

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 893 821**

51 Int. Cl.:

**F25B 31/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.08.2017 PCT/US2017/046241**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2018 WO18038926**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2017 E 17754961 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.09.2021 EP 3504489**

54 Título: **Sistema de compresión de vapor con compresor lubricado con refrigerante**

30 Prioridad:

**26.08.2016 US 201662379991 P**

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

**10.02.2022**

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)  
13995 Pasteur Blvd.  
Palm Beach Gardens, FL 33418, US**

72 Inventor/es:

**NIEFORTH, SCOTT A. y  
SISHTLA, VISHNU M.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 893 821 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

Sistema de compresión de vapor con compresor lubricado con refrigerante

## 5 Antecedentes

La divulgación se refiere a la lubricación de un compresor. Más específicamente, la divulgación se refiere a la lubricación de compresores centrífugos.

10 Un refrigerador centrífugo habitual opera con niveles de lubricante en localizaciones clave en el flujo de refrigerante. La presencia de un depósito de aceite, habitualmente con más de un kilogramo de aceite, hará que el contenido total de aceite supere el 1,0 por ciento en peso cuando la acumulación de aceite en el depósito se añade al numerador y denominador de la fracción. La concentración será relativamente baja en el condensador (por ejemplo, 50 ppm a 500 ppm). En otras localizaciones, las concentraciones serán más altas. Por ejemplo, el cárter de aceite puede tener un  
15 60+ por ciento de aceite. Esta porción rica en aceite se usa para lubricar cojinetes. Por lo tanto, el flujo hacia los cojinetes será habitualmente más del 50 por ciento de aceite. En una o más localizaciones del sistema, pueden usarse tamices, alambiques u otros medios para extraer el aceite y devolverlo a un depósito. Es deseable eliminar el aceite de localizaciones donde pueda interferir con la transferencia de calor u otras operaciones.

20 Durante mucho tiempo ha existido el deseo de operar compresores refrigeradores y otras máquinas y bombas rotatorias sin la necesidad de un sistema de aceite dedicado. David C. Brondum, D. C., James E. Materne, J.E., Biancardi, F. R., y Pandey, D. R., "High-Speed, Direct-Drive Centrifugal Compressors for Commercial HVAC Systems", presentado en la 1998 International Compressor Conference en Purdue, 1998; Pandey, D. R. y Brondum, D., "Innovative, Small, High-Speed Centrifugal Compressor Technologies", presentado en la 1996 International  
25 Compressor Engineering Conference en Purdue, julio de 1996; Sishtla, V. M., "Design and Testing of an Oil-Free Centrifugal Water-Cooled Chiller", conferencia internacional sobre compresores y sus sistemas: 13-15 de septiembre de 1999, City University, Londres, REINO UNIDO, transacciones de conferencias, la Institución de Ingenieros Mecánicos, 1999, págs. 505-521. En estas pruebas, se usaron bolas de cerámica como el elemento rodante.

30 El documento WO2014/117012 A1, de Jandal *et al.*, publicado el 31 de julio de 2014, desvela un compresor lubricado con refrigerante. Con tales compresores, es importante que se suministre refrigerante de calidad relativamente alta (alta fracción líquida) a los cojinetes.

35 La publicación de solicitud de patente de Estados Unidos 2015/0362233 A1, de Jandal *et al.*, publicada el 17 de diciembre de 2015, desvela un sistema que conmuta una bomba de lubricante/refrigerante entre la fuente en el condensador y el evaporador.

40 La solicitud de patente de Estados Unidos n.º 62/201.064, presentada el 4 de agosto de 2015 y titulada "Liquid Sensing for Refrigerant-Lubricated Bearings", desvela un sistema lubricado con refrigerante que forma la base de los siguientes ejemplos específicos.

El documento WO00/22359 desvela un sistema que tiene dos trayectorias de flujo de lubricante y dos bombas de lubricante, en donde se usa una válvula de chapaleta para conmutar entre la fuente del condensador o el evaporador.

## 45 Sumario

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de compresión de vapor que comprende: un compresor que tiene un puerto de aspiración y un puerto de descarga, en donde el compresor comprende un motor eléctrico y el motor eléctrico comprende unos cojinetes; un intercambiador de calor de rechazo de calor acoplado al puerto de descarga para recibir refrigerante comprimido; un intercambiador de calor de absorción de calor; una primera trayectoria de flujo de lubricante que se extiende hasta los cojinetes del motor desde el intercambiador de calor de rechazo de calor; una segunda trayectoria de flujo de lubricante que se extiende hasta los cojinetes del motor desde el intercambiador de calor de absorción de calor; una primera válvula a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante; una segunda válvula a lo largo de la segunda trayectoria de flujo de lubricante; una  
50 bomba de lubricante compartida por la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante; un sensor colocado para medir al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la bomba de lubricante; y un controlador configurado para abrir y cerrar selectivamente la primera válvula y la segunda válvula para controlar el flujo de lubricante a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante basándose en una fluctuación detectada en la al menos una de entre una  
55 presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la bomba de lubricante.

60 El sensor puede comprender un sensor de presión colocado para medir una presión de salida de la bomba de lubricante; y la fluctuación detectada puede ser una fluctuación detectada en la presión de salida de la bomba de lubricante.

65

El sensor puede comprender un sensor de vibración colocado para medir una vibración de la bomba de lubricante; y la fluctuación detectada puede ser una vibración detectada de la bomba de lubricante.

El sistema puede ser un refrigerador.

5 Un método para usar el sistema del primer aspecto comprende: hacer funcionar la bomba de lubricante y controlar las válvulas primera y segunda para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de una de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante y no la otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante; y en respuesta a que el controlador detecte un umbral de  
10 dicha fluctuación en la al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la bomba de lubricante, conmutar el controlador las válvulas primera y segunda para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de dicha otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante y no de dicha una de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante.

15 El método puede comprender, además, después de haber comenzado el funcionamiento de la bomba de lubricante, comenzar a hacer funcionar el compresor para impulsar un flujo de refrigerante secuencialmente a través del intercambiador de calor de rechazo de calor, un dispositivo de expansión y el intercambiador de calor de absorción de calor.

20 La conmutación puede comprender controlar las válvulas primera y segunda mientras se hace funcionar continuamente la bomba de lubricante.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de compresión de vapor que comprende: un compresor que tiene un puerto de aspiración y un puerto de descarga, en donde el compresor  
25 comprende un motor eléctrico y el motor eléctrico comprende unos cojinetes; un intercambiador de calor de rechazo de calor acoplado al puerto de descarga para recibir refrigerante comprimido; un intercambiador de calor de absorción de calor; una primera trayectoria de flujo de lubricante que se extiende hasta los cojinetes del motor desde el intercambiador de calor de rechazo de calor; una segunda trayectoria de flujo de lubricante que se extiende hasta los cojinetes del motor desde el intercambiador de calor de absorción de calor; una primera bomba de lubricante a lo largo  
30 de la primera trayectoria de flujo de lubricante; una segunda bomba de lubricante a lo largo de la segunda trayectoria de flujo de lubricante; un sensor colocado para medir al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda; y un controlador configurado para hacer funcionar la primera bomba de lubricante y/o la segunda bomba de lubricante para controlar el flujo de lubricante a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante  
35 basándose en una fluctuación detectada en la al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda.

El sensor puede comprender un sensor de presión colocado para medir la presión de salida de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda; y la fluctuación detectada puede ser una fluctuación detectada en la presión  
40 de salida de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda.

El sensor puede comprender un sensor de vibración colocado para medir una vibración de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda; y la fluctuación detectada puede ser una vibración detectada de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda.  
45

El sistema puede ser un refrigerador.

Un método para usar el sistema del segundo aspecto comprende: hacer funcionar la primera bomba de lubricante o la segunda bomba de lubricante para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de la primera trayectoria de flujo de  
50 lubricante o la segunda trayectoria de flujo de lubricante, y no la otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante, respectivamente; y en respuesta a que el controlador detecte un umbral de dicha fluctuación, conmutar el controlador para hacer funcionar la otra de la primera bomba de lubricante o la segunda bomba de lubricante para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de dicha otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante y no de dicha una de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante, respectivamente.  
55

El método puede comprender, además, después de haber comenzado el funcionamiento de al menos una de entre la primera bomba de lubricante y la segunda bomba de lubricante, comenzar a hacer funcionar el compresor para impulsar un flujo de refrigerante secuencialmente a través del intercambiador de calor de rechazo de calor, un  
60 dispositivo de expansión y el intercambiador de calor de absorción de calor.

Los detalles de una o más realizaciones se exponen en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características, objetos y ventajas se pondrán de manifiesto a partir de la descripción y los dibujos, así como de las reivindicaciones.  
65

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor en un primer modo de operación.  
 La figura 2 es una vista esquemática de un segundo sistema de compresión de vapor en un primer modo de operación.  
 La figura 3 es una vista esquemática de un tercer sistema de compresión de vapor en un primer modo de operación.  
 La figura 4 es una vista esquemática de un cuarto sistema de compresión de vapor en un primer modo de operación.  
 La figura 5 es una vista esquemática de un quinto sistema de compresión de vapor en un primer modo de operación.  
 La figura 6 es una vista esquemática de un sexto sistema de compresión de vapor en un primer modo de operación.  
 La figura 7 es un diagrama de flujo de una primera subrutina de control. La figura 8 es un diagrama de flujo de una segunda subrutina de control.

Los números de referencia y las indicaciones similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

La figura 1 muestra un sistema de compresión de vapor 20. Esta refleja detalles de un sistema de referencia específico. Otros sistemas pueden estar sujetos a modificaciones similares para añadir un sensor de líquido o reemplazar un sensor de líquido de referencia. La figura 1 muestra flechas de flujo (y, por lo tanto, condiciones de válvula asociadas) asociadas con condiciones operativas que pueden corresponder a una condición de arranque o, en general, una condición donde hay una baja diferencia de presión entre el condensador y el evaporador. Otras condiciones operativas se exponen más adelante. El sistema a modo de ejemplo 20 es un refrigerador que tiene un compresor 22 que impulsa un flujo recirculante de refrigerante. El compresor a modo de ejemplo es un compresor centrífugo de dos etapas que tiene una primera etapa 24 y una segunda etapa 26. Los impulsores de las dos etapas se enrollan conjuntamente y se accionan directamente por un motor eléctrico 28 que tiene un estátor 30 y un rotor 32. El compresor tiene una carcasa o caja 34 que soporta uno o más cojinetes 36 para soportar, a su vez, el rotor 32 para que rote alrededor de su eje longitudinal central 500 que forma un eje longitudinal central del compresor. Tal y como se expone más adelante, los cojinetes son cojinetes de elementos rodantes con una o más disposiciones circunferenciales de elementos rodantes intercalados radialmente entre una pista interior del rotor (por ejemplo, montada en un árbol) y una pista exterior en la carcasa (por ejemplo, encajada a presión en un compartimento de cojinetes). Los elementos rodantes a modo de ejemplo incluyen bolas, rodillos rectos (por ejemplo, incluyendo agujas) y rodillos cónicos. Los cojinetes a modo de ejemplo son cojinetes híbridos con pistas de acero y elementos rodantes de cerámica. Los elementos rodantes de cerámica a modo de ejemplo son bolas cerámicas de nitruro de silicio. Las pistas a modo de ejemplo son anillos de acero para rodamientos 52100 y anillos de acero martensítico CrMo con alto contenido de nitrógeno, incluyendo Bohler N360 (marca comercial de BOHLER Edelstahl GmbH & Co KG, Kapfenberg, Austria) y Cronidur 30 (marca comercial de Energietechnik Essen GmbH, Essen, Alemania).

Tal y como se expone más adelante, el sistema de compresión de vapor a modo de ejemplo 20 es un sistema esencialmente libre de aceite o lubricante. En consecuencia, omite diversos componentes de los sistemas de aceite tradicionales, tales como bombas de aceite, separadores de aceite, depósitos de aceite dedicados y similares. Sin embargo, puede incluirse una cantidad muy pequeña de aceite u otro material que habitualmente puede usarse como lubricante en la carga de refrigerante total para proporcionar beneficios que van mucho más allá de la cantidad de lubricación esencialmente inexistente que se esperaría que proporcionara dicho material. Tal y como se expone más adelante, una pequeña cantidad de material puede reaccionar con las superficies de los cojinetes para formar revestimientos protectores. En consecuencia, aunque pueden omitirse los componentes tradicionales relacionados con el aceite, pueden estar presentes componentes adicionales para proporcionar un refrigerante que contenga pequeñas cantidades de material a los cojinetes. Al exponer esto a continuación, pueden usarse expresiones tales como "rico en aceite". Se entiende que tales expresiones se usan para indicar condiciones relativas a otras condiciones dentro del presente sistema. Por lo tanto, "rico en aceite" según se aplica a una localización en la figura 1 puede considerarse extremadamente pobre en aceite o libre de aceite en un sistema tradicional.

El compresor a modo de ejemplo tiene una entrada general (puerto de entrada o puerto de aspiración) 40 y una salida general (puerto de salida o puerto de descarga) 42. En la configuración a modo de ejemplo, la salida 42 es una salida de la segunda etapa 26. La entrada 40 está aguas arriba de una disposición de paletas de guía de entrada 44 que, a su vez, está aguas arriba de la entrada de primera etapa 46. La salida de primera etapa 48 está acoplada a la entrada de segunda etapa 50 mediante una línea entre etapas (entre etapas) 52. Aunque las paletas de guía de entrada (IGV) se muestran solo para la primera etapa, las implementaciones alternativas pueden tener adicionalmente o como alternativa unas IGV para la segunda etapa. Otra variación es un compresor de etapa única con paletas de guía de entrada.

Tal y como se expone más adelante, flujos adicionales de refrigerante pueden salir de y/o entrar en el compresor en localizaciones adicionales. Desde el puerto de descarga 42, una trayectoria de flujo de refrigerante principal 54 avanza aguas abajo en un modo operativo normal a lo largo de una línea de descarga 56 hasta un primer intercambiador de calor 58. En el modo operativo normal, el primer intercambiador de calor es un intercambiador de calor de rechazo de calor, es decir, un condensador. El condensador a modo de ejemplo es un intercambiador de calor de refrigerante-agua en donde el refrigerante pasa por los tubos de un haz de tubos que llevan un flujo de agua (u otro líquido). El condensador 58 tiene una o más entradas y una o más salidas. Una entrada primaria a modo de ejemplo está

etiquetada como 60. Una salida primaria a modo de ejemplo está etiquetada como 62. Una salida a modo de ejemplo 62 es una salida de un sumidero 64 en la base de un recipiente del condensador 58. Un conjunto de válvula de flotador de salida 65 puede incluir un orificio en la salida 62 para servir como dispositivo de expansión. A continuación, se muestran y exponen salidas de sumidero adicionales.

5 El sistema a modo de ejemplo 20 es un sistema economizado que tiene un economizador 70 aguas abajo del condensador a lo largo de la trayectoria de flujo 54. El economizador a modo de ejemplo es un economizador de tanque flash que tiene una entrada 72, una salida de líquido 74 y una salida de vapor 76. En la implementación a modo de ejemplo, la salida de vapor 76 está conectada a una línea de economizador 80 que define una trayectoria de flujo de economizador 84 como una ramificación de la trayectoria de flujo principal 54 que regresa a un puerto de economizador 86 del compresor que puede estar en la interetapa (por ejemplo, línea 52). Una válvula de control 82 (por ejemplo, una válvula solenoide de encendido y apagado) puede estar a lo largo de la línea de economizador. Un conjunto de válvula de flotador de salida 75 puede incluir un orificio en la salida de líquido 74 para servir como un dispositivo de expansión. La trayectoria de flujo principal 54 avanza aguas abajo desde la salida de líquido de economizador 74 hasta una entrada 90 de un segundo intercambiador de calor 88. El intercambiador de calor a modo de ejemplo 88 es, en el modo operativo normal, un intercambiador de calor de absorción de calor (por ejemplo, un evaporador). En la implementación de refrigerador a modo de ejemplo, el evaporador 88 o "enfriador" es un intercambiador de calor de refrigerante-agua que puede tener una construcción de recipiente y haz de tubos en donde el haz de tubos lleva el agua u otro líquido que se enfría en el modo operativo normal. Para simplificar la ilustración, la figura 1 omite detalles que incluyen la entrada y salida para los flujos de agua u otro fluido de transferencia de calor para los intercambiadores de calor. El evaporador tiene una salida principal 92 conectada a una línea de aspiración 94 que completa la trayectoria de flujo principal 54 volviendo a la entrada 40.

25 Se muestran varias trayectorias de flujo opcionales adicionales y conductos asociados y otro hardware que se ramifican desde y regresan a la trayectoria de flujo principal 54. Además de la trayectoria de flujo de economizador 84, una trayectoria de flujo de enfriamiento de motor 100 también se ramifica desde y regresa a la trayectoria de flujo 54. La trayectoria de flujo de enfriamiento de motor a modo de ejemplo 100 incluye una línea 102 que se extiende desde un extremo ascendente en un puerto 104 en algún componente a lo largo de la trayectoria de flujo principal (mostrado como el sumidero 64). La línea 102 se extiende hasta un puerto de enfriamiento 106 en el compresor. La trayectoria de flujo de enfriamiento de motor pasa a través del puerto 106 hacia una caja de motor del compresor. En la caja de motor, el flujo de enfriamiento enfría el estátor y el rotor, y, a continuación, sale por un puerto de drenaje 108. A lo largo de la trayectoria de flujo 100, una línea de retorno de enfriamiento de motor 109 devuelve el flujo desde el puerto 108 al camino de flujo principal. En este ejemplo, vuelve a un puerto 110 en el recipiente del evaporador 88.

35 Un sistema opcional de trayectorias de flujo más complicado puede asociarse con el enfriamiento/lubricación de los cojinetes. En diversas situaciones, puede ser apropiado extraer refrigerante de enfriamiento/lubricación de cojinetes de diferentes localizaciones del sistema. Por ejemplo, dependiendo de la disponibilidad, el refrigerante puede extraerse de una primera localización, tal como el primer intercambiador de calor 58 o una localización asociada con el mismo, o una segunda localización, tal como el segundo intercambiador de calor 88 o una localización asociada con el mismo. Tal y como se expone más adelante, las condiciones de arranque pueden ser especialmente pertinentes. Dependiendo de las temperaturas iniciales, el refrigerante líquido puede estar disponible más fácilmente en una de las dos localizaciones en relación con la otra. Un primer tramo 120 (primera trayectoria de flujo o primera ramificación) de una trayectoria de flujo de suministro de cojinetes está formado por una línea 122 que se extiende desde un puerto 124 localizado a lo largo de la trayectoria de flujo principal (por ejemplo, en el sumidero 64 del intercambiador de calor 58). Un segundo tramo 121 de la trayectoria de flujo de suministro de cojinetes está formado por una línea 123 que se extiende desde un puerto 125 en el intercambiador de calor 88. Los dos tramos se fusionan finalmente en un tramo 126 formado por una línea 128 y el refrigerante pasa a uno o más puertos 130 en el compresor que comunica refrigerante a los cojinetes asociados respectivos 36.

50 Uno o más puertos 134 se extienden desde uno o más drenajes en los cojinetes para devolver el refrigerante a la trayectoria de flujo principal. En esta realización, se muestran dos posibles trayectorias de retorno. Una primera trayectoria o ramificación de retorno 140 pasa a un puerto 142 inmediatamente aguas abajo de la disposición de paletas de guía de entrada 44. Este puerto 142 está esencialmente en la condición de presión más baja del sistema y, por lo tanto, proporciona la máxima aspiración para extraer refrigerante a través de los cojinetes. Una válvula 146 puede estar a lo largo de una línea 144 a lo largo de esta ramificación de trayectoria de flujo. La válvula a modo de ejemplo 146 es una válvula de encendido y apagado controlada electrónicamente (por ejemplo, una válvula solenoide) bajo el control de un controlador de sistema. Una segunda trayectoria de flujo/ramificación de retorno de cojinete 150 se expone a continuación.

60 Como se ha indicado anteriormente, la figura 1 también muestra una segunda ramificación de trayectoria de flujo de drenaje de cojinete 150. La ramificación de trayectoria de flujo a modo de ejemplo 150 se une a la línea 109. Una válvula 170 (por ejemplo, similar a 146) se localiza en una línea 172 a lo largo de la trayectoria de flujo 150 para controlar el flujo. En una condición de la figura 1 a modo de ejemplo, la válvula 170 está cerrada bloqueando el flujo a lo largo de la ramificación 150.

65

Cada uno de los tramos de trayectoria de flujo 120 y 121 puede tener varios componentes similares. En la realización ilustrada, cada uno tiene un sensor de nivel de líquido 180, 181 (por ejemplo, un conmutador de nivel de líquido) relativamente aguas arriba seguido de un tamiz 184, 185. Aguas abajo de los tamices están las válvulas controlables respectivas 186, 187. Las válvulas a modo de ejemplo 186, 187 son válvulas de solenoide (por ejemplo, válvulas de solenoide normalmente cerradas).

Los tramos a modo de ejemplo 120, 121 se unen para formar el tramo 126. A lo largo del tramo 126 puede haber un filtro 188. Una bomba 190 también se localiza a lo largo del tramo 126. Por lo tanto, la bomba se comparte por los tramos 120, 121 e impulsará el flujo a lo largo del tramo asociado 120, 121 si su válvula respectiva 186, 187 está abierta. Las bombas a modo de ejemplo son bombas de desplazamiento positivo (por ejemplo, bombas de engranajes) y bombas centrífugas. La operación de las válvulas 186, 187 puede responder a uno o más parámetros detectados. La figura 1 muestra un transductor de presión 192 colocado en o aguas abajo de la bomba para medir la presión de descarga de bomba. Un tipo a modo de ejemplo de transductor de presión es un transductor de tipo sensor capacitivo de cerámica. El transductor 192 puede usarse por el controlador 900 para detectar fluctuaciones de presión (por ejemplo, fluctuaciones de presión de descarga de bomba). Las fluctuaciones de presión demostrarán que se está extrayendo vapor a lo largo de cualquiera de los tramos 120 y 121 que esté activo. Por lo tanto, cuando el controlador determina una fluctuación de presión umbral, el controlador puede conmutar los estados inactivo y activo de los tramos 120, 121 cerrando la válvula 186, 187 antes abierta y abriendo dicha válvula antes cerrada. En ausencia de pérdida de refrigerante, si la extracción de refrigerante líquido de una de las dos localizaciones es insuficiente, se espera que haya suficiente refrigerante líquido disponible en la otra.

Una situación especialmente pertinente es el arranque. La rutina de arranque puede configurarse para proporcionar flujo de refrigerante a los cojinetes 36 antes de arrancar el motor 28. Inicialmente, el controlador 900 puede abrir una de las válvulas 186 y 187, encender la bomba 190 y, a continuación, si se detecta una vibración umbral, conmutar los estados de las válvulas 186, 187. El tramo inicialmente seleccionado 120 o 121 puede basarse en varios factores dependiendo de la implementación.

En otras implementaciones, el controlador puede usar sensores de temperatura y/o presión para determinar cuál de los tramos 120 y 121 es probable que produzca refrigerante relativamente libre de vapor.

Existen varios tipos y configuraciones de sensores de nivel de líquido 180, 181. El sensor a modo de ejemplo es un sensor óptico como se expone a continuación. El sensor tiene un extremo operativo/de detección (por ejemplo, un prisma) colocado para exponerse al líquido en una situación normal de suficiente líquido. En este ejemplo, el sensor es un sensor óptico y la exposición es una exposición óptica que puede, sin embargo, incluir también la exposición física con el extremo en contacto con el fluido (refrigerante líquido y/o vapor). El sensor puede usarse para determinar si la superficie líquida ha descendido por debajo de un nivel crítico (tras lo cual, un descenso adicional podría suponer el riesgo de que los cojinetes absorbieran vapor). La determinación de la superficie que desciende a esta altura umbral puede desencadenar una respuesta del controlador 900. Las respuestas a modo de ejemplo pueden incluir el apagado del compresor o pueden incluir alguna forma de actividad correctiva.

Cada uno de los sensores a modo de ejemplo 180, 181 es un conmutador colocado para cambiar de estado cuando el nivel de líquido transita a una cierta altura umbral con respecto al prisma. El conmutador de nivel de líquido a modo de ejemplo está configurado para tener una condición cerrada asociada con una exposición suficiente de líquido (aunque, como alternativa, puede usarse una versión de condición abierta). Un umbral a modo de ejemplo está aproximadamente a la mitad del prisma.

La figura 1 muestra flechas de flujo asociadas con un modo operativo, es decir, un modo de arranque. Son posibles otros modos más y pueden depender de otros detalles del sistema o modificaciones del mismo (por ejemplo, un modo de deshumidificación de descongelación donde un intercambiador de calor es un intercambiador de calor de refrigerante-aire u otros modos posibles donde las funciones de los dos intercambiadores de calor se invierten).

La mezcla de refrigerante circulante total puede comprender: uno o más refrigerantes de base o bases de refrigerante (por ejemplo, expuestos a continuación); opcionalmente, una pequeña cantidad de un material aceitoso que normalmente podría considerarse como un lubricante; opcionalmente, otros aditivos; y contaminantes, si los hubiese.

El refrigerante de base a modo de ejemplo puede incluir una o más hidrofluoroolefinas, hidrocloroolefinas y mezclas de las mismas (por ejemplo, incluidas las hidrocloroolefinas). A continuación, se usa HFO para referirse como sinónimos a estos tres tipos de refrigerantes. Las hidrocloroolefinas a modo de ejemplo incluyen clorotrifluoropropenos. Clorotrifluoropropenos a modo de ejemplo, son 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno y/o 2-cloro-3,3,3-trifluoropropeno, y, más específicamente, trans-1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno (E-HFO-1233zd, identificado, como alternativa, como R1233zd (E)). Las hidrofluoroolefinas pueden ser una hidrofluoroolefina C3 que contiene al menos un átomo de flúor, al menos un átomo de hidrógeno y al menos un enlace alqueno. Las hidrofluoroolefinas a modo de ejemplo incluyen 3,3,3-trifluoropropeno (HFO-1234zf), E-1,3,3,3-tetrafluoropropeno, (E-HFO-1234ze), Z-1,3,3,3-tetrafluoropropeno (Z-HFO-1234ze), 2,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234yf), E-1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (E-HFO-1255ye), Z-1,2,3,3,3-pentafluoropropeno (Z-HFO-1255ye).

Los aceites a modo de ejemplo son aceites de poliol éster (POE). Otros posibles aceites incluyen polialquilenglicoles (PAG), éteres de polivinilo (PVE), alquilbencenos, polialfa olefinas, aceites minerales y similares, así como mezclas. Una consideración pertinente es la disponibilidad de hidrocarburos que pueden formar una capa protectora orgánica en las superficies de los cojinetes.

5 El aceite de trazas de poliol éster (100 ppm) puede ser especialmente del tipo retardado con excelente estabilidad térmica. El aceite de poliol éster se obtiene de la reacción de condensación entre alcoholes polihídricos y ácidos grasos monohídricos (por ejemplo, de peso molecular medio (C5-C10)). Ejemplos específicos de alcoholes polihídricos incluyen neopentilglicol, trimetiloletano, trimetilolpropano, trimetilolbutano, pentaeritritol, dipentaeritritol y oligómeros poliéter superiores de pentaeritritol, tales como tripentaeritritol y tetrapentaeritritol. Los ésteres de poliol pueden formarse a partir de ácidos grasos monohídricos, incluido el ácido n-pentanoico, ácido n-hexanoico, ácido n-heptanoico, ácido n-octanoico, ácido 2-metilbutanoico, ácido 2-metilpentanoico, ácido 2-metilhexanoico, ácido 2-etilhexanoico, ácido isooctanoico, ácido 3,5,5-trimetilhexanoico.

15 Los aditivos pueden comprender una amplia gama de funcionalidades, incluyendo: agentes de extrema presión; agentes de captura de ácido; antiespumantes; tensioactivos; antioxidantes; inhibidores de corrosión; plastificantes; agentes desactivadores de metales. Estos pueden comprender una amplia gama de productos químicos que incluyen: epóxidos; hidrocarburos insaturados o halocarbonos insaturados; ftalatos; fenoles; fosfatos; perfluoropoliéteres; tioles; fosfitos; siloxanos; tolitriazoles; benzotriazoles; aminas; ditioposfatos de zinc; y sales de ésteres de amina/fosfato. Las concentraciones de aditivos individuales a modo de ejemplo no son más del 1,0 % en peso, más específicamente, de 10 ppm a 5000 ppm o no más del 1000 ppm o no más de 200 ppm. Las concentraciones de aditivos agregados no oleosos a modo de ejemplo no son más del 5,0 % en peso, más específicamente, no más del 2,0 % o no más del 1,0 % o no más de 5000 ppm o no más de 1000 ppm o no más de 500 ppm o no más de 200 ppm o no más de 100 ppm.

25 La figura 1 muestra además un controlador 900. El controlador puede recibir entradas de usuario de un dispositivo de entrada (por ejemplo, conmutadores, teclado, o similares) y sensores (no mostrados, por ejemplo, sensores de presión, sensores de temperatura y/o sensores de flujo (por ejemplo, midiendo específicamente el flujo a los cojinetes) en varias localizaciones de sistema). El controlador puede estar acoplado a los sensores y los componentes de sistema controlables (por ejemplo, válvulas, los cojinetes, el motor de compresor, accionadores de paletas, y similares) a través de líneas de control (por ejemplo, trayectorias de comunicación cableadas o inalámbricas). El controlador puede incluir uno o más: procesadores; memoria y almacenamiento (por ejemplo, para almacenar información del programa para su ejecución por parte del procesador para realizar los métodos operativos y para almacenar datos usados o generados por el o los programas; y dispositivos de interfaz de hardware (por ejemplo, puertos) para interactuar con dispositivos de entrada/salida y componentes de sistema controlables.

35 El sistema puede fabricarse usando materiales y técnicas convencionales o ya desarrollados.

La figura 7 muestra una rutina o subrutina de control 600 que puede programarse o configurarse de otro modo en el controlador. La rutina proporciona un suministro de refrigerante mejorado y puede superponerse a las rutinas/programación normales del controlador (no mostradas, por ejemplo, proporcionando la operación básica de un sistema de referencia al que se añade la rutina de control anterior). Por ejemplo, la programación/rutinas normales pueden proporcionar cosas como una conmutación entre diversos modos (por ejemplo, calentamiento versus enfriamiento versus diferentes situaciones de carga versus descongelación, y similares). En una fase de arranque 601, el comando de arranque 602 puede representar una entrada de usuario o una decisión de programa (por ejemplo, si el controlador detecta una necesidad de operación). Se realiza una detección inicial 604 de líquido condensador (por ejemplo, el estado del conmutador 180 está asociado con la presencia de suficiente líquido). Este valor predeterminado eficaz es para el condensador debido a que es una fuente de presión más alta. Si hay suficiente líquido en el condensador, el controlador comienza 606 a obtener refrigerante del condensador. Esto puede lograrse abriendo la válvula 186 (si aún no está abierta) y cerrando la válvula 187 (si aún no está cerrada) y arrancando la bomba 190. Si, sin embargo, no hay líquido suficiente, el controlador comienza 608 de manera similar a obtener refrigerante del enfriador. En cualquier caso, al arrancar (y potencialmente después de un retardo programado inicial) puede ejecutarse un bucle 610 hasta el apagado (después de lo cual la subrutina puede reanudarse en 602). El bucle 610 incluye una determinación inicial 620 por parte del controlador de si las fluctuaciones (por ejemplo, las fluctuaciones de presión del sensor 192) están dentro de los límites preestablecidos. Un ejemplo es muestrear la presión en un intervalo (por ejemplo, un segundo) durante un período (por ejemplo, veinte segundos). El controlador puede registrar los valores máximos y mínimos durante el período. Si la diferencia entre máximo y mínimo supera un valor (por ejemplo, 25 % de un promedio calculado), la fluctuación se considera excesiva. Si es así (una fluctuación excesiva), la subrutina vuelve a la determinación de fluctuación 620 sin cambiar el origen. Si no es así, la salida del conmutador 180 se revisa 622 para determinar si hay suficiente líquido en el condensador.

60 Si es así en 622, entonces el controlador mantiene el condensador como fuente o cambia 624 al condensador si el enfriador hubiera sido la fuente. Si no es así, el estado del conmutador 181 se usa para determinar 626 si hay suficiente líquido en el enfriador. Si no es así en 626, entonces, el condensador se cambia a o se mantiene en 624 como la fuente. Si es así, el enfriador se cambia a o se mantiene en 628 como la fuente. En cualquier caso, el bucle retroalimenta a la determinación de fluctuación 620.

65

La figura 2 muestra una variación básica de un sistema 400 similar de uno u otro modo al sistema 20, excepto que el sensor de presión 192 se reemplaza por un sensor de vibración (por ejemplo, un acelerómetro, tal como un acelerómetro piezoeléctrico) 193. El sensor de vibración puede localizarse a lo largo de la línea 128 o puede montarse en la carcasa de la bomba 190. La vibración detectada puede indicar una cavitación de bomba o una absorción de vapor. En consecuencia, el controlador 900 puede usar la vibración detectada por encima de un umbral de una manera similar a las fluctuaciones de presión del sensor de presión 192.

La figura 3 muestra una variación adicional de un sistema 420 similar de uno u otro modo a los sistemas 20 y 400, excepto que el sensor de presión 192 o el sensor de vibración 193 se reemplazan por un sensor de corriente de motor 194 (por ejemplo, un sensor de corriente/transductor de corriente de tipo bucle) que monitoriza la corriente consumida por el motor eléctrico de la bomba 190. Las fluctuaciones de corriente por encima de un umbral pueden usarse por el controlador 900 de una manera similar a las fluctuaciones de presión y vibraciones de bomba mencionadas anteriormente. Tal y como se expone más adelante, diversas realizaciones pueden incluir múltiples de tales sensores u otros sensores, y puede usarse la lógica adecuada para determinar las fluctuaciones umbral basándose en la combinación de sensores.

La figura 4 muestra una variación adicional de un sistema 440 similar de uno u otro modo a los sistemas anteriores, excepto que dos bombas 190, 191 están colocadas a lo largo de las trayectorias de flujo respectivas 120, 121 y los sensores de líquido respectivos 180, 181 se desplazan a localizaciones inmediatamente aguas arriba de las bombas (por ejemplo, aguas abajo de los tamices 184, 185). Como variaciones adicionales, la figura 4 muestra el sistema 440 que tiene los filtros respectivos 188, 189 en las dos trayectorias de flujo (por ejemplo, en lugar de que tener las trayectorias de flujo unidas en un solo filtro) y también tiene las dos trayectorias de flujo extendiéndose completamente por separado hasta los puertos asociados en la carcasa y los puertos asociados a los cojinetes.

Las figuras 5 y 6 muestran variaciones adicionales de los sistemas respectivos 460 y 480, pero que incluyen un tanque de desgasificación 300 aguas abajo de la o las bombas a lo largo de la línea de suministro de cojinetes y la trayectoria de flujo. Las dos variaciones respectivas son una variación de bomba única y una variación de bomba doble a lo largo de las líneas de las dos variantes expuestas anteriormente.

El tanque de desgasificación tiene una entrada 302 para recibir refrigerante líquido (por ejemplo, aguas abajo del filtro 190). La entrada 302 a modo de ejemplo está en el fondo del tanque. El tanque a modo de ejemplo es un tanque metálico cilíndrico orientado con su eje verticalmente. Una salida de refrigerante a modo de ejemplo 304 está a lo largo de una pared lateral del tanque. Un puerto adicional 306 en el tanque está conectado a una línea de vacío 308 y la trayectoria de flujo asociada 310 (una ramificación de la trayectoria de flujo de suministro de cojinetes) para extraer vapor del espacio de cabeza 312 del tanque. La línea a modo de ejemplo 308 y la trayectoria de flujo 310 se extienden hasta una localización de baja presión en el sistema. Una localización de baja presión a modo de ejemplo está aguas abajo de las paletas de guía de entrada, tal como el puerto 142, el puerto 246, o un puerto dedicado similar. Pueden usarse otras localizaciones de baja presión dentro del compresor (sorteando la entrada de compresor) o a lo largo de la trayectoria de flujo principal aguas arriba de la entrada de compresor. De manera similar, la trayectoria de flujo de suministro de refrigerante puede ramificarse de la trayectoria de flujo principal en cualquiera de varias localizaciones adecuadas para la configuración de sistema específica. A lo largo de la línea 308 y la trayectoria de flujo 310, la figura 5 también muestra un filtro 320 y un orificio 322 a modo de ejemplo. El orificio funciona para limitar el caudal para evitar la extracción de líquido del tanque de desgasificación. La figura 5 muestra uno solo de cada sensor 192, 193, 194 en común para ambos suministros de refrigerante. Pueden utilizarse otros sensores o menos de los tres sensores en diversas implementaciones.

La figura 5 muestra además un sensor de nivel de líquido 330 montado en el tanque. El sensor de nivel de líquido a modo de ejemplo 330 está montado por encima de los puertos 302 y 304. Un montaje a modo de ejemplo está a una altura de al menos 25 mm (o al menos 30 mm, o de 25 mm a 50 mm, o de 30 mm a 40 mm) por encima del puerto de salida 304 (es decir, el eje central 520 del sensor está espaciado por eso muy por encima del extremo superior del puerto de salida). El sensor puede estar orientado horizontalmente (por ejemplo, con el eje de su cuerpo cilíndrico y su prisma) dentro de aproximadamente 10° o 5° de la horizontal) para evitar que el sensor atrape burbujas. Por lo tanto, la línea 308 y la trayectoria de flujo 310 extraen vapor de encima del sensor 330. Aunque se muestran extendiéndose desde la trayectoria de flujo de suministro de cojinetes directamente de regreso al compresor (en lugar de volver a unirse a la trayectoria de flujo principal aguas arriba del puerto de aspiración), pueden usarse otros destinos de baja presión.

Existen varios tipos y configuraciones de sensores de nivel de líquido. El sensor a modo de ejemplo es un sensor óptico como se expone a continuación. El sensor tiene un extremo operativo/de detección 332 colocado para exponerse al líquido en una situación normal de suficiente líquido. En este ejemplo, el sensor es un sensor óptico y la exposición es una exposición óptica que puede, sin embargo, incluir también la exposición física con el extremo 332 en contacto con el fluido (refrigerante líquido y/o vapor) en el tanque. El sensor óptico a modo de ejemplo es un sensor de tipo relé de estado sólido. El sensor 330 puede usarse para determinar si la superficie líquida 314 ha descendido por debajo de un nivel crítico (tras lo cual un descenso adicional podría suponer el riesgo de que el vapor atravesara el puerto 304 y se absorbiera por los cojinetes). La determinación de que la superficie 314 desciende a esta altura

umbral puede desencadenar una respuesta del controlador 900. Las respuestas a modo de ejemplo pueden incluir el apagado del compresor o pueden incluir alguna forma de actividad correctiva.

5 Las figuras 5 y 6 también muestran un sensor de temperatura 350 aguas abajo del filtro 188 para medir la temperatura del refrigerante que entra en el compresor para enfriar los cojinetes. En diversas implementaciones, la combinación de presión y temperatura aguas abajo del filtro de refrigerante puede usarse para calcular el grado de subenfriamiento al que se somete el suministro de refrigerante a los cojinetes. Una pequeña cantidad de subenfriamiento indica que la bomba de refrigerante ha comenzado a cavitarse o que el filtro de refrigerante se está obstruyendo y necesita reemplazarse.

10 La figura 6 tiene unas bombas respectivas 190 y 191 a lo largo de las dos trayectorias de flujo aguas arriba de una unión para alimentar un único filtro compartido 188. La realización de la figura 6 también destaca que el diseño de la figura 5 no necesita incluir ninguno de los sensores 192, 193, 194. Sin embargo, también destaca que las variaciones de la realización de la figura 6 pueden tener tales sensores. Diversas implementaciones pueden localizar los sensores 15 192 y 193 a lo largo de las líneas individuales 122 y 123 en o aguas abajo de su unión.

En la figura 8 se muestran subrutinas alternativas para los sistemas de las figuras 5 y 6 respectivamente. La figura 8 implica una subrutina 700 casi idéntica a la subrutina 600 pero en donde el bucle 710 también implica una interrogación 20 720 del sensor de nivel de líquido de tanque 330 (conmutador).

Esta interrogación 720 es la etapa inicial en el bucle 710. Si es así (hay suficiente líquido en el tanque), entonces, la determinación 620 se realiza como en la subrutina 600 y el bucle 710 avanza como el bucle 610. Si no es así (líquido insuficiente en el tanque), entonces, se pasa por alto la determinación 620 y la subrutina 710 avanza a la determinación 25 622 del líquido condensador del bucle 610.

El uso de "primero", "segundo" y similares en la descripción y las siguientes reivindicaciones es solo para la diferenciación dentro de la reivindicación y no indica necesariamente una importancia relativa o absoluta o un orden temporal. De manera similar, la identificación en una reivindicación de un elemento como "primero" (o similar) no impide que tal "primer" elemento identifique un elemento al que se hace referencia como "segundo" (o similar) en otra 30 reivindicación o en la descripción.

Cuando una medida se da en unidades inglesas seguida de un paréntesis que contenga SI u otras unidades, las unidades entre paréntesis son una conversión y no deben implicar un grado de precisión que no se encuentre en las 35 unidades en inglés.

Se han descrito una o más realizaciones. No obstante, se entenderá que pueden realizarse diversas modificaciones. Por ejemplo, cuando se aplican a un sistema básico existente, los detalles de dicha configuración o su uso asociado pueden influir en los detalles de implementaciones específicas. En consecuencia, otras implementaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de compresión de vapor (20; 400; 420) que comprende:

5 un compresor (22) que tiene un puerto de aspiración (40) y un puerto de descarga (42), en donde el compresor comprende un motor eléctrico (28) y el motor eléctrico comprende unos cojinetes (36);  
 un intercambiador de calor de rechazo de calor (58) acoplado al puerto de descarga para recibir refrigerante comprimido;  
 un intercambiador de calor de absorción de calor (88);  
 10 una primera trayectoria de flujo de lubricante (120, 126) que se extiende hasta los cojinetes (36) del motor desde el intercambiador de calor de rechazo de calor;  
 una segunda trayectoria de flujo de lubricante (121, 126) que se extiende hasta los cojinetes (36) del motor desde el intercambiador de calor de absorción de calor;  
 una primera válvula (186) a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante;  
 15 una segunda válvula (187) a lo largo de la segunda trayectoria de flujo de lubricante;  
 una bomba de lubricante (190) compartida por la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante; un sensor (192, 193, 194) colocado para medir al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la bomba de lubricante; y  
 un controlador (900) configurado para abrir y cerrar selectivamente la primera válvula y la segunda válvula para controlar el flujo de lubricante a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante basándose en una fluctuación detectada en la al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la bomba de lubricante.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde:

25 el sensor comprende un sensor de presión (192) colocado para medir la presión de salida de la bomba de lubricante; y  
 la fluctuación detectada es una fluctuación detectada en la presión de salida de la bomba de lubricante.

3. El sistema de la reivindicación 1, en donde:

30 el sensor comprende un sensor de vibración (193) colocado para medir una vibración de la bomba de lubricante; y  
 la fluctuación detectada es una vibración detectada de la bomba de lubricante.

4. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en donde:

el sistema es un refrigerador.

5. Un método para usar el sistema de la reivindicación 1, comprendiendo el método:

hacer funcionar la bomba de lubricante (190) y controlar las válvulas primera y segunda (186, 187) para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de una de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante (120, 126) y la segunda trayectoria de flujo de lubricante (121, 126) y no la otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante; y  
 45 en respuesta a que el controlador (900) detecte un umbral de dicha fluctuación en la al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la bomba de lubricante, conmutar el controlador las válvulas primera y segunda para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de dicha otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante y no de dicha una de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante.

6. El método de la reivindicación 5 que comprende, además:

después de haber comenzado el funcionamiento de la bomba de lubricante (190), comenzar a hacer funcionar el compresor (22) para impulsar un flujo de refrigerante secuencialmente a través del intercambiador de calor de rechazo de calor (58), un dispositivo de expansión y el intercambiador de calor de absorción de calor (88).

7. El método de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en donde:

60 la conmutación comprende controlar las válvulas primera y segunda (186, 187) mientras se hace funcionar continuamente la bomba de lubricante (190).

8. Un sistema de compresión de vapor (440; 480) que comprende:

65 un compresor (22) que tiene un puerto de aspiración (40) y un puerto de descarga (42), en donde el compresor comprende un motor eléctrico (28) y el motor eléctrico comprende unos cojinetes (36);

un intercambiador de calor de rechazo de calor (58) acoplado al puerto de descarga para recibir refrigerante comprimido;  
 un intercambiador de calor de absorción de calor (88);  
 una primera trayectoria de flujo de lubricante (120, 126) que se extiende hasta los cojinetes (36) del motor desde el intercambiador de calor de rechazo de calor;  
 una segunda trayectoria de flujo de lubricante (121, 126) que se extiende hasta los cojinetes (36) del motor desde el intercambiador de calor de absorción de calor;  
 una primera bomba de lubricante (190) a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante;  
 una segunda bomba de lubricante (191) a lo largo de la segunda trayectoria de flujo de lubricante;  
 un sensor (192, 193, 194) colocado para medir al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda; y  
 un controlador (900) configurado para hacer funcionar la primera bomba de lubricante (190) o la segunda bomba de lubricante (191) para controlar el flujo de lubricante a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante basándose en una fluctuación detectada en la al menos una de entre una presión de salida, una vibración y una corriente de motor de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda.

9. El sistema de la reivindicación 8, en donde:

el sensor comprende un sensor de presión (192) colocado para medir la presión de salida de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda; y  
 la fluctuación detectada es una fluctuación detectada en la presión de salida de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda.

10. El sistema de la reivindicación 8, en donde:

el sensor comprende un sensor de vibración (193) colocado para medir una vibración de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda; y la fluctuación detectada es una vibración detectada de la al menos una de las bombas de lubricante primera y segunda.

11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde: el sistema es un refrigerador.

12. Un método para usar el sistema de la reivindicación 8, comprendiendo el método:

hacer funcionar la primera bomba de lubricante (190) o la segunda bomba de lubricante (191) para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de la primera trayectoria de flujo de lubricante (120, 126) o la segunda trayectoria de flujo de lubricante (121, 126), y no la otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante, respectivamente; y  
 en respuesta a que el controlador (900) detecte un umbral de dicha fluctuación, conmutar el controlador para hacer funcionar la otra de la primera bomba de lubricante o la segunda bomba de lubricante para impulsar un flujo de lubricante a lo largo de dicha otra de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante y no de dicha una de entre la primera trayectoria de flujo de lubricante y la segunda trayectoria de flujo de lubricante, respectivamente.

13. El método de la reivindicación 12 que comprende, además:

después de haber comenzado el funcionamiento de al menos una de entre la primera bomba de lubricante (190) y la segunda bomba de lubricante (191), comenzar a hacer funcionar el compresor (22) para impulsar un flujo de refrigerante secuencialmente a través del intercambiador de calor de rechazo de calor (58), un dispositivo de expansión y el intercambiador de calor de absorción de calor (88).

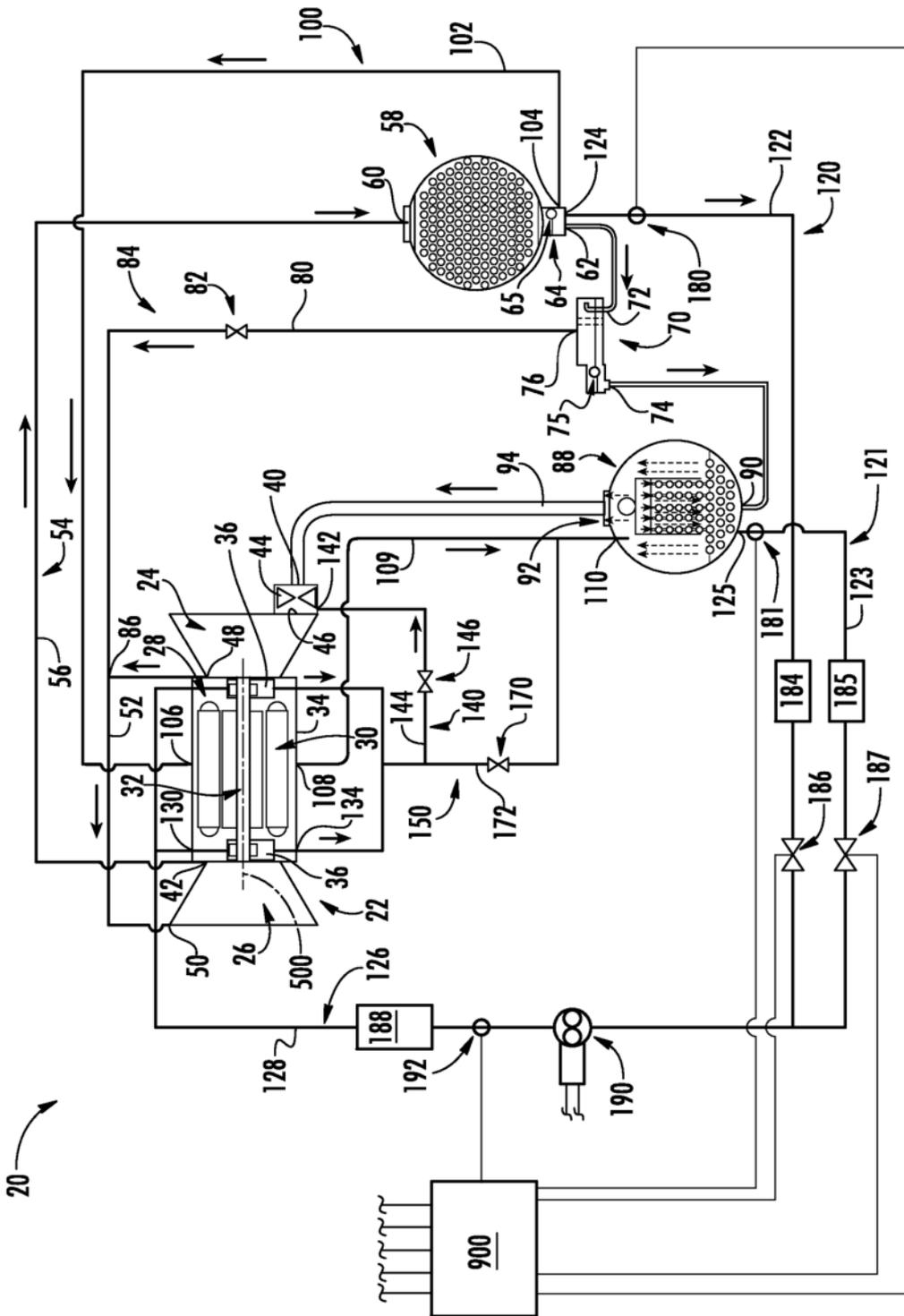


FIG. 1

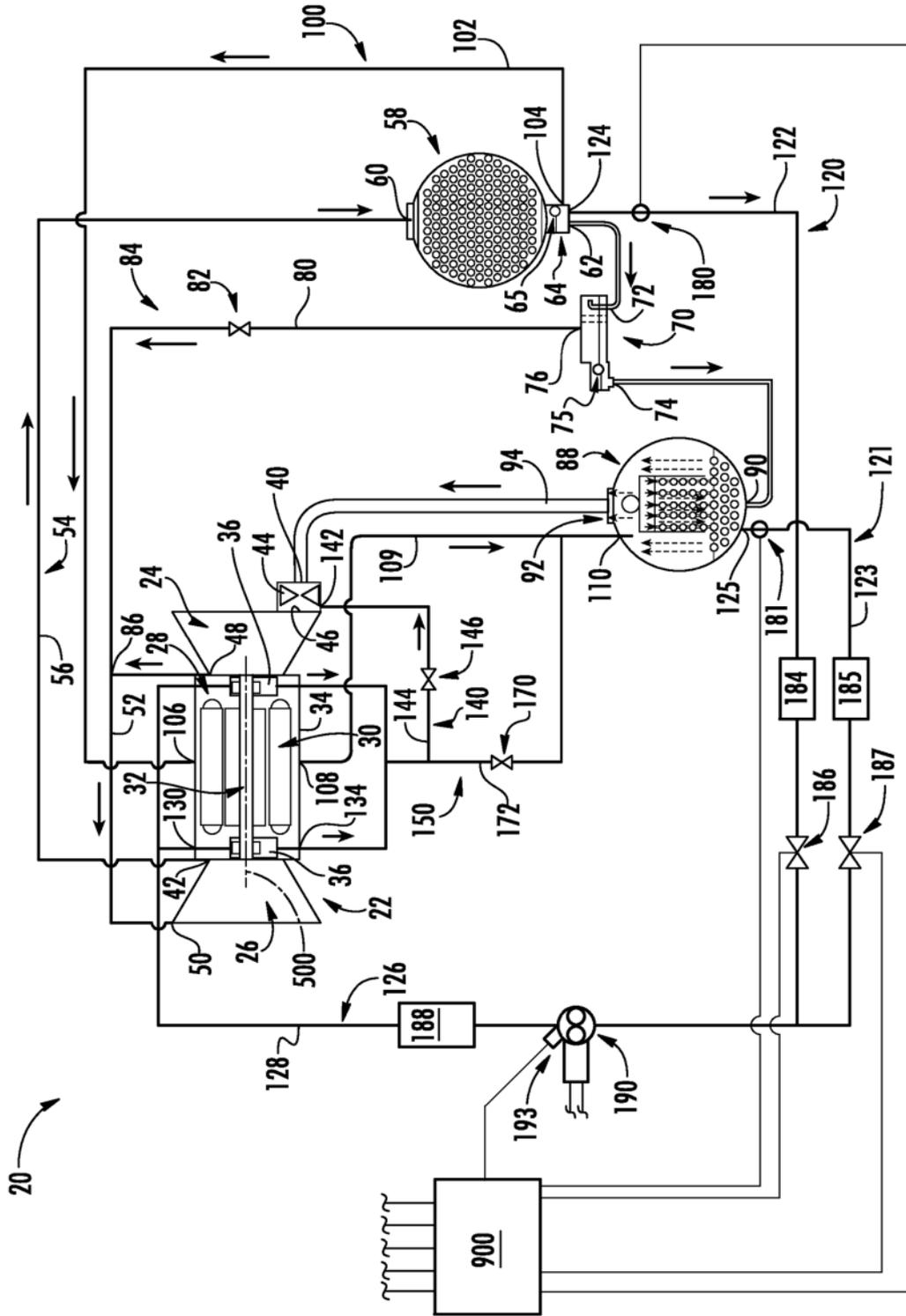


FIG. 2

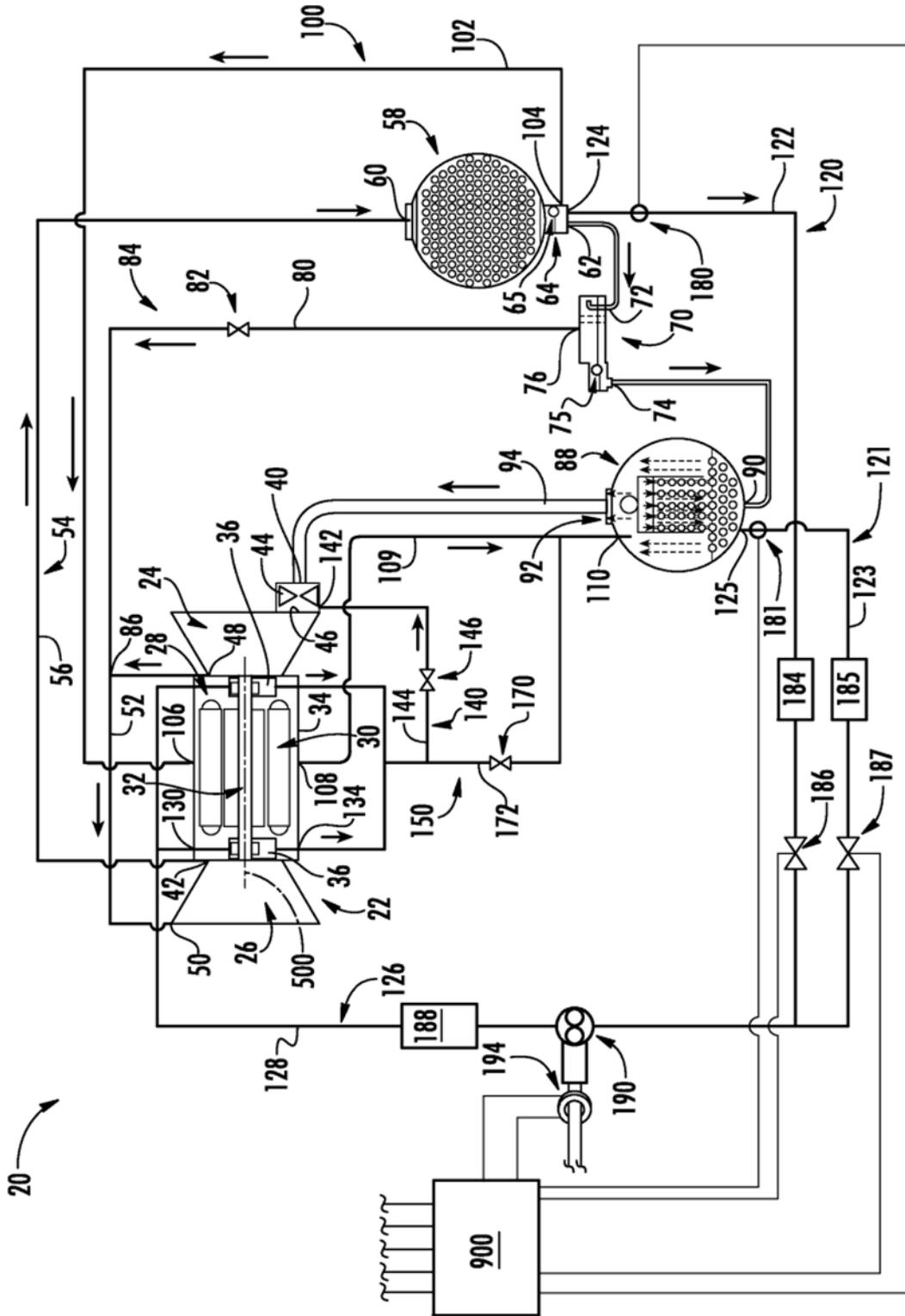


FIG. 3

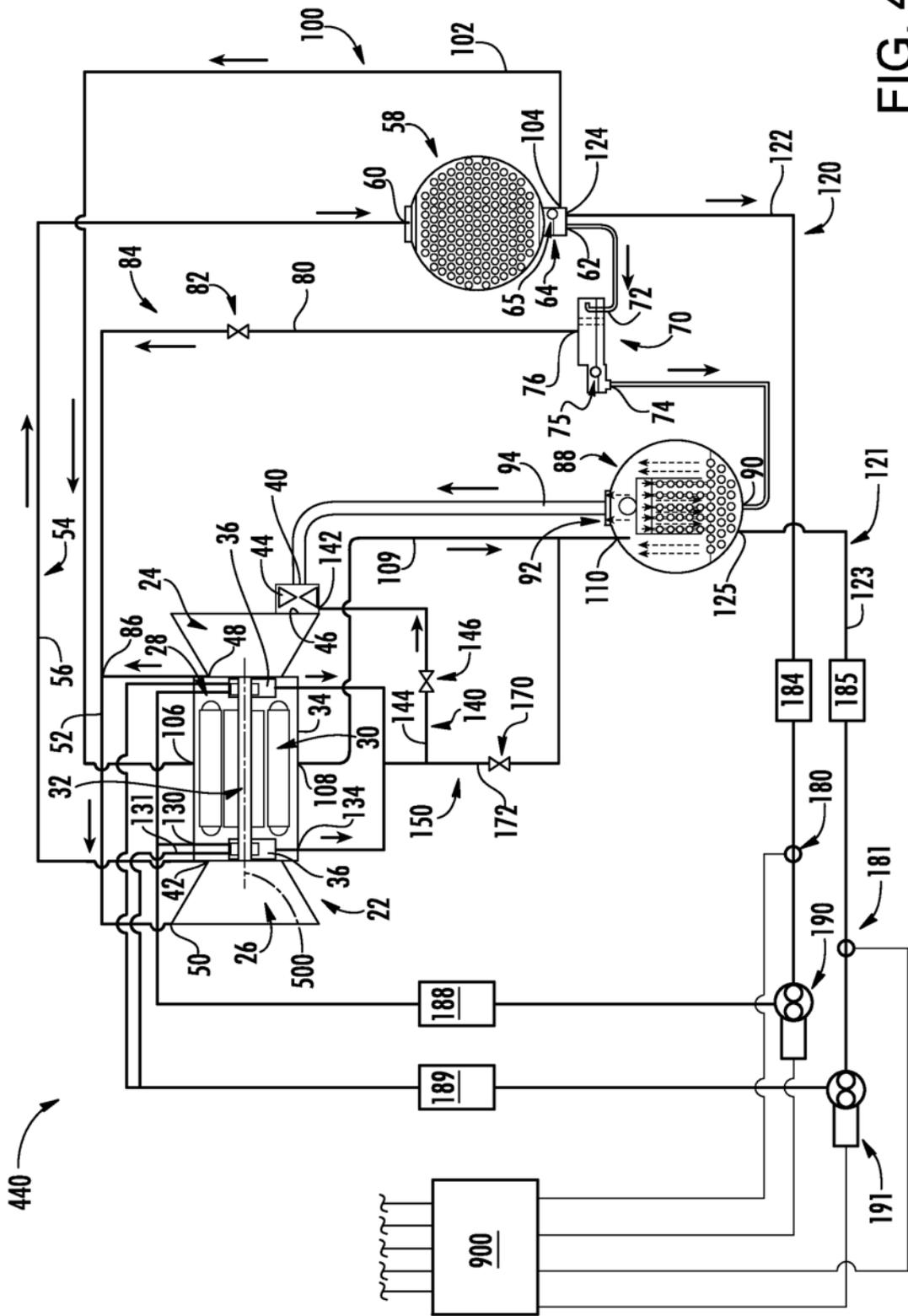


FIG. 4

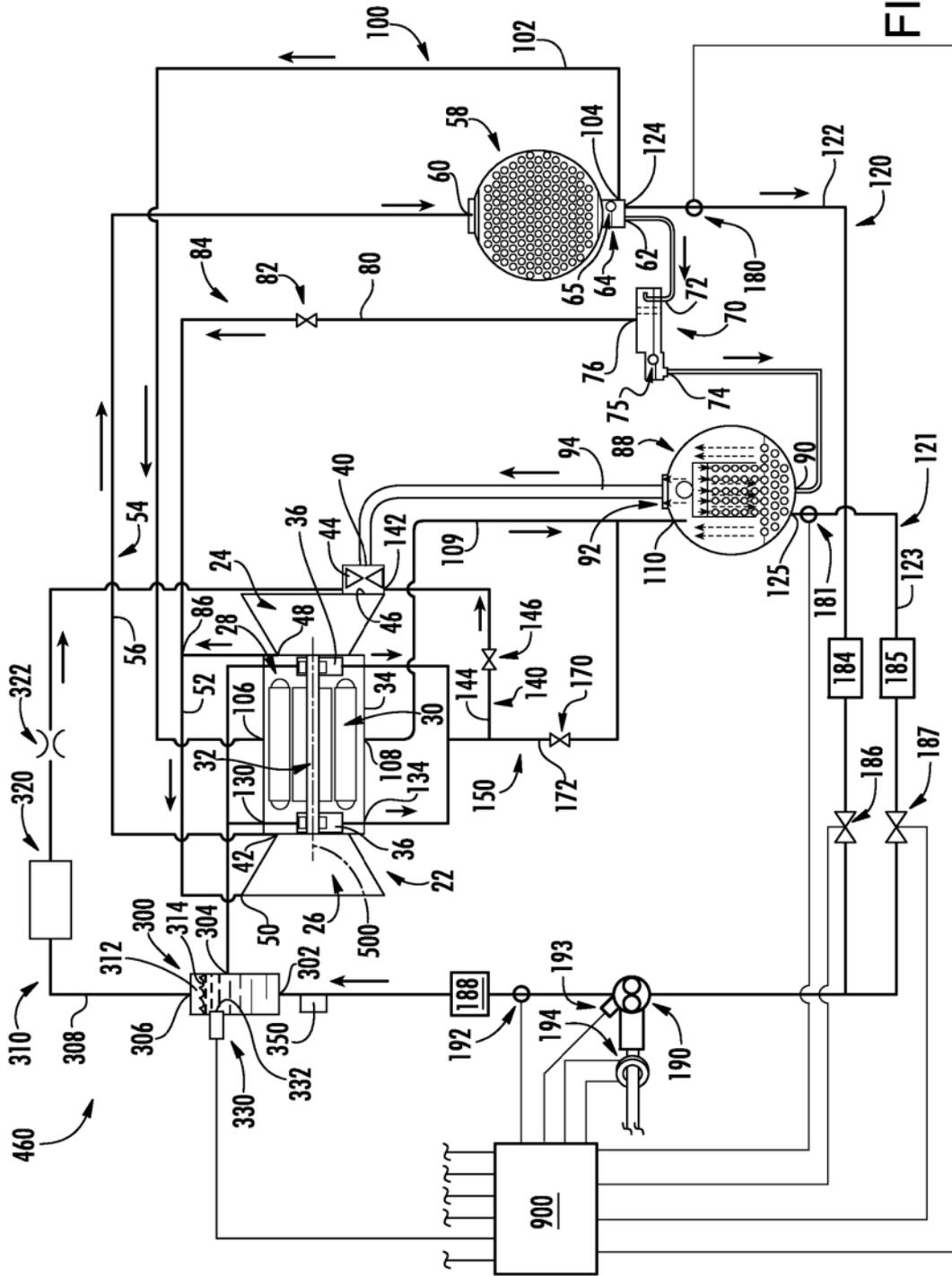


FIG. 5

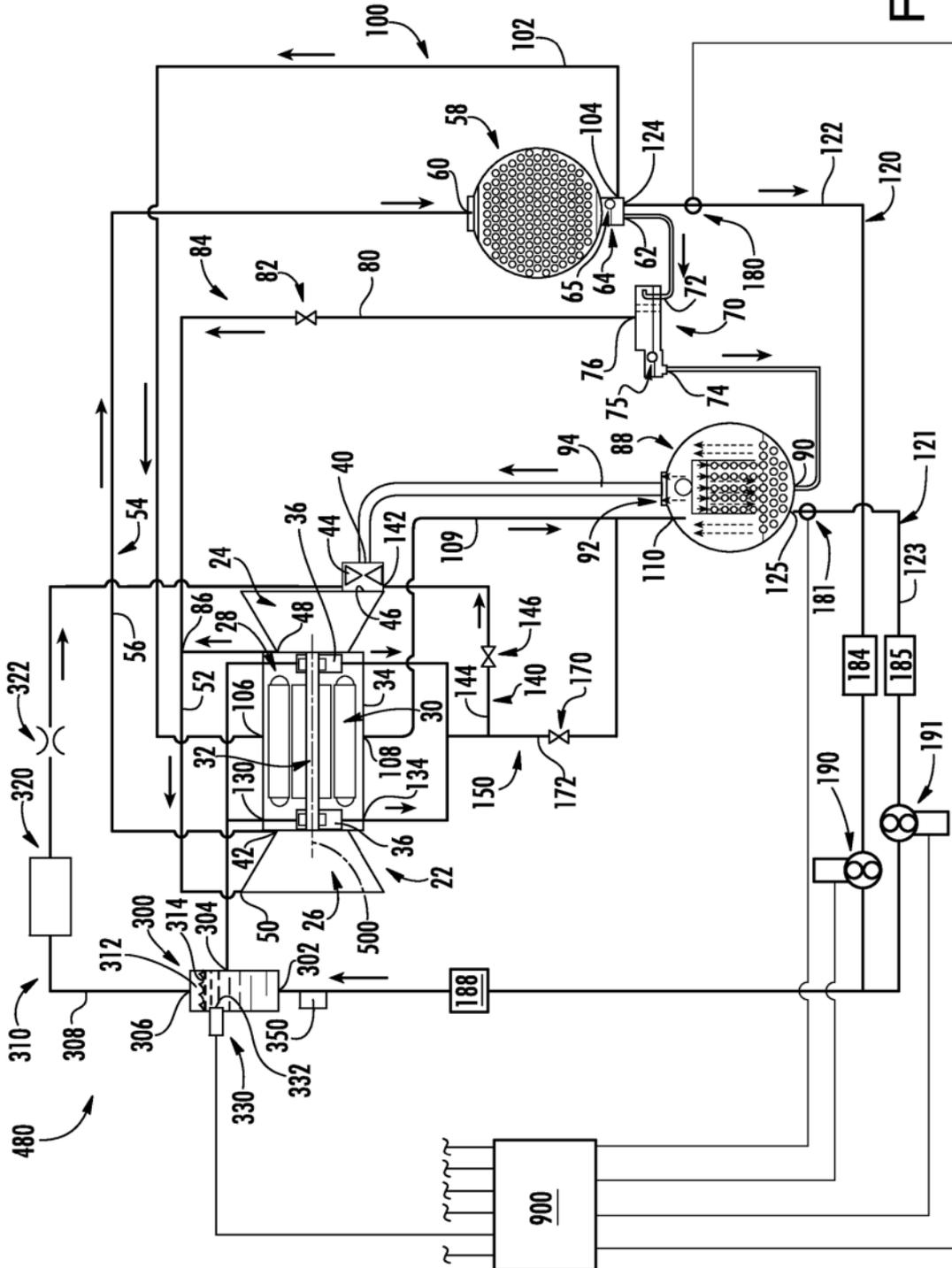
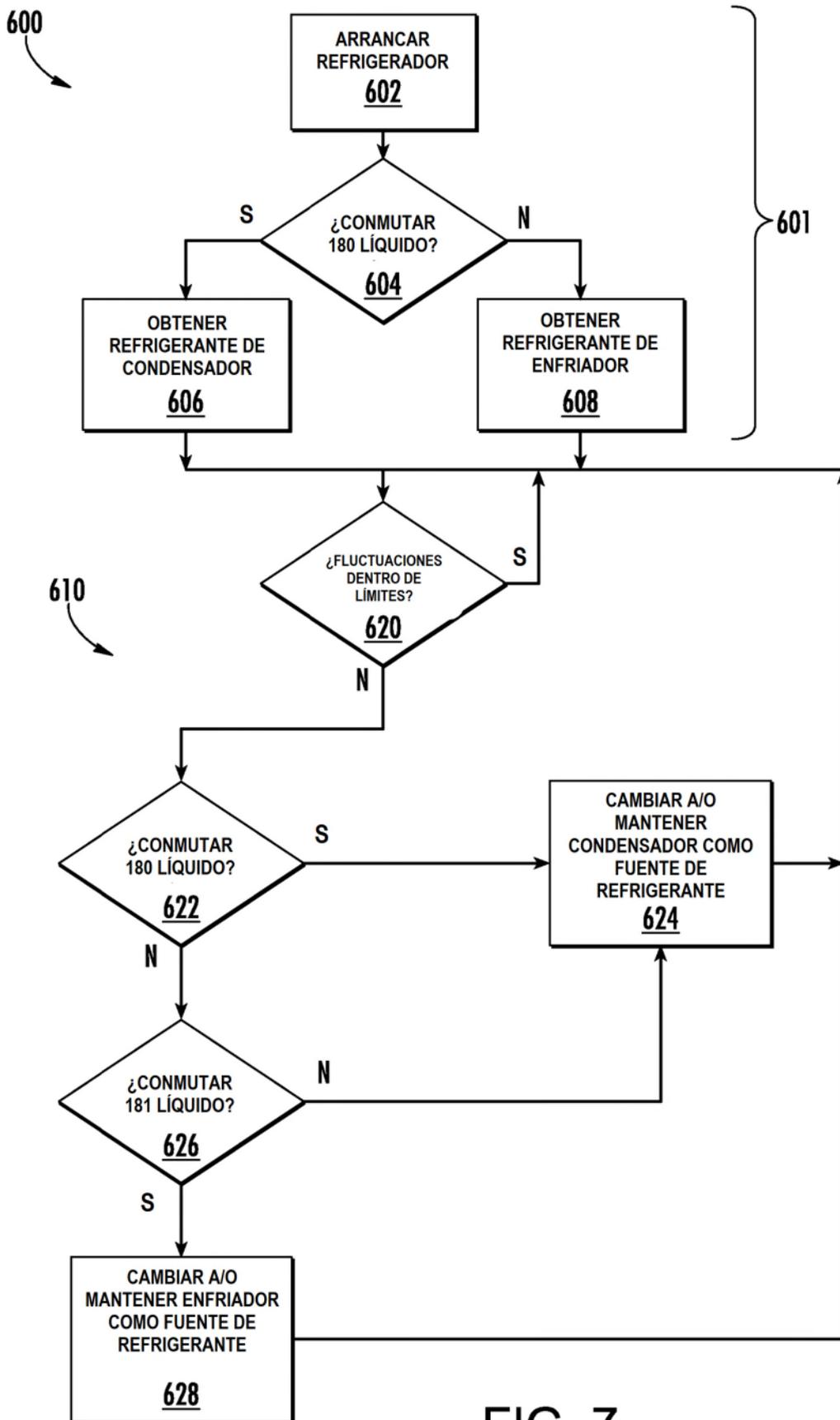


FIG. 6



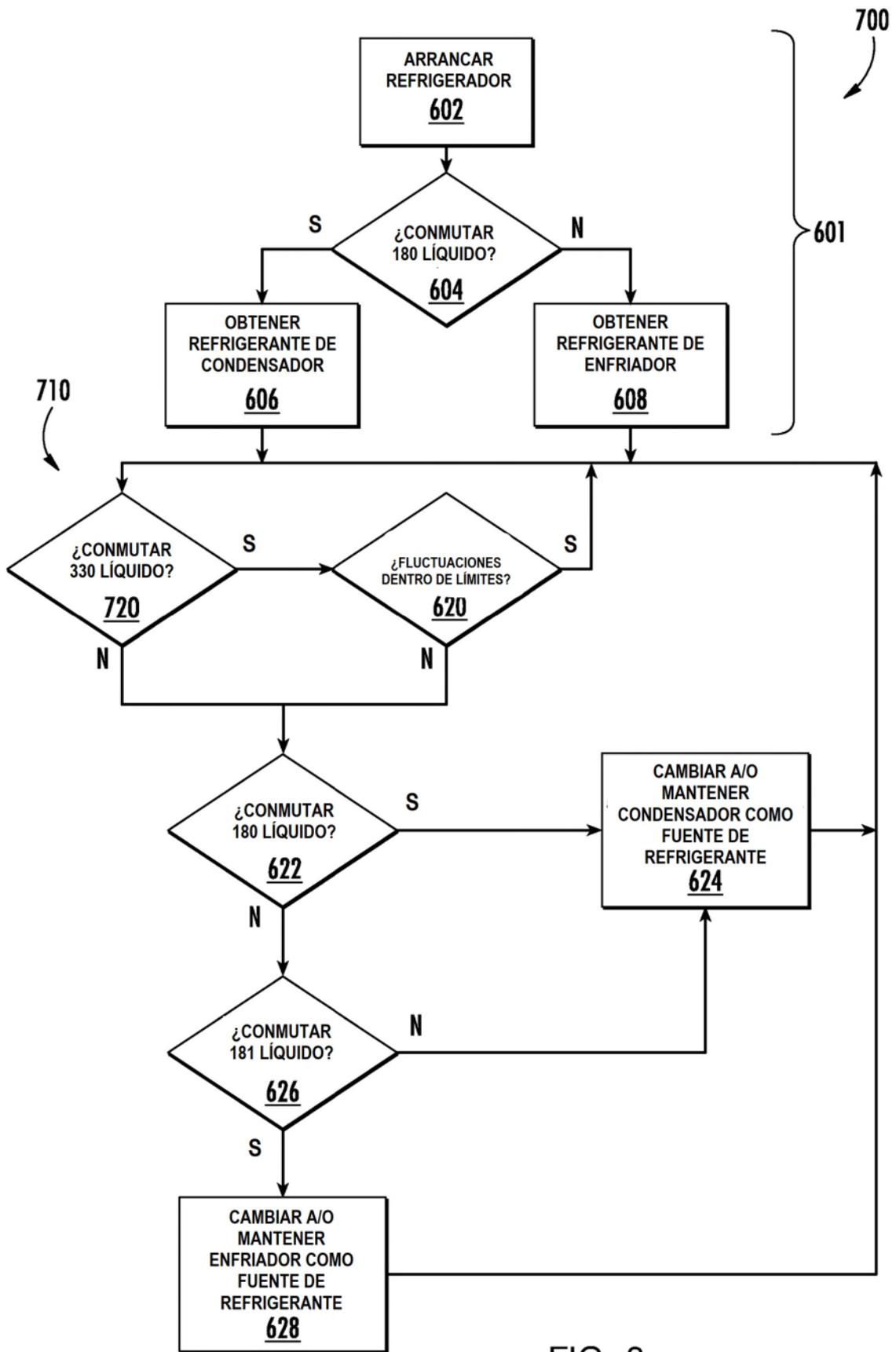


FIG. 8