectilíneos o no, siendo todos ellos paralelos entre sí o en paralelos entre sí mediante cada conjunto de conductos de resonancia 40, que son, por ejemplo, también, en forma de pequeña placas ranuradas fijadas por accesorios, cola o cualquier otro medio de fijación adecuado, o también llevados parcial o integralmente en el espesor de la pared del cuerpo hueco 10, por ejemplo, en el espesor de la pared de la porción de base 11 de dicho cuerpo hueco 10, como se ilustra en la figura 7. En la variante constructiva en la que los conductos de resonancia 40 están definidos parcialmente en el espesor de la pared de la porción de base 11 del cuerpo hueco 10, dichos conductos de resonancia 40 tienen por lo menos parte de su longitud formada a lo largo de la superficie interior de dicha porción de base 11 del cuerpo hueco 10, completándose la sección transversal de cada conducto de resonancia 40 mediante la colocación de un elemento de cierre cerca de la superficie interior de la porción de base 11 del cuerpo hueco 10, tal como una placa. En el caso de los conductos de resonancia 40 que están formados totalmente en el espesor de la pared del cuerpo hueco 10, por ejemplo, en el espesor de la pared de la porción de base 11 del cuerpo hueco 10, cada conducto de resonancia 40 presenta al menos su respectivo primer extremo 41 abierto hacia el interior de uno de los volúmenes del cuerpo hueco 10, proporcionando, por ejemplo, unos orificios (no ilustrados) definidos en dicho cuerpo hueco 10.

La longitud de los conductos de resonancia 40 se calcula teniendo en cuenta las frecuencias, o banda de frecuencias deseada a atenuar, distribuyéndose dichos conductos de resonancia 40 a lo largo de dicha banda de frecuencias, utilizando las relaciones a continuación, dependiendo la diferencia entre las longitudes de los conductos de resonancia 40 de la anchura de la banda y de la atenuación requerida.

$$L_i = (C / 4 \cdot f_i) + (8/3\pi) a$$

(conducto de resonancia 40 con uno de sus extremos (primer extremo) abierto y el otro cerrado)

$$L_i = (C / 2 \cdot f_i) + (16/3\pi) a$$

(conducto de resonancia 40 con sus extremos abiertos)  
donde:

$L_i$  - longitud del i-ésimo conducto de resonancia 40  
 $f_i$  - frecuencia i-ésima deseada a atenuar  
 $C$  - velocidad del en el gas  
 $a$  - radio del conducto de resonancia 40

La disposición de resonador de la presente invención utiliza un conjunto de conductos de resonancia 40, cada uno sintonizado en una frecuencia diferente, pero muy cerca del otro conducto de resonancia 40, con el fin de provocar una banda de frecuencias amplia con dichos conductos de resonancia 40.

De acuerdo con una realización de la presente invención, los conductos de resonancia 40 son llevados al menos parcialmente por una porción de superficie adyacente del respectivo conducto de gas 20, 30, por ejemplo, está fijada a dicha porción de superficie adyacente o formada a largo de la misma, tales como un rebaje 23, 33 producido en una porción de pared ampliada 24, 34 del respectivo conducto de gas 20, 30, donde se proporcionan dichos conductos de resonancia 40. En una forma constructiva, no ilustrada, los conductos de resonancia 40 se fijan por medios adecuados en el conducto de gas adyacente 20, 30.

Como puede observarse en las formas constructivas ilustradas en la figura 5b, los conductos de resonancia 40 presentan al menos parte de su longitud, formados directamente en el espesor de la pared del respectivo conducto de gas 20, 30, de modo que el primer extremo 41 de cada dicho conducto de resonancia 40 está abierto hacia el interior del respectivo conducto de gas 20, 30 mediante un orificio pasante 26, 36 producido en dicho conducto de gas 20, 30.

En estas realizaciones de la presente invención, los conductos de resonancia 40 presentan al menos parte de su longitud definida por la complementación de dos partes: una definida en el cuerpo del conducto de gas 20, 30 y la otra por un manguito tubular 50, realizado por el conducto de gas 20, 30, que forma la parte interna o externa a este

último y definiendo el conducto de resonancia 40, presentando dicho manguito tubular 50 un espesor de pared y una superficie enfrentada con una superficie adyacente del conducto de gas 20, 30, estando la sección transversal de los conductos de resonancia 40 parcialmente definidos en cada una de las superficies enfrentadas adyacentes del manguito tubular 50 y el conducto de gas 20, 30.

En una variante constructiva en la que el conducto de gas 20, 30 lleva un manguito tubular 50, al menos parte de la longitud de los conductos de resonancia 40, definidos entre las superficies enfrentadas de las partes de manguito tubular 50 y el conducto de gas 40, por ejemplo, separa dichas partes. En las variantes de construcción ilustradas en las figuras 5 y 6, al menos un conducto de gas 20, 30 lleva un manguito tubular 50 que presenta, en su espesor de pared, al menos parte de los conductos de resonancia 40, definiendo la parte complementaria de dichos conductos de resonancia 40 el resto de la sección transversal de los mismos, estando formado por la otra de dichas partes de conducto de gas 20, 30 y el manguito tubular 50.

En estas variantes de construcción ilustradas, el manguito tubular 50 rodea al menos parte de la extensión longitudinal del conducto de gas 20, 30, donde se proporciona el conducto de resonancia 40, como se describe más adelante, cada conducto de resonancia 40 tiene parte de su sección transversal definida en una de las superficies opuestas adyacentes del conducto de gas 20, 30 y el manguito tubular 50.

En una de estas construcciones, cada uno de dichos conductos de resonancia 40 se extiende a lo largo de la parte respectiva del conducto de entrada de gas 20, del conducto de salida de gas 30 y del manguito tubular 50, proporcionadas en disposición helicoidal, como se ilustra en las figuras 5 y 6.

Para estas construcciones, cada conducto de resonancia 40 comprende un rebaje 23, 33, 53, definido en por lo menos una de las partes de extensión del conducto de gas 20, 30 y del manguito tubular 50, que lleva al menos parte de dicho conducto de resonancia 40. Las figuras 5 y 6 ilustran una forma constructiva de la presente invención, en la que cada conducto de resonancia 40 comprende un rebaje 23, 33 que se extiende a lo largo de la superficie lateral exterior del respectivo conducto de gas 20, 30. De acuerdo con las ilustraciones en las figuras adjuntas, cada conducto de resonancia 40 presenta su segundo extremo 42 cerrado y su primer extremo 41 abierto al interior del conducto de gas 20, 30, donde se define dicho rebaje 23, 43, a través de un respectivo orificio pasante radial 26, 36, comunicando el interior de dicho conducto de gas 20, 30 con el interior de un respectivo conducto de resonancia 40. Cada orificio radial 26, 36 está alineado con un respectivo primer extremo 41, con el fin de mantener una comunicación fluida directa. Sin embargo, aunque no se ilustra, debe entenderse que el concepto de la presente invención también considera las construcciones en las que el segundo extremo 42 de los conductos de resonancia 40 está abierto.

En otra construcción ilustrada en la figura 6, el primer extremo 41 de cada conducto de resonancia 40 se abre en el extremo del respectivo conducto de gas 20, 30 orientado hacia el interior del cuerpo del silenciador acústico.

En otra realización de la presente invención, los conductos de resonancia 40 están totalmente proporcionados a lo largo del espesor de la pared del conducto de gas 20, 30 donde se proporcionan. En la solución ilustrada, los conductos de resonancia 40 se producen en el espesor de la pared de una parte ampliada 24, 34 del respectivo conducto de gas donde se producen dichos conductos resonantes 40.

Aunque sólo se han ilustrado construcciones en las que los conductos de resonancia 40 ocupan parte de la extensión longitudinal del respectivo conducto de gas 20, 30, debe entenderse que el concepto presentado en el presente documento no se limita a los ejemplos ilustrados. Cada conducto de resonancia 40 puede ocupar toda la extensión longitudinal del respectivo conducto de gas 20, 30, definiéndose esta extensión como una función de la frecuencia a atenuar y de las ecuaciones presentadas anteriormente.

Una de las ventajas de la presente invención es aumentar la atenuación de los silenciadores acústicos en frecuencias discretas o en bandas de frecuencia en las que se producen deficiencias, ya sea debido a la forma constructiva, el gran diámetro de los gases de conductos 20, 30 y el volumen insuficiente, o a la presencia de resonancias indeseables. Como los conductos de resonancia 40 son de forma tubular y definidos extendiéndose a lo largo de la extensión de la parte respectiva del conducto de gas 20, 30 y del manguito tubular 50 (que tiene sus extremos en las condiciones en las que están totalmente abiertos, o el primer extremo abierto y el segundo extremo cerrado), dichos conductos de resonancia 40 ocupan un espacio más pequeño, lo que permite un mayor número de ellos que se utilizarán para cada respectivo conducto de gas 20, 30. Esta característica permite el uso de una pluralidad de conductos de resonancia 40 de diferentes longitudes en cada conducto de gas 20, 30, haciendo posible la atenuación de varias frecuencias, o una banda de frecuencia más amplia, lo que no es posible cuando se utiliza un resonador de Helmholtz convencional.

La forma helicoidal de los conductos de resonancia 40 permite la atenuación de bajas frecuencias en conductos cortos de gas 20, 30, que no se obtiene con los elementos atenuantes conocidos de la técnica anterior.

Otra gran ventaja es la baja sensibilidad a las tolerancias de fabricación y a las variaciones de la temperatura de funcionamiento. Con la disposición de los conductos de resonancia 40 de la presente invención, no se requiere una

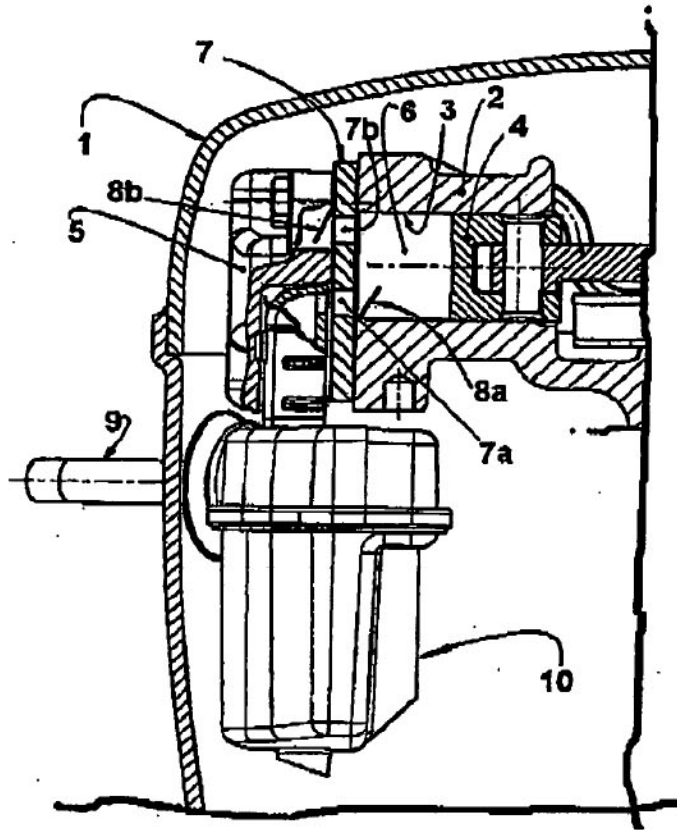
intonía perfecta, ya que los conductos de resonancia 40 pueden tener diferentes longitudes, lo que provoca una superposición de las frecuencias de actuación. El factor de solapamiento depende de las diferencias de longitud y de diámetro entre los conductos de resonancia 40.

- 5 La técnica descrita anteriormente permite aumentar la atenuación de los silenciadores acústicos en cualquier banda de frecuencia, lo que permite simplificar la geometría de dicho silenciadores, aumentando su eficiencia mediante el aumento de los diámetros de los conductos de resonancia, y el uso de silenciadores acústicos con un solo volumen o cámara de amortiguación.
- 10 El diámetro de cada conducto de resonancia 40 y la respectiva forma de la sección transversal se puede seleccionar de acuerdo con el proceso de fabricación y la atenuación y las dimensiones requeridas. La definición de diámetros de hasta 2 mm o mayores define el comportamiento de atenuación del conducto de resonancia entre totalmente disipativo (diámetros mayores) hasta totalmente reactivo (diámetros de hasta 2 mm).
- 15 De acuerdo con las ilustraciones de las figuras 8 y 9, las reducciones de ruido obtenidas pueden alcanzar desde alrededor de 5 a alrededor de 20 dB en la respuesta de los silenciadores acústicos con la disposición de resonador de la presente invención. La figura 8 muestra las curvas de reducción de ruido obtenidas con silenciadores acústicos que presentan disposiciones de 1 a 4 resonadores, mientras que la figura 9 ilustra sólo el resultado presentado en el gráfico de la figura 9 y se obtiene con la disposición de cuatro resonadores, en relación con la curva de reducción de ruido de la técnica anterior sin el uso de resonadores.
- 20 Otras ventajas son: simplificación geométrica de los silenciadores; baja sensibilidad a las tolerancias de fabricación; aumento de la eficiencia energética de los compresores, y reducción del tamaño del silenciador.
- 25 Características específicas de la invención se muestran en las figuras de los dibujos adjuntos sólo por conveniencia, ya que cada característica puede combinarse con otras características de acuerdo con la invención. Las realizaciones alternativas se reconocerán como posibles por los expertos en la técnica y se pretende que estén incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones. En consecuencia, la descripción anterior debe interpretarse como que ilustra y no limita el alcance patentado de la invención. Todos los cambios y las modificaciones obvias
- 30 están dentro del alcance patentado definido por las reivindicaciones adjuntas.

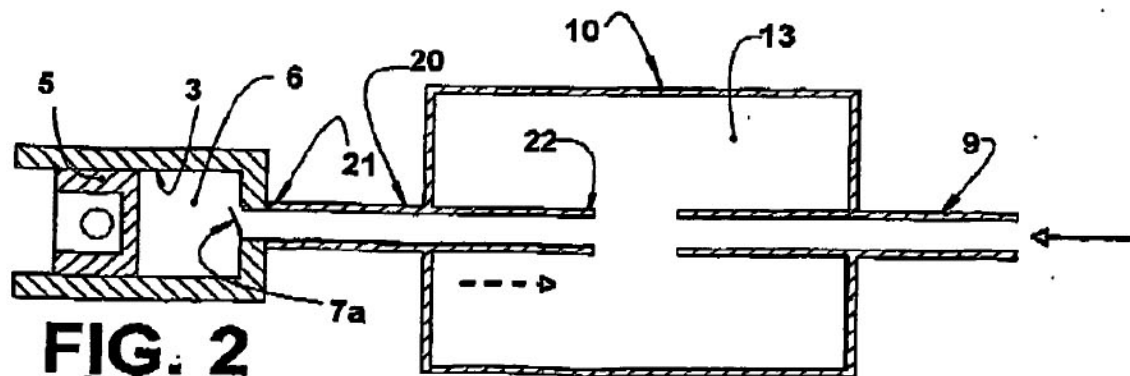
## REIVINDICACIONES

1. Silenciador acústico que incluye una disposición de resonador, adaptada para utilizarse para un compresor de refrigeración montado en el interior de una carcasa hermética (1), comprendiendo dicho silenciador acústico un  
5 cuerpo hueco (10) que define al menos una cámara de amortiguación (13) que lleva un conducto de entrada de gas (20) que tiene una abertura de entrada (21) fuera de la cámara de amortiguación (13, 14) y una abertura de salida (22) dentro de la cámara de amortiguación (13), y un conducto de salida de gas (30) que presenta una abertura de entrada (31) dentro de la cámara de amortiguación (13) y una abertura de salida (32) fuera de dicha cámara de amortiguación (13), presentando cada uno de dicho conducto de gas (20, 30) una longitud respectiva y que tiene un  
10 respectivo espesor de pared, **caracterizado porque** cada uno de los conductos de entrada y salida de gas (20, 30) lleva, extendiéndose a lo largo de al menos parte de su longitud, una pluralidad de conductos de resonancia (40) de diferentes longitudes, presentando cada conducto de resonancia (40) un primer extremo (41), abierto hacia el interior del respectivo conducto de gas (20, 30), y un segundo extremo (42), opuesto y separado del primer extremo (41), estando cada uno de dichos conductos de resonancia (40) dimensionado para presentar una longitud determinada y  
15 un diámetro determinado, que se calculan para definir una cierta impedancia reactiva y una cierta impedancia disipativa para el silenciador acústico, en una banda de frecuencia determinada, estando cada conducto de resonancia (40) llevado al menos parcialmente por una parte de superficie adyacente del respectivo conducto de gas (20, 30), en una disposición helicoidal, en relación con el eje del conducto de gas (20, 30).
- 20 2. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos parte de la longitud de cada conducto de resonancia (40) está formada en el espesor de la pared del respectivo conducto de gas (20, 30).
3. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el conducto de gas (20, 30) lleva, a lo largo de al menos parte de su extensión, un manguito tubular (50) que presenta un espesor de pared, estando  
25 formado al menos parte de los conductos de resonancia (40) en el espesor de la pared del manguito tubular (50).
4. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el manguito tubular (50) ocupa una de las posiciones interna y externa en relación con el respectivo conducto de gas (20, 30).
- 30 5. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el conducto de gas (20, 30) lleva, a lo largo de al menos parte de su extensión, un manguito tubular (50) que presenta un espesor de pared y una superficie enfrentada con una superficie adyacente del conducto de gas (20, 30), estando definida al menos parte de la longitud de los conductos de resonancia (40) entre las superficies enfrentadas del manguito tubular (50) y del conducto de gas (20, 30).  
35
6. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** la sección transversal de los conductos de resonancia (40) está parcialmente definida en cada una de las superficies enfrentadas adyacentes del manguito tubular (50) y del conducto de gas (20, 30).
- 40 7. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** cada conducto de resonancia (40) está definido por un rebaje (23, 33, 53) producido en al menos una de las superficies enfrentadas del manguito tubular (50) y la extensión del conducto de gas (20, 30).
8. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** el manguito tubular (50) ocupa una  
45 de las posiciones interna y externa en relación con el respectivo conducto de gas (20, 30).
9. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** al menos parte de los conductos de resonancia (40) presenta su respectivo primer extremo (41) colocado en una región del respectivo conducto de gas (20, 30) sometido a una presión acústica que produce ruido a atenuar.  
50
10. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** al menos parte de los conductos de resonancia (40) presenta el respectivo primer extremo (41) abierto hacia el interior del cuerpo hueco (10).
11. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** al menos parte de los conductos  
55 de resonancia (40) presenta el respectivo primer extremo (41) abierto hacia el interior del conducto de gas (20, 30), donde se proporcionan, a través de un respectivo orificio radial (26, 36) proporcionado en dicho conducto de gas (20, 30) y en comunicación fluida con dicho primer extremo (41).
12. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el primer extremo (41) de los  
60 conductos de resonancia (40) está colocado de acuerdo con el mismo plano transversal al respectivo conducto de gas (20, 30), seccionando dicho plano transversal una región de presión acústica máxima en dicho conducto de gas (20, 30).
13. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el segundo extremo (42) de cada  
65 conducto de resonancia (40) está cerrado.

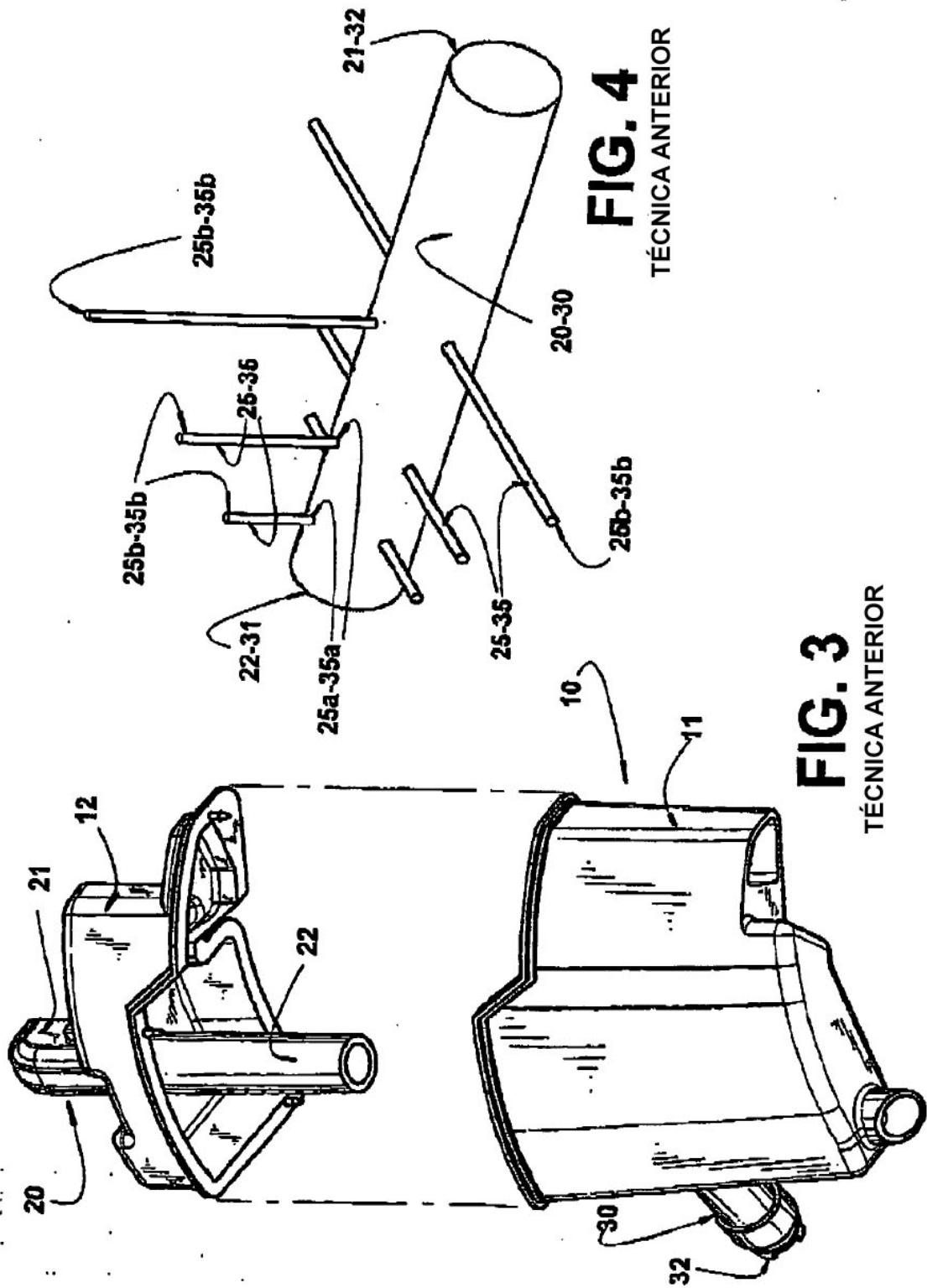
14. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el segundo extremo (42) de cada conducto de resonancia (40) está abierto.
- 5 15. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los primeros extremos (41) de al menos parte de los conductos de resonancia (40) están longitudinalmente separados entre sí una distancia definida como una función de la banda de frecuencia a atenuar.
- 10 16. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** la separación longitudinal entre los primeros extremos (41) de los conductos de resonancia (40) es constante.
- 15 17. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los conductos de resonancia (40) presentan por lo menos uno de los parámetros definidos por un diámetro y la longitud con el mismo valor.
- 20 18. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado porque** al menos parte de la longitud de cada conducto de resonancia (40) está formado en el espesor de la pared del cuerpo hueco (10).
- 25 19. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el cuerpo hueco (10) del silenciador acústico presenta un espesor de pared y lleva internamente al menos un conducto de resonancia (40) que presenta un primer extremo (41), abierto hacia el interior del respectivo conducto de gas (20, 30), y un segundo extremo (42), opuesto y separado del primer extremo (41), estando cada uno de dichos conductos de resonancia (40) dimensionado para presentar una longitud determinada y un diámetro determinado, que se calculan para definir una cierta impedancia reactiva y una cierta impedancia disipativa para el silenciador acústico, en una banda de frecuencia determinada.
- 20 20. Silenciador acústico de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado porque** cada conducto de resonancia (40) está parcialmente llevado por lo menos por una parte de superficie adyacente del cuerpo hueco (10).



**FIG. 1**  
TÉCNICA ANTERIOR



**FIG. 2**  
TÉCNICA ANTERIOR



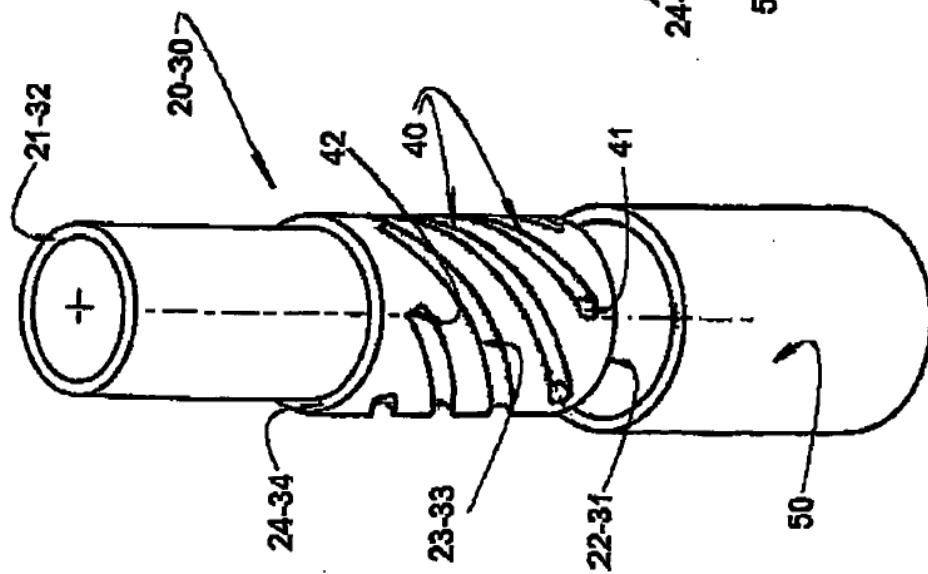


FIG. 5

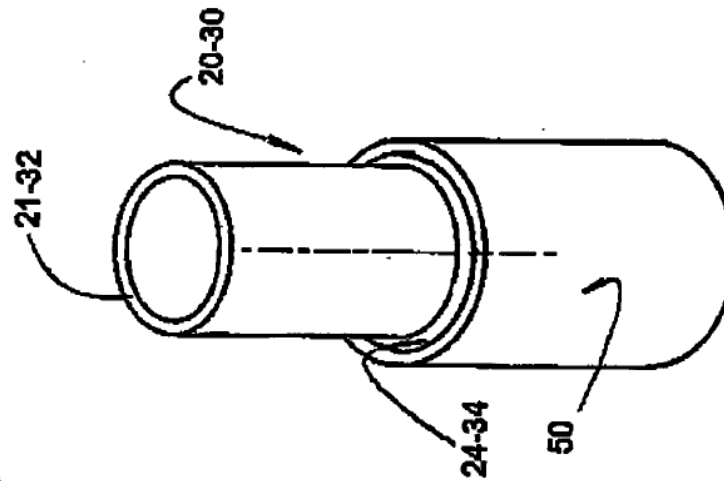


FIG. 5a

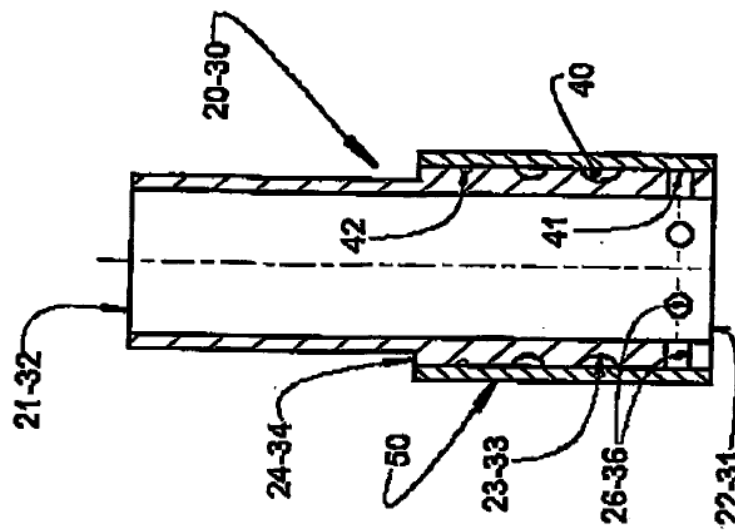
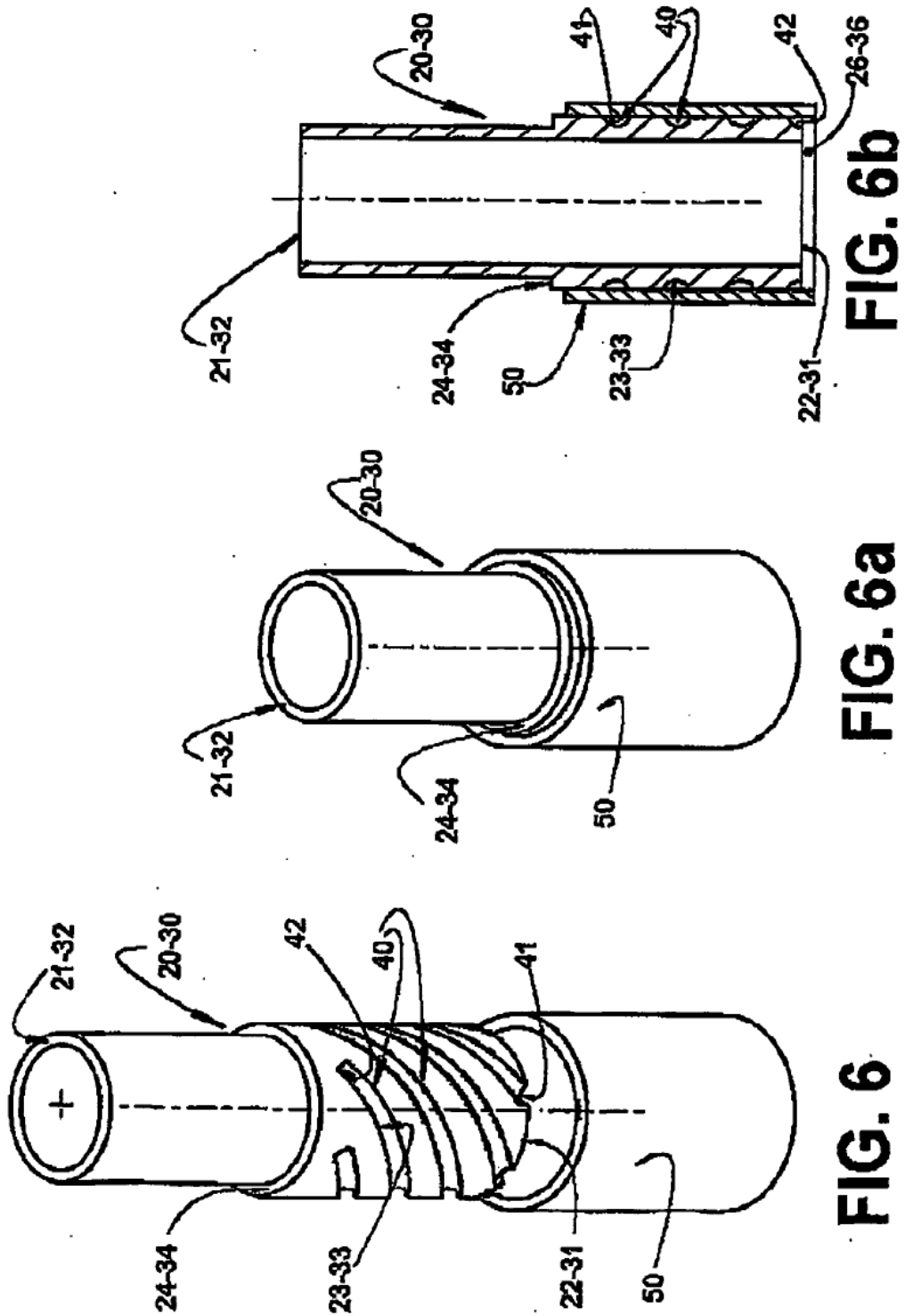
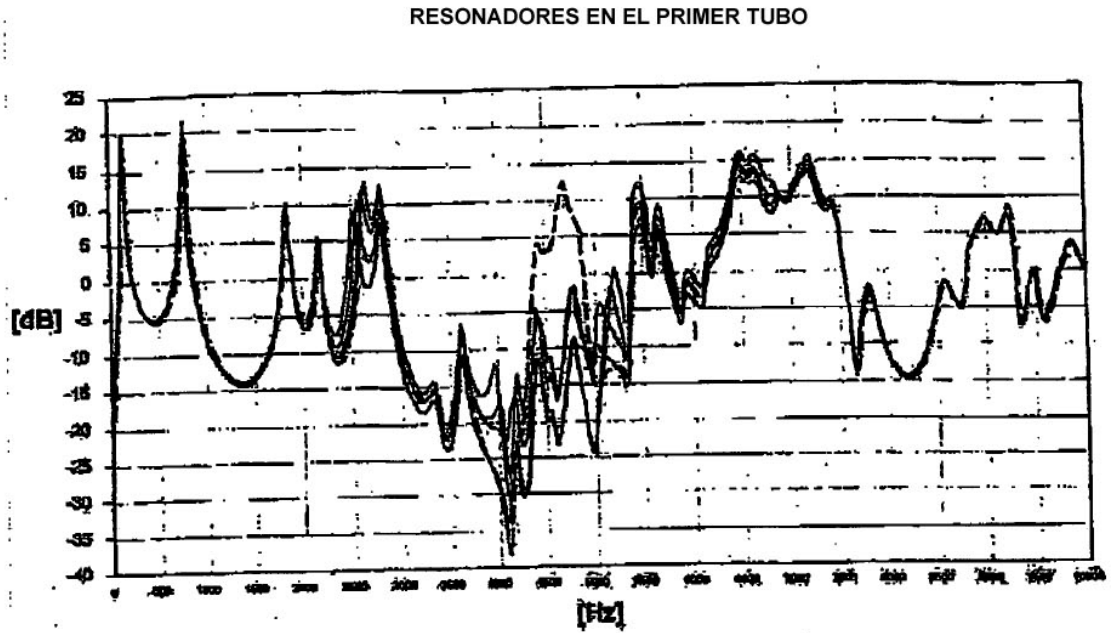


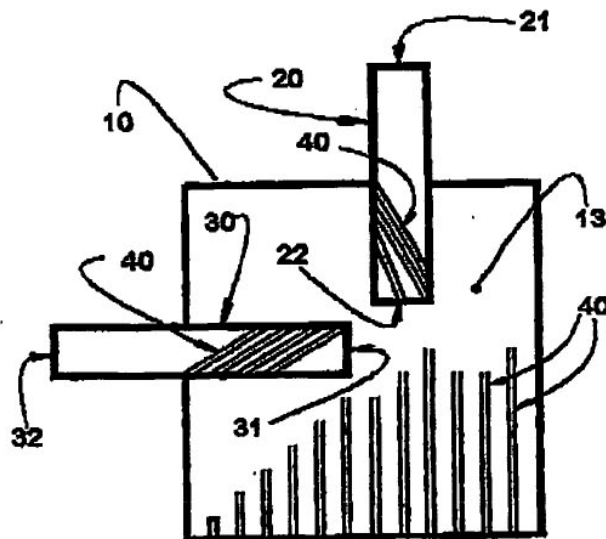
FIG. 5b



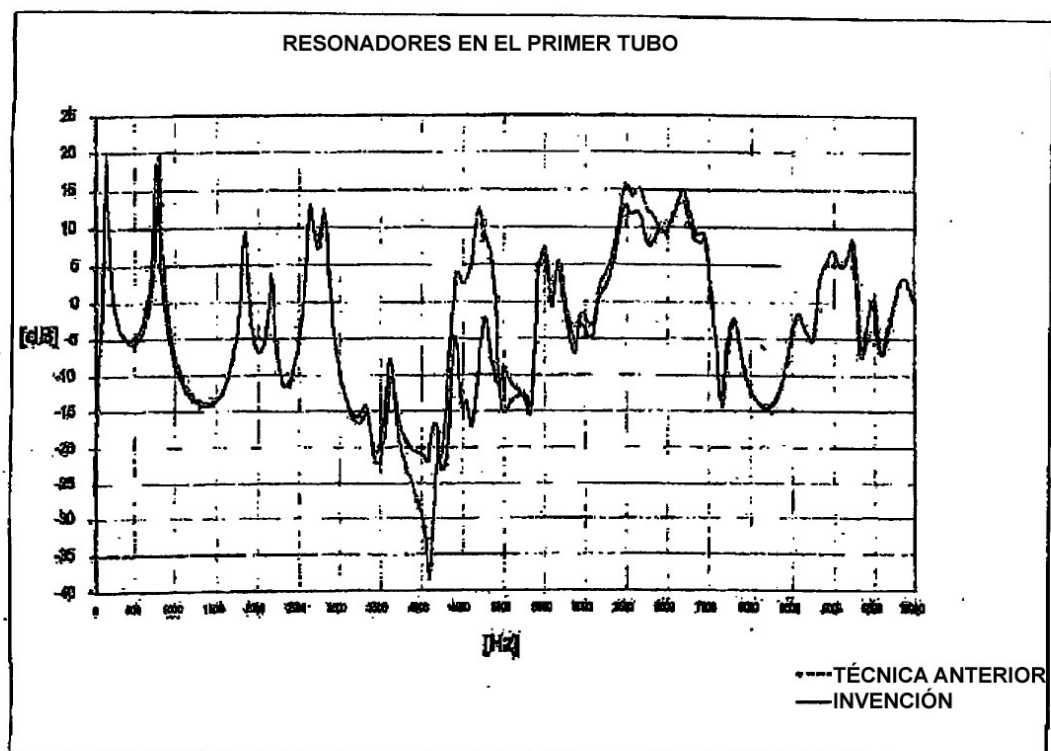


**FIG. 8**

--- SIN RESONADOR  
 — CON UN RESONADOR  
 — CON DOS RESONADORES  
 — CON TRES RESONADORES  
 — CON CUATRO RESONADORES



**FIG. 7**



**FIG. 9**