

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 864**

51 Int. Cl.:

F04C 18/16 (2006.01)

F04C 29/00 (2006.01)

F04C 29/02 (2006.01)

F04C 29/04 (2006.01)

F04C 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2019 PCT/IN2019/050830**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2020 WO20095328**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2019 E 19813170 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024 EP 3877652**

54 Título: **Compresor de aire de tornillo con inyección de agua sin aceite**

30 Prioridad:

08.11.2018 IN 201841042172

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
10.01.2025

73 Titular/es:

**ELGI EQUIPMENTS LTD. (100.00%)
Elgi Industrial Complex, Trichy Road, Singanallur
Coimbatore 641015, IN**

72 Inventor/es:

**VARADARAJ, JAIRAM;
KUPPACHI, VENU MADHAV;
KIZAKKUMPAT, SHINU;
RAMANATHAN, SUNDARANATHAN y
PAUL, JERRIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 993 864 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

Compresor de aire de tornillo con inyección de agua sin aceite

5 Campo técnico

La presente materia se refiere a un compresor de aire de tornillo que usa agua como agente de enfriamiento y sellado en lugar de aceite y por lo tanto, produce aire comprimido sin aceite.

10 Antecedentes

Los compresores de tornillo se pueden usar para comprimir aire a través de la acción giratoria de un par de tornillos. La cámara en la que se alojan los tornillos también se refiere como espacio de trabajo. Se conoce bien que la inyección de agua en el espacio de trabajo, en los tornillos, puede mejorar la eficiencia, disminuir la temperatura de descarga y por lo tanto, permite la compresión sin aceite de aire a una presión de hasta 500 a 1200 kPa(g) (5 a 12 bar(g)) en una etapa individual. Sin embargo, la inyección de agua puede complicar la lubricación de los cojinetes. La mezcla del lubricante con agua puede conducir a emulsificación del lubricante, deteriorar sus propiedades lubricantes y afectar la confiabilidad del compresor.

Al usar sellos mecánicos, los cojinetes y el lubricante se pueden proteger de la entrada de agua. Sin embargo, los sellos mecánicos consumen una cantidad significativa de espacio e incrementan la pérdida de potencia.

Patente de Estados Unidos núm: 7413419 describe un compresor de tornillo con inyección de agua que usa cojinetes deslizantes lubricados con agua que eliminan la necesidad de aceite para lubricación. Este sistema depende de agua presurizada para soportar la carga. El agua, al ser un lubricante deficiente, puede reducir la confiabilidad de este sistema.

Patente de Estados Unidos núm: 3975123 describe un sistema de sellado para un compresor de tornillo con inyección de agua que usa una combinación de sellos laberínticos y aire amortiguador para sellar el lubricante y la cámara de cojinetes. Este sistema implica varias válvulas para regular y dirigir el flujo, que lo hace menos confiable.

Patente de Estados Unidos núm: 0230857 describe un sistema de sellado para un compresor de tornillo con inyección de agua que usa una combinación de dos sellos sin contacto y sello de labio con disposición adicional para reducir la carga en el sello de labio. Este sistema es adecuado para aplicaciones de baja presión. Cuando el compresor funciona a presiones superiores a 1000 kPa(g) (10 bar(g)), el número de sellos usados en este sistema es insuficiente. Esta eficiencia de este sistema también es baja ya que la región antes del primer sello sin contacto se conecta a un punto de baja presión en el compresor. Esto incrementará la cantidad de aire comprimido que se filtrará en el punto de baja presión en el lado de succión.

JP 5 425 049 y US 2004/219045 también ilustran la técnica anterior de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Las características, aspectos y ventajas de la materia se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción y figuras anexas. El uso del mismo número de referencia en diferentes figuras indica características y componentes similares o idénticos.

La figura 1 ilustra una sección longitudinal de un dispositivo de compresión de tornillo con detalles de un sistema de sellado, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia;

La figura 2 muestra detalles de una disposición de lubricación por salpicadura de un dispositivo de compresión de tornillo, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia;

La figura 3 muestra la recolección y enrutamiento de lubricante en una disposición de lubricación por salpicadura, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia;

La figura 4 muestra una disposición en un dispositivo de compresión de tornillo para asegurar la lubricación de cojinetes durante el arranque, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia;

La figura 5 muestra la distribución de la disposición de enfriamiento para el cárter de un dispositivo de compresión de tornillo, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia; y

La figura 6 muestra un miembro radial giratorio proporcionado en un eje de rotor de un dispositivo de compresión de tornillo, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia.

La figura 7 ilustra una disposición esquemática para evitar el crecimiento de microbios en un compresor, de acuerdo

con una implementación de ejemplo de la presente materia.

La figura 8 ilustra un método realizado para inhibir el crecimiento de microbios en un compresor, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia.

Descripción detallada

La presente materia se refiere a proporcionar sellado, lubricación y enfriamiento para un compresor de tornillo con inyección de agua sin aceite. La presente materia proporciona técnicas económicas y confiables para el sellado, lubricación y enfriamiento de un dispositivo de compresión de tornillo.

La figura 1 ilustra una sección longitudinal de un dispositivo de compresión de tornillo 100 con detalles de un sistema de sellado, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia. El dispositivo de compresión de tornillo 100 se puede referir indistintamente como el compresor 100. El compresor 100 comprende un alojamiento 102 que define un espacio de trabajo 104, en el que se comprime el aire.

El espacio de trabajo 104 encierra un rotor de tornillo macho 106 y un rotor de tornillo hembra (no mostrado en la figura 1), referidos indistintamente como el rotor macho 106 y el rotor hembra. Los rotores pueden ser rotores metálicos y se pueden elaborar de material de acero inoxidable. Los rotores se pueden proporcionar con un recubrimiento especial para proteger las superficies de rotor de la corrosión y erosión debido al contacto con el agua durante el funcionamiento. El recubrimiento especial también evita cualquier daño a las superficies de rotor cuando se expone al agua estancada en el espacio de trabajo 104 cuando el compresor 100 no está en funcionamiento. El recubrimiento especial puede ser, por ejemplo, níquel no electrolítico o politetrafluoroetileno (PTFE).

Durante el funcionamiento del compresor 100, se puede suministrar aire a través de un canal de entrada 108 hacia el espacio de trabajo 104, donde se comprime debido al engrane del rotor macho 106 y el rotor hembra. Posteriormente, el aire comprimido se descarga a través de un canal de salida 110 en un tanque separador de aire-agua 112, también referido como el tanque separador 112. La descarga se puede regular por una válvula anti-retorno 114. El tanque separador 112 puede separar el aire comprimido del agua y suministrar el aire comprimido a una línea de suministro (no mostrada en la figura 1), donde se usa el aire comprimido.

Inicialmente, el tanque separador 112 se llena con agua. Esta agua se inyecta en el espacio de trabajo 104 para enfriar el espacio de trabajo 104, es decir, para remover el calor generado debido a la compresión. Por ejemplo, el agua permite enfriar el rotor macho 106 y el rotor hembra. Además, el agua puede sellar los espacios libres. El agua se puede suministrar desde el tanque separador 112 al espacio de trabajo 104 a través de un orificio 116 proporcionado en el alojamiento 102 mediante una tubería 118. La inyección de agua ocurre debido a la diferencia de presión entre el tanque separador 112 y el punto de inyección en el espacio de trabajo 104.

La humedad intrínseca presente en el aire también se condensa y se agrega al agua en el compresor 100. La condensación ocurre en dos etapas, de las cuales parte del agua se condensa en el tanque separador 112 y el agua restante se condensa en un enfriador de aire o post-enfriador (no mostrado en la figura 1). El agua condensada, que está libre de cualquier sal disuelta, es pura y ayuda a mantener la calidad de agua y también compensa cualquier pérdida de agua debido a la contaminación del aire. El nivel de agua en el tanque separador 112 se controla mediante un conmutador de nivel (no mostrado en la figura 1), que drena cualquier exceso de agua.

Puesto que el agua es un lubricante deficiente, se evita que el rotor hembra (no mostrado en la figura 1) y el rotor macho 106 entren en contacto entre sí y se hacen girar de forma síncrona usando un primer engranaje (no mostrado en la figura 1) y un segundo engranaje 120, respectivamente. El primer engranaje se acopla al rotor de tornillo hembra y se refiere como engranaje de distribución. El segundo engranaje 120 se acopla al rotor macho 106 y se puede referir como un engranaje de piñón 120 o un piñón 120. El engranaje de distribución y el piñón 120 sincronizan la rotación del rotor hembra y el rotor macho 106 durante sus respectivas rotaciones y aseguran que el espacio libre entre el rotor hembra y el rotor macho 106 sea suficientemente baja para el funcionamiento eficiente del compresor 100 y suficiente para evitar la colisión entre los rotores.

El rotor macho 106 y el rotor hembra se soportan de forma giratoria por cojinetes. Por ejemplo, el rotor macho 106 y el rotor hembra se pueden montar en sus respectivos ejes de rotor que se soportan de forma giratoria por cojinetes. El rotor macho 106 se soporta por un primer cojinete 122 y un segundo cojinete 124 que se colocan en una primera cámara de cojinetes 126. Entre el primer cojinete 122 y el segundo cojinete 124 se encuentra una región 125. El rotor macho 106 también se puede soportar por un tercer cojinete 128 en una segunda cámara de cojinetes 130. De manera similar, el rotor hembra se puede soportar por dos cojinetes en la primera cámara de cojinetes 126 y un cojinete en la segunda cámara de cojinetes 130.

La primera cámara de cojinetes 126 puede ser un espacio definido por un primer alojamiento 132 y la segunda cámara de cojinetes 130 puede ser un espacio definido por un segundo alojamiento 134. La primera cámara de

cojinetes 126 y la segunda cámara de cojinetes 130 se pueden desplazar desde el espacio de trabajo 104 en una dirección axial del compresor 100. El primer alojamiento 132 se puede referir como el alojamiento de alta presión 132 y el segundo alojamiento 134 se puede referir como el alojamiento de baja presión 134, cuya razón se explicará más adelante.

El compresor 100 incluye un primer sistema de sellado 136 y un segundo sistema de sellado 138, cada uno de los cuales comprende una pluralidad de sellos. El primer sistema de sellado 136 se coloca entre el espacio de trabajo 104 y el primer cojinete 122 y el segundo sistema de sellado 138 se coloca entre el espacio de trabajo 104 y el tercer cojinete 128. El primer sistema de sellado 136 evita el flujo de agua desde el espacio de trabajo 104 al primer cojinete 122 y el flujo de aceite desde la primera cámara de cojinetes 126 al espacio de trabajo 104. De manera similar, el segundo sistema de sellado 138 evita el flujo de agua desde el espacio de trabajo 104 al tercer cojinete 128 y el flujo de aceite desde la segunda cámara de cojinetes 130 al espacio de trabajo 104. En una implementación, el primer sistema de sellado 136 se puede alojar en el alojamiento de alta presión 132 y el segundo sistema de sellado 138 se puede alojar en el alojamiento de baja presión 134. El primer sistema de sellado 136 se explicará a continuación:

El primer sistema de sellado 136 incluye una pluralidad de sellos desplazados entre sí en la dirección axial del compresor 100. Por ejemplo, entre el espacio de trabajo 104 y la primera cámara de cojinetes 126, el primer sistema de sellado 136 incluye sellos dispuestos en el siguiente orden: un sello de anillo 140, que puede ser un sello de tipo anillo de carbono flotante, seguido de un primer sello laberíntico 142, seguido de un segundo sello laberíntico 144, seguido de un sello de labio 146. Los sellos se montan en este orden en una dirección desde el espacio de trabajo 104 hasta el primer y segundo cojinetes 122 y 124.

Un primer espacio anular 148 formado entre el sello de anillo 140 y el primer sello laberíntico 142 se conecta a un punto 150 en el espacio de trabajo 104 usando una tubería externa 152. Un segundo espacio anular 154 formado entre el primer sello laberíntico 142 y el segundo sello laberíntico 144 se conecta a una fuente de aire comprimido, que puede ser el tanque separador 112, a través de un regulador de flujo 156. Un tercer espacio anular 158 formado entre el segundo sello laberíntico 144 y el sello de labio 146 se abre hacia el exterior del compresor 100 por una abertura 159.

De manera similar, en el alojamiento de baja presión 134, adyacente al espacio de trabajo 104 está un sello de anillo 160, tal como un sello de anillo de carbono flotante, seguido de dos sellos laberínticos 162 y 164. Adyacente al sello laberíntico 164, se coloca un sello de labio 166 similar al sello de labio 146. Por consiguiente, en la dirección desde el espacio de trabajo 104 hacia el tercer cojinete 128, los sellos se disponen en el siguiente orden: el sello de anillo 160, el sello laberíntico 162, el sello laberíntico 164 y el sello de labio 166. Un espacio anular 168 entre el sello de anillo 160 y el sello laberíntico 162 se conecta a una fuente de aire comprimido a través del regulador de flujo 156. Los espacios anulares entre los dos sellos laberínticos 162 y 164 y entre el sello laberíntico 164 y el sello de labio 166 se abren hacia el exterior del compresor 100 a través de las aberturas 170 y 172.

El sistema de sellado de acuerdo con la materia funciona de la siguiente manera.

Durante el funcionamiento del compresor 100, se proporciona una succión en una región del espacio de trabajo 104 debajo del canal de entrada 108 para aspirar aire dentro del espacio de trabajo 104. El aire extraído se comprime por el engrane del rotor macho 106 y el rotor hembra. Por consiguiente, conforme el aire se comprime y se mueve en el espacio de trabajo 104 en una dirección de lado derecho, la presión del aire incrementa. El aire comprimido entonces se puede descargar a través del canal de salida 110. Por lo tanto, existe un gradiente de presión en el espacio de trabajo 104, donde la presión incrementa en la dirección de lado derecho. El alojamiento de alta presión 132 y el alojamiento de baja presión 134 se llaman así debido a sus respectivas proximidades con las regiones del espacio de trabajo 104 que tienen una alta presión y una baja presión, respectivamente.

A la capacidad normal de carga completa del compresor 100, la presión en una región del espacio de trabajo 104 adyacente al alojamiento de alta presión 132 es alta. Por consiguiente, una mezcla de aire y agua a alta presión tiende a fugarse a través del rotor macho 106 a la primera cámara de cojinetes 126. El sello de anillo 140, debido a su espacio libre muy bajo, que puede ser de hasta 0,10 mm, entre los ejes, ayuda a reducir las fugas significativamente. Cualquier mezcla de aire-agua que se fugue más allá del sello de anillo 140 se dirige a través del primer espacio anular 148 hacia el punto 150 en el espacio de trabajo 104. El punto 150 puede proporcionarse debajo del canal de entrada 108.

Se puede seleccionar una posición del punto 150 de modo que la presión en este punto sea ligeramente menor que la del alojamiento de alta presión 132 durante el funcionamiento del compresor 100. Por consiguiente, el punto 150 se puede referir como el punto de baja presión 150. Por lo tanto, la mezcla de aire-agua puede ingresar en el punto de baja presión en virtud de la diferencia de presión. Además, el compresor 100 se puede colocar de manera que el punto de baja presión 150 esté a una altura más baja del suelo en comparación con el primer espacio anular 148. Esto ayudará al flujo de la mezcla de aire-agua desde el primer espacio anular 148 hacia el punto de baja presión 150 por gravedad. El punto de baja presión 150 se puede proporcionar en forma de un orificio perforado en la pared del alojamiento 102.

El primer y segundo sellos laberínticos 142 y 144 evitan que cualquier aire y/o agua que se haya filtrado más allá del sello de anillo 140 ingrese al lubricante cerca del primer y segundo cojinetes 122 y 124. El primer y segundo sello laberíntico 142 y 144 se soportan por el suministro de aire presurizado desde el tanque separador 112 a través del regulador de flujo 156 al segundo espacio anular 154. La presión en el segundo espacio anular 154 se mantiene usando el regulador de flujo 156 en un intervalo de 10 a 30 kPa (0,1 a 0,3 bar) por arriba de la presión atmosférica. Por lo tanto, la alta presión en el segundo espacio anular 154 ayuda a bloquear el flujo de fugas a través del segundo sello laberíntico 144 y también ayuda a empujar el aire y/o agua fugados presentes en el segundo espacio anular 154 hacia el punto de baja presión 150 a través de la tubería 152.

Una parte del aire y/o agua presurizados en el segundo espacio anular 154 también puede escapar a través del segundo sello laberíntico 144 hacia el tercer espacio anular 158, desde donde se ventila a través de la abertura 159. Por lo tanto, se puede evitar el ingreso de agua en la primera cámara de cojinetes 126. Puesto que la primera cámara de cojinetes 126 aloja los cojinetes 122 y 124, el engranaje de distribución y el piñón 120, que se lubrican por un lubricante, la mezcla de agua y el lubricante se evita por la disposición del primer sistema de sellado 136 y los espacios anulares como se explicó anteriormente. El lubricante puede ser, por ejemplo, aceite. Por consiguiente, las palabras lubricante y aceite se pueden usar indistintamente en la siguiente descripción.

Adyacente al tercer espacio anular 158 está el sello de labio 146 que puede incluir tres labios que se separan entre sí en la dirección axial del compresor 100. De los tres labios, un primer labio puede estar más cerca del espacio de trabajo 104 que un segundo labio y un tercer labio. Además, el tercer labio está más cerca de los cojinetes 122 y 124 que el primer y segundo labios. El primer y segundo labios pueden ayudar a sellar el agua, en tanto que el tercer labio puede ayudar a sellar el aceite.

Durante las condiciones normales de funcionamiento, el primer y segundo labios no entran en acción, ya que no llega agua a estos labios. Incluso durante la condición de descarga del compresor 100, es decir, menos que la condición de carga completa, aunque la presión en una región del espacio de trabajo 104 adyacente al alojamiento de alta presión 132 se reduce, todavía se mantiene por arriba de la presión atmosférica debido al funcionamiento del compresor 100. Debido a esto, se reduce la tasa de fuga de aire y/o agua hacia los cojinetes 122 y 124. El primer sistema de sellado 136 funciona de manera similar a como se describió anteriormente para la condición de carga completa y por lo tanto, evita la entrada de aire y/o agua en las áreas lubricadas.

Sin embargo, durante situaciones como el apagado de emergencia o falla de energía cuando funciona a presiones de descarga superiores a 1000 kPa(g) (10 bar(g)), el agua puede inundar el primer sistema de sellado 136. Durante estas condiciones, el primer y segundo labios de sellado ayudan a evitar que las gotas de agua pasen a los cojinetes 122 y 124. La disposición de sellado descrita anteriormente ayuda a sellar la mezcla de agua y aire para que no se desplace a lo largo del eje hacia los cojinetes 122 y 124.

Para evitar que cualquier lubricante usado para la lubricación de cojinetes fluya hacia el espacio de trabajo 104, se usa el tercer labio. Para reducir la carga de lubricante en el tercer labio, la presente materia utiliza una técnica de lubricación por salpicadura para lubricar los cojinetes y los engranajes. Este método de lubricación asegura que solo una cantidad mínima de lubricante que sea suficiente para la lubricación de cojinetes se aplique sobre los cojinetes 122 y 124. La técnica de lubricación por salpicadura se explicará con referencia a la figura 2.

El segundo sistema de sellado 138 puede funcionar de una manera similar al primer sistema de sellado 136. Por ejemplo, durante el apagado de emergencia o falla de energía, el agua también puede inundar los espacios anulares entre los sellos del segundo sistema de sellado 138. En estos casos, el sello de anillo 160 asegura que solo una cantidad mínima de agua se fugará más allá de él. Además, el aire presurizado suministrado al espacio anular 168 desde el tanque separador 112 impide que el agua se desplace a través del sello laberíntico 162. Cualquier rastro de agua que se fugue a través del primer sello laberíntico 162 hacia el tercer espacio anular 174 se ventila a través de la abertura 172. El segundo sello laberíntico 164, la abertura 170 del espacio anular 176 y los dos labios de sellado de agua del sello de labio 166 proporcionan soporte adicional y evitan el ingreso de agua en las áreas lubricadas del alojamiento de baja presión 134.

La figura 2 ilustra una disposición de lubricación por salpicadura del dispositivo de compresión de tornillo 100, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia. La primera cámara de cojinetes 126 puede incluir un salpicador de lubricante 202, que se puede acoplar al piñón de distribución 120 y por lo tanto, gira junto con él. En otro ejemplo, el salpicador de lubricante 202 se puede acoplar al engranaje de distribución 204. El salpicador de lubricante 202 se puede referir indistintamente como el salpicador de aceite 202.

El salpicador de lubricante 202 puede tener forma de barra. Se proporciona una ranura 206 en un extremo del salpicador de aceite 202. Además, se puede proporcionar otra ranura 208 en un extremo opuesto del salpicador de aceite 202. Conforme el salpicador de aceite 202 gira, las ranuras 206 y 208 recolectan el aceite 210 de un cárter 212 y salpican el aceite sobre los cojinetes 122 y 124, el engranaje de distribución 204 y el piñón de distribución 120. Se entenderá que las ranuras se pueden diseñar para suministrar una cantidad requerida de aceite requerido para la lubricación de los cojinetes 122 y 124 y el engranaje de distribución 204 y el piñón 120.

durante la rotación.

Las ranuras del salpicador de aceite 202 tienen un tamaño de modo que solo se recolecta una cantidad mínima de aceite para lubricar y mantener la temperatura de cojinete para salpicaduras. Por lo tanto, la técnica de lubricación por salpicadura de acuerdo con la presente materia asegura que los cojinetes 122 y 124 se lubriquen sin incrementar la carga en el tercer labio del sello de labio 146. En comparación con un sistema de lubricación presurizado, la técnica de lubricación por salpicadura ofrece la misma calidad de lubricación, pero con una carga reducida en el tercer labio, asegurando de este modo su vida útil prolongada. Además de esto, incluso en caso de falla del sello de labio, la lubricación por salpicadura asegura que solo una cantidad mínima de aceite se fugará más allá del sello de labio 146 y el mismo se drenará a través del tercer espacio anular 158 y la abertura 159, dando de este modo suficiente advertencia al operador para reemplazar el sello de labio 146.

De manera similar a la primera cámara de cojinetes 126, la segunda cámara de cojinetes 130 también utiliza la técnica de lubricación por salpicadura. Sin embargo, en el alojamiento de baja presión 134, en lugar de un salpicador de aceite, se puede usar un engranaje (no mostrado en la figura 2) para salpicar aceite del cárter. El engranaje puede ser un engranaje de incremento de velocidad o un engranaje de disminución de velocidad.

La figura 3 ilustra la recolección y enrutamiento de lubricante en una disposición de lubricación por salpicadura, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia. Como se ilustra, la primera cámara de cojinetes 126 incluye un núcleo de cojinete 302 que tiene cavidades perforadas en el mismo, en el que se colocan el primer cojinete 122 y el segundo cojinete 124. El núcleo de cojinete 302 incluye receptáculos 306 y 308 para recolectar el lubricante que salpicó en los cojinetes 122 y 124. Además, una superficie exterior 304 del núcleo de cojinete 302 se inclina hacia los receptáculos 306 y 308. Esto permite que el aceite salpicado se recolecte en los receptáculos 306 y 308 debido a la gravedad.

Como se explicó anteriormente, los cojinetes 122 y 124 se lubrican por salpicadura usando el salpicador de aceite 202, que se puede atornillar al piñón 120. Un extremo del salpicador de aceite 202 se puede proporcionar con una ranura mecanizada 206 que se usa para sacar el aceite 210 del cárter 212. El aceite arrojado sobre las paredes del alojamiento de alta presión 132 se dirige a la región 125 (no mostrada en la figura 3) entre los cojinetes 122 y 124 para lubricación. Por ejemplo, como se analizó anteriormente, el aceite se dirige mediante los receptáculos 306 y 308.

Otra realización de la presente materia es mantener la lubricación de los cojinetes durante el arranque del compresor 100. En un sistema de lubricación presurizado, una bomba de aceite normalmente se enciende antes de la rotación del eje del rotor para asegurar que los cojinetes no comiencen a secarse. Sin embargo, como la bomba de aceite está ausente en la presente materia, los cojinetes 122, 124 y 128 normalmente tenderán a comenzar secos, lo que puede reducir su vida útil. Para eliminar este inconveniente, el compresor 100 se proporciona con una placa retenedora de cojinetes, también referida como una placa retenedora, que siempre mantendrá una cantidad mínima de aceite en los cojinetes.

La figura 4 ilustra una placa retenedora 402 acoplada al primer cojinete 122, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia. La placa retenedora 402 puede servir para retener el primer cojinete 122 en la primera cámara de cojinetes 126 durante la rotación del primer cojinete 122. La placa retenedora 402 puede ser anular y tener una abertura 403 alrededor de su centro. La abertura 403 se puede dimensionar de acuerdo con el tamaño del primer cojinete 122. Por ejemplo, el primer cojinete 122 se puede exponer al exterior a través de la abertura 403, como se ilustra.

La placa retenedora 402 se proporciona con una saliente 404 en su parte inferior que sobresale hacia la abertura 403. La saliente 404 puede cubrir (total o parcialmente) al menos un rodillo del primer cojinete 122. La saliente 400 puede retener algo de aceite durante la lubricación por salpicadura, incluso cuando el compresor 100 no está funcionando. La saliente 404 entra en contacto con los rodillos de cojinetes en la parte inferior del cojinete 122 durante la rotación del primer cojinete 122. Por consiguiente, durante el arranque del compresor 100, los rodillos del cojinete en la parte inferior del primer cojinete 122 entran en contacto con el aceite atrapado en un espacio entre la saliente 404 y el primer cojinete 122. Esto asegura que los rodillos del primer cojinete 122 se lubriquen durante el arranque conforme entran en contacto con el aceite atrapado. También se pueden proporcionar salientes similares en las placas retenedoras de otros cojinetes.

Otra realización de la presente materia es mantener la temperatura del aceite en el cárter 212. El aceite salpicado, después de la lubricación de los cojinetes, se drena en el cárter 212. Este aceite está a una temperatura más alta y por lo tanto, durante un período de tiempo, este aceite se mezclará con el aceite en el cárter 212, incrementando su temperatura. La acción mecánica del salpicador de aceite 202 en el cárter 212 también incrementará la temperatura de aceite. Como no hay una bomba para la circulación de aceite, en la presente materia, la temperatura de aceite se mantiene usando la circulación de agua. Para esto, el agua antes de la inyección en el espacio de trabajo 104 se pasa a través del cárter 212, como se explicará más adelante.

La figura 5 ilustra un circuito para enfriar el aceite en los cárteres del compresor 100, de acuerdo con una

implementación de ejemplo de la presente materia. El compresor 100 incluye un motor 502 que acciona al menos uno de los rotores de tornillo, tal como el rotor macho 106 y el rotor hembra 504. En un ejemplo, para accionar un rotor de tornillo, se puede utilizar un tercer engranaje encerrado en una carcasa 506. El tercer engranaje puede ser un engranaje de incremento de velocidad o un engranaje de disminución de velocidad. El motor 502 se puede acoplar al rotor de tornillo a través del tercer engranaje. En otro ejemplo, el motor 502 se puede acoplar directamente a un eje del rotor de tornillo, es decir, sin usar el tercer engranaje.

La parte inferior de la carcasa 506 actúa como un cárter. De manera similar, existe el cárter 212 que encierra el engranaje de distribución y el piñón 120. El agua del tanque separador 112 se pasa a través de un enfriador de agua 508, al que se acopla el tanque separador 112. El enfriador de agua 508 también se acopla a la primera cámara de cojinetes 126. Por ejemplo, el agua enfriada del enfriador de agua 508 se conecta a una primera tubería de conducto 510 en la primera cámara de cojinetes 126. La primera tubería de conducto 510 pasa a través del cárter 212, provocando el enfriamiento del aceite en el cárter 212. El agua, después de pasar a través del cárter 212, pasa a través de una segunda tubería de conducto 512 en el cárter en la carcasa 506. Esta agua entonces se inyecta en el espacio de trabajo 104 a través del orificio 116.

Otra realización de la presente materia es proporcionar un miembro radial giratorio en el espacio entre el segundo sello laberíntico 144 y el sello de labio 146. Este miembro radial giratorio, llamado lanzador, evitará que el aceite o agua se desplacen axialmente a lo largo del eje de rotor. Incluso si el tercer labio del sello de labio falla, el lanzador evitará cualquier migración de aceite hacia el espacio de trabajo 104.

La figura 6 ilustra el miembro radial giratorio 602 proporcionado en el eje de rotor entre el segundo sello laberíntico 144 y el sello de labio 146 para evitar la migración del aceite hacia el espacio de trabajo 104, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia. De manera similar, se puede proporcionar otro miembro radial giratorio entre el segundo sello laberíntico 164 y el sello de labio 166 en el alojamiento de baja presión 134.

En algunos casos, la presencia de agua dentro del compresor 100 puede conducir al crecimiento de microbios, especialmente cuando el compresor 100 no está operativo. Por lo tanto, una realización de la presente materia permite la prevención del crecimiento de microbios en el compresor 100, como se explicará a continuación:

La figura 7 ilustra una disposición esquemática para evitar el crecimiento de microbios en el compresor 100, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia. En general, los microbios que tienden a crecer en el agua no pueden sobrevivir a temperaturas superiores a 40 °C. Por consiguiente, en una realización, se crean condiciones de temperatura excesiva dentro del compresor 100 al controlar un ventilador 702 que se utiliza para enfriar el agua en el enfriador de agua 508. Por consiguiente, al apagar el ventilador 702, se suministra agua al espacio de trabajo 104 sin enfriamiento. Esto provoca una elevación en la temperatura dentro del espacio de trabajo 104. Una vez que la temperatura alcanza una temperatura umbral, el ventilador 702 se puede encender. La temperatura umbral puede ser, por ejemplo, 75 °C para detectar la temperatura del espacio de trabajo 104, se puede utilizar un sensor de temperatura 704. El sensor de temperatura 704 puede detectar la temperatura del aire y/o agua descargada desde el espacio de trabajo 104 al tanque separador 112. El incremento de la temperatura hasta la temperatura umbral inhibe el crecimiento microbiano en el compresor 100.

La figura 8 ilustra un método 800 realizado para inhibir el crecimiento de microbios en el compresor 100, de acuerdo con una implementación de ejemplo de la presente materia. El método 800 se puede realizar por un controlador, que puede ser un sistema de control lógico programado, del compresor 100.

Al arrancar (paso 802) el compresor 100, se detecta la temperatura de descarga desde el espacio de trabajo 104 (paso 804). Si la temperatura es menor que la temperatura umbral (paso 806), se cambian un límite de advertencia de temperatura y límite de desconexión (paso 808), y el ventilador 702 se apaga (paso 810). El límite de advertencia de temperatura y límite de desconexión se cambian para asegurar que la advertencia y desconexión no ocurran debido a un incremento en la temperatura durante este proceso. Posteriormente, se detecta la temperatura de descarga (paso 804), y una vez que la temperatura de descarga es mayor que la temperatura umbral (paso 812), el ventilador 702 se enciende (paso 814). En esta etapa, el cambio realizado en el límite de advertencia de temperatura y límite de desconexión en el paso 808 se deshacen (paso 816) para asegurar alarmas y desconexiones durante el funcionamiento normal del compresor 100.

Posteriormente, se monitorea un período de tiempo desde el encendido del ventilador 702 (paso 818). Una vez que transcurre un período de tiempo configurado después del encendido del ventilador 702 (paso 820), el ventilador 702 se apaga (paso 822). Posteriormente, se detecta la temperatura de descarga (paso 804) y una vez que se supera la temperatura umbral (paso 812), el ventilador 702 se enciende nuevamente (paso 814). Como se entenderá, el apagado del ventilador 702 se realiza periódicamente. El período de tiempo configurado puede ser, por ejemplo, 8 horas.

Por consiguiente, un dispositivo de compresión de tornillo de la presente materia incluye un alojamiento que define un espacio de trabajo en el que se va a comprimir aire, un rotor de tornillo macho colocado en el espacio de trabajo y un rotor de tornillo hembra colocado en el espacio de trabajo. Un engrane del rotor de tornillo macho y el rotor de

- tornillo hembra provoca la compresión de aire. Un tanque separador separa el aire y agua en una mezcla de aire y agua y suministra agua al espacio de trabajo para enfriar el espacio de trabajo. Una primera cámara de cojinetes desplazada del espacio de trabajo en una dirección axial del dispositivo de compresión de tornillo comprende un primer cojinete para soportar al menos uno de: el rotor de tornillo macho y el rotor de tornillo hembra y un cárter de lubricante para almacenar lubricante para la lubricación del primer cojinete. Un sistema de sellado que comprende una pluralidad de sellos se dispone entre el espacio de trabajo y el primer cojinete en el siguiente orden: un sello de anillo, un primer sello laberíntico, un segundo sello laberíntico y un sello de labio. Se forma un primer espacio anular entre el sello de anillo y el primer sello laberíntico, se forma un segundo espacio anular entre el primer sello laberíntico y el segundo sello laberíntico, y se forma un tercer espacio anular entre el segundo sello laberíntico y el sello de labio. El primer espacio anular se conecta a un punto de baja presión en el espacio de trabajo que se va a mantener a una presión inferior a la de la primera cámara de cojinetes. El segundo espacio anular se suministra con aire comprimido desde una fuente de aire comprimido a través de un regulador de flujo. El tercer espacio anular está abierto hacia el exterior del dispositivo de compresión de tornillo.
- Aunque la presente materia se ha descrito con referencia a realizaciones de ejemplo específicas, esta descripción no pretende interpretarse en un sentido limitante. Diferentes modificaciones de las realizaciones divulgadas, así como realizaciones alternativas de la materia, serán evidentes para los expertos en la técnica con referencia a la descripción de la materia, siempre y cuando caigan dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de compresión de tornillo (100) que comprende:

- 5 un alojamiento (102) que define un espacio de trabajo (104) en el que se va a comprimir aire;
- un rotor de tornillo macho (106) colocado en el espacio de trabajo (104);
- un rotor de tornillo hembra (504) colocado en el espacio de trabajo (104), donde un engrane del rotor de tornillo macho (106) y el rotor de tornillo hembra (504) provoca la compresión de aire;
- 10 un tanque separador (112) para separar aire y agua en una mezcla de aire-agua y para suministrar agua al espacio de trabajo (104) para enfriar el espacio de trabajo (104);
- una primera cámara de cojinetes (126) desplazada del espacio de trabajo (104) en una dirección axial del dispositivo de compresión de tornillo (100) y que comprende:
- 15 un primer cojinete (122) para soportar al menos uno de: el rotor de tornillo macho (106) y el rotor de tornillo hembra (504);
- un cárter de lubricante (212) para almacenar lubricante para la lubricación del primer cojinete (122);
- un primer engranaje acoplado al rotor de tornillo hembra (504);
- un salpicador de lubricante (202) acoplado al primer engranaje, donde el salpicador de lubricante (202) comprende una ranura (206) para recolectar lubricante del cárter de lubricante (212) y salpicar el lubricante recogido en el
- 20 primer cojinete (122) durante la rotación del primer engranaje; y
- un primer sistema de sellado (136) que comprende una pluralidad de sellos dispuestos entre el espacio de trabajo (104) y el primer cojinete (122) en el siguiente orden:
- un sello de anillo (140);
- 25 un primer sello laberíntico (142);
- un segundo sello laberíntico (144), y
- un sello de labio (146), donde se forma un primer espacio anular (148) entre el sello de anillo (140) y el primer sello laberíntico (142), se forma un segundo espacio anular (154) entre el primer sello laberíntico (142) y el segundo sello laberíntico (144), y se forma un tercer espacio anular (158) entre el segundo sello laberíntico (144) y el sello de labio (146), donde
- 30 el primer espacio anular (148) se conecta a un punto de baja presión (150) en el espacio de trabajo (104) que se va a mantener a una presión inferior a la de la primera cámara de cojinetes (126),
- el segundo espacio anular (154) se suministra con aire comprimido desde una fuente de aire comprimido a través de un regulador de flujo (156), y
- 35 el tercer espacio anular (158) está abierto hacia el exterior del dispositivo de compresión de tornillo (100).

2. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, donde la primera cámara de cojinetes (126) comprende:

- 40 un segundo engranaje (120) acoplado al rotor de tornillo macho (106); donde el primer engranaje y el segundo engranaje (120) sincronizan la rotación del rotor de tornillo hembra (504) y el rotor de tornillo macho (106).

3. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 2, donde la primera cámara de cojinetes (126) comprende un núcleo de cojinete (302) que tiene una cavidad perforada en el mismo en la que se coloca el primer cojinete (122), donde el núcleo de cojinete (302) comprende: un receptáculo (306, 308) para recolectar el lubricante que se salpicó en el primer cojinete (122), donde el núcleo de cojinete (302) comprende una superficie exterior (304) que se inclina hacia el receptáculo (306, 308).

4. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 2, que comprende:

- 50 una placa retenedora (402) acoplada al primer cojinete (122) para retener el primer cojinete (122) en la primera cámara de cojinetes (126) durante la rotación del primer cojinete (122), la placa retenedora (402) que es anular y que tiene una abertura (403) alrededor de su centro que tiene un tamaño que corresponde a un tamaño del primer cojinete (122), donde la placa retenedora (402) comprende:
- 55 una saliente (404) en su parte inferior, la saliente (404) que sobresale hacia la abertura (403) para cubrir al menos un rodillo del cojinete.

5. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, donde el sello de labio comprende:

- 60 un primer labio,
- un segundo labio, y
- un tercer labio, donde el primer labio está más cerca del espacio de trabajo (104) en comparación con el segundo labio y el tercer labio y donde el tercer labio está más cerca del primer cojinete (122) en comparación con el primer labio y el segundo labio.
- 65

6. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, donde el sello de anillo (140) es un sello de anillo de carbono flotante.
7. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, que comprende:
- un lanzador colocado entre el segundo sello laberíntico (144) y el sello de labio (146) para evitar la migración del aceite al espacio de trabajo (104).
8. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, donde la primera cámara de cojinetes (126) comprende:
- un segundo cojinete (124) para soportar el al menos uno de: rotor de tornillo macho (106) y el rotor de tornillo hembra (504).
9. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, que comprende:
- una segunda cámara de cojinetes (130) desplazada del alojamiento (102) en la dirección axial del dispositivo de compresión de tornillo (100), la segunda cámara de cojinetes (130) que comprende:
- un tercer cojinete (128) para soportar al menos uno de: el rotor de tornillo macho (106) y el rotor de tornillo hembra (504).
10. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 9, que comprende:
- un segundo sistema de sellado (138) que comprende una segunda pluralidad de sellos dispuestos entre el espacio de trabajo (104) y el tercer cojinete (128) en el siguiente orden:
- un segundo sello de anillo (160);
- un tercer sello laberíntico (162);
- un cuarto sello laberíntico (164), y
- un segundo sello de labio (166), donde se forma un cuarto espacio anular (168) entre el segundo sello de anillo (160) y el tercer sello laberíntico (162), se forma un quinto espacio anular (176) entre el tercer sello laberíntico (162) y el cuarto sello laberíntico (164), y se forma un sexto espacio anular (174) entre el cuarto sello laberíntico (164) y el segundo sello de labio (166), donde
- el cuarto espacio anular (168) se suministra con aire comprimido desde la fuente de aire comprimido a través del regulador de flujo, y
- el quinto espacio anular (176) y el sexto espacio anular (174) están abiertos hacia el exterior del dispositivo de compresión de tornillo (100).
11. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, que comprende:
- un canal de entrada (108) para suministrar aire al espacio de trabajo (104) para que se comprima; y
- un canal de salida (110) para descargar aire comprimido desde el espacio de trabajo (104) al tanque separador (112).
12. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, que comprende:
- un enfriador de agua (508) acoplado al tanque separador (112) y a la primera cámara de cojinetes (126) para: recibir agua del tanque separador (112) para enfriar el agua; y
- suministrar agua enfriada a la primera cámara de cojinetes (126) a través de una primera tubería de conducto (510); y
- la primera tubería de conducto (510) que pasa a través del cárter de lubricante (212) para recibir el agua enfriada para enfriar el lubricante en el cárter de lubricante (212).
13. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 12, que comprende:
- un motor (502) para hacer girar al menos uno de: el rotor de tornillo macho (106) y el rotor de tornillo hembra (504);
- una carcasa de engranajes (506);
- un tercer engranaje colocado en la carcasa de engranajes (506) y acoplado al motor (502) y al uno de: el rotor de tornillo macho (106) y el rotor de tornillo hembra (504);
- un segundo cárter de lubricante (212) para almacenar lubricante para lubricar el tercer engranaje; y
- una segunda tubería de conducto (512) que pasa a través del segundo cárter de lubricante (212) y se acopla a la primera tubería de conducto (510) y al espacio de trabajo (104) para recibir agua de la segunda tubería de conducto (512) y suministrar agua al espacio de trabajo (104).
14. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 12, que comprende:

un ventilador (702) para enfriar el agua en el enfriador de agua (508);
un sensor de temperatura (704) para detectar la temperatura de al menos uno de: aire y agua descargados desde el espacio de trabajo (104) al tanque separador (112); y
un controlador para:

5

apagar el ventilador (702) periódicamente para provocar un incremento en la temperatura del agua en el tanque separador (112); y

encender el ventilador (702) en respuesta a que la temperatura detectada incremente más allá de una temperatura umbral.

10

15. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, donde el punto de baja presión (150) se coloca a una altura más baja del suelo en comparación con el primer espacio anular (148).

15

16. El dispositivo de compresión de tornillo (100) como se reivindica en la reivindicación 1, donde la fuente de aire comprimido es el tanque separador (112).

DIBUJOS

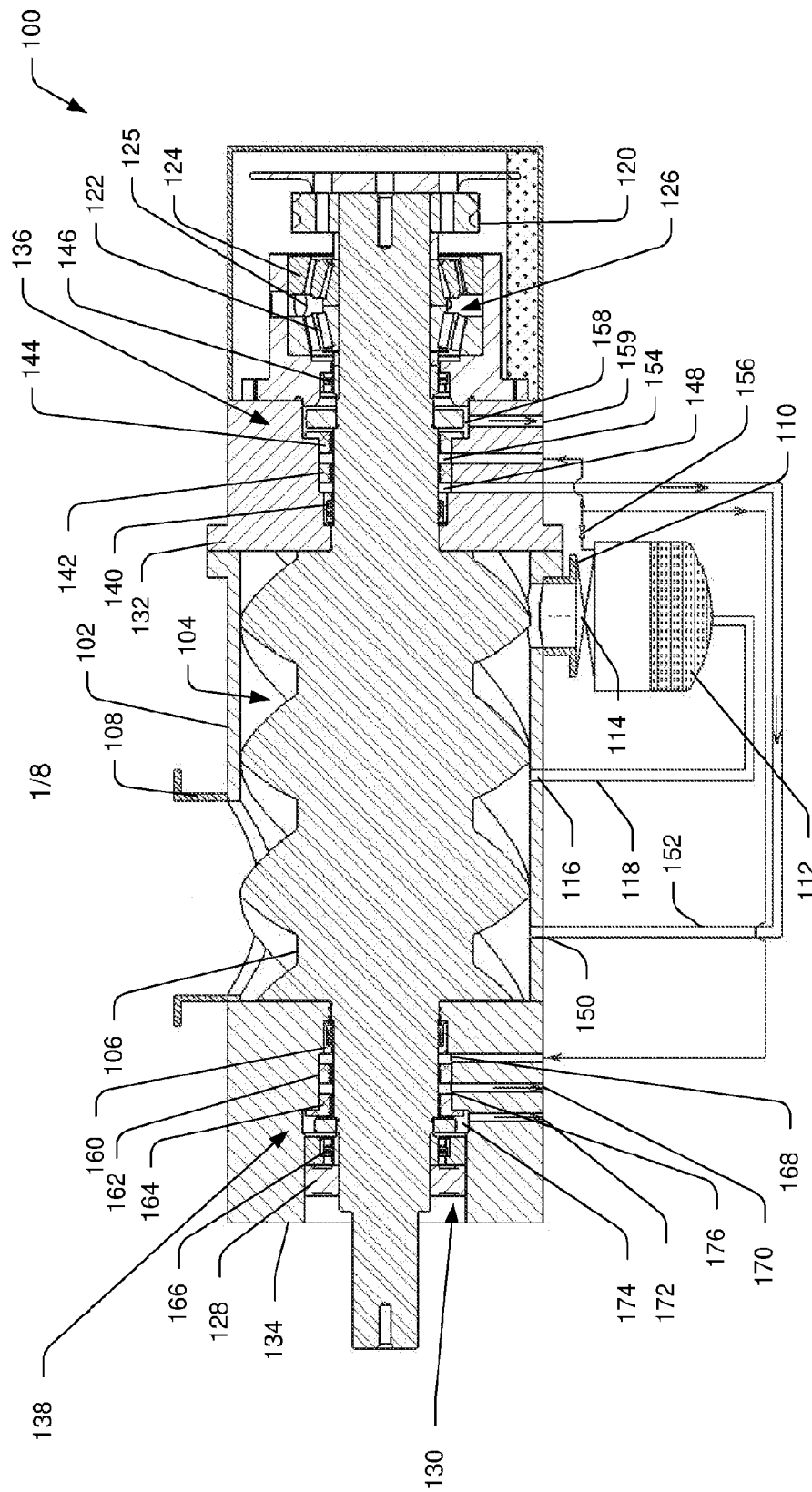


Figura 1

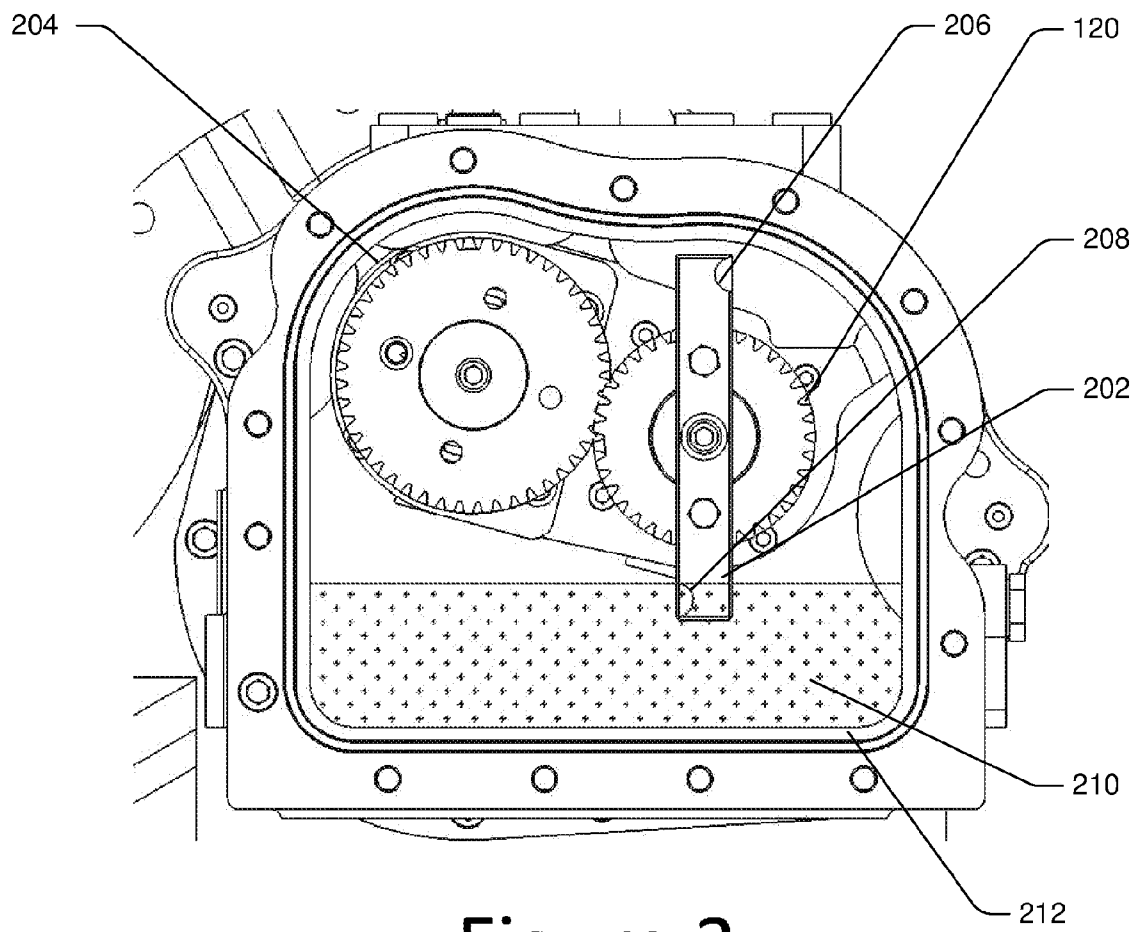


Figura 2

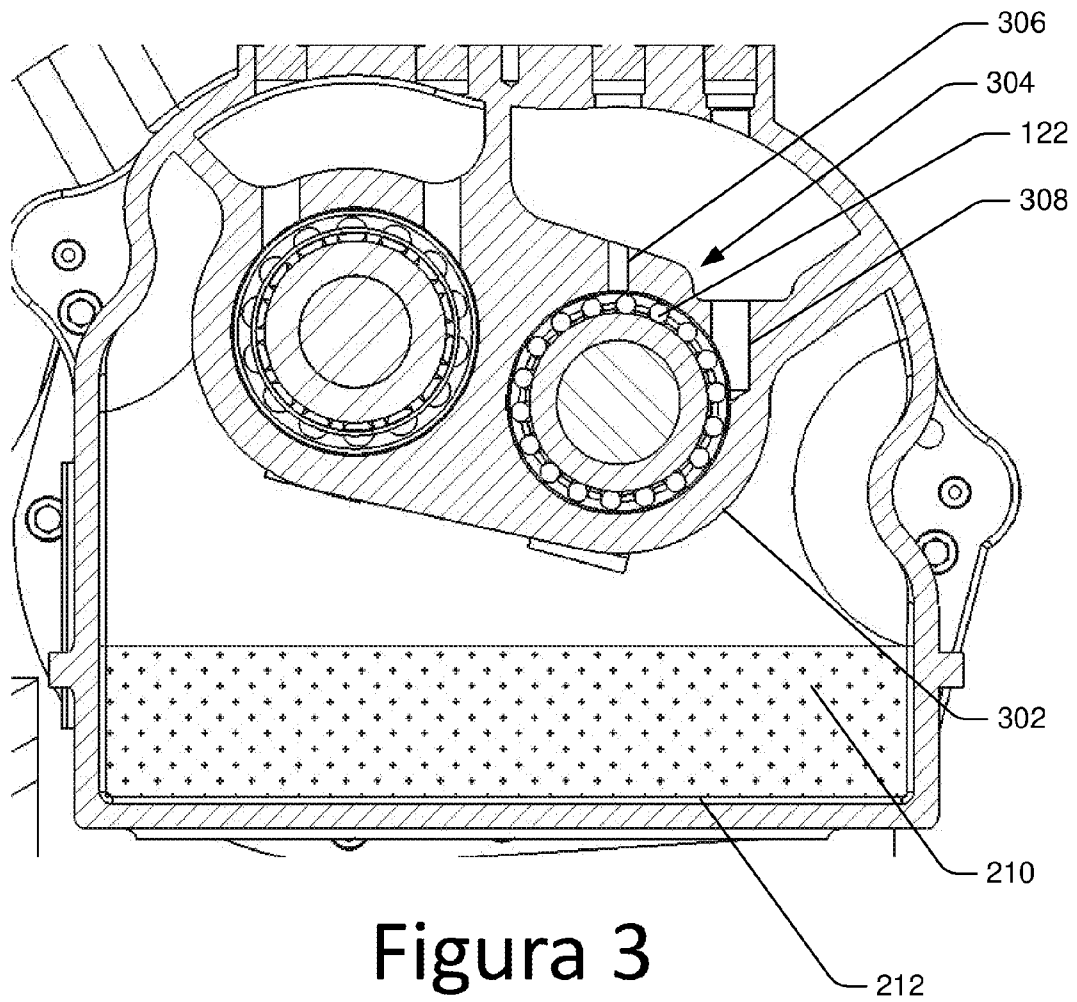


Figura 3

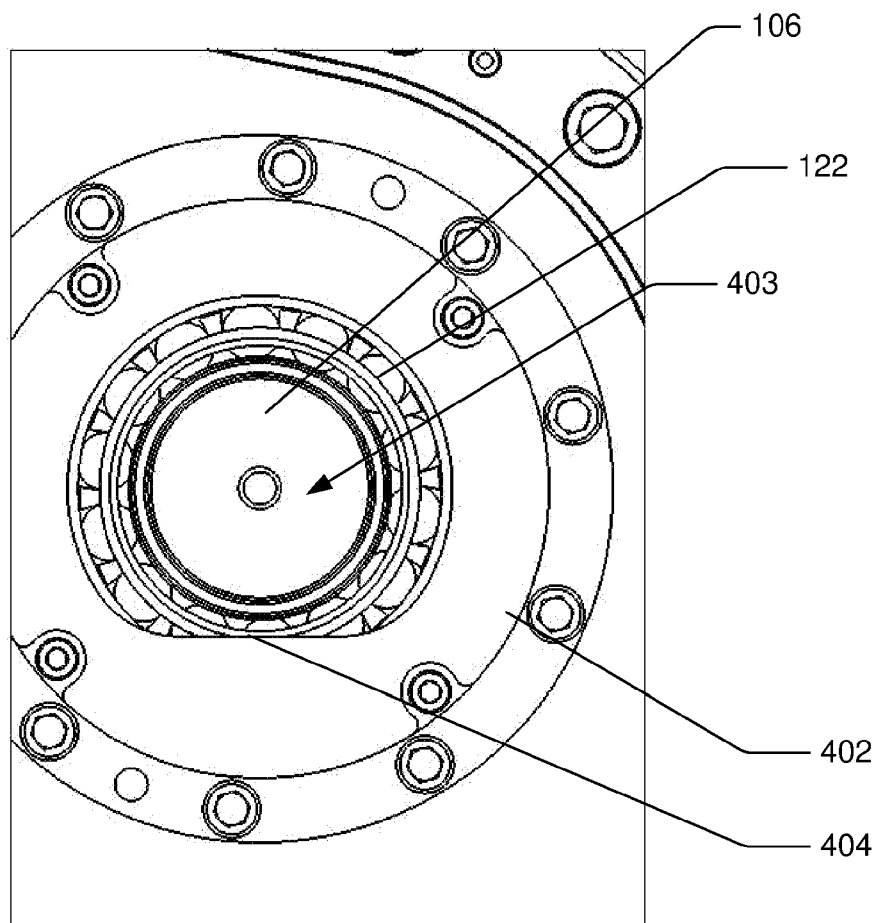


Figura 4

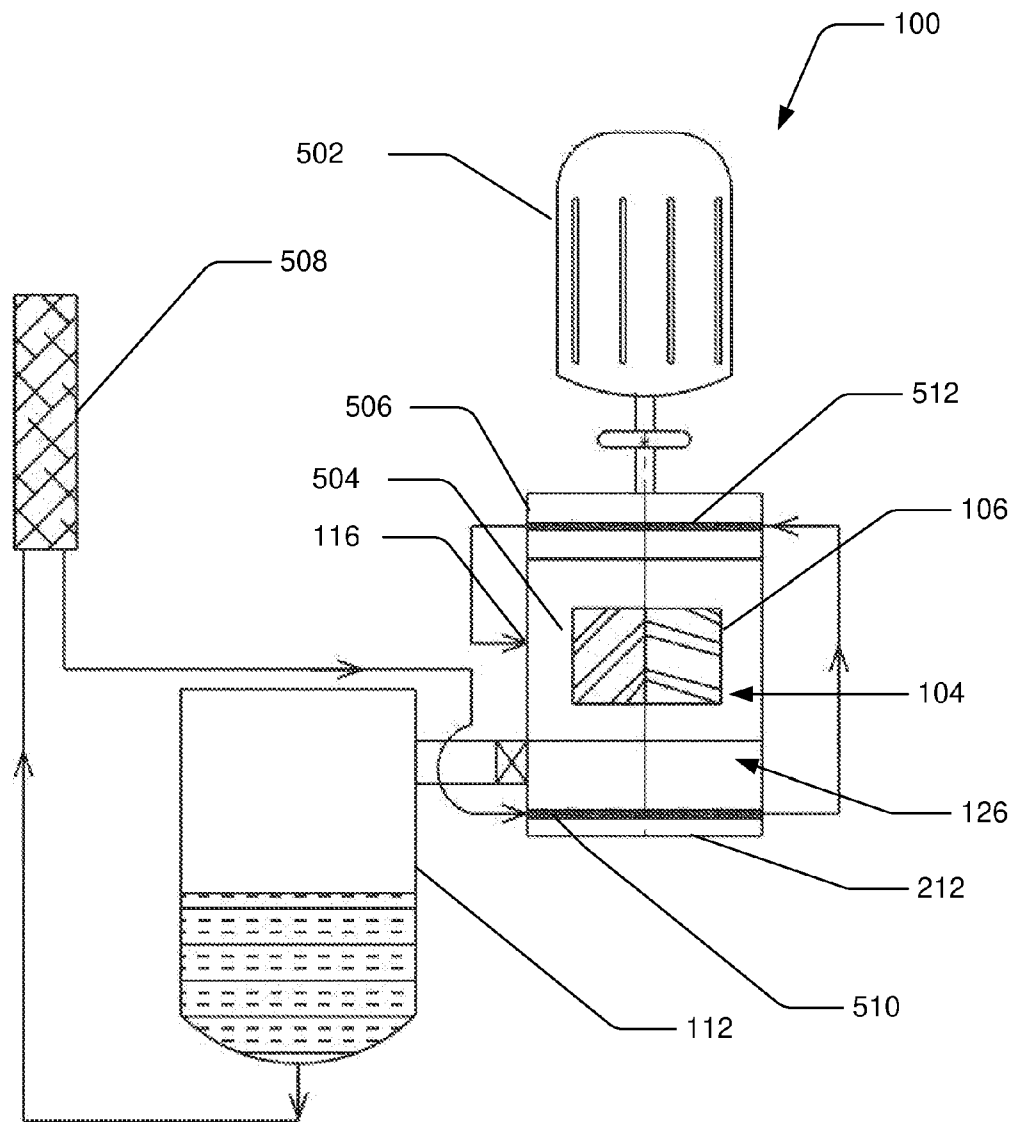


Figura 5

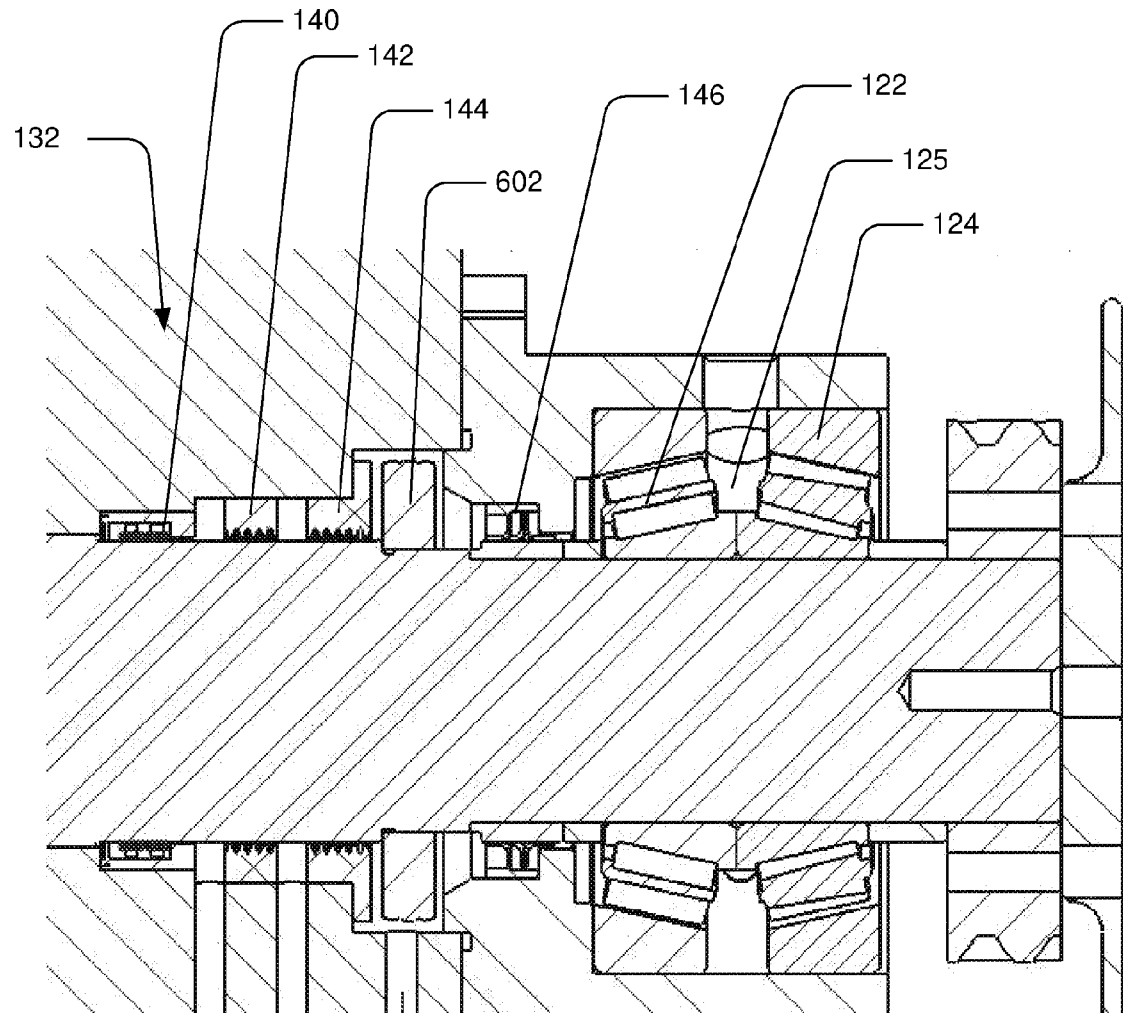


Figura 6

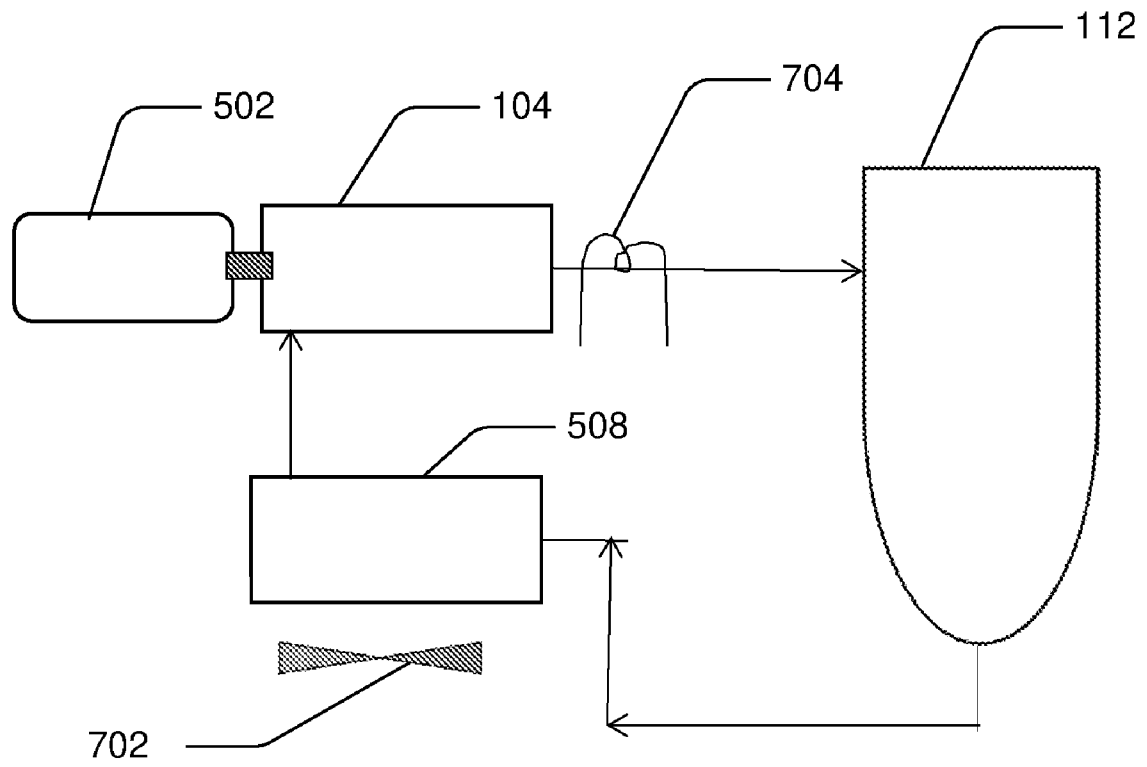


Figura 7

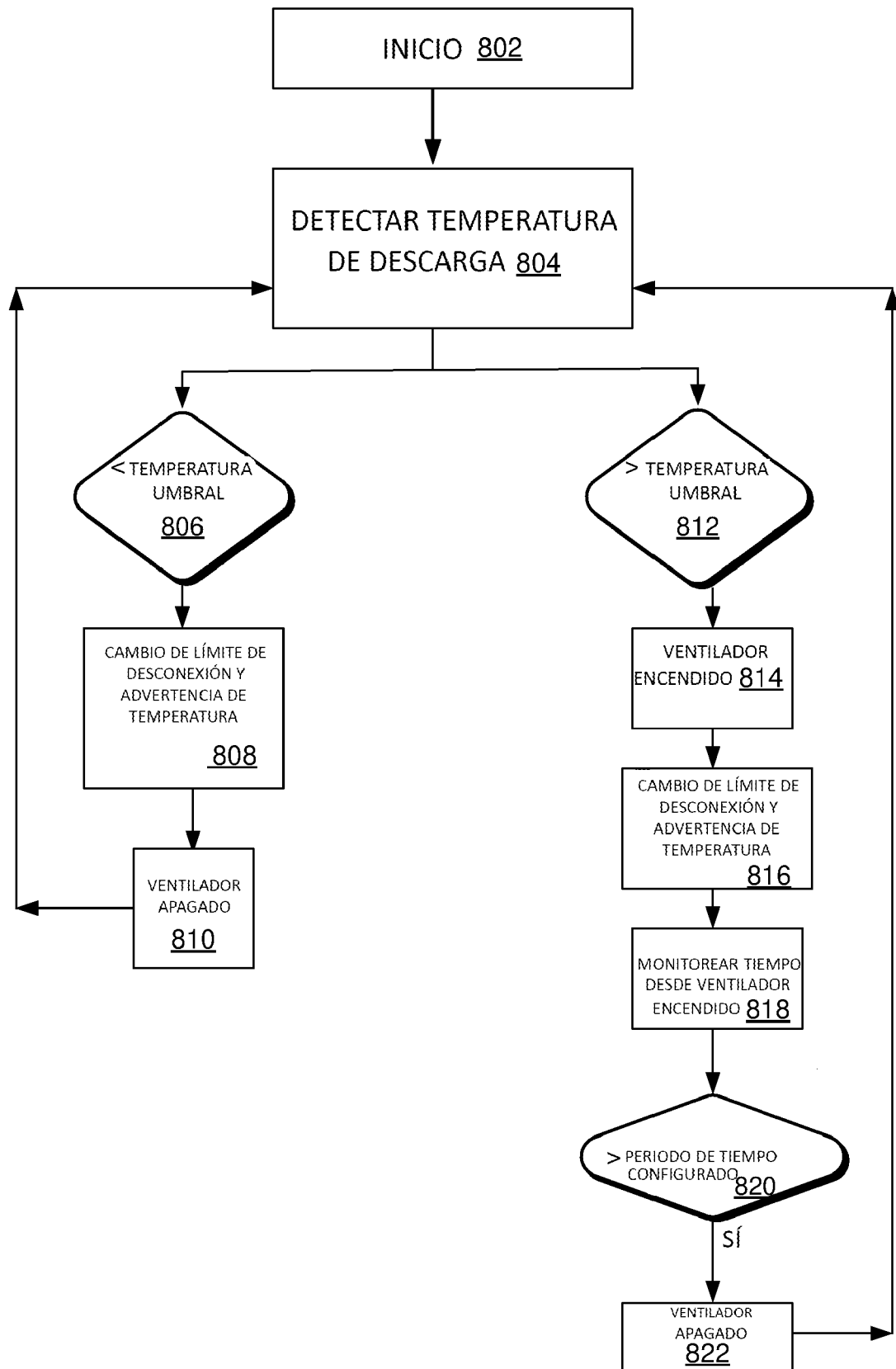


Figura 8