

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 162**

51 Int. Cl.:

F01P 5/12 (2006.01)

F04D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2012 E 12005234 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.12.2014 EP 2551484**

54 Título: **Bomba de refrigeración accionada neumáticamente**

30 Prioridad:

25.07.2011 IT MI20111379

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

11.03.2015

73 Titular/es:

**METELLI S.P.A. (100.0%)
Via Bonotto 3/5
25033 Cologne BS, IT**

72 Inventor/es:

**VACCARI, STEFANO;
ROVEGLIA, RICCARDO;
TANGHETTI, GIULIO;
MANENTI, DONATO;
ARMELLIN, LUCA y
METELLI, SERGIO**

74 Agente/Representante:

RIERA BLANCO, Juan Carlos

ES 2 531 162 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

Bomba de refrigeración accionada neumáticamente

La presente invención se refiere a una bomba de refrigeración accionada neumáticamente.

5 Más en particular, la presente invención se refiere a una bomba de refrigeración utilizada preferentemente para el transporte y la circulación de refrigerantes, incluyendo, pero no limitado a, en el interior de motores de combustión interna.

10 Se sabe que, en general, pero no sólo en el sector de los motores de combustión interna, durante el transcurso del proceso operativo, algunos componentes y circuitos de los mismos motores tienden a alcanzar temperaturas muy altas, que son peligrosos y potencialmente perjudiciales, tanto para la operación de tales componentes, circuitos y el motor en su conjunto y para su vida útil o vida de trabajo.

Para evitar la aparición de tales efectos graves y peligrosos y proporcionar refrigeración, el motor tiene un sistema adecuado para garantizar la circulación de refrigerantes, tal como para mantener una temperatura adecuada para una operación correcta y duradera del motor.

15 Los tipos de bombas utilizadas para el propósito son numerosas y diferentes en términos de características de construcción y en cuanto a la forma en que operan (bombas mecánicas, bombas electromecánicas, bombas de accionamiento magnético).

20 Estos tipos de bombas conocidos se caracterizan por la presencia de un impulsor enclavado en un árbol colocado en rotación mediante una transmisión por correa, transmisión por engranajes o similares (bombas mecánicas) o el impulsor se coloca en rotación mediante un campo magnético inducido mediante el uso de imanes permanentes coaxiales con el árbol de rotación del propio impulsor (bombas de accionamiento magnético).

25 Tales tipos de bombas conocidos, sin embargo, tienen un inconveniente importante correlacionado con el hecho de que en los mismos el refrigerante circula continuamente con una capacidad de flujo de acuerdo con el número de revoluciones por minuto del motor y, debido a esto, la bomba continúa operando incluso cuando no es estrictamente necesario, por ejemplo, cuando la temperatura exterior es baja o muy baja, con el resultado de que la refrigeración del motor es excesiva y, por lo tanto, incorrecta para su mejor operación a velocidad térmica para el control del consumo y/o la limitación de los contaminantes emitidos.

30 Para obviar este grave inconveniente, se han realizado bombas de refrigeración equipadas con un dispositivo para regular la velocidad de flujo para permitir la circulación del refrigerante sólo cuando realmente se requiera mediante el motor. Una de estas soluciones se describe en el documento DE102005062200, que hace referencia a una bomba de refrigeración para motores de combustión interna adecuada para garantizar una operación continua (a prueba de fallos), incluso en el caso de inconvenientes desafortunados y que comprende un cuerpo de bomba, un árbol de rotación al que está conectado un impulsor, un obturador anular colocado en el cuerpo de la bomba y que tiene una serie de pasadores o pistones acoplados con juntas coaxiales adecuadas para mover el obturador anular en la dirección del impulsor para comprobar la cantidad de refrigerante.

35 Esta solución hace uso de juntas asociadas con árboles para asegurar su deslizamiento axial y permitir la apertura y el cierre de un obturador que abre/cierra los canales para permitir el flujo del fluido y, más específicamente, la voluta (es decir, la cavidad de geometría específica que rodea el impulsor de la bomba) de la propia bomba. No obstante, dichas juntas, que están asociadas con elementos deslizantes, tienden a desgastarse fácilmente con el consiguiente inconveniente de causar fugas de refrigerante.

40 El objeto de la presente invención es superar los inconvenientes anteriores.

Más en particular, el objeto de la presente invención es proporcionar una bomba equipada con un dispositivo para regular el caudal operado neumáticamente y exento del uso de juntas con partes deslizantes típicamente sujetas a desgaste y que se caracteriza por potenciales y desafortunadas fugas de refrigerante.

45 Un objetivo adicional de la presente invención es poner a disposición de los usuarios una bomba de refrigeración operada neumáticamente adecuada para proporcionar un alto nivel de resistencia y fiabilidad a lo largo del tiempo y, además, que se haga de manera fácil y económica.

50 Estos y otros objetos se consiguen mediante la bomba de refrigeración accionada neumáticamente de la presente invención, que comprende un cuerpo de contención colocado por encima de una voluta subyacente dentro de la cual está colocado un obturador que rodea un impulsor enclavado en un árbol de rotación, sumergido en un fluido de agua y glicol y adecuado para poner dicho fluido en movimiento, comprendiendo también la bomba medios mecánicos accionados neumáticamente con el movimiento axial para operar el obturador y medios de sellado estáticos colocados para separar entre el cuerpo de contención y el refrigerante subyacente y que cooperan con dichos medios mecánicos para el movimiento del obturador, estando alojados los medios mecánicos y las juntas estáticas en el cuerpo de contención.

Las características de construcción y funcionales de la bomba accionada neumáticamente de la presente invención pueden entenderse mejor a partir de la descripción detallada que sigue, en la que se hace referencia a los dibujos adjuntos, que representan una realización preferida de una porción de la propia bomba, proporcionada a modo de ejemplo solamente y sin ser limitativa, en los que:

- 5 La figura 1 representa esquemáticamente una vista en sección longitudinal parcial de una porción de la bomba de la invención según una primera configuración operativa;
- La figura 2 representa, a nivel esquemático, una vista en sección longitudinal parcial de una porción de la bomba de la invención según una segunda configuración operativa;
- 10 La figura 3 representa esquemáticamente una vista en sección axonométrica de un componente de la bomba de la invención;
- La figura 4 representa una vista en sección axonométrica de una porción de la bomba de refrigeración de la invención;
- La figura 5 representa una sección de detalle esquemática ampliada de una porción de la bomba de la invención de acuerdo con la vista de la figura 4.
- 15 Con referencia a las ilustraciones mencionadas, la bomba de refrigeración accionada neumáticamente de la presente invención, indicada por 10 en las ilustraciones en conjunto, comprende un cuerpo de contención 12 cerrado en la parte superior, preferiblemente pero no solamente, mediante una tapa 14 estabilizada en la parte frontal superior del cuerpo de contención 12 mediante unos tornillos colocados en unos orificios 13 o por calafateo, encolado o medios de retención equivalentes conocidos.
- 20 Dicho cuerpo de contención 12 se estabiliza con su parte frontal inferior, opuesta a la parte frontal superior, cerrado por la tapa 14, a una voluta subyacente (que no se muestra en la ilustración) en cuyo interior se coloca un obturador que rodea un impulsor enclavado en un árbol de rotación (el obturador y el impulsor tampoco se muestran en la ilustración); con dicho obturador que abre/cierra el canal para el flujo de fluido de refrigeración (agua y glicol) en el que está inmerso el impulsor.
- 25 El cuerpo de contención 12 está definido, preferiblemente, pero no solamente, mediante una base 16 en forma de disco que se desarrolla en el centro, en una dirección vertical y sustancialmente a partir de su parte frontal superior, una porción 18 proporcionada de manera centrada con una cavidad anular ciega 20 formada a partir de la parte frontal superior de la propia porción 18. En el interior de dicha cavidad anular 20 están formados, a partir de la parte inferior de la cavidad y parcialmente desarrollados en la misma en la dirección de la parte frontal superior del cuerpo de contención 12, por lo menos tres cuerpos 22, dispuestos angularmente a 120°, previstos en el interior con una cámara axial 24 con diámetros diferenciados, cuya función se explicará a continuación; dicha cámara axial 24 se comunica en la parte superior con la cavidad anular 20 y en la parte inferior con la parte inferior del cuerpo de contención 12.
- 30 La cavidad anular 20 circunscribe una porción central 26 de la porción 18 del cuerpo de contención 12 que se extiende verticalmente en la dirección de la parte frontal superior 12' de la porción 18 del cuerpo de contención 12 mencionado y para una altura correspondiente a la de la misma porción 18.
- 35 La porción central 26 tiene un orificio axial 27 adecuado para definir el asiento de alojamiento del árbol para la rotación del impulsor de la bomba subyacente.
- A lo largo de la superficie exterior lateral de la porción 18 del cuerpo de contención 12 y en una dirección radial, un conducto 29 se hace que se comunique con la cavidad anular 20; dicho conducto está conectado a un sistema de suministro neumático.
- 40 Conductos 31 adicionales se hacen a lo largo de la superficie lateral de la porción 18 en una dirección radial y en correspondencia con cada cuerpo 22; dichos conductos adicionales ponen una porción específica de la cámara axial 24 en contacto con el exterior y, en consecuencia, esta cámara está en condiciones de presión atmosférica.
- 45 La función de dicho conducto 29 y de los conductos 31 adicionales se detalla a continuación.
- La cavidad anular 20 está cerrada en la parte superior mediante una junta anular 28, hecha de caucho o de otro material conocido con características elásticas y adecuado para el propósito, en el que las aletas están en contacto con los bordes de la cavidad anular 20. La junta anular 28 encaja parcialmente en la cavidad anular 20 con sus superficies periféricas verticales en contacto con las superficies del perímetro de la propia cavidad anular.
- 50 En la configuración mostrada en la figura 1, que define una primera configuración o configuración de reposo del dispositivo de bomba de la invención, el perfil de sección de la junta anular 28 tiene una forma ondulada o una forma de "W" con una cresta o cúpula 30 incluida entre dos ranuras 32 paralelas y opuestas.
- En la configuración en la figura 2, que representa una segunda configuración o configuración de funcionamiento del

dispositivo de bomba de la invención, el perfil de la misma junta anular 28 toma una forma de tipo en "U" con una ranura 34.

5 Dentro de la cavidad anular 20, en una posición intermedia respecto a los cuerpos 22 y a 120° entre sí, al menos tres posibles pasadores de guía 36 están dispuestos estabilizados con un extremo respecto a un asiento 38 formado en la superficie inferior o base de la cavidad anular 20. Un posible elemento elástico, definido por un muelle helicoidal 40, está montado coaxialmente sobre cada pasador de guía 36.

En una realización alternativa, el conjunto definido por el pasador de guía 36 y por el muelle helicoidal 40 no está presente.

10 La cavidad anular 20 define el alojamiento y el movimiento axial del asiento de una unidad de accionamiento que comprende un anillo 42, coaxial con la cavidad anular 20, acoplado en la parte superior con la junta 28 dentro de la cresta 30 (en condiciones de reposo) y que comprende al menos tres cavidades o asientos circulares 43, respecto a las cuales están conectados en la parte inferior por lo menos tres vástagos 44 dispuestos coaxialmente a cada cuerpo 22 y parcialmente deslizantes respecto a la cámara axial 24 de los propios cuerpos.

15 Cada vástago 44 consiste en una primera varilla 46 que sobresale de la cámara axial 24 en la cavidad anular 20 y estabilizada, en correspondencia con su extremo superior, en la cavidad o asiento redondo 43 del anillo 42 mediante un anillo de retención elástico 45, mediante una expansión de cono truncado 50 con una porción inferior de menor diámetro o base girada en la dirección de la porción inferior de la cámara axial 24 y en contacto con un diafragma 52, mediante una segunda varilla 54 que se extiende desde la porción de menor diámetro o base de la expansión de cono truncado 50 que atraviesa la cámara axial 24 y está conectada al obturador (no se muestra en la ilustración).

20 El diafragma 52 es en forma de copa con la superficie lateral exterior del borde en correspondencia con el extremo inferior abierto del propio diafragma en contacto con las paredes laterales de la cámara axial 24; este diafragma está bloqueado en la superficie lateral de la cámara axial 24, en correspondencia con su extremo abierto, mediante al menos un anillo conformado 53 colocado en contacto con la superficie lateral interior de la junta 52 en correspondencia con el extremo abierto de la propia junta, estando dicho al menos un anillo conformado 53, a su vez, fijado a la porción inferior de la cavidad 24 mediante un anillo de tope 61 o mediante otros medios de retención tradicionales y conocidos.

Al menos otro anillo de tope 56, colocado en la parte inferior del diafragma 52 en el lado opuesto en comparación con el extremo abierto, garantiza un acoplamiento estable y seguro entre el propio diafragma y la segunda varilla 54 del vástago 44 de la unidad de accionamiento.

30 El diafragma 52 crea el sello estático entre la cámara axial 24 del cuerpo de contención 12 y la porción inferior de la bomba, en la que agua y glicol están presentes bajo presión; dicho diafragma, además, coopera con el movimiento ascendente y descendente de los vástagos conectado al anillo 42 de la unidad de accionamiento, sin moverse de ninguna manera respecto a su asiento de alojamiento.

35 La primera varilla 46 de cada vástago 44 es deslizante respecto a una junta adicional 58 dispuesta en el interior de la cámara axial 24 en correspondencia con la porción de mayor diámetro superior o la base de la expansión de cono truncado 50 del vástago 44 y respecto a un casquillo 60 del tipo de brida dispuesto por encima de la junta adicional 58 y fuera de la cámara axial 24.

40 El extremo superior del elemento elástico o muelle helicoidal 40 (si está montado) está acoplado en contacto con la parte frontal inferior del anillo 42 de la unidad de accionamiento que, en la configuración mostrada en la figura 1 o la configuración de reposo, aparece instalado en el interior de la cresta 30 de la junta anular 28.

La operación de la bomba de refrigeración operada neumáticamente de la presente invención, descrita en detalle anteriormente con referencia a sus componentes técnicos estructurales, se describe a continuación.

45 En condiciones no operativas o de reposo, cuando el obturador está abierto y no impide que el fluido acceda a la voluta, el impulsor de la bomba está en rotación, provocando la circulación del refrigerante en el interior del circuito de refrigeración; el dispositivo de la invención está en la configuración mostrada en la figura 1.

50 A partir de dicha configuración de reposo, el circuito de suministro de aire toma aire desde la cavidad anular 20 a través del conducto 29, creando un vacío dentro de la cavidad anular 20 y, en consecuencia, el diafragma anular 28 se deforma con la cresta 30 que cae añadiéndose sobre las ranuras 32 y que definiendo una única ranura 34. Debido al efecto de tal deformación, el anillo 42 de la unidad de accionamiento se mueve por deslizamiento axial dentro de la cavidad anular 20, haciendo que los vástagos 44 se deslicen coaxialmente a la cámara axial 24, presionando la expansión de cono truncado 50 de cada vástago 44 sobre el diafragma 52, provocando una deformación hacia abajo de la parte inferior cerrada del mismo, como se esquematiza en la figura 2.

55 La deformación del diafragma anular 28 y, por consiguiente, el deslizamiento axial del anillo 42, también determina una compresión de cualquier elemento elástico o muelle helicoidal 40 respecto al pasador de guía 36, como se esquematiza en la figura 2.

De esta manera, el obturador, al que las segundas varillas 54 de los vástagos 44 están conectados, cae y va y se ajusta sobre el impulsor de la bomba para interrumpir la circulación del refrigerante en la propia bomba; el impulsor, sin embargo, continúa girando sin circulación del refrigerante en el interior del circuito.

5 Cuando el circuito de suministro de aire interrumpe la extracción del aire de la cámara anular 20, la presión del refrigerante en la región por debajo del cuerpo de contención 12, que actúa sobre el diafragma 52, junto con la fuerza de retomo de cualesquiera elementos elásticos o muelles helicoidales 40, devuelve el sistema a la configuración de reposo esquematizada en la figura 1.

10 En una realización alternativa, los elementos elásticos o los muelles de acción de retorno 40 y, por consiguiente, los pasadores de guía 36 no están presentes; la acción de retorno o inversión de deslizamiento axial del anillo 42 y de los vástagos 44 de la unidad de accionamiento está definida por la presión del líquido en la parte por abajo del cuerpo de contención 12 aplicada sobre el diafragma 52. Como se puede ver a partir de lo anterior, las ventajas conseguidas por la bomba operada neumáticamente de la invención son evidentes.

15 La bomba de refrigeración operada neumáticamente de la invención permite ventajosamente la separación de la porción de la bomba sumergida en el líquido (agua y glicol) y la porción sumergida en el aire, mediante la utilización de juntas estáticas.

Una ventaja adicional es el hecho de que la bomba de la invención utiliza juntas estáticas definidas por los diafragmas 52; estos definen juntas estáticas que no están sujetas a movimientos relativos durante el deslizamiento del pistón y, por lo tanto, no están sujetas a desgaste por deslizamiento y proporcionan a la bomba en su conjunto una vida de trabajo más larga, sin el riesgo de que se produzcan fugas de refrigerante.

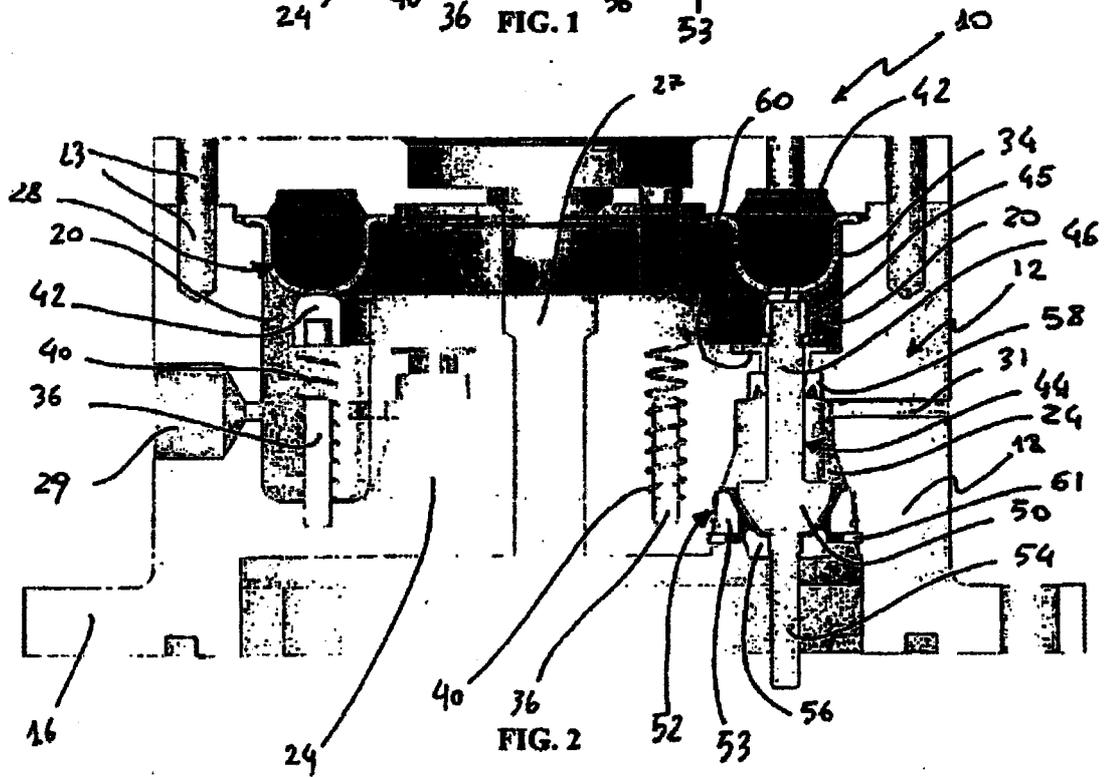
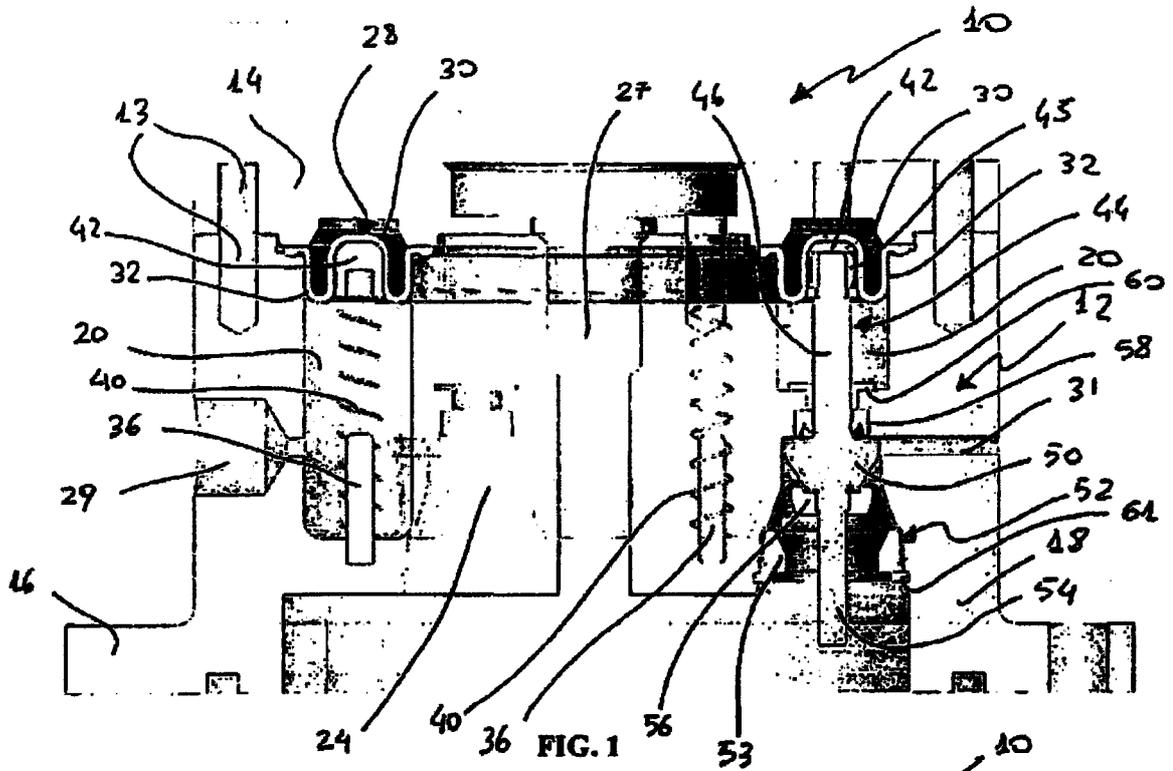
20 Una ventaja adicional está representada por el hecho de que la bomba accionada neumáticamente de la invención permite activar/desactivar el suministro de refrigerante al circuito, manteniendo siempre la rotación del impulsor de la bomba.

25 Aunque la invención ha sido descrita anteriormente con especial referencia a una de sus realizaciones proporcionada mediante un único ejemplo y sin intención de ser limitativa, numerosas modificaciones y variaciones serán evidentes para un técnico en el campo a la vista de la descripción proporcionada anteriormente. La presente invención, por lo tanto, se pretende que abarque todas las modificaciones y variaciones que caen dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba de refrigeración (10) operada neumáticamente, especialmente adecuada para el transporte y la circulación de refrigerantes en motores de combustión interna, que comprende un cuerpo de contención (12) situado por encima de una voluta subyacente dentro de la cual se coloca un obturador que rodea un impulsor enclavado en un árbol de rotación, sumergido en un fluido de agua y glicol y adecuado para poner en movimiento dicho fluido, comprendiendo la bomba operada neumáticamente medios mecánicos con el movimiento axial para operar el obturador definido por una unidad de accionamiento que comprende un anillo (42) y al menos tres varillas (44) que se deslizan axialmente respecto al cuerpo de contención (12), caracterizada porque también comprende medios de sellado estáticos definidos por diafragmas conformados (52), estabilizados a las varillas (44) y al cuerpo de contención (12), colocados para separar entre el cuerpo de contención (12) y el refrigerante subyacente y que cooperan con la unidad de accionamiento para el movimiento del obturador.
2. La bomba de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que el cuerpo de contención (12) comprende una base discoidal (16) que se desarrolla de manera centrada, en una dirección vertical y comenzando con su parte frontal superior, una porción (18) proporcionada de manera centrada con una cavidad anular ciega (20) formada desde la parte frontal superior (12') de la propia porción (18), dentro de cuyas cavidades anulares (20) están formados, a partir de la parte inferior de la cavidad y parcialmente extendidos en esta en la dirección de la parte frontal superior del cuerpo de contención (12), al menos tres cuerpos (22) dispuestos angularmente a 120° y provistos en el interior de una cámara axial (24) con diámetros diferenciados y que se comunican en la parte superior con la cavidad anular (20) y en la parte inferior con la parte inferior del cuerpo de contención (12), siendo dichos cuerpos (22) y cámaras axiales (24) adecuados para la definición del alojamiento para los medios mecánicos operativos y para las juntas estáticas, estando la porción (18) del cuerpo de contención (12) provista de un conducto (29) que se comunica con la cavidad anular (20) y con conductos adicionales (31) que se comunican con las cámaras axiales (24), con dicho conducto (29) y los conductos adicionales (31) hechos en dirección radial y adecuados para conectar la cavidad anular al sistema de suministro de aire y cada cámara axial al entorno exterior en condiciones de presión atmosférica, respectivamente.
3. La bomba de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque la cavidad anular (20) del cuerpo de contención (12) está cerrada en la parte superior mediante una junta anular (28), cuyas aletas perimetrales están en contacto con los bordes de dicha cavidad anular, estando la junta anular (28) parcialmente colocada en la cavidad anular (20) con sus superficies periféricas verticales opuestas en contacto con las superficies perimetrales de la propia cavidad anular, estando colocada dicha junta angular, que en condiciones de reposo tiene una forma ondulada o una forma de "W" con una cresta o cúpula (30), entre dos ranuras paralelas y opuestas (32) y que en las condiciones operativas tiene una forma de "U" con una ranura (34).
4. La bomba de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el anillo (42) es coaxial con la cavidad anular (20) y acoplada en la parte superior con la junta (28), estando los al menos tres vástagos (44) dispuestos a 120°, que se deslizan axialmente respecto a los cuerpos (22) y estabilizados por debajo del anillo (42) en correspondencia con cavidades o asientos circulares (43) del mismo, comprendiendo cada vástago (44) una primera varilla (46) que sobresale de la cámara axial (24) en la cavidad anular (20) y el extremo superior del cual se sujeta respecto a la cavidad o asiento circular (43) del anillo (42) mediante un anillo de retención elástico (45), una expansión de cono truncado (50) que tiene una porción inferior o base de menor diámetro girada en la dirección de la parte inferior de la cámara axial (24) y una segunda varilla (54) que se extiende desde la porción o base de menor diámetro de la expansión de cono truncado (50) que cruza la cámara axial (24) y conectada con el elemento móvil u obturador para activar/desactivar la circulación del refrigerante.
5. La bomba de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el diafragma (52) es en forma de copa, con la superficie lateral exterior del borde en correspondencia con el extremo inferior abierto en contacto con la superficie lateral de la cámara axial (24) y fijada a esta mediante al menos un anillo conformado (53) colocado en contacto con la superficie lateral interior de la junta (52) en correspondencia con el extremo abierto del mismo, con dicho al menos un anillo conformado (53) fijado a la parte inferior de la cavidad axial (24) mediante el anillo de retención (61), estando la superficie inferior exterior del diafragma (52) en contacto con la parte inferior o base de menor diámetro de la expansión (50) del pistón (44), con dicho diafragma teniendo al menos otro anillo de retención (56) colocado en la parte inferior interior del diafragma (52) en el lado opuesto respecto a la expansión (50), coaxial con el segundo vástago (54) del pistón (44) y adecuado para la estabilización de dicho diafragma respecto a dicha segunda varilla (54) del vástago (44) de la unidad de accionamiento.
6. La bomba de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque la primera varilla (46) del vástago (44) se desliza respecto a una junta adicional (58) dispuesta dentro de la cámara axial (24) en correspondencia con la porción superior o base con mayor diámetro de la expansión de cono truncado (50) del propio vástago y respecto a un casquillo rebordeado (60) dispuesto por encima del diafragma (58) y fuera de la cámara axial (24) en la parte frontal superior o base del cuerpo (22).
7. La bomba de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque los medios mecánicos accionados neumáticamente comprenden al menos tres posibles elementos elásticos o muelles helicoidales (40), cada uno montado coaxialmente sobre un pasador de guía (36) dispuesto dentro de la cavidad anular (20) en

posición intermedia respecto a los cuerpos (22) y con el extremo inferior estabilizado respecto a un asiento (38) formado en la parte inferior del extremo superior del elemento elástico o muelle helicoidal (40) que se apoya en la parte frontal inferior del anillo (42) de la unidad de accionamiento.



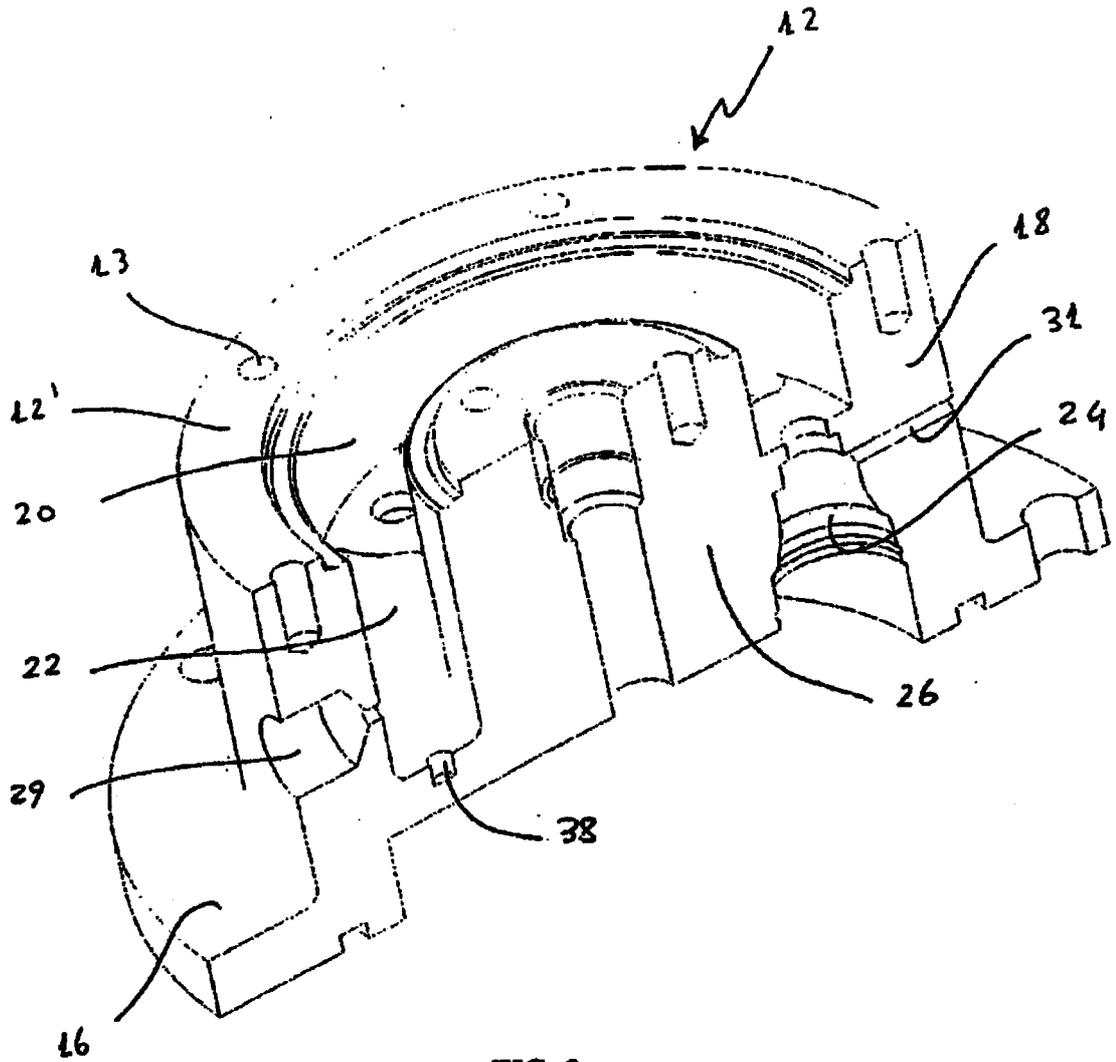


FIG. 3

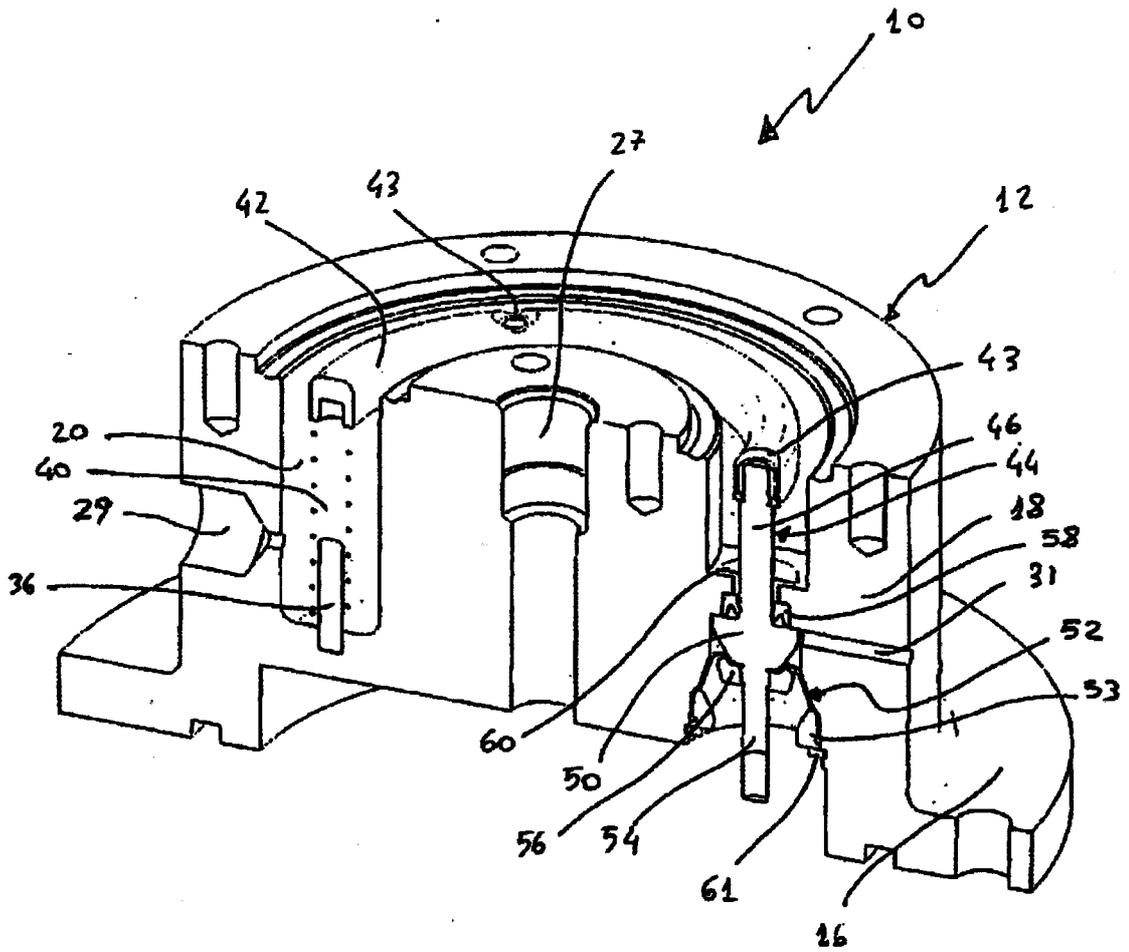


FIG. 4

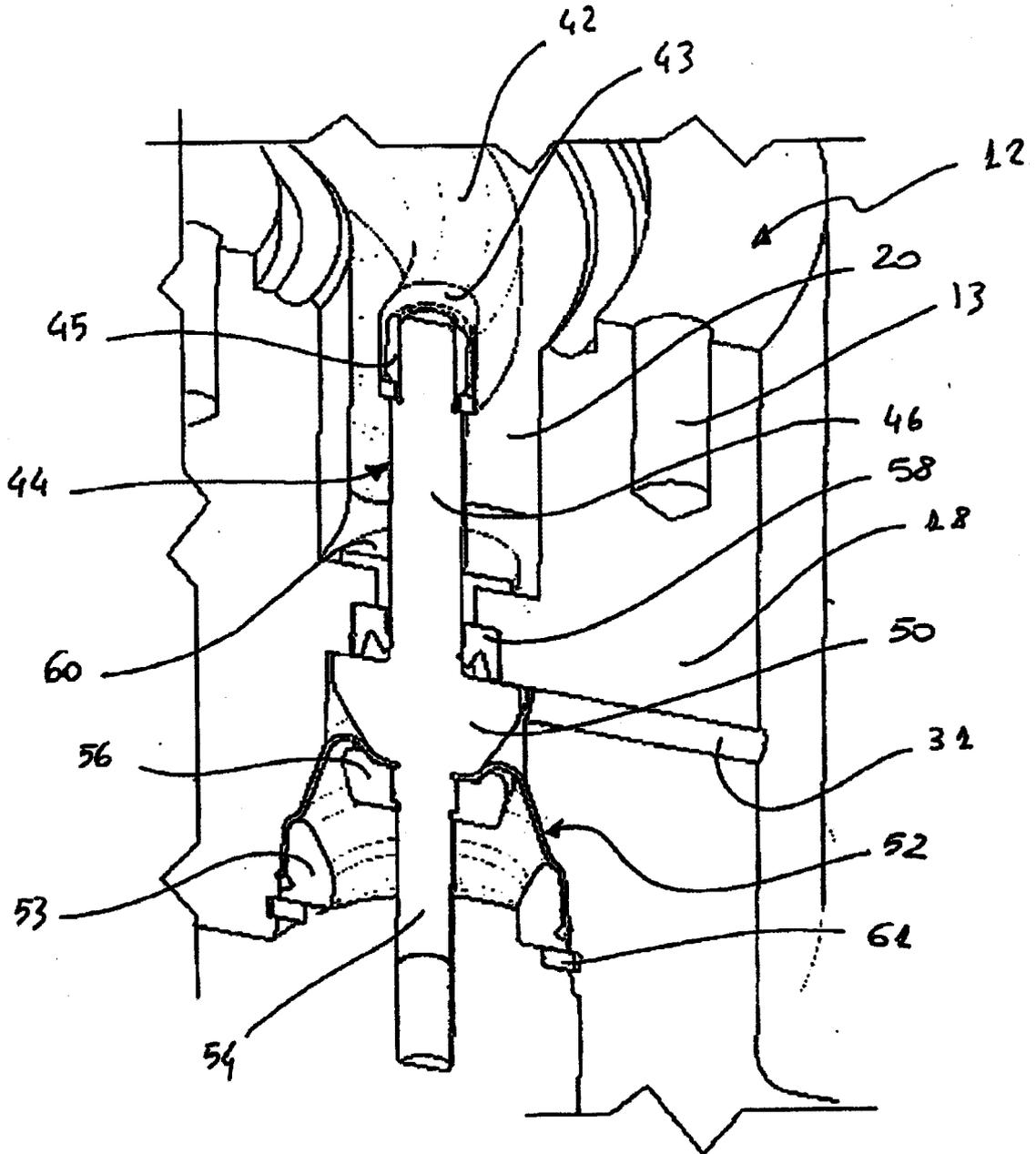


FIG. 5