(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 972 643**

(51) Int. Cl.:

F25B 1/047 (2006.01)
F16L 1/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2018 PCT/US2018/054998**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2019 WO19074917**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2018 E 18795883 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2024 EP 3695173**

(54) Título: **Silenciador con anillos metálicos de malla**

(30) Prioridad:

11.10.2017 US 201762570846 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2024

(73) Titular/es:

CARRIER CORPORATION (100.0%)
13995 Pasteur Boulevard
Palm Beach Gardens, FL 33418, US

(72) Inventor/es:

MOLAVI, ANTHONY S.

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Silenciador con anillos metálicos de malla

La presente invención se refiere al campo técnico de silenciadores para enfriadores enfriados con agua o enfriados con aire y más específicamente para anillos de silenciadores dentro de los silenciadores.

Un enfriador es una máquina que elimina calor de un líquido mediante un ciclo de refrigeración por compresión de vapor o absorción. Este líquido puede entonces hacerse circular a través de un intercambiador de calor para enfriar aire o equipo según se requiera. Como subproducto necesario, la refrigeración crea calor residual que debe ser expulsado al ambiente o, para mayor eficiencia, recuperado para fines de calentamiento. Los enfriadores pueden tener silenciadores en donde los conjuntos de recipiente de silenciador (o silenciadores) pueden fabricarse con anillos de silenciador de polipropileno o fibra de vidrio. Tales anillos pueden tener perlas o partículas que pueden deteriorarse con el tiempo y obstruir los orificios del sistema, secador(s) de filtro o filtro(s). Además, la descomposición de los anillos de polipropileno o fibra de vidrio puede dar como resultado un nivel de ruido incrementado del enfriador. El documento US 8328532 B2 divulga un compresor que incluye un sistema de silenciador según el preámbulo de la reivindicación 1 que comprende un primer elemento absorbente de sonido y un segundo elemento absorbente de sonido. El documento WO 2006/039115 A1 divulga un compresor que comprende un silenciador según el preámbulo de la reivindicación 1.

En un primer aspecto, la presente invención proporciona un silenciador para un enfriador de un sistema de refrigeración de absorción o compresión de vapor, el silenciador comprende: una carcasa aguas arriba que tiene una entrada de fluido; una carcasa aguas abajo conectada a la carcasa aguas arriba en un extremo aguas abajo de la carcasa aguas arriba, la carcasa aguas abajo tiene una salida de fluido; la carcasa aguas arriba tiene una pluralidad de anillos de silenciador exteriores axialmente adyacentes y una pluralidad de anillos de silenciador interiores axialmente adyacentes, los anillos de silenciador exteriores son coextensivos axialmente y un pasaje radialmente exterior a los anillos de silenciador interiores y que define una entrada de fluido entre ellos, en donde los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son un material de malla metálica; en donde la pluralidad de anillos de silenciador interiores forman una cavidad de amortiguación interna, caracterizada porque: un área de descarga se ubica en una intersección axial de la carcasa aguas arriba y la carcasa aguas abajo, en donde axialmente entre el área de descarga y la salida de fluido y dentro de la carcasa aguas abajo hay una pluralidad de cámaras de efecto de flujo que incluyen una primera cámara que incluye capas adicionales de anillos metálicos, y en una misma ubicación axial de la pluralidad de las cámaras de efecto de flujo hay una pluralidad de vías de escape que incluyen una primera vía de escape, en donde las cámaras son axialmente adyacentes y tienen un diámetro exterior definido por el diámetro interior de la carcasa aguas abajo; la carcasa aguas arriba es una carcasa aguas arriba primaria y el silenciador incluye una carcasa aguas arriba secundaria conectada para transmisión de fluidos a la carcasa aguas arriba primaria a través de una entrada próxima al extremo aguas abajo de la carcasa aguas arriba primaria, la carcasa aguas arriba secundaria incluye una pluralidad de anillos de silenciador axialmente adyacentes que son un material de malla metálica, en donde los anillos de silenciador son anillos de silenciador interiores que rodean una cámara de silenciador central; y una pluralidad de carcasas de silenciador aguas arriba se definen por la carcasa aguas arriba primaria y la carcasa aguas arriba secundaria, la pluralidad de carcasas de silenciador aguas arriba se configuran para proporcionar características de silenciador ajustadas R.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como una alternativa, realizaciones adicionales pueden incluir que uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de acero.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como una alternativa, realizaciones adicionales pueden incluir que uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de acero inoxidable.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como una alternativa, realizaciones adicionales pueden incluir que uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de acero inoxidable SAE 304A.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como una alternativa, realizaciones adicionales pueden incluir que uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de 0,203 mm (0,008 pulgadas) de grosor de pared de tipo SAE 304A de acero inoxidable con una densidad de malla de doce (12) por ciento y un peso de 0,17 kg (6,23 onzas).

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como una alternativa, realizaciones adicionales pueden incluir que la carcasa aguas arriba primaria incluye N conjuntos de anillos de silenciador, los N conjuntos de anillos de silenciador se alinean axialmente y se espacian radialmente para proporcionar

N-1 pasajes de fluido en los mismos, en donde N es mayor o igual a 3.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como una alternativa, las realizaciones adicionales pueden incluir que la carcasa de silenciador secundaria incluye una pluralidad de las carcasas aguas arriba secundarias, cada una conectada para transmisión de fluidos a la carcasa aguas arriba primaria próxima al extremo aguas abajo de la carcasa aguas arriba.

Además de una o más de las características descritas anteriormente, o como una alternativa, realizaciones adicionales pueden incluir que la carcasa de silenciador secundaria incluye N conjuntos de anillos de silenciador, los N conjuntos de anillos de silenciador se alinean axialmente y espaciados radialmente para proporcionar N-1 pasajes de fluido en la misma, en donde N es mayor o igual a 3.

Además se describe un sistema de calentamiento o enfriamiento que incluye: un enfriador que tiene un silenciador con una o más de las características descritas anteriormente.

En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un método para hacer funcionar un sistema enfriador, el sistema enfriador comprende un silenciador según el primer aspecto, el método comprende: silenciar el ruido usando el silenciador. Con referencia a los dibujos adjuntos, los elementos similares están enumerados de forma similar:

La FIG. 1 ilustra una parte de un conjunto de enfriador que tiene un conjunto de recipiente de silenciador (o silenciador) no según la presente invención;

la FIG. 2 ilustra una vista en sección transversal de un silenciador no según la presente invención;

la FIG. 3 ilustra un silenciador no según la invención;

la FIG. 4 grafica los resultados de las pruebas de enfriadores con silenciadores de diferentes materiales que incluyen un silenciador;

la FIG. 5 grafica los resultados de las pruebas de enfriadores con silenciadores de diferentes materiales que incluyen un silenciador;

la FIG. 6 grafica los resultados de la prueba de un enfriador con un silenciador;

la FIG. 7 ilustra una vista en sección transversal de un silenciador no según la presente invención;

la FIG. 8 ilustra una vista en perspectiva del silenciador según la presente invención; y

la FIG. 9 ilustra una vista en sección transversal de un silenciador según la presente invención.

A modo de ejemplo y no de limitación, en la presente memoria se presenta una descripción detallada de una o más realizaciones del aparato y método descritos, con referencia a las Figuras.

La FIG. 1 ilustra una parte de un conjunto de enfriador (o enfriador) 100, que puede tomar la forma del modelo de enfriador 23XR4747ERVAA50 enfriador de tornillo de velocidad variable enfriado con agua por Carrier Corporation, que es una marca de la división de Clima, Controles y Seguridad de United Technologies Corporation (UTC). El enfriador 100 puede tener un conjunto de recipiente de silenciador (o silenciador) 105.

Como se ilustra en las FIGS. 2 y 3, un silenciador 105 ejemplar tiene una carcasa aguas arriba 110 con un primer diámetro y una primera longitud, y una carcasa aguas abajo 115 con un segundo diámetro y una segunda longitud. El segundo diámetro es menor que el primer diámetro. Una entrada de silenciador 120 está en la carcasa aguas arriba 110 y una salida de silenciador 125 está en la carcasa aguas abajo 115. La entrada 120 puede disponerse en la dirección axial y la salida 125 puede extenderse en la dirección radial y ubicarse en una posición intermedia axialmente de la carcasa aguas abajo 115 entre un extremo aguas arriba 116 de la carcasa aguas abajo y un extremo aguas abajo 118 de la carcasa aguas abajo. También se ilustra el flujo de entrada 130 y el flujo de salida 135.

El pasaje de flujo de entrada 140 se define entre una pluralidad de anillos de silenciador exteriores (o anillos exteriores) 145 que pueden incluir el primer anillo externo 150 que tiene un tercer diámetro y una pluralidad de anillos de silenciador interiores (o anillos interiores) 155 que pueden incluir el primer anillo interno 160 que tiene un cuarto diámetro. La pluralidad de anillos de silenciador exteriores 145 son coextensivos axialmente con la pluralidad de anillos de silenciador interiores 155 a lo largo del tramo de la carcasa aguas arriba 110. La estructura resultante de los anillos exteriores 145 puede formar una pared exterior absorbente acústica. La pluralidad de anillos interiores 155 forman una cavidad de amortiguación interna 156 y la estructura a veces se denomina una bala acústica.

Un área de explosión 161 se ubica en la intersección axial 165 de la carcasa aguas arriba 110 y la carcasa aguas abajo 115. Axialmente, entre el área de explosión 161 y la salida 125, y dentro de la carcasa aguas abajo 115 hay una pluralidad de cámaras de efecto de flujo 170 que incluyen la primera cámara 175 (que incluye capas adicionales de anillos metálicos). En la misma ubicación axial hay una pluralidad de vías de escape 180 que incluyen la primera vía de escape 185. Las cámaras 170 son axialmente adyacentes y tienen un diámetro exterior definido por el diámetro interior de la carcasa aguas abajo 115.

La presión desde el área de explosión 161 puede tender a separar los anillos exteriores 145 como se ilustra por las flechas 190. La misma presión puede tender a aplastar los anillos interiores 155 como se ilustra mediante las flechas 195. Para acomodar estas presiones 190, 195, los anillos 145, 155 se fabrican de malla metálica. Por ejemplo, los anillos 145, 155 pueden fabricarse de acero inoxidable, más específicamente de acero inoxidable SAE 304A, aún más específicamente de acero inoxidable tipo SAE 304A de 0,203 mm (0,008 pulgadas) de grosor de pared con una densidad de malla de doce (12) por ciento y un peso de 0,17 kg (6,23 onzas). Sin embargo, esta configuración de material no es limitante. Es posible el uso de metales que tienen materiales similares al estándar identificado bajo SAE304 pero con diversos grosores y/o densidades de pared, así como aluminio con diversos grosores y/o densidades de pared para niveles de sonido más bajos.

Ilustrado en la FIG, 4, el modelo de enfriador 23XR4747ERVAA50 indicado anteriormente se probó en diferentes ocasiones con silenciadores 105 equipados con anillos de silenciador de fibra de vidrio 145, 155, anillos de silenciador de polipropileno 145, 155 o anillos de silenciador de malla metálica 145, 155. A lo largo de las velocidades de funcionamiento de aproximadamente 80 a 100 Hz, el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de malla metálica 145, 155 produjo ruidos consistentemente más bajos que los ensayos de contraparte. Se produjo más ruido por el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de polipropileno 145, 155 y aún más ruido por el enfriador que tiene el silenciador 105 configurado con anillos de silenciador de fibra de vidrio 145, 155.

Quedando con la FIG. 4, para el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de malla metálica 145, 155, el nivel de presión acústica (SPL) se midió entre aproximadamente 80 dBA-Wtg ("ponderado en A") y aproximadamente por debajo de 82 dBA-Wtg como se ilustra por la línea gráfica 200. Para el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de polipropileno 145, 155 el SPL estaba entre aproximadamente 80,5 dBA-Wtg y aproximadamente por debajo de 84 dBA-Wtg como se ilustra por la línea gráfica 210. Para el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de fibra de vidrio 145, 155, el SPL medido estaba entre aproximadamente 81,5 dBA-Wtg y aproximadamente 84,5 dBA-Wtg como se ilustra por la línea gráfica 220.

Como se ilustra en la FIG. 5, se realizaron pruebas similares en un intervalo de velocidad de aproximadamente 25 Hz a aproximadamente 135 Hz y los resultados se compararon con los resultados previstos. Para el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de polipropileno 145, 155, el SPL medido se registró y graficó con marcadores circulares 310. Los resultados previstos para la misma configuración se grafican con marcadores triangulares 320. Para el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de malla metálica 145, 155 los marcadores "X" 330 ilustran tanto los resultados previstos como reales de SPL. Como ilustra la FIG. 5, el enfriador que tiene los silenciadores 105 con anillos de malla metálica 145, 155 tenía SPL que eran más predecibles y más consistentemente más bajos que las alternativas. Aunque algunas mediciones 340 de la configuración de polipropileno proporcionaron SPL inferior a velocidad, esas mediciones se sesgaron lejos de los resultados previstos, no fueron consistentes y estaban en el área de resonancia prevista. Por lo tanto, estos resultados 340 no eran fiables y no se podía esperar razonablemente que se repitieran en ninguna operación dada.

Permaneciendo en la FIG. 5, se predijo la resonancia amortiguada y se observó con el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de polipropileno 145, 155 a, y alrededor de, aproximadamente 100 Hz. En comparación, no se predijo ni se observó resonancia en el intervalo de velocidad de prueba con el enfriador que tiene los silenciadores 105 equipados con los anillos de silenciador de malla metálica 145, 155. Como se ilustra, silenciar el ruido sobre una banda de octavas de 80 Hz a 130 Hz proporcionó un nivel de presión acústica de entre aproximadamente 78 dBA-Wtg y aproximadamente 80 dBA-Wtg. Además de ser más silenciosos, un experto normal apreciaría que los anillos de silenciador de malla metálica 145, 155 y los componentes con conexiones mecánicas y de fluido con los mismos durarán más tiempo cuando no se sometan a resonancia.

Volviendo a la FIG. 6, la línea gráfica 400 ilustra que a lo largo de una tercera banda de octavas, de estática a 1000 Hz, el SPL promedio para el enfriador que tiene el silenciador 105 con anillos de silenciador de malla metálica es de 81,7 dBA. Las condiciones de ensayo para las mediciones tomadas en la FIG. 6 fueron 100 % de velocidad a 29 grados Celsius (85 grados Fahrenheit) en la entrada del condensador y 6 grados Celsius (44 grados Fahrenheit) en la salida del evaporador. Este nivel sonoro es inferior al nivel sonoro que existe en el extremo inferior del intervalo de velocidades ensayado para el enfriador que tiene el silenciador con los

anillos de silenciador de fibra de vidrio 145, 155 en la FIG. 4. Además, este nivel sonoro está por debajo de al menos dos tercios de los niveles sonoros detectados en el intervalo de velocidades ensayado para el enfriador que tiene el silenciador con los anillos de silenciador de polipropileno 145, 155 en la FIG. 4.

En comparación con anillos de silenciador de polipropileno o anillos de silenciador de fibra de vidrio, los anillos de silenciador de malla metálica pueden ser superiores. Los anillos de silenciador de malla metálica pueden proporcionar un mejor silenciamiento acústico como se indica por los datos anteriores. Además, puede haber una probabilidad mucho menor de quemaduras de anillos metálicos durante las etapas de soldadura de los procesos de fabricación del silenciador. Además, los anillos de silenciador de malla metálica pueden tener una menor probabilidad de deterioro y obstrucción de orificios o secadores de filtro y pueden ser más duraderos y durar más tiempo. Además, los anillos de silenciador de malla metálica pueden tener una mayor temperatura de fusión y resistencia a la tracción. Los anillos de silenciador de malla metálica pueden tener una menor probabilidad de saturarse con refrigerante y aceite y puede ser menos probable que tengan problemas de compatibilidad con refrigerantes y aceites. Además, el coste de ensamblaje de los silenciadores que utilizan anillos de silenciador de malla metálica puede ser menor ya que los anillos de silenciador son fáciles de fabricar y manipular y el material está más fácilmente disponible. Los silenciadores con anillos de silenciador de malla metálica pueden usarse con al menos herramientas neumáticas, compresores, válvulas de soplado, motores pequeños y catalizadores.

Cambiando a la FIG. 7, se ilustra un conjunto de silenciador de ejemplo alternativo 500. El conjunto de silenciador 500 incluye una carcasa aguas arriba 505 y una carcasa aguas abajo 510. La carcasa aguas abajo 510 es sustancialmente similar a la carcasa aguas abajo 115 descrita previamente. La carcasa aguas arriba 505 difiere de la carcasa aguas arriba 110 descrita anteriormente en que la carcasa aguas arriba tiene una pluralidad de capas de anillos de silenciador que incluyen anillos de silenciador exteriores 520, anillos de silenciador interiores 530 y un conjunto intermedio de anillos de silenciador 540 que están radialmente entre los anillos de silenciador exteriores 520 y los anillos de silenciador interiores 530. Esta configuración proporciona una cámara central 550 y dos pasajes de flujo 560, 570, alineados axialmente y espaciados radialmente entre los tres conjuntos de anillos de silenciador 520, 530, 540. Como se ilustra, el primer pasaje 560 está entre el conjunto de anillos de silenciador interiores 530 y anillos de silenciador intermedios 540. El segundo pasaje 570 está entre el conjunto de anillos de silenciador exteriores 520 y anillos de silenciador intermedios 540.

El ejemplo de la FIG. 7 proporciona N conjuntos de anillos de silenciador alineados axialmente y espaciados radialmente y N-1 conjuntos de pasajes de flujo alineados axialmente y espaciados radialmente. Aunque los materiales del ejemplo en la FIG. 7 son los mismos que los materiales del ejemplo en la FIG. 1, esta configuración da como resultado efectos de sonido de salida específicamente deseados basados en la amortiguación de ruido deseada.

En las realizaciones de las FIGS. 8 y 9 (según la invención), se ilustra un conjunto de silenciador 600. El conjunto de silenciador 600 incluye una carcasa aguas arriba 605 y una carcasa aguas abajo 610. Según la invención, la carcasa aguas abajo 610 es una carcasa aguas abajo como la carcasa aguas abajo 115 descrita previamente. La carcasa aguas arriba 605 difiere de la carcasa aguas arriba 110 descrita anteriormente en que próxima al extremo aguas abajo 620 de la carcasa aguas arriba 605 hay una entrada 630 a través de la que se conecta para transmisión de fluidos un conjunto de silenciador secundario 640. El conjunto de silenciador secundario 640 tiene un conjunto de anillos de silenciador internos 650 que rodean una cámara de silenciador central 660. Los materiales en el conjunto de silenciador secundario 640 pueden ser los mismos que los de la anterior carcasa aguas arriba 110. Una entrada aguas arriba 670 al conjunto de silenciador secundario 640 puede alimentarse mediante una alimentación de ramificación secundaria (no ilustrada) desde el enfriador 100.

La realización de las FIGS. 8 y 9 proporciona una pluralidad de carcasas de silenciador aguas arriba configuradas para proporcionar características de amortiguación de silenciador que cuando se combinan dan como resultado características de amortiguación que pueden ajustarse más precisamente que las que podría proporcionar una carcasa aguas arriba en un conjunto dado de restricciones de diseño. Además, una o más carcasas de silenciador secundarias aguas arriba podrían adaptarse en un sistema de enfriador activo según sea necesario.

El término "aproximadamente" pretende incluir el grado de error asociado con la medición de la cantidad particular basado en el equipamiento disponible en el momento de presentar la solicitud.

La terminología usada en la presente memoria solo tiene el fin de describir las realizaciones particulares y no pretende ser una limitación de la presente divulgación. Como se usan en la presente memoria, se pretende que las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyan también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", cuando se usan en la presente memoria descriptiva, especifican la presencia de las características, las entidades, las etapas, las operaciones, los elementos y/o los componentes que se

indican, pero no excluyen la presencia o incorporación de una o más de otras características, entidades, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

REIVINDICACIONES

1. Un silenciador (600) para un enfriador de un sistema de refrigeración de absorción o compresión de vapor, comprendiendo el silenciador:

una carcasa aguas arriba (605) que tiene una entrada de fluido;

una carcasa aguas abajo (610) conectada a la carcasa aguas arriba en un extremo aguas abajo (620) de la carcasa aguas arriba, la carcasa aguas abajo tiene una salida de fluido (125);

la carcasa aguas arriba tiene una pluralidad de anillos de silenciador exteriores axialmente adyacentes y una pluralidad de anillos de silenciador interiores axialmente adyacentes, los anillos de silenciador exteriores son coextensivos axialmente y radialmente exteriores a los anillos de silenciador interiores y definen un pasaje de entrada de fluido entre los mismos, en donde los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son un material de malla metálica;

en donde la pluralidad de anillos de silenciador interiores forman una cavidad de amortiguación interna;

un área de explosión (161) se ubica en una intersección axial (165) de la carcasa aguas arriba (110) y la carcasa aguas abajo (115), en donde axialmente entre el área de explosión (161) y la salida de fluido (125) y dentro de la carcasa aguas abajo (115) hay una pluralidad de cámaras de efecto de flujo (170) que incluyen una primera cámara (175) que incluye capas adicionales de anillos metálicos, y en una misma ubicación axial de la pluralidad de las cámaras de efecto de flujo (170) hay una pluralidad de vías de escape (180) que incluye una primera vía de escape (185), en donde las cámaras (170) son axialmente adyacentes y tienen un diámetro exterior definido por el diámetro interior de la carcasa aguas abajo (115);

caracterizado por que:

la carcasa aguas arriba (605) es una carcasa aguas arriba primaria (605) y el silenciador incluye una carcasa aguas arriba secundaria (640) conectada para transmisión de fluidos a la carcasa aguas arriba primaria (605) a través de una entrada (630) próxima al extremo aguas abajo (620) de la carcasa aguas arriba primaria (605), la carcasa aguas arriba secundaria (640) incluye una pluralidad de anillos de silenciador axialmente adyacentes (650) que son un material de malla metálica, en donde los anillos de silenciador (650) son anillos de silenciador internos (650) que rodean una cámara de silenciador central (660); y

una pluralidad de carcasas de silenciador aguas arriba se define por la carcasa de silenciador aguas arriba primaria y la carcasa de silenciador aguas arriba secundaria, la pluralidad de carcasas de silenciador aguas arriba se configura para proporcionar características de amortiguación de silenciador ajustadas.

2. El silenciador de la reivindicación 1, en donde uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de acero.

3. El silenciador de la reivindicación 2, en donde uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de acero inoxidable.

4. El silenciador de la reivindicación 3, en donde uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de acero inoxidable SAE 304A.

5. El silenciador de la reivindicación 4, en donde uno o ambos de los anillos de silenciador exteriores y los anillos de silenciador interiores son de acero inoxidable de tipo SAE 304A de 0,203 mm (0,008 pulgadas) de grosor de pared con una densidad de malla del doce por ciento y un peso de 0,17 kg (6,23 onzas).

6. El silenciador de la reivindicación 1, en donde la carcasa aguas arriba primaria (605) comprende N conjuntos de anillos de silenciador, estando los N conjuntos de anillos de silenciador alineados axialmente y espaciados radialmente para proporcionar N-1 pasajes de fluido en la misma, en donde N es mayor o igual a 3.

7. El silenciador de la reivindicación 1, en donde la carcasa de silenciador secundaria comprende una pluralidad de las carcasas aguas arriba secundarias (640), cada una conectada para transmisión de fluidos a la carcasa aguas arriba primaria (605) próxima al extremo aguas abajo (620) de la carcasa aguas arriba.

8. El silenciador de la reivindicación 1, en donde la carcasa de silenciador secundaria incluye N conjuntos de anillos de silenciador, estando los N conjuntos de anillos de silenciador alineados axialmente y espaciados radialmente para proporcionar N-1 pasajes de fluido en la misma, en donde N es mayor o igual a 3.

9. Un sistema que comprende:

un enfriador que comprende el silenciador (600) de cualquier reivindicación anterior.

10. Un método para hacer funcionar un sistema enfriador, comprendiendo el sistema enfriador un silenciador (600) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,

el método comprende:

silenciar ruido usando el silenciador (600).

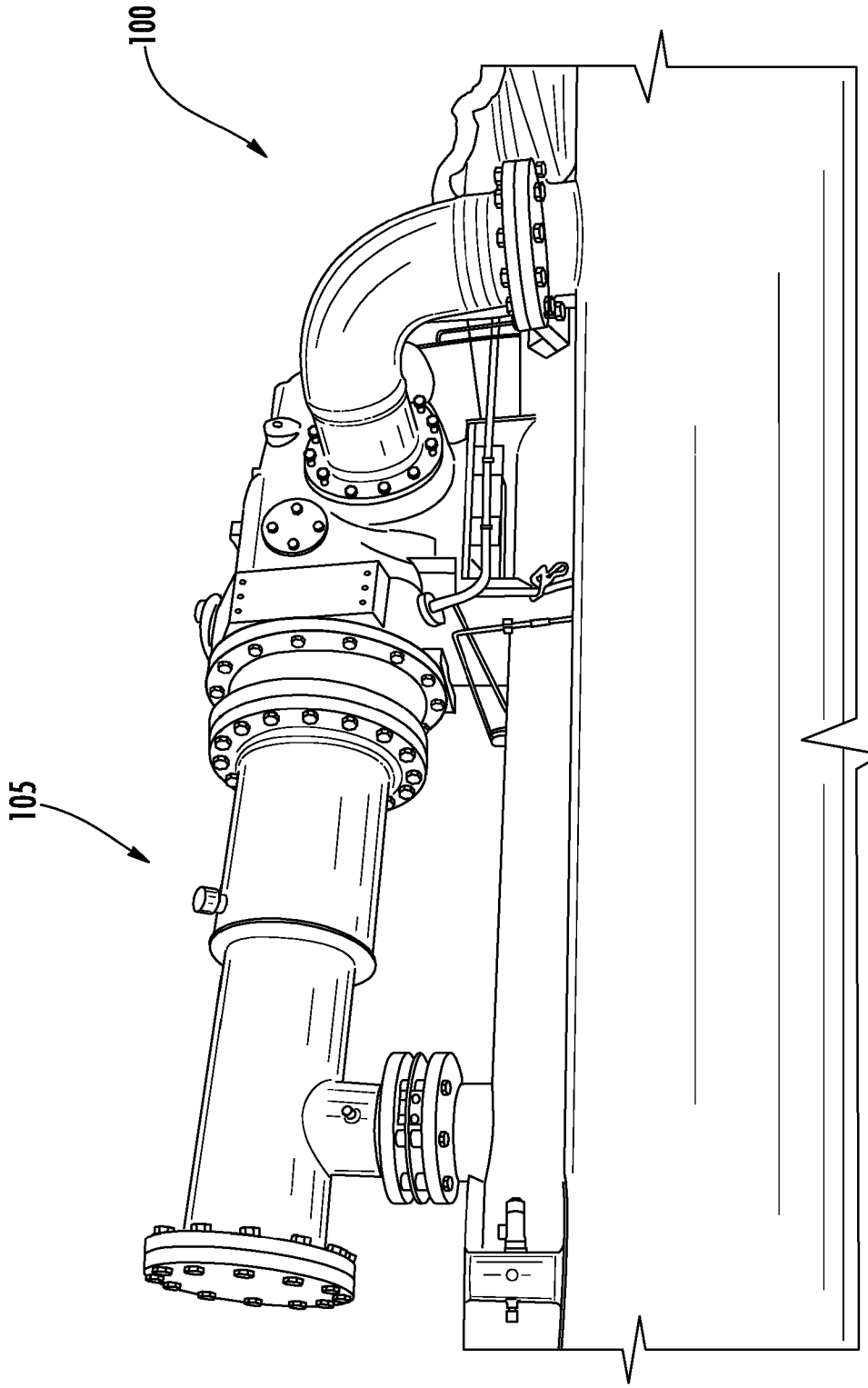


FIG. 1

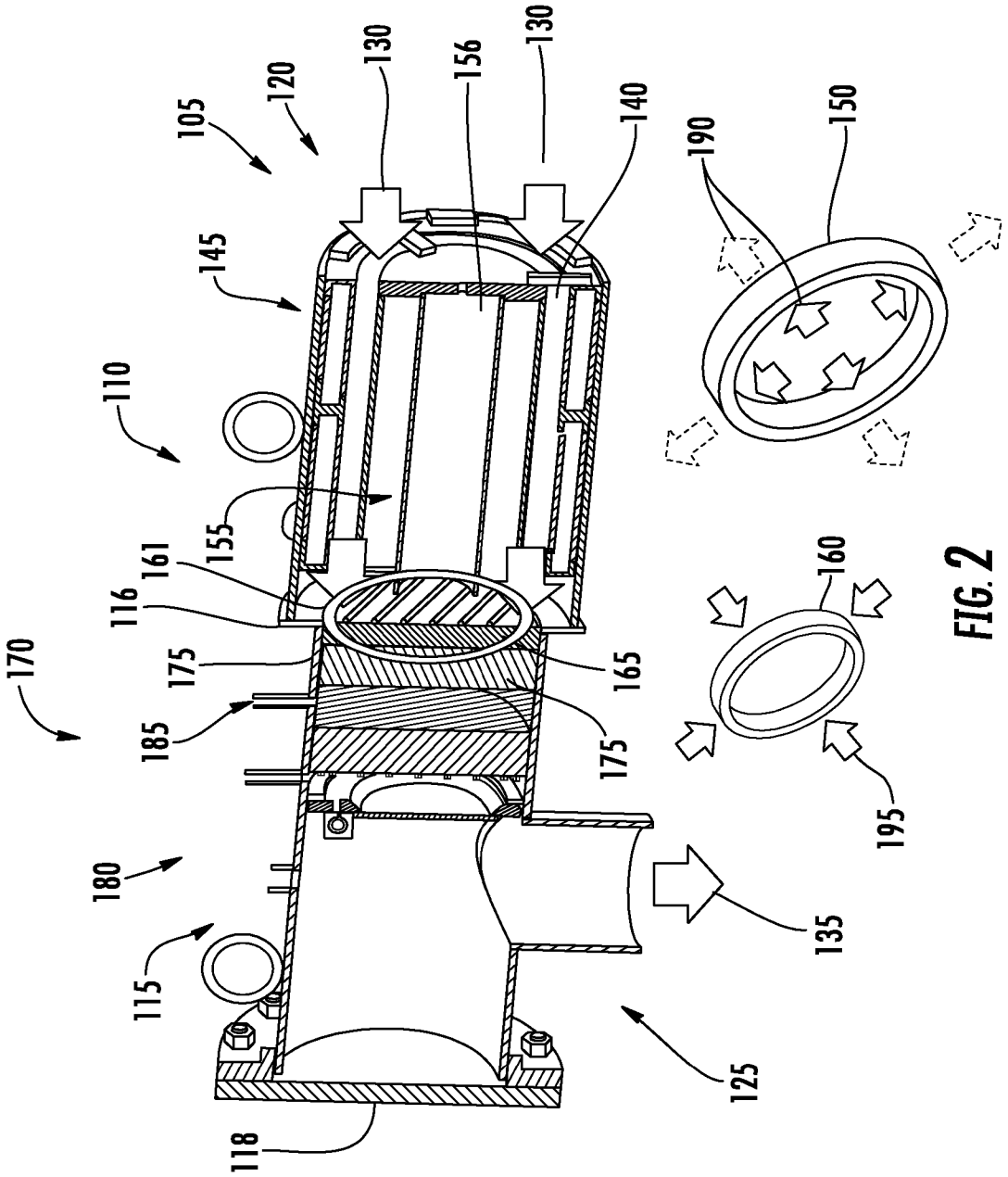

105
120
130
156
130
140
190
150
145
110
155
161
116
175
165
170
185
175
160
195
180
135
115
125
118

FIG. 2

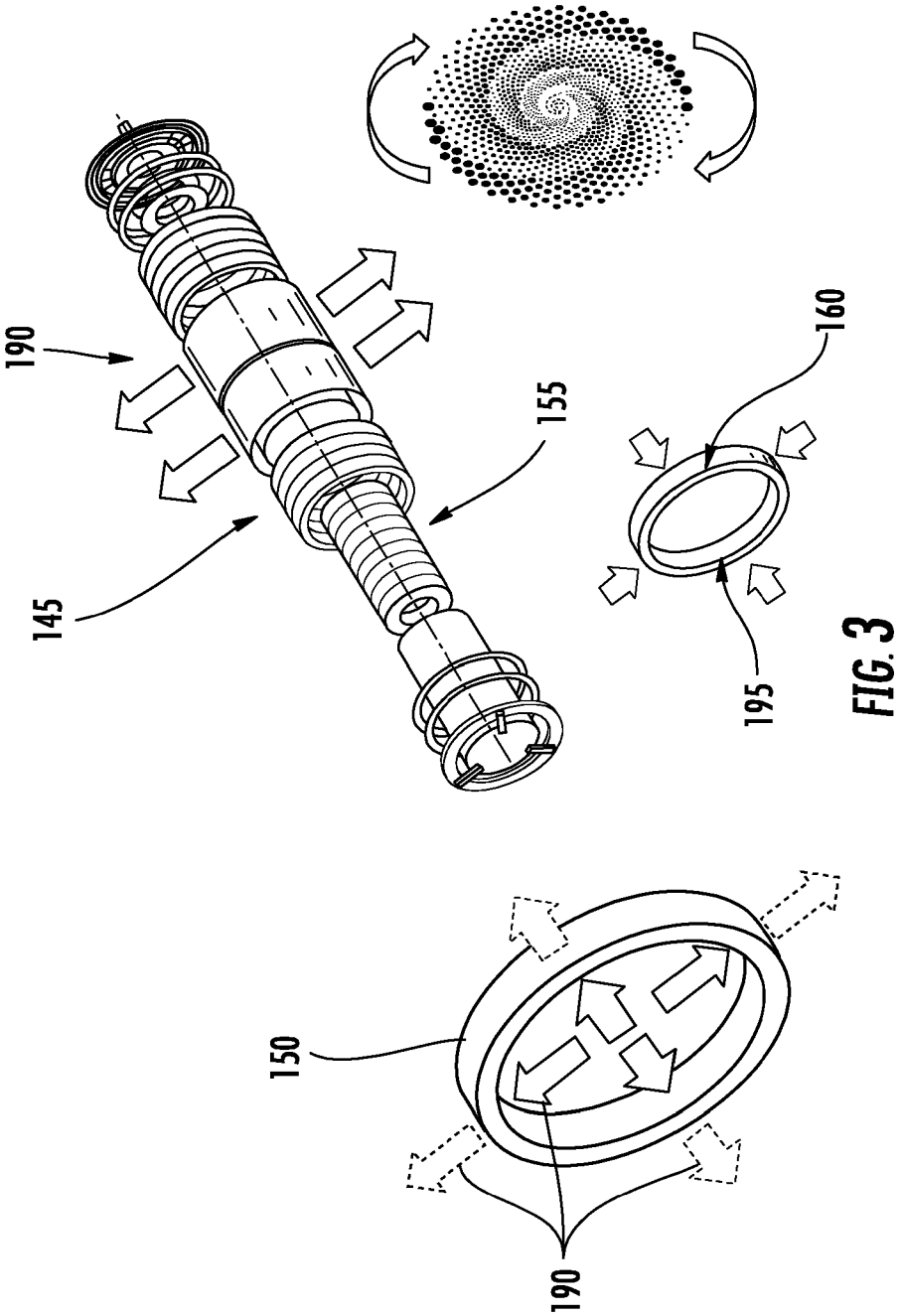


FIG. 3

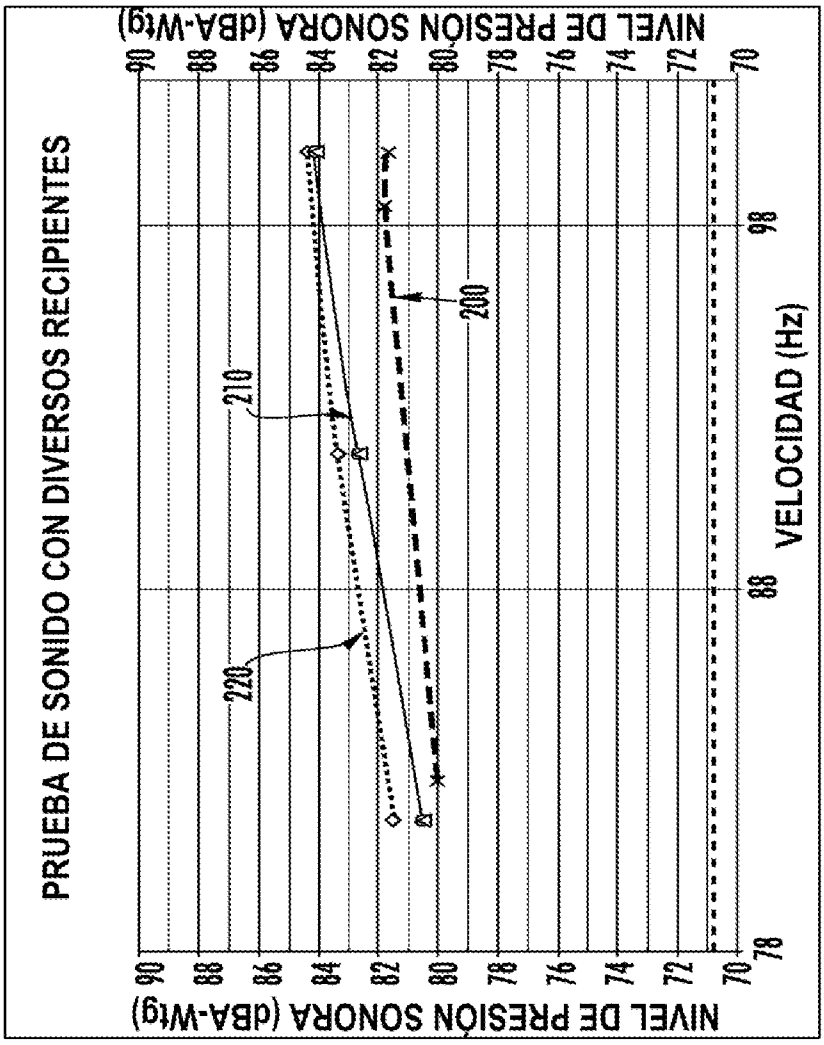

PRUEBA DE SONIDO CON DIVERSOS RECIPIENTES
NIVEL DE PRESIÓN SONORA (dBA-Wtg)
90
88
86
84
82
80
78
76
74
72
70
78
88
98
VELOCIDAD (Hz)
200
210
220

FIG. 4

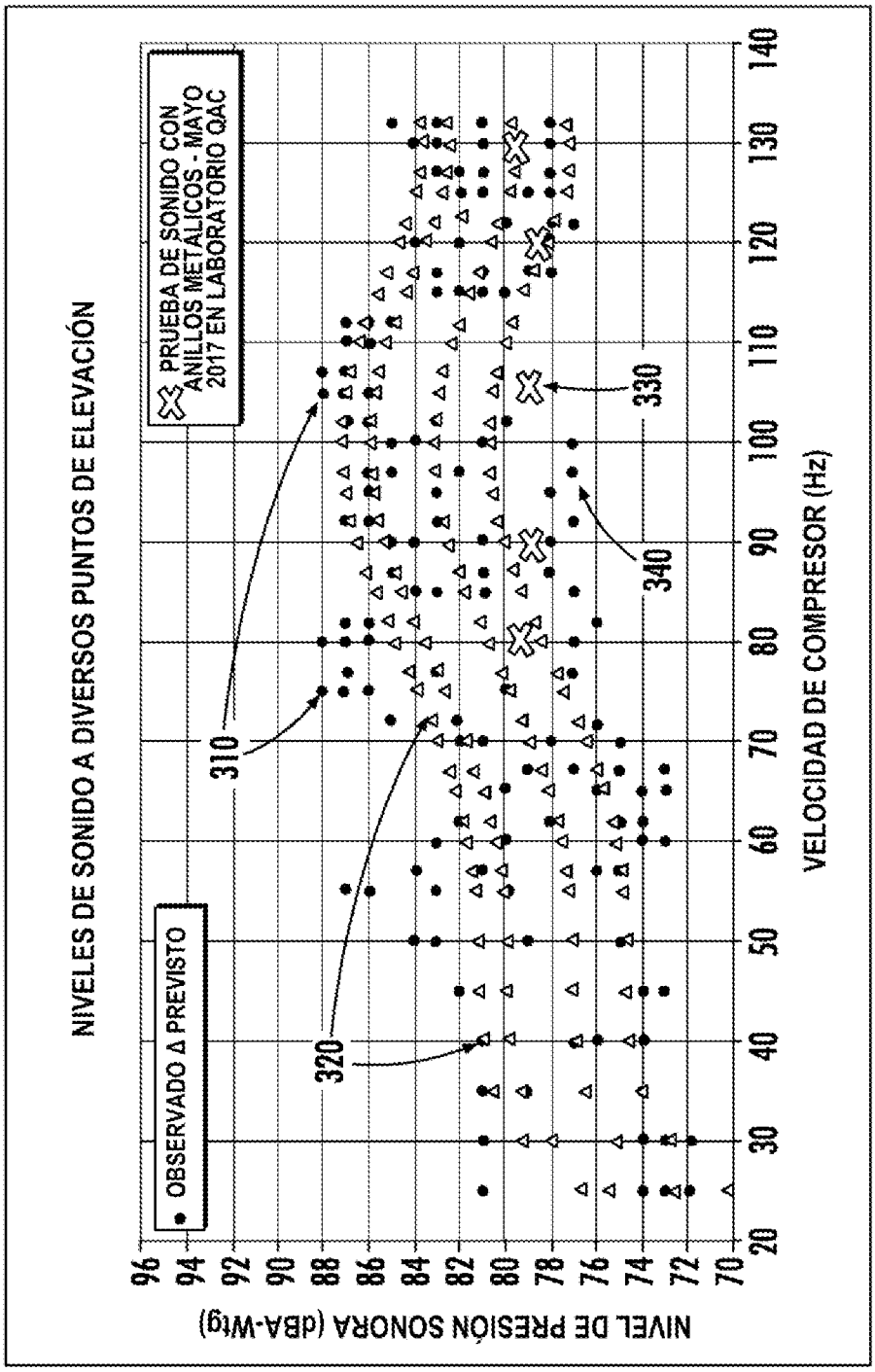

NIVELES DE SONIDO A DIVERSOS PUNTOS DE ELEVACIÓN
OBSERVADO Δ PREVISTO
PRUEBA DE SONIDO CON ANILLOS METÁLICOS - MAYO 2017 EN LABORATORIO QAC
NIVEL DE PRESIÓN SONORA (dBA-Wtg)
VELOCIDAD DE COMPRESOR (Hz)
310
320
330
340

FIG. 5

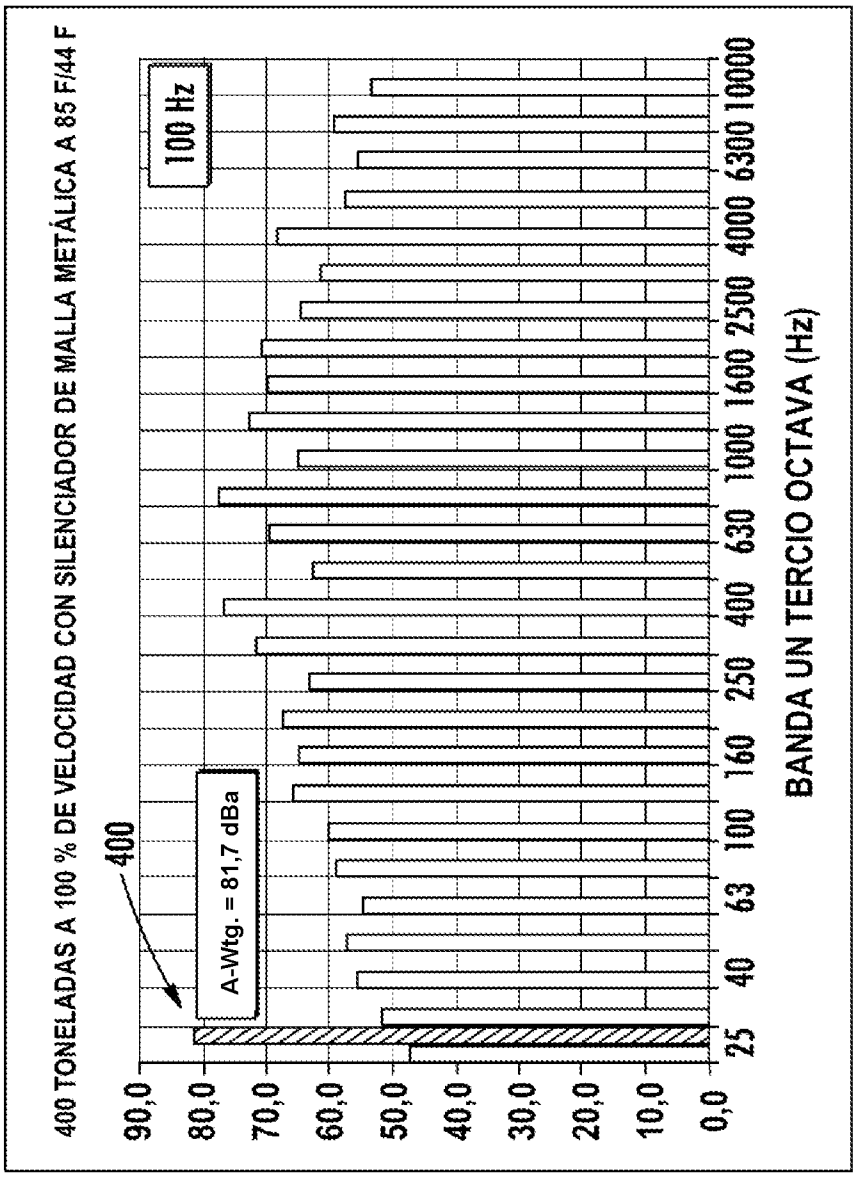

400 TONELADAS A 100 % DE VELOCIDAD CON SILENCIADOR DE MALLA METÁLICA A 85 F/44 F
100 Hz
400
A-Wtg. = 81,7 dBa
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
25 40 63 100 160 250 400 630 1000 1600 2500 4000 6300 10000
BANDA UN TERCIO OCTAVA (Hz)

FIG. 6

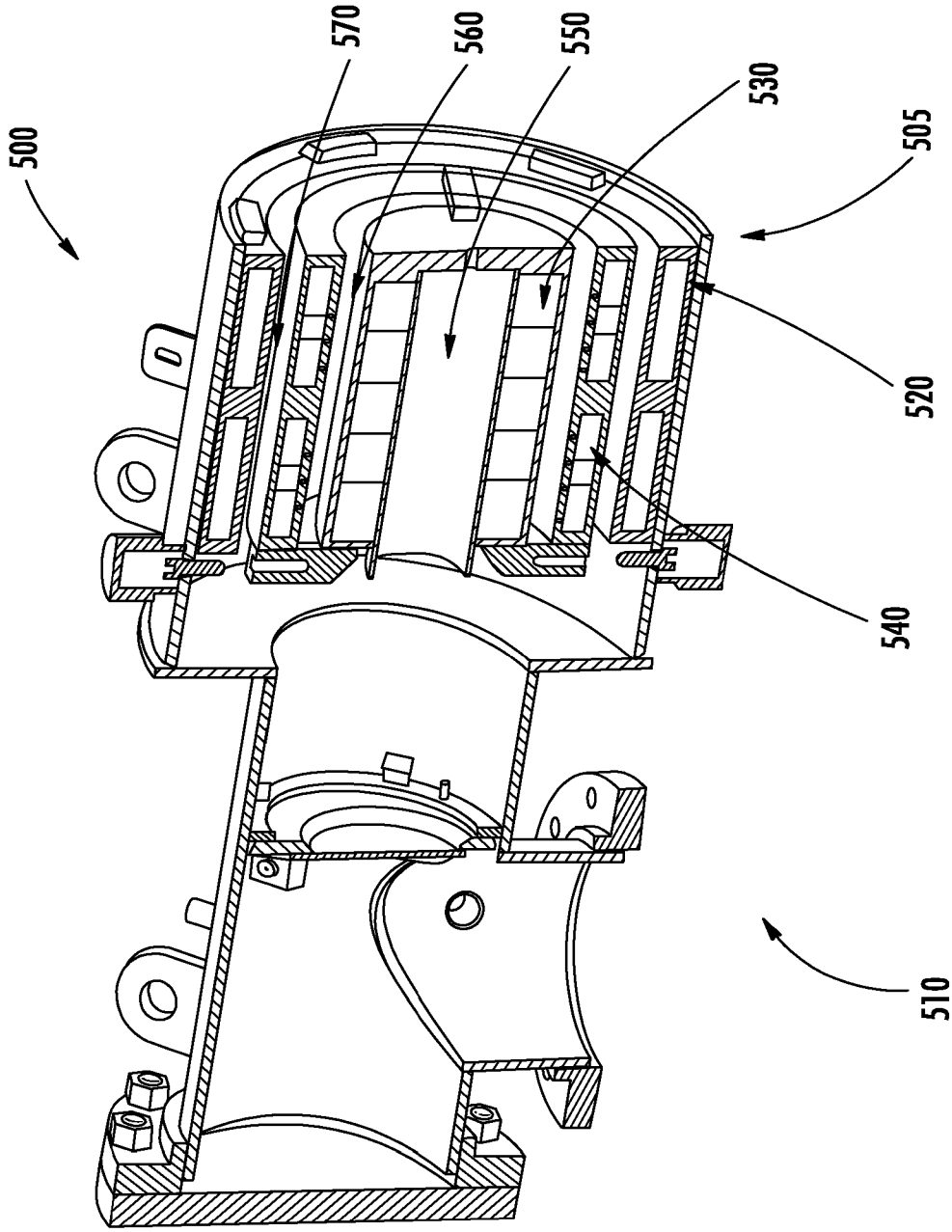


FIG. 7

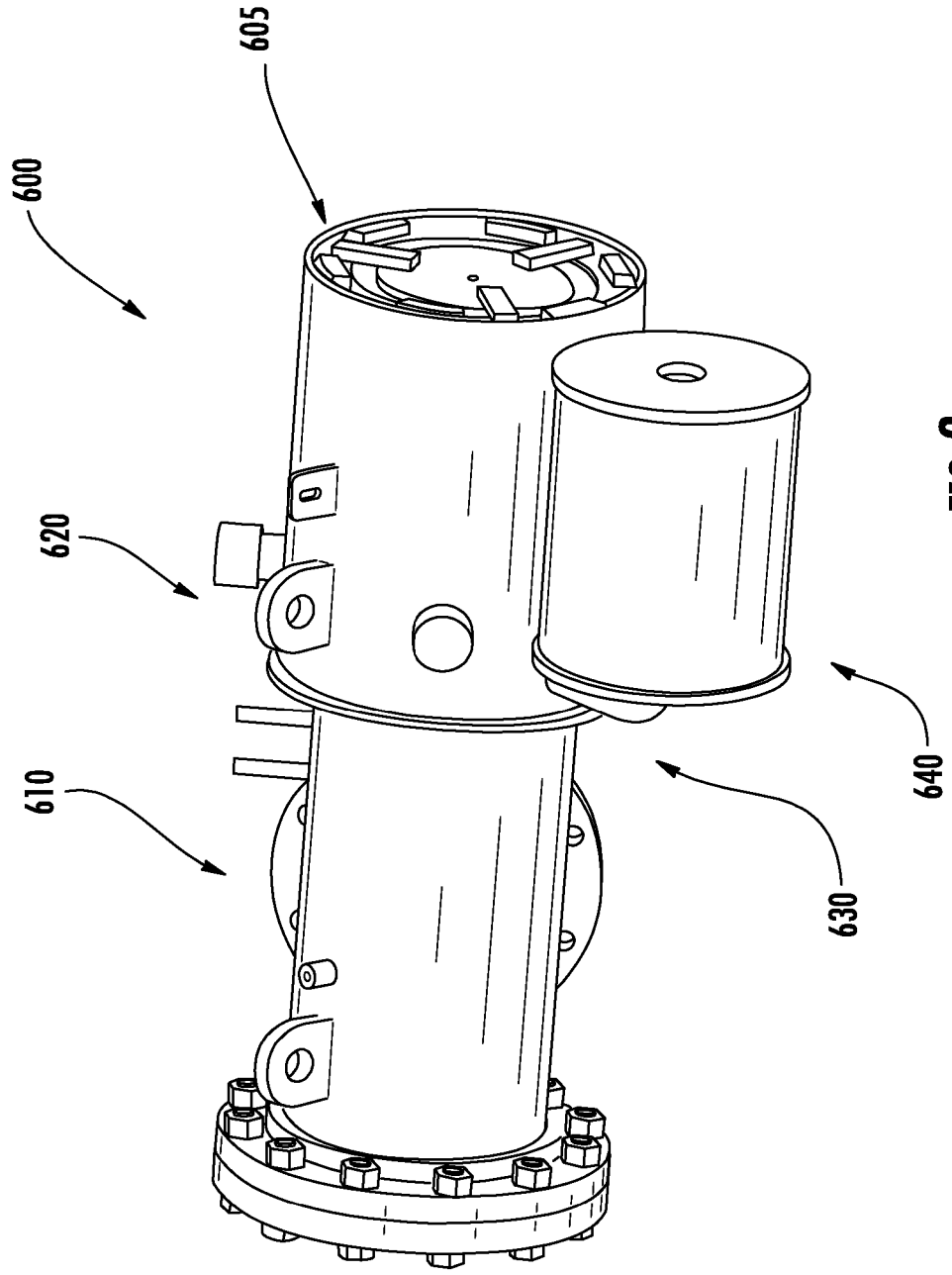


FIG. 8

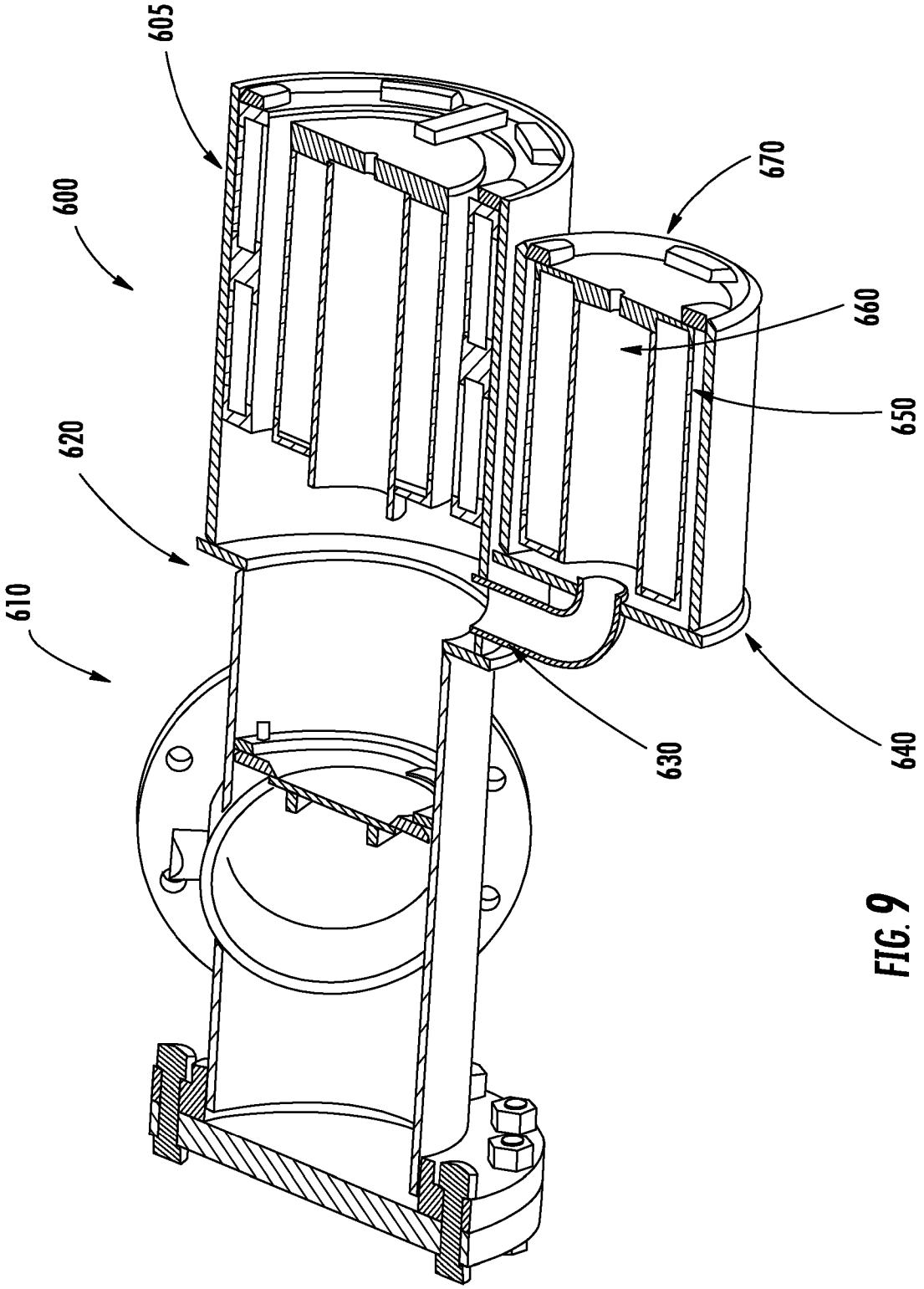


FIG. 9