(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 871 129**

(51) Int. CI.:

F04C 2/107 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2018 PCT/IB2018/054004**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2019 WO19002994**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2018 E 18729211 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2021 EP 3645889**

(54) Título: **Máquina volumétrica cilíndrica simétrica**

(30) Prioridad:

28.06.2017 BE 201705459

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2021

(73) Titular/es:

ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE VENNOOTSCHAP (100.0%)
Boomsesteenweg 957
2610 Wilrijk, BE

(72) Inventor/es:

FABRY, ERIK PAUL;
GOETHALS, ANTON JAN y
RAES, BART MARIA M.

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

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

Máquina volumétrica cilíndrica simétrica

La presente invención se refiere a una máquina volumétrica cilíndrica simétrica.

Una máquina volumétrica también se conoce con el nombre: "máquina de desplazamiento positivo".

Más específicamente, la invención se refiere a máquinas tales como expansores, compresores y bombas con una simetría cilíndrica que comprende dos rotores, a saber, un rotor interior que está montado de manera giratoria en un rotor exterior.

Dichas máquinas ya se conocen y se describen, por ejemplo, en el documento US 1.892.217. También se sabe que los rotores pueden tener forma cilíndrica o cónica.

Se sabe que dichas máquinas pueden accionarse mediante un motor eléctrico.

De este modo, un árbol de rotor de un rotor de motor accionará un árbol de rotor del rotor interior o exterior, por lo que se hace uso de engranajes, acoplamientos, transmisiones por correa o elementos similares para realizar una transmisión entre ambos árboles del rotor.

Dichas máquinas son muy voluminosas y constan de numerosas piezas del motor, compresor, o rotores expansores y alojamientos asociados.

Como consecuencia, la "huella" o el consumo de espacio de la máquina es relativamente grande.

La máquina también será relativamente costosa, debido a las numerosas piezas y debido a un montaje consecuentemente más costoso. Otra desventaja es la necesidad de gran cantidad de juntas y cojinetes de árbol para sellar todas las piezas y para montar estas piezas de manera giratoria en los alojamientos.

Las juntas suponen un riesgo si fallan, mientras que los cojinetes conllevan pérdidas.

El documento US 6.361.292 desvela una máquina volumétrica con un rotor exterior giratorio y un rotor interior, rotor exterior que se acciona mediante un motor eléctrico dispuesto en la circunferencia exterior del rotor exterior.

El documento US 2.765.114 desvela una máquina volumétrica con un estátor fijo y un rotor de forma cónica en vista longitudinal y que se acciona mediante un motor exterior que se conecta al rotor mediante un árbol.

El fin de la presente invención es proporcionar una solución a una o más de las desventajas anteriores y/o a otras distintas. La presente invención se refiere a una máquina volumétrica cilíndrica simétrica de acuerdo con la reivindicación 1.

Una ventaja es que no hay necesidad de transmisión entre el rotor exterior y el estátor del motor o el rotor del motor, ya que el estátor del motor acciona directamente el rotor exterior, de manera que son necesarias menos piezas.

Otra ventaja es que, debido al montaje del motor eléctrico alrededor del rotor exterior, puede disminuirse la huella de la máquina, y la máquina se hace más pequeña y compacta.

Además, se necesitan menos juntas de árbol, lo que aumenta la fiabilidad de la máquina.

Asimismo, son necesarios menos cojinetes, lo cual se traduce en menos pérdidas y, en consecuencia, una máquina más eficiente.

En una realización práctica, el rotor del motor y el rotor exterior están dispuestos como un conjunto o forman un conjunto.

El rotor del motor y el rotor exterior pueden, por ejemplo, estar unidos directamente por medio de un racor a presión, mediante soldadura, o similar.

Esta realización tiene la ventaja de que se puede utilizar un rotor exterior convencional.

En otra realización práctica, el rotor exterior actúa como rotor del motor.

Esto garantizará que la máquina se pueda hacer aún más compacta, como si varias piezas ya no estuvieran presentes, a medida que se combinan funciones de piezas o componentes, es decir, se comparten determinadas piezas.

Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, algunas realizaciones preferidas de una máquina volumétrica cilíndrica simétrica de acuerdo con la invención se describen a continuación a modo de ejemplo, sin ninguna naturaleza limitante, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en donde:
la Figura 1 muestra esquemáticamente una máquina de acuerdo con la invención.

La máquina 1 mostrada esquemáticamente en la Figura 1 es en este caso un dispositivo compresor.

De acuerdo con la invención también es posible que la máquina 1 sea un dispositivo expansor. La invención también puede referirse a un dispositivo de bomba.

La máquina 1 es una máquina volumétrica cilíndrica simétrica 1, también denominada "máquina de desplazamiento positivo cilíndrica simétrica". Esto significa que la máquina 1 presenta una simetría cilíndrica, es decir, las mismas propiedades simétricas que un cono.

La máquina 1 comprende un alojamiento 2 que está provisto de una entrada 3 para la succión del gas que se va a comprimir y una salida 4 para gas comprimido. El alojamiento 2 define una cámara 5.

En el alojamiento 2 de la máquina 1, dos rotores cooperantes 6a, 6b se encuentran en esta cámara 5, a saber, un rotor exterior 6a que está montado de manera giratoria en el alojamiento 2 y un rotor interior 6b que está montado de manera giratoria en el rotor exterior 6a.

Ambos rotores 6a, 6b están provistos de lóbulos 7 y pueden girar uno encima de otro de manera cooperativa, por lo que entre los lóbulos 7 emerge una cámara de compresión 8 cuyo volumen se reduce por la rotación de los rotores 6a, 6b, de manera que el gas que queda atrapado en esta cámara de compresión 8 se comprime. El principio es muy similar a los rotores de tornillo cooperativos tangentes conocidos.

Los rotores 6a, 6b se montan mediante cojinetes en la máquina 1, por lo que el rotor interior 6b se monta en un extremo 9a dentro de la máquina 1. En este caso, solo se aplica un cojinete 10 para montar el rotor interior 6b dentro del alojamiento 2 de la máquina 1. Este cojinete 10 es un cojinete axial para soportar la fuerza axial que se ejerce sobre el rotor interior 6b. Esta fuerza axial se dirigirá hacia la izquierda.

El otro extremo 9b del rotor interior 6b es, por decirlo de algún modo, sostenido o soportado por el rotor exterior 6a.

El rotor exterior 6a está, en el ejemplo mostrado, en ambos extremos 9a, 9b montado mediante cojinetes en la máquina 1. De este modo, se hace uso de al menos un cojinete axial 12. Este podrá soportar las fuerzas axiales a las que está expuesto el rotor exterior 6a. El otro cojinete 11 mediante el cual el rotor exterior 6a se monta dentro del alojamiento 2, puede ser otro tipo de cojinete que no sea un cojinete axial.

Debido a esta sencilla disposición de cojinetes, las pérdidas con respecto a los cojinetes 10, 11, 12 pueden mantenerse lo más reducidas posible.

En el ejemplo mostrado, los rotores 6a, 6b tienen forma cónica, por lo que el diámetro D, D' de los rotores 6a, 6b disminuye en una dirección axial X-X'. Esta no es una condición necesaria para la invención, el diámetro D, D' de los rotores 6a, 6b también puede ser una constante o variar de otra manera en la dirección axial X-X'.

Dicha forma de los rotores 6a, 6b es apropiada tanto para un compresor como para un dispositivo expansor. Los rotores 6a, 6b también pueden tener alternativamente una forma cilíndrica con un diámetro constante D, D'. Estos pueden tener un paso variable de manera que haya una relación de volumen incorporado, en el caso de un compresor o dispositivo expansor, o un paso constante, en el caso de que la máquina 1 sea un dispositivo de bomba.

Un eje 13 del rotor exterior 6a y un eje 14 del rotor interior 6b no son paralelos, pero están colocados bajo un ángulo a, por lo que estos ejes 13, 14 se cruzan en un punto P.

Esta no es una condición para la invención. Por ejemplo, si los rotores 6a, 6b tienen un diámetro constante D, D', los ejes 13, 14 pueden ser ciertamente paralelos.

Aunque los ejes 13, 14 están colocados bajo un ángulo α, estos son ejes fijos 13, 14. Esto significa que, durante la rotación de los rotores 6a, 6b, los ejes 13, 14 no se desplazarán ni se moverán con respecto al alojamiento 2 de la

máquina 1. Dicho de otro modo, los ejes 13, 14 no realizarán un movimiento orbital.

Esto tiene la ventaja de que no es necesario proporcionar nada más, tal como engranajes especiales para garantizar un movimiento relativo correcto entre ambos rotores 3a, 3b.

Además, la máquina 1 también está provista de un motor eléctrico 15 que accionará los rotores 6a, 6b. Este motor 15 está provisto de un rotor de motor 16 y un estátor de motor 17.

De acuerdo con la invención, el motor eléctrico 15 está montado alrededor del rotor exterior 6a, por lo que el estátor del motor 17 acciona directamente el rotor exterior 6a.

En el ejemplo mostrado, esto se realiza debido a que el rotor exterior 6a también actúa como rotor del motor 16.

Dicho de otro modo: una pieza de la máquina 1 realizará dos funciones, a saber, la función del rotor exterior 6a y la función del rotor del motor 16.

De esta forma, el estátor del motor 17 accionará directamente el rotor exterior 6a.

Esto tiene como consecuencia que la máquina 1 comprenderá menos piezas, de manera que la máquina 1 será más compacta y menos compleja.

Dado que el estátor del motor 17 del motor eléctrico 15 genera habitualmente un campo giratorio simétrico cilíndrico para accionar el rotor del motor 16, este rotor de motor 16 y, por tanto, en este caso también el rotor exterior 6a, tiene que mostrar una simetría cilíndrica.

Como el rotor exterior 6a asume la función del rotor del motor 16, el motor 15 no añade ninguna pieza giratoria adicional a la máquina 1. Por este motivo, tampoco hay por tanto cojinetes adicionales y similares con pérdidas asociadas.

En este caso, los imanes 18 del motor eléctrico 15 están incorporados preferentemente en el rotor exterior 6a. Estos imanes 18 pueden ser imanes permanentes. Evidentemente, también es posible que estos imanes 18 no estén incorporados en el rotor exterior 6a, sino que estén montados, por ejemplo, sobre un lado exterior del mismo.

En lugar de un motor eléctrico 15 con imanes permanentes (es decir, un motor síncrono de imanes permanentes), también se puede aplicar un motor de inducción asíncrono, por lo que los imanes 18 se sustituyen por una armadura de jaula de ardilla. Mediante inducción desde el estátor del motor 17, se induce una corriente en la armadura de la jaula de ardilla.

Por otro lado, el motor 15 también puede ser del tipo de reluctancia o del tipo de inducción o una combinación de tipos.

Como se puede observar en la figura, el motor eléctrico 15 solo se extiende a lo largo de una parte de una longitud L de los rotores 6a, 6b, por lo que el motor 15 está situado en un extremo 9b con un diámetro más pequeño D.

Esto significa que los imanes 18 están situados en el extremo 9b de los rotores 6a, 6b con un diámetro menor D. Evidentemente, también es posible que los imanes 18 y el motor 15 estén situados en el otro extremo más grande con un diámetro D'.

Esto supondrá incluso un ahorro de espacio adicional, de manera que la máquina 1 se vuelve aún más compacta.

Para hacer la máquina 1 lo más compacta posible, un diámetro máximo E del motor 15 es preferentemente como máximo dos veces, preferentemente como máximo 1,7 veces, y más preferentemente como máximo 1,5 veces, el diámetro máximo D' del rotor exterior 6a.

Sin embargo, la invención no se limita a estas dimensiones mencionadas. Como alternativa, el diámetro máximo D' del rotor exterior 6a puede, por ejemplo, ser mayor que un diámetro interior F del estátor del motor 17. Para hacer la máquina 1 aún más compacta, el diámetro máximo D' del rotor exterior 6a puede ser mayor que el diámetro máximo E del motor 15, es decir, el diámetro exterior del estátor del motor 17. Si el rotor exterior 6a se fabrica mediante moldeo por inyección, los imanes 18 se comoldean preferentemente en el rotor exterior 6a durante el proceso de moldeo por inyección.

Entre otras cosas, es debido a esta característica en combinación con el hecho de que el motor 15 está situado en el extremo 9b de los rotores 6a, 6b con el diámetro más pequeño D, que el diámetro máximo E del motor 15 se puede

mantener tan pequeño. Cuanto menor sea el diámetro máximo E del motor 15, más compacta será la máquina final 1 y menor será la huella de la máquina 1.

Evidentemente, no se excluye que otras piezas de la máquina 1, tal como, por ejemplo, el rotor interior 6b, también se fabriquen mediante moldeo por inyección.

El estátor del motor 17 está montado alrededor del rotor exterior 6a a modo de envoltura, por lo que el primero se encuentra en este caso en el alojamiento 2 de la máquina 1.

Al montar el motor 15 dentro del alojamiento 2 de la máquina 1, no hace falta proporcionar un alojamiento de motor especial y la máquina 1 puede disponerse de manera más compacta. Además, tampoco hay necesidad de juntas entre el motor 15 y los rotores 6a, 6b.

Además, de esta forma, la lubricación del motor 15 y los rotores 6a, 6b puede controlarse en conjunto, ya que están situados en el mismo alojamiento 2 y, en consecuencia, no están aislados entre sí.

Evidentemente, también es posible que el alojamiento 2 esté dispuesto de tal manera que además pueda actuar como alojamiento 2 del motor 15, o que se proporcione un alojamiento separado 2 para el motor 15 que se pueda unir al alojamiento 2 de los rotores 6a, 6b.

Aunque en el ejemplo mostrado el rotor exterior 6a de la máquina 1 actúa como el rotor del motor 16, también es posible que el rotor del motor 16 y el rotor exterior 6a estén dispuestos como un conjunto o que formen un conjunto, por ejemplo, porque estén unidos directamente mediante un racor a presión, mediante soldadura, o similar.

El funcionamiento de la máquina 1 es muy sencillo y es el siguiente.

Durante el funcionamiento de la máquina 1, el estátor del motor 17 accionará el rotor del motor 16 de la manera conocida.

Como en este caso el rotor exterior 6a actúa como el rotor del motor 16, se accionará de este modo.

El rotor exterior 6a accionará el rotor interior 6b consigo, de la misma manera que un compresor de tornillo con inyección de aceite conocido con un rotor de tornillo macho y hembra, por lo que, por ejemplo, el rotor de tornillo macho es accionado por un motor 15.

Debido a la rotación de los rotores 6a, 6b, se aspirará gas desde la entrada 3, que terminará en una cámara de compresión 8 entre los rotores 6a, 6b. Cuando el gas se aspire desde la entrada 3, fluirá a lo largo del rotor del motor 16 y el estátor del motor 17 de acuerdo con las flechas P en la Figura 1, y de esta manera garantizará la refrigeración del motor 16.

Mediante la rotación, la cámara de compresión 8 se desplaza hacia la salida 4, y al mismo tiempo disminuirá de volumen para garantizar una compresión del gas de esta manera.

El gas comprimido puede salir entonces de la máquina 1 a través de la salida 4.

Durante el funcionamiento, se inyectará líquido al interior de la máquina 1, para refrigerar y/o lubricar las piezas. Estas piezas son, entre otras cosas, los cojinetes 10, 11, 12, los rotores interior y exterior 6a, 6b, los devanados del estátor del motor 17, etc.

Por lo tanto, la máquina 1 está provista de un circuito de inyección de líquido, no mostrado en las figuras. Este líquido puede ser, por ejemplo, aceite, ya sea o no un aceite sintético.

De este modo, también se inyectará líquido en la cámara 5, lo que garantizará la lubricación y el sellado entre el rotor interior y exterior 6a, 6b.

A través de la salida 4, este líquido saldrá de la máquina 1, junto con el gas comprimido. El líquido puede separarse del gas por medio de un separador y recuperarse.

Evidentemente, también es posible que la máquina 1 esté libre de líquido y que la lubricación se realice mediante grasa en lugar de aceite.

La presente invención no se limita en absoluto a las realizaciones descritas como ejemplo y que se muestran en las figuras, pero una máquina volumétrica cilíndrica simétrica de acuerdo con la invención puede realizarse en todo tipo

de formas y dimensiones, sin desviarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Máquina volumétrica cilíndrica simétrica (1), máquina (1) que comprende dos rotores cooperantes (6a, 6b), a saber, un rotor exterior (6a) que está montado de manera giratoria en la máquina (1) y un rotor interior (6b) que está montado de manera giratoria en el rotor exterior (6a), por lo que la máquina (1) está provista de un motor eléctrico (15) con un rotor de motor (16) y un estátor de motor (17) para accionar el rotor exterior e interior (6a, 6b), en donde el motor eléctrico (15) está montado alrededor del rotor exterior (6a),
por lo que el estátor del motor (17) acciona directamente el rotor exterior (6a),
caracterizada por que el rotor exterior (6a) y el rotor interior (6b) tienen forma cónica, y el motor eléctrico (15) solo se extiende a lo largo de una parte de una longitud (L) del rotor exterior (6a) y el rotor interior (6b), por lo que el motor (15) está situado en un extremo (9b) del rotor interior (6b) con un diámetro más pequeño (D).

2. Máquina de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el rotor del motor (16) y el rotor exterior (6a) están dispuestos como un conjunto.

3. Máquina de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el rotor exterior (6a) actúa como el rotor del motor (16).

4. Máquina de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada por que** el motor eléctrico (15) está provisto de imanes permanentes (18), que están incorporados en el rotor exterior (6a).

5. Máquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el rotor interior (6b) y el rotor exterior (6a) tienen ejes (13, 14) que están colocados bajo un ángulo (α) unos respecto a otros, por lo que estos ejes (13, 14) se cruzan.

6. Máquina de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizada por que** los ejes (13, 14) del rotor interior (6b) y el rotor exterior (6a) son ejes fijos no orbitales.

7. Máquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el rotor interior (6b) está montado en un extremo (9a) dentro de la máquina (1) mediante cojinetes.

8. Máquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el rotor exterior (6a) está montado dentro de la máquina (1) mediante al menos un cojinete axial (11).

9. Máquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la máquina (1) es un expansor, compresor o dispositivo de bomba.

10. Máquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el rotor exterior (6a) se fabrica mediante técnicas de moldeo por inyección.

11. Máquina de acuerdo con las reivindicaciones 4 y 10, **caracterizada por que** los imanes (18) se comoldean en el rotor exterior (6a) durante el proceso de moldeo por inyección.

12. Máquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la máquina (1) está provista de un alojamiento (2), por lo que el motor (15) está montado dentro del alojamiento (2) o por lo que el alojamiento (2) también actúa como alojamiento (2) del motor (15).

13. Máquina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** un diámetro máximo (E) del motor (15) es como máximo dos veces, preferentemente como máximo 1,7 veces, y más preferentemente 1,5 veces un diámetro máximo (D') del rotor exterior (6a).

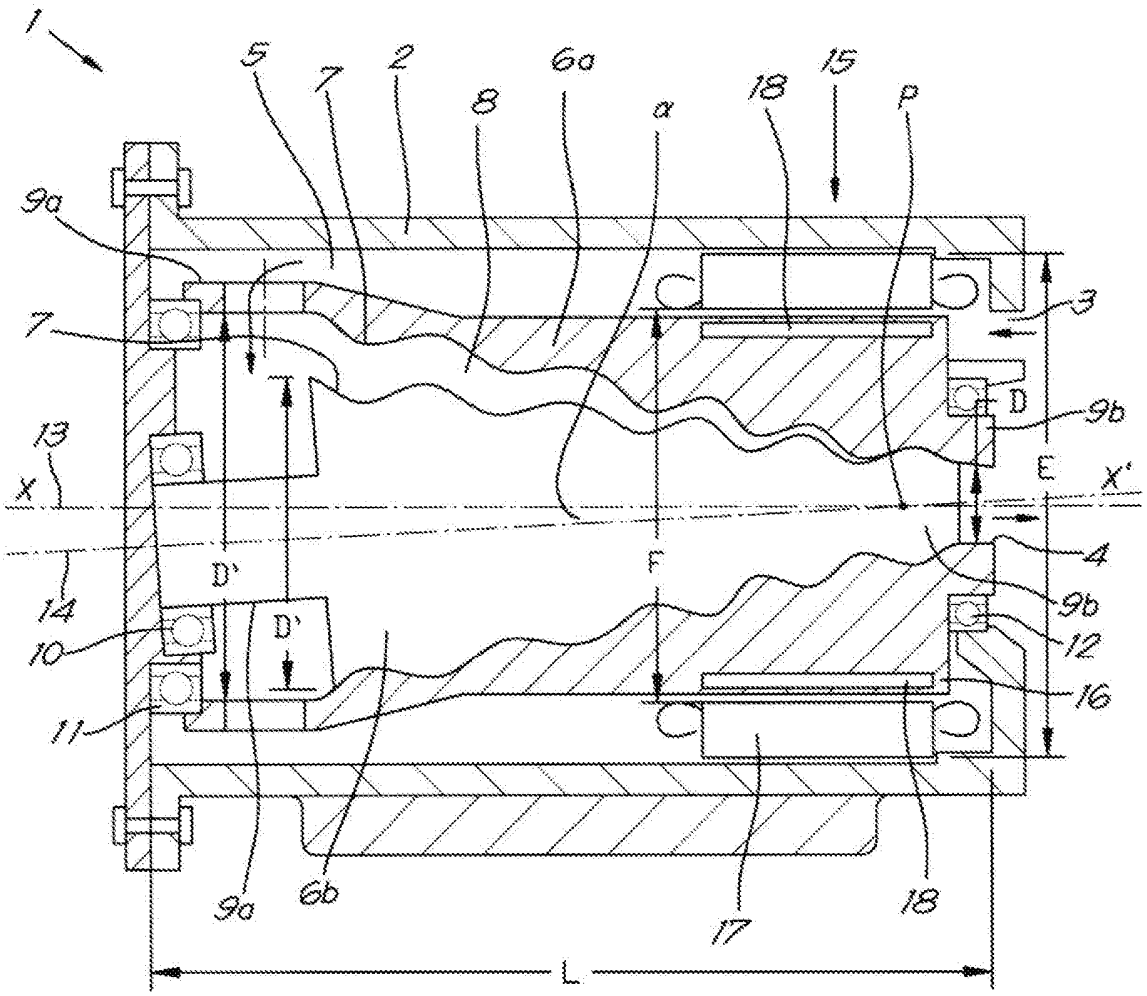


Fig. 1