

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 987**

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 31/00 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2019 E 19176127 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024 EP 3572741**

54 Título: **Sistema de refrigeración con sistema de control de aceite**

30 Prioridad:

24.05.2018 US 201862675868 P

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

22.11.2024

73 Titular/es:

**HILL PHOENIX INC. (100.0%)
2016 Gees Mill Road
Conyers, GA 30013, US**

72 Inventor/es:

CHRISTENSEN, KIM G.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 988 987 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 refrigeración con sistema de control de aceite

Antecedentes

5 La presente explicación se refiere, en general, a un sistema de refrigeración y, más particularmente, a un sistema de refrigeración en que se usa dióxido de carbono (es decir, CO₂) como agente refrigerante. La presente explicación se refiere aún más particularmente a un sistema de refrigeración de CO₂ con un sistema de control de aceite.

10 Los sistemas de refrigeración se usan a menudo para enfriar los dispositivos de visualización con temperatura controlada (por ejemplo, estuches, productos comerciales, etc.) en supermercados y otras instalaciones similares. Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor son un tipo de sistema de refrigeración que proporciona dicho enfriamiento haciendo circular un agente refrigerante fluido (por ejemplo, un líquido y/o vapor) a través de un ciclo de compresión de vapor termodinámico. En un ciclo de compresión de vapor, el agente refrigerante normalmente se comprime a un estado de alta temperatura y alta presión (por ejemplo, mediante un compresor del sistema de refrigeración), se enfría/condensa a un estado de temperatura más baja (por ejemplo, en un enfriador de gas o condensador que absorbe el calor del agente refrigerante), se expande a una presión más baja (por ejemplo, a través de una válvula de expansión) y se evapora para proporcionar enfriamiento al absorber calor en el agente refrigerante. Los sistemas de refrigeración de CO₂ son un tipo de sistema de refrigeración por compresión de vapor en que se usa CO₂ como agente refrigerante.

20 Algunos sistemas de refrigeración de CO₂ incluyen un sistema de gestión de aceite que proporciona aceite a uno o más compresores del sistema de refrigeración. Los sistemas de gestión del aceite suelen ser activos o pasivos. En los sistemas de control activo del aceite se usa un separador de aceite para eliminar el aceite del agente refrigerante y luego proporcionarlo directamente a cada compresor (por ejemplo, a través de una línea de aceite que conecta el separador de aceite a cada compresor). Los sistemas pasivos de control de aceite no incluyen un separador de aceite y permiten que el aceite permanezca mezclado con el agente refrigerante durante todo el ciclo de refrigeración.

25 En el documento EP1367259A1 se describe un sistema de congelador en donde si se ha formado un ciclo de refrigeración, las válvulas de ajuste del caudal se controlan al abrirse. Cuando la temperatura del agente refrigerante descargado se eleva por encima de un valor preestablecido, la abertura mínima para las válvulas de ajuste del caudal se cambia a un valor superior al valor normal. En particular, en el documento EP1367259A1 se muestra un sistema de refrigeración que proporciona enfriamiento para una carga de refrigeración de un agente refrigerante, comprendiendo el sistema de refrigeración: una pluralidad de compresores configurados para hacer circular el agente refrigerante dentro del sistema de refrigeración; una línea de succión configurada para suministrar el agente refrigerante a la pluralidad de compresores en paralelo; un separador de aceite configurado para separar el aceite del agente refrigerante; y una línea de retorno de aceite configurada para suministrar el aceite desde el separador de aceite a la línea de succión, en donde el aceite se mezcla con el agente refrigerante en la línea de succión antes de llegar a los compresores. El sistema de refrigeración del documento EP1367259A1 comprende además una válvula de control de aceite ubicada a lo largo de la línea de retorno de aceite y configurada para controlar un flujo de aceite desde el separador de aceite hasta la línea de succión.

40 Esta sección proporciona un antecedente o contexto de la invención mencionada en las reivindicaciones. La descripción en el presente documento puede incluir conceptos que podrían perseguirse, pero no son necesariamente conceptos que se hayan concebido o perseguido previamente. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario en el presente documento, lo que se describe en esta sección no es técnica anterior y no se admite como técnica anterior mediante su inclusión en esta sección.

Sumario

45 Una implementación de la presente explicación es un sistema de refrigeración de CO₂ que proporciona enfriamiento para una carga de refrigeración usando dióxido de carbono (CO₂) como agente refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 1.

50 En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración de CO₂ incluye una pluralidad de líneas de compensación de aceite y una pluralidad de válvulas de compensación de aceite. Cada una de las líneas de compensación de aceite puede conectar uno de los compresores a la línea de retorno de aceite. Cada una de las válvulas de compensación de aceite puede estar ubicada a lo largo de una de las líneas de compensación de aceite y configurarse para controlar un flujo de aceite a través de las líneas de compensación de aceite.

En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración de CO₂ incluye un controlador configurado para abrir y cerrar periódicamente la pluralidad de válvulas de compensación de aceite. La apertura de las válvulas de compensación de aceite puede hacer que cualquier exceso de aceite dentro de los compresores fluya hacia las líneas de compensación de aceite y compensa la cantidad de aceite dentro de cada uno de los compresores.

55 En algunas realizaciones, el controlador está configurado para abrir la válvula de control de aceite en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea de succión sea inferior a un umbral de aceite y

mantener la válvula de control de aceite cerrada en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea de succión sea mayor o igual que el umbral de aceite.

5 Otra implementación de la presente explicación es un método para operar un sistema de refrigeración de CO₂ que proporciona enfriamiento para una carga de refrigeración usando dióxido de carbono (CO₂) como agente refrigerante, de acuerdo con la reivindicación 5.

10 En algunas realizaciones, el método incluye devolver el exceso de aceite de la pluralidad de compresores a la línea de retorno de aceite a través de una pluralidad de líneas de compensación de aceite. Cada una de las líneas de compensación de aceite puede conectar uno de los compresores a la línea de retorno de aceite. El método puede incluir operar una pluralidad de válvulas de compensación de aceite para controlar el flujo del exceso de aceite a través de las líneas de compensación de aceite. Cada válvula de compensación de aceite puede estar ubicada a lo largo de una de las líneas de compensación de aceite.

15 En algunas realizaciones, el método incluye abrir y cerrar periódicamente la pluralidad de válvulas de compensación de aceite. La apertura de las válvulas de compensación de aceite puede hacer que cualquier exceso de aceite dentro de los compresores fluya hacia las líneas de compensación de aceite y puede compensar la cantidad de aceite dentro de cada uno de los compresores.

En algunas realizaciones, hacer operar la válvula de control de aceite incluye abrir la válvula de control de aceite en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea de succión sea inferior a un umbral de aceite y mantener la válvula de control de aceite cerrada en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea de succión sea mayor o igual que el umbral de aceite.

20 Otra implementación de la presente explicación es un controlador para un sistema de refrigeración de CO₂ que proporciona enfriamiento para una carga de refrigeración usando dióxido de carbono (CO₂) como agente refrigerante. El controlador incluye uno o más procesadores y una o más instrucciones de almacenamiento de medios legibles por ordenador no transitorias. Cuando las ejecutan uno o más procesadores, hacen que uno o más procesadores realicen operaciones incluyendo operar una pluralidad de compresores para hacer circular el agente refrigerante de CO₂ dentro del sistema de refrigeración de CO₂ y obtener una medición de la cantidad de aceite dentro de una línea de succión acoplada a una entrada de los compresores. La línea de succión contiene una mezcla de aceite y agente refrigerante de CO₂. Las operaciones incluyen comparar la cantidad de aceite dentro de la línea de succión con un umbral de aceite y operar una válvula de control de aceite para controlar el flujo de aceite desde un separador de aceite hasta la línea de succión del compresor. El aceite del separador de aceite se mezcla con el agente refrigerante de CO₂ en la línea de succión del compresor antes de llegar a los compresores.

En algunas realizaciones, hacer operar la válvula de control de aceite incluye abrir la válvula de control de aceite en respuesta a una determinación de que la cantidad de aceite dentro de la línea de succión sea inferior a un umbral de aceite y mantener la válvula de control de aceite cerrada en respuesta a una determinación de que la cantidad de aceite dentro de la línea de succión sea mayor o igual que el umbral de aceite.

35 En algunas realizaciones, las operaciones incluyen obtener una segunda medición de la cantidad de aceite dentro de la línea de succión después de abrir la válvula de control de aceite para liberar el aceite del separador de aceite a la línea de succión y desactivar uno o más componentes del sistema de refrigeración de CO₂ en respuesta a que la segunda medición de la cantidad de aceite dentro de la línea de succión es inferior al umbral de aceite.

40 En algunas realizaciones, las operaciones incluyen abrir una pluralidad de válvulas de compensación de aceite que conectan la pluralidad de compresores a una línea de retorno de aceite para compensar el aceite dentro de cada uno de los compresores y cerrar la pluralidad de válvulas de compensación de aceite después de que haya transcurrido una cantidad de tiempo predeterminada.

45 En algunas realizaciones, la apertura de la pluralidad de válvulas de compensación de aceite hace que cualquier exceso de aceite de la pluralidad de compresores regrese a la línea de retorno de aceite a través de una pluralidad de líneas de compensación de aceite. Cada una de las líneas de compensación de aceite puede conectar uno de los compresores a la línea de retorno de aceite.

En algunas realizaciones, la línea de retorno de aceite recibe tanto el flujo de aceite desde el separador de aceite como un flujo de aceite desde las líneas de compensación de aceite y suministra aceite a la línea de succión.

50 Lo anterior es un resumen y, por tanto, necesariamente contiene simplificaciones, generalizaciones y omisiones de detalles. En consecuencia, los expertos en la materia apreciarán que el resumen es solo ilustrativo y no pretende ser de ninguna manera limitativo. Otros aspectos, rasgos inventivos y ventajas de los dispositivos y/o procesos descritos en el presente documento, tal como se definen únicamente en las reivindicaciones, se harán evidentes en la descripción detallada expuesta en el presente documento y tomada junto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

55 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de refrigeración de CO₂ que incluye un sistema de control

de aceite semipasivo, según una realización ejemplar.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un controlador configurado para controlar el sistema de refrigeración de CO₂ y el sistema de control de aceite de la figura 1, según una realización ejemplar.

5 La figura 3 es un diagrama de flujo de un proceso de control de aceite que puede realizarse mediante el sistema de control de aceite de la figura 1 y el controlador de la figura 2, según una realización ejemplar.

Descripción detallada

Visión general

10 Haciendo referencia en general a las figuras, se muestra un sistema de refrigeración de CO₂, según diversas realizaciones ejemplares. El sistema de refrigeración de CO₂ puede ser un sistema de refrigeración por compresión de vapor en que se usa principalmente dióxido de carbono (es decir, CO₂) como agente refrigerante. En algunas implementaciones, el sistema de refrigeración de CO₂ se usa para proporcionar enfriamiento a los dispositivos de visualización con temperatura controlada en un supermercado u otra instalación similar.

15 El sistema de refrigeración de CO₂ incluye un sistema de control de aceite. En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración de CO₂ y/o el sistema de control de aceite incluyen algunos o todos los rasgos descritos en la Solicitud de Patente Provisional de EE. UU. número 62/460,984 presentada el 20 de febrero de 2017. El sistema de control de aceite incluye un separador de aceite configurado para eliminar el aceite del agente refrigerante de CO₂. En algunas realizaciones, en el sistema de control de aceite se usa una técnica de control de aceite semiactiva o semipasiva. A diferencia de los sistemas de control activo de aceite que proporcionan aceite directamente a los compresores individuales, el sistema de control de aceite proporciona el aceite del aceite por separado a una línea de succión de refrigerante que alimenta varios compresores del sistema de refrigeración de CO₂. El aceite se mezcla con el agente refrigerante de CO₂ en la línea de succión antes de llegar a los compresores.

20 En algunas realizaciones, el sistema de control de aceite incluye varias líneas de compensación de aceite, cada una de las cuales conecta un compresor del sistema de refrigeración de CO₂ a una línea de retorno de aceite. Las líneas de compensación de aceite pueden conectarse a los compresores en los puntos de conexión que definen un nivel objetivo de aceite dentro de cada compresor. El sistema de control de aceite puede incluir válvulas de compensación de aceite ubicadas a lo largo de cada línea de compensación de aceite. Las válvulas de compensación de aceite se pueden abrir simultáneamente para compensar la cantidad de aceite dentro de cada compresor. Cuando las válvulas de compensación de aceite están abiertas, cualquier aceite dentro de los compresores por encima de los puntos de conexión puede fluir hacia las líneas de compensación de aceite y hacia la línea de retorno de aceite, mientras que cualquier aceite por debajo de los puntos de conexión puede permanecer dentro de los compresores. La línea de retorno de aceite luego suministra el aceite devuelto a la línea de succión del compresor para que se mezcle con el agente refrigerante.

25 El sistema de control de aceite incluye un sensor de aceite configurado para medir una cantidad o un nivel de aceite dentro de la línea de succión del compresor. Si la cantidad medida de aceite en la línea de succión es inferior a un umbral de aceite después de que se haya realizado el procedimiento de compensación del aceite (por ejemplo, dos minutos más tarde), se puede abrir una válvula de control de aceite para liberar el aceite del separador de aceite a la línea de retorno de aceite, que suministra el aceite a la línea de succión del compresor. Sin embargo, si la cantidad medida de aceite en la línea de succión es mayor o igual que el umbral de aceite, la válvula de control de aceite puede permanecer cerrada. Si la cantidad de aceite en la línea de succión no alcanza el umbral de aceite después de abrir la válvula de control de aceite, se puede generar una alarma y el sistema de refrigeración de CO₂ puede apagarse. Estos y otros rasgos del sistema de refrigeración de CO₂ y del sistema de control de aceite se describen con mayor detalle a continuación.

Sistema de refrigeración de CO₂

30 Haciendo referencia ahora a la figura 1, se muestra un sistema 100 de refrigeración de CO₂, según una realización ejemplar. El sistema 100 de refrigeración de CO₂ puede ser un sistema de refrigeración por compresión de vapor en que se usa principalmente dióxido de carbono (es decir, CO₂) como agente refrigerante. Sin embargo, se contempla que el CO₂ pueda sustituirse por otros agentes refrigerantes sin apartarse de las aclaraciones de la presente explicación. Se muestra que el sistema 100 de refrigeración de CO₂ incluye un sistema de tuberías, conductos u otros canales de fluido (por ejemplo, los conductos 1, 3, 5, 7, 9, 13, 17 y 19 de fluido) para transportar el agente refrigerante de CO₂ entre varios componentes del sistema 100 de refrigeración de CO₂. Se muestra que los componentes del sistema 100 de refrigeración de CO₂ incluyen un enfriador/condensador 2 de gas, una válvula 4 de alta presión, un receptor 6, válvulas 11 de expansión, evaporadores 12 y compresores 14.

35 El enfriador/condensador 2 de gas puede ser un intercambiador de calor u otro dispositivo similar para eliminar el calor del agente refrigerante de CO₂. El enfriador/condensador 2 de gas se muestra recibiendo vapor de CO₂ del conducto 1 de fluido. En algunas realizaciones, el vapor de CO₂ en el conducto 1 de fluido puede tener una presión dentro de un intervalo de alrededor de 4,5 MPa (45 bar) a alrededor de 10 MPa [100 bar] (es decir, de aproximadamente 640 psig a aproximadamente 1420 psig), dependiendo de la temperatura ambiente y otras

condiciones de operación. En algunas realizaciones, el enfriador/condensador 2 de gas puede condensar parcial o totalmente el vapor de CO₂ en CO₂ líquido (por ejemplo, si la operación del sistema está en una región subcrítica). El proceso de condensación puede dar como resultado un líquido de CO₂ completamente saturado o una mezcla de líquido y vapor (por ejemplo, que tenga una calidad termodinámica entre cero y uno). En otras realizaciones, el enfriador/condensador 2 de gas puede enfriar el vapor de CO₂ (por ejemplo, eliminando el sobrecalentamiento) sin condensar el vapor de CO₂ en CO₂ líquido (por ejemplo, si la operación del sistema es en una región supercrítica). En algunas realizaciones, el proceso de enfriamiento/condensación es un proceso isobárico. El enfriador/condensador 2 de gas se muestra emitiendo el agente refrigerante de CO₂ enfriado y/o condensado al conducto 3 de fluido.

La válvula 4 de alta presión recibe el agente refrigerante de CO₂ enfriado y/o condensado del conducto 3 de fluido y envía el agente refrigerante de CO₂ al conducto 5 de fluido. La válvula 4 de alta presión puede controlar la presión del agente refrigerante de CO₂ en el enfriador/condensador 2 de gas controlando la cantidad de agente refrigerante de CO₂ que se permite que pase a través de la válvula 4 de alta presión. En algunas realizaciones, la válvula 4 de alta presión es una válvula de expansión térmica de alta presión (por ejemplo, si la presión en el conducto 3 de fluido es mayor que la presión en el conducto 5 de fluido). En tales realizaciones, la válvula 4 de alta presión puede permitir que el agente refrigerante de CO₂ se expanda a un estado de presión más baja. El proceso de expansión puede ser un proceso de expansión isentálpico y/o adiabático, que da como resultado una evaporación instantánea del agente refrigerante de CO₂ a alta presión a un estado de presión y temperatura más bajas. El proceso de expansión puede producir una mezcla líquido/vapor (por ejemplo, que tenga una calidad termodinámica entre cero y uno). En algunas realizaciones, el agente refrigerante de CO₂ se expande a una presión de alrededor de 3,8 MPa (38 bar) (por ejemplo, aproximadamente 540 psig), que corresponde a una temperatura de aproximadamente 2,8 °C (37 °F). El agente refrigerante de CO₂ fluye entonces desde el conducto 5 de fluido al receptor 6.

El receptor 6 recoge el agente refrigerante de CO₂ del conducto 5 de fluido. En algunas realizaciones, el receptor 6 puede ser un tanque de expansión u otro depósito de fluido. El receptor 6 incluye una porción 16 de CO₂ líquido y una porción 15 de vapor de CO₂ y puede contener una mezcla parcialmente saturada de CO₂ líquido y vapor de CO₂. En algunas realizaciones, el receptor 6 separa el líquido de CO₂ del vapor de CO₂. El CO₂ líquido puede salir del receptor 6 a través del conducto 9 de fluido. El conducto 9 de fluido puede consistir en colectores de líquido que conducen a las válvulas 11 de expansión y a los evaporadores 12. El vapor de CO₂ puede salir del receptor 6 a través del conducto 7 de fluido. Se muestra el conducto 7 de fluido que conduce el vapor de CO₂ al conducto 13 de fluido.

En diversas realizaciones, puede estar presente cualquier número de válvulas 11 de expansión, evaporadores 12 y compresores 14. Las válvulas 11 de expansión pueden ser válvulas de expansión electrónicas u otras válvulas de expansión similares. Las válvulas 11 de expansión se muestran recibiendo agente refrigerante líquido de CO₂ desde el conducto 9 de fluido y enviando el agente refrigerante de CO₂ a los evaporadores 12. Las válvulas 11 de expansión pueden provocar que el agente refrigerante de CO₂ sufra una rápida caída de presión, expandiendo así el agente refrigerante de CO₂ a un estado de presión y temperatura más bajas. En algunas realizaciones, las válvulas 11 de expansión pueden expandir el agente refrigerante de CO₂ a una presión de alrededor de 3 MPa (30 bar). El proceso de expansión puede ser un proceso de expansión isentálpico y/o adiabático.

Los evaporadores 12 se muestran recibiendo el agente refrigerante de CO₂ enfriado y expandido desde las válvulas 11 de expansión. En algunas realizaciones, los evaporadores 12 pueden estar asociados con vitrinas/dispositivos (por ejemplo, si el sistema 100 de refrigeración con CO₂ se implementa en un entorno de supermercado). Los evaporadores 12 pueden configurarse para facilitar la transferencia de calor desde las vitrinas/dispositivos al agente refrigerante de CO₂. El calor añadido puede hacer que el agente refrigerante de CO₂ se evapore parcial o completamente. Según una realización, el agente refrigerante de CO₂ se evapora completamente en los evaporadores 12. En algunas realizaciones, el proceso de evaporación puede ser un proceso isobárico. Los evaporadores 12 se muestran emitiendo el agente refrigerante de CO₂ a la línea 13 de descarga, que conduce a un intercambiador 20 de calor.

El intercambiador 20 de calor puede colocarse dentro del receptor 6 y configurarse para transferir calor entre el agente refrigerante de CO₂ que entra en el intercambiador 20 de calor desde la línea 13 de descarga y el agente refrigerante de CO₂ que entra en el receptor 6 desde el conducto 5 de fluido. En algunas realizaciones, el intercambiador 20 de calor preenfía el agente refrigerante de CO₂ dentro del receptor 6 transfiriendo calor desde el agente refrigerante de CO₂ que rodea el intercambiador 20 de calor al agente refrigerante de CO₂ dentro del intercambiador 20 de calor. El agente refrigerante de CO₂ que sale del intercambiador 20 de calor puede pasar a la línea 17 de succión. En otras realizaciones, el intercambiador 20 de calor puede omitirse y la línea 13 de descarga puede conectarse directamente a la línea 17 de succión. La línea 17 de succión puede proporcionar el agente refrigerante de CO₂ a los compresores 14.

Los compresores 14 pueden comprimir el agente refrigerante de CO₂ en un vapor sobrecalentado que tiene una presión dentro de un intervalo de alrededor de 4,5 MPa (45 bar) a alrededor de 10 MPa (100 bar). La presión de salida de los compresores 14 puede variar en función de la temperatura ambiente y de otras condiciones de operación. En algunas realizaciones, los compresores 14 operan en un modo transcrito. En la operación, el gas de descarga de CO₂ sale de los compresores 14 y fluye hacia la línea 19 de descarga. Se muestra la línea 19 de descarga que proporciona el agente refrigerante de CO₂ a un separador 31 de aceite, que separa el aceite del agente refrigerante de CO₂. El agente refrigerante de CO₂ puede salir del separador 31 de aceite y fluir a través del conducto 1 de fluido

hacia el enfriador/condensador 2 de gas. El aceite separado del agente refrigerante de CO₂ puede fluir hacia una línea 33 de retorno de aceite.

5 Aún haciendo referencia a la figura 1, se muestra que el sistema 100 de refrigeración de CO₂ incluye una válvula 8 de derivación de gas. La válvula 8 de derivación de gas puede recibir el vapor de CO₂ del receptor 6 (a través del conducto 7 de fluido) y enviar el agente refrigerante de CO₂ a la línea 13 de descarga. En algunas realizaciones, el vapor de CO₂ que se desvía a través de la válvula 8 de derivación de gas se mezcla con el gas refrigerante de CO₂ que sale de los evaporadores 12 (por ejemplo, a través de la línea 13 de descarga). El gas refrigerante de CO₂ combinado puede proporcionarse al lado de succión de los compresores 14. En otras realizaciones, la válvula 8 de derivación de gas puede emitir el agente refrigerante de CO₂ a la línea 17 de succión. Los compresores 14 pueden comprimir el vapor de CO₂ que pasa a través de la válvula 8 de derivación de gas desde un estado de baja presión (por ejemplo, alrededor de 3 MPa [30 bar] o menos) a un estado de alta presión (por ejemplo, de 4,5 MPa a 10 MPa [45 bar a 100 bar]).

15 La válvula 8 de derivación de gas puede operar para regular o controlar la presión dentro del receptor 6 (por ejemplo, ajustando la cantidad de agente refrigerante de CO₂ que se permite que pase a través de la válvula 8 de derivación de gas). Por ejemplo, la válvula 8 de derivación de gas puede ajustarse (por ejemplo, abrirse o cerrarse de forma variable) para ajustar el caudal másico, el caudal volumétrico u otros caudales del agente refrigerante de CO₂ a través de la válvula 8 de derivación de gas. La válvula 8 de derivación de gas puede abrirse y cerrarse (por ejemplo, de forma manual, automática, mediante un controlador 50, etc.) según sea necesario para regular la presión dentro del receptor 6.

20 En algunas realizaciones, la válvula 8 de derivación de gas incluye un sensor para medir un caudal (por ejemplo, flujo másico, flujo volumétrico, etc.) del agente refrigerante de CO₂ a través de la válvula 8 de derivación de gas. En otras realizaciones, la válvula 8 de derivación de gas incluye un indicador (por ejemplo, un manómetro, un dial, etc.) a partir del cual se puede determinar la posición de la válvula 8 de derivación de gas. Esta posición puede usarse para determinar el caudal del agente refrigerante de CO₂ a través de la válvula 8 de derivación de gas, ya que tales cantidades pueden ser proporcionales o estar relacionadas de otro modo.

30 En algunas realizaciones, la válvula 8 de derivación de gas puede ser una válvula de expansión térmica (por ejemplo, si la presión en el lado descendente de la válvula 8 de derivación de gas es inferior a la presión en el conducto 7 de fluido). Según una realización, la presión dentro del receptor 6 se regula mediante la válvula 8 de derivación de gas a una presión de alrededor de 3,8 MPa (38 bar), que corresponde a alrededor de 2,8 °C (37 °F). Ventajosamente, este estado de presión/temperatura puede facilitar el uso de tubos/tuberías de cobre para las líneas de CO₂ aguas abajo del sistema. Adicionalmente, este estado de presión/temperatura puede permitir que dichos tubos de cobre operen de una manera sustancialmente exenta de heladas.

Sistema de control de aceite

35 Aún haciendo referencia a la figura 1, se muestra que el sistema 100 de refrigeración por CO₂ incluye un sistema 30 de control de aceite. El sistema 30 de control de aceite puede configurarse para monitorizar y controlar el aceite suministrado a los compresores 14. En algunas realizaciones, el control de aceite realizado por el sistema 30 de control de aceite es semiactivo o semipasivo. En los sistemas de control activo del aceite se usa normalmente un separador de aceite para eliminar el aceite del agente refrigerante y luego proporcionarlo directamente a cada compresor (por ejemplo, a través de una línea de aceite que conecta el separador de aceite a cada compresor). Los sistemas pasivos de control de aceite no incluyen un separador de aceite y permiten que el aceite permanezca mezclado con el agente refrigerante durante todo el ciclo de refrigeración. Ventajosamente, el control de aceite semiactivo o semipasivo realizado por el sistema 30 de control de aceite puede eliminar el aceite del agente refrigerante de CO₂, pero no proporciona el aceite directamente a cada compresor 14. Más bien, el aceite se devuelve a la línea 17 de succión a través de la línea 33 de retorno de aceite y se mezcla con el agente refrigerante de CO₂ antes de que el agente refrigerante de CO₂ se suministre a los compresores 14.

50 Se muestra que el sistema 30 de control de aceite incluye un separador 31 de aceite. El separador 31 de aceite puede configurarse para separar el aceite del agente refrigerante de CO₂ comprimido. En algunas realizaciones, el separador 31 de aceite se coloca aguas abajo de los compresores 14 (como se muestra en la figura 1) de manera que el separador 31 de aceite reciba el agente refrigerante de CO₂ comprimido desde la línea 19 de descarga. El separador 31 de aceite puede eliminar el aceite del agente refrigerante de CO₂ comprimido y puede suministrar el agente refrigerante de CO₂ comprimido al conducto 1 de fluido. En algunas realizaciones, el aceite separado del agente refrigerante de CO₂ se recoge en el separador 31 de aceite. Por ejemplo, el aceite se puede almacenar en un depósito interno dentro del separador 31 de aceite. En otras realizaciones, el aceite se puede almacenar en un depósito externo separado del separador 31 de aceite.

55 El aceite separado del agente refrigerante de CO₂ por el separador 31 de aceite puede salir del depósito de aceite interno o externo a través de la línea 33 de retorno de aceite. La línea 33 de retorno de aceite conecta el separador 31 de aceite y/o el depósito de aceite a la línea 17 de succión, donde el aceite se mezcla con el agente refrigerante de CO₂. La mezcla de refrigerante/aceite se alimenta entonces a los compresores 14. Una válvula 39 de control de aceite (por ejemplo, una válvula de solenoide) está colocada a lo largo de la línea 33 de retorno de aceite y está configurada

para controlar el flujo de aceite a través de la línea 33 de retorno de aceite. La válvula 39 de control de aceite puede accionarla el controlador 50 (descrito con mayor detalle a continuación) para controlar la liberación de aceite del separador 31 de aceite a la línea 17 de succión.

5 A diferencia de los sistemas de control activo de aceite que proporcionan aceite directamente a los compresores individuales, el sistema 30 de control de aceite suministra el aceite a una línea 17 de succión de agente refrigerante que alimenta múltiples compresores 14 en paralelo. El aceite puede mezclarse con el agente refrigerante de CO₂ en la línea 17 de succión antes de llegar a los compresores 14. El flujo de aceite de vuelta a los compresores 14 puede estar equilibrado de manera que cada compresor 14 reciba suficiente aceite.

10 Aún haciendo referencia a la figura 1, se muestra que el sistema 30 de control de aceite incluye varias líneas 36 de compensación de aceite y válvulas 37 de compensación de aceite. Cada línea 36 de compensación de aceite conecta uno de los compresores 14 a la línea 33 de retorno de aceite y está configurada para suministrar aceite y/o agente refrigerante de CO₂ desde el compresor 14 correspondiente a la línea 33 de retorno de aceite. En algunas realizaciones, las líneas 36 de compensación de aceite están conectadas a las carcasas de manivela de los compresores 14. Las líneas 36 de compensación de aceite pueden conectarse a los compresores 14 en los puntos de
15 conexión correspondientes al nivel de aceite deseado (por ejemplo, el nivel de aceite máximo permitido o el nivel de aceite máximo deseable) dentro de cada uno de los compresores 14. En consecuencia, cualquier aceite dentro de los compresores 14 por encima del nivel de aceite deseado (es decir, por encima del punto de conexión) puede fluir hacia las líneas 36 de compensación de aceite cuando se abren las válvulas 37, mientras que cualquier aceite dentro de los compresores 14 por debajo del nivel de aceite deseado (es decir, por debajo del punto de conexión) puede permanecer
20 dentro de los compresores 14 cuando se abren las válvulas 37.

Cada válvula 37 de compensación de aceite se puede colocar a lo largo de una de las líneas 36 de compensación de aceite y se puede hacer operar (por ejemplo, mediante el controlador 50) para controlar el flujo de aceite a través de la línea 36 de compensación de aceite correspondiente. En algunas realizaciones, el controlador 50 abre y cierra
25 periódicamente las válvulas 37 de compensación de aceite para compensar la cantidad de aceite dentro de cada uno de los compresores 14. Por ejemplo, cuando los compresores 14 están funcionando, todas las válvulas 37 de compensación de aceite pueden abrirse simultáneamente durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, diez segundos) y cerrarse posteriormente después de que haya transcurrido el período de tiempo predeterminado. Si el nivel de aceite dentro de cualquiera de los compresores 14 está por encima del punto de conexión, cualquier aceite por encima del punto de conexión puede fluir hacia las líneas 36 de compensación de aceite, a través de las válvulas 37
30 de compensación de aceite y hacia la línea 33 de retorno de aceite mientras las válvulas 37 están abiertas. Si el nivel de aceite dentro de cualquiera de los compresores 14 está por debajo del punto de conexión, cualquiera de estos compresores 14 puede devolver solo gas refrigerante CO₂ a través de las líneas 36 de compensación de aceite cuando se abren las válvulas 37. De esta manera, se compensa el nivel de aceite dentro de cada uno de los compresores 14. El proceso de abrir y cerrar las válvulas 37 de compensación de aceite para compensar la cantidad de aceite dentro
35 de los compresores 14 se denomina en el presente documento procedimiento de compensación de aceite.

El sistema 30 de control de aceite incluye un sensor 35 de aceite. El sensor 35 de aceite puede estar ubicado a lo largo de la línea 17 de succión y configurarse para medir la cantidad de aceite dentro de la mezcla de agente refrigerante / aceite en la línea 17 de succión. El sensor 35 de aceite puede ser cualquiera de una variedad de tipos de sensores (por ejemplo, óptico, capacitivo, dieléctrico, de frecuencia de resonancia, de bombilla flotante, etc.)
40 configurados para detectar la cantidad de aceite en la mezcla de agente refrigerante / aceite en la línea 17 de succión. En algunas realizaciones, el sensor 35 de aceite usa una técnica de barrido de frecuencia para detectar el aceite, ya sea como una neblina o como un nivel de aceite líquido, dentro de la línea 17 de succión. Por ejemplo, el sensor 35 de aceite puede ser un sensor de barrido de frecuencia de Baumer configurado para detectar la cantidad de aceite en la mezcla de aceite y agente refrigerante dentro de la línea 17 de succión.

45 En algunas realizaciones, el sensor 35 de aceite se usa para detectar la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión poco después de que se realice el procedimiento de compensación de aceite. Por ejemplo, el sensor 35 de aceite puede detectar la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión alrededor de dos minutos (o cualquier otra cantidad de tiempo) después de que se realice el procedimiento de compensación de aceite. El controlador 50 puede comparar la medición de aceite del sensor 35 de aceite con un valor umbral de aceite. Si la medición del aceite es mayor o igual que el valor umbral del aceite (es decir, la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión está por
50 encima del umbral), el controlador 50 puede hacer que la válvula 39 de control de aceite permanezca cerrada. Sin embargo, si la medición del aceite es inferior al valor umbral del aceite (es decir, la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión está por debajo de un umbral), el controlador 50 puede hacer que la válvula 39 de control de aceite se abra durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, cinco segundos) para permitir que el aceite del separador 31 de aceite fluya hacia la línea 33 de retorno de aceite. En otras realizaciones, la válvula 39 de control de aceite puede mantenerse abierta hasta que la medición de aceite obtenida por el sensor 35 de aceite alcance el valor umbral de aceite en lugar de cerrar la válvula de control de aceite después de que haya transcurrido la cantidad de tiempo predeterminada.
55

60 Si la medición de aceite del sensor 35 de aceite no alcanza el valor umbral de aceite después de abrir la válvula 39 de control de aceite, el controlador 50 puede generar una alarma que indique que no hay suficiente aceite en el sistema 30 de control de aceite. Al generar la alarma, el controlador 50 puede detener automáticamente la operación del

sistema 100 de refrigeración de CO₂ (por ejemplo, deteniendo los compresores 14) para evitar cualquier daño que pueda causar la insuficiencia de aceite.

Controlador de aceite

5 Haciendo referencia ahora a la figura 2, se muestra un diagrama de bloques que ilustra el controlador 50 con mayor detalle, de acuerdo con una realización ejemplar. El controlador 50 puede recibir señales de uno o más dispositivos de medición (por ejemplo, sensores de presión, sensores de temperatura, sensores de flujo, etc.) ubicados dentro del sistema 100 de refrigeración de CO₂. Por ejemplo, el controlador 50 se muestra recibiendo una medición de aceite del sensor 35 de aceite. El controlador 50 también puede recibir una señal de estado del compresor desde uno o más de los compresores 14. Las señales de estado del compresor pueden indicar cuáles de los compresores 14 están funcionando y cuáles de los compresores 14 no están funcionando. El controlador 50 puede usar la medición del aceite y los estados del compresor para determinar las acciones de control apropiadas para los dispositivos de control del sistema 100 de refrigeración de CO₂ (por ejemplo, los compresores 14, las válvulas 4, 8, 11, 37 y 39, los desviadores de flujo, las fuentes de alimentación, etc.).

15 En algunas realizaciones, el controlador 50 está configurado para operar la válvula 8 de derivación de gas para mantener la presión de CO₂ dentro del receptor 6 en un punto de ajuste deseado o dentro de un intervalo deseado. En algunas realizaciones, el controlador 50 opera la válvula 8 de derivación de gas en función de la temperatura del agente refrigerante de CO₂ en la salida del enfriador/condensador 2 de gas. En otras realizaciones, el controlador 50 opera la válvula 8 de derivación de gas basándose en un caudal (por ejemplo, flujo másico, flujo volumétrico, etc.) del agente refrigerante de CO₂ a través de la válvula 8 de derivación de gas. El controlador 50 puede usar una posición de válvula de la válvula 8 de derivación de gas como indicador del caudal de agente refrigerante de CO₂. En algunas realizaciones, el controlador 50 opera la válvula 4 de alta presión y las válvulas 11 de expansión para regular el flujo de agente refrigerante en el sistema 100. En algunas realizaciones, el controlador 50 opera las válvulas 37 y 39 para regular el flujo de aceite en el sistema 30 de control de aceite.

25 El controlador 50 puede incluir una funcionalidad de control de retroalimentación para operar de manera adaptativa los diversos componentes del sistema 100 de refrigeración de CO₂. Por ejemplo, el controlador 50 puede recibir un punto de ajuste (por ejemplo, un punto de ajuste de temperatura, un punto de ajuste de presión, un punto de ajuste de caudal, un punto de ajuste de uso de energía, etc.) y operar uno o más componentes del sistema 100 para lograr el punto de ajuste. El punto de ajuste puede ser especificado por un usuario (por ejemplo, a través de un dispositivo de entrada de usuario, una interfaz gráfica de usuario, una interfaz local, una interfaz remota, etc.) o determinado automáticamente por el controlador 50 basándose en un historial de mediciones de datos. En algunas realizaciones, el controlador 50 incluye algunos o todos los rasgos del controlador descritos en la Solicitud de Patente PCT núm. PCT/US2016/044164 presentada el 27 de julio de 2016 y/o la Solicitud de Patente Provisional de EE. UU. n.º 62/460,984 presentada el 20 de febrero de 2017.

35 El controlador 50 puede ser un controlador proporcional-integral (PI), un controlador proporcional-integral-derivativo (PID), un controlador adaptativo de reconocimiento de patrones (PRAC), un controlador adaptativo de reconocimiento de modelos (MRAC), un controlador predictivo modelo (MPC) o cualquier otro tipo de controlador que emplee cualquier tipo de funcionalidad de control. En algunas realizaciones, el controlador 50 es un controlador local para el sistema 100 de refrigeración de CO₂. En otras realizaciones, el controlador 50 es un controlador de supervisión para una pluralidad de subsistemas controlados (por ejemplo, un sistema de refrigeración, un sistema de aire acondicionado, un sistema de iluminación, un sistema de seguridad, etc.). Por ejemplo, el controlador 50 puede ser un controlador para un sistema integral de gestión de edificios que incorpore el sistema 100 de refrigeración de CO₂. El controlador 50 puede implementarse de forma local, remota o como parte de un conjunto de aplicaciones de gestión de edificios alojadas en la nube.

45 Aún haciendo referencia a la figura 2, se muestra que el controlador 50 incluye una interfaz 52 de comunicaciones y un circuito 60 de procesamiento. La interfaz 52 de comunicaciones puede ser o incluir interfaces cableadas o inalámbricas (por ejemplo, conectores, antenas, transmisores, receptores, transceptores, terminales de cable, etc.) para realizar comunicaciones electrónicas de datos. Por ejemplo, la interfaz 52 de comunicaciones puede usarse para realizar comunicaciones con la válvula 8 de derivación de gas, el sensor 35 de aceite, los compresores 14, las válvulas 11, 37 y 39, la válvula 4 de alta presión, varios dispositivos de adquisición de datos dentro del sistema 100 de refrigeración de CO₂ (por ejemplo, sensores de temperatura, sensores de presión, sensores de flujo, etc.) y/u otros dispositivos externos o fuentes de datos. Las comunicaciones de datos pueden efectuarse a través de una conexión directa (por ejemplo, una conexión por cable, una conexión inalámbrica ad-hoc, etc.) o una conexión de red (por ejemplo, una conexión a Internet, una conexión LAN, WAN o WLAN, etc.). Por ejemplo, la interfaz 52 de comunicaciones puede incluir una tarjeta Ethernet y un puerto para enviar y recibir datos a través de un enlace o red de comunicaciones basado en Ethernet. En otro ejemplo, la interfaz 52 de comunicaciones puede incluir un transceptor Wi-Fi o un transceptor de teléfono celular o móvil para comunicarse a través de una red de comunicaciones inalámbricas.

60 Se muestra que el circuito 60 de procesamiento incluye un procesador 62 y una memoria 70. El procesador 62 puede implementarse como un procesador de propósito general, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una o más matrices de puertas programables en campo (FPGA), un grupo de componentes de procesamiento, un

microcontrolador u otros componentes de procesamiento electrónico adecuados. La memoria 70 (por ejemplo, dispositivo de memoria, unidad de memoria, dispositivo de almacenamiento, etc.) puede ser uno o más dispositivos (por ejemplo, RAM, ROM, memoria de estado sólido, almacenamiento en disco duro, etc.) para almacenar datos y/o código informático para completar o facilitar los diversos procesos, capas y módulos descritos en la presente solicitud.

5 La memoria 70 puede ser o incluir memoria volátil o memoria no volátil. La memoria 70 puede incluir componentes de base de datos, componentes de código objeto, componentes de secuencia de órdenes o cualquier otro tipo de estructura de información para soportar las diversas actividades y estructuras de información descritas en la presente solicitud. Según una realización ejemplar, la memoria 70 está conectada de manera comunicativa al procesador 62 a través del circuito 60 de procesamiento e incluye un código informático para ejecutar (por ejemplo, mediante el

10 circuito 60 de procesamiento y/o el procesador 62) uno o más procesos o rasgos de control descritos en el presente documento.

Aún haciendo referencia a la figura 2, se muestra que el controlador 50 incluye un detector 72 de aceite y un detector 74 de estado del compresor. El detector 72 de aceite puede configurarse para detectar el nivel o la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión basándose en la medición del aceite del sensor 35 de aceite. Por ejemplo, el

15 detector 72 de aceite puede determinar si la cantidad o el nivel de aceite dentro de la mezcla de aceite / agente refrigerante en la línea 17 de succión supera un nivel de aceite umbral. El detector 74 de estado del compresor puede configurarse para detectar el estado de cada uno de los compresores 14. Por ejemplo, el detector 74 de estado del compresor puede determinar si cada uno de los compresores 14 está funcionando actualmente o no.

Se muestra que el controlador 50 incluye un controlador 76 de válvula. El controlador 76 de válvula puede recibir una entrada del detector 72 de aceite que indica la cantidad o el nivel de aceite actual dentro de la línea 17 de succión. El controlador 76 de válvula también puede recibir una entrada del detector 74 de estado del compresor que indica el estado actual de cada uno de los compresores 14. El controlador 76 de válvulas puede generar señales de control para una o más de las válvulas 4, 8, 11, 37 y 39 en función de la cantidad/nivel de aceite actual y/o del estado actual de los compresores 14.

20

En algunas realizaciones, el controlador 76 de válvula hace que las válvulas 37 de compensación de aceite se abran y se cierren periódicamente. Por ejemplo, el controlador 76 de válvula puede hacer que las válvulas 37 de compensación de aceite se abran durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, diez segundos) en un intervalo periódico (por ejemplo, cada treinta minutos). La cantidad de tiempo predeterminada y el intervalo periódico son ajustables y se pueden establecer en cualquier cantidad de tiempo, como puede ser deseable en varias implementaciones. En algunas realizaciones, el controlador 76 de válvula hace que todas las válvulas 37 de compensación de aceite se abran simultáneamente. Una vez transcurrido el período de tiempo predeterminado, el controlador 76 de válvula puede hacer que las válvulas 37 de compensación de aceite se cierren simultáneamente. Como se describió anteriormente, la apertura y el cierre de las válvulas 37 de compensación de aceite pueden compensar la cantidad de aceite dentro de cada uno de los compresores 14.

25

30

En algunas realizaciones, el controlador 76 de válvula usa la medición de aceite del sensor 35 de aceite para generar señales de control para la válvula 39 de control de aceite. Por ejemplo, el controlador 76 de válvula puede comparar la medición de aceite del sensor 35 de aceite con un umbral de aceite. El controlador 76 de válvula puede abrir la válvula 39 de control de aceite en respuesta a una determinación de que la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión es inferior al umbral de aceite. La apertura de la válvula 39 de control de aceite puede hacer que el aceite se dispense desde el separador 31 de aceite y fluya hacia la línea 17 de succión a través de la línea 33 de retorno de aceite. Sin embargo, si la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión es mayor o igual que el umbral de aceite, el controlador 76 de válvula puede hacer que la válvula 39 de control de aceite permanezca cerrada.

35

40

Proceso de control de aceite

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se muestra un diagrama de bloques de un proceso 80 de control de aceite, según una realización ejemplar. El proceso 80 puede realizarlo uno o más componentes del sistema 100 de refrigeración de CO₂. En algunas realizaciones, el proceso 80 lo realiza el controlador 50, como se describe con referencia a las figuras 1-2.

45

Se muestra que el proceso 80 incluye abrir las válvulas 37 de compensación de aceite, conectar los compresores 14 a la línea 17 de succión del compresor para compensar el aceite dentro de cada compresor 14 (etapa 81) y cerrar las válvulas 37 de compensación de aceite después de que haya transcurrido una cantidad de tiempo predeterminada (etapa 82). La etapa 81 puede incluir abrir las válvulas 37 de compensación de aceite simultáneamente para permitir que el aceite del interior de cada compresor 14 fluya a través de las líneas 36 de compensación de aceite y entre en la línea 33 de retorno de aceite. Cuando las válvulas 37 de compensación de aceite están abiertas, cualquier exceso de aceite dentro de los compresores 14 puede fluir hacia las líneas 36 de compensación de aceite y hacia la línea 33 de retorno de aceite. El exceso de aceite puede incluir cualquier aceite dentro de los compresores 14 por encima del punto en el que las líneas 37 de compensación de aceite se conectan a los compresores 14. Cualquier aceite dentro de los compresores 14 por debajo del punto de conexión puede permanecer en los compresores 14. En algunas realizaciones, las etapas 81 y 82 se realizan periódicamente (por ejemplo, cada diez minutos, cada treinta minutos, etc.). La cantidad predeterminada de tiempo durante la cual las válvulas 37 se mantienen abiertas puede configurarse y puede establecerse en cualquier valor deseado (por ejemplo, diez segundos, cinco segundos, treinta segundos, etc.)

50

55

60

Se muestra que el proceso 80 incluye la medición de una cantidad de aceite dentro de una línea 17 de succión del compresor que contiene una mezcla de aceite y agente refrigerante (etapa 83). La etapa 83 la realiza el sensor 35 de aceite. El sensor 35 de aceite puede detectar la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión y puede proporcionar una medición de aceite al controlador 50. En algunas realizaciones, la etapa 83 se realiza durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, dos minutos) después de que se abran y se cierren las válvulas 37 de compensación de aceite. Por ejemplo, el proceso 80 puede incluir esperar dos minutos (o cualquier otra cantidad de tiempo) después de realizar la etapa 82 antes de avanzar a la etapa 83. Esto puede permitir que el aceite dentro de la línea 17 de succión se equilibre antes de usar el sensor 35 de aceite para medir la cantidad de aceite.

Se muestra que el proceso 80 incluye la comparación de la cantidad medida de aceite con un umbral de aceite (etapa 84). Si la cantidad medida de aceite dentro de la línea 17 de succión no es inferior al umbral de aceite (es decir, la cantidad de aceite medida es mayor o igual que el umbral de aceite), el controlador 50 puede hacer que la válvula 39 de control de aceite permanezca cerrada (etapa 85) y el proceso 80 puede volver a la etapa 81 en el siguiente tiempo de compensación (por ejemplo, después de treinta minutos). Sin embargo, si la cantidad medida de aceite dentro de la línea 17 de succión es inferior al umbral de aceite, el controlador 50 puede hacer que la válvula 39 de control de aceite se abra para liberar aceite del separador 31 de aceite y entrar en la línea 17 de succión a través de la línea 33 de retorno de aceite (etapa 86). En algunas realizaciones, la válvula 39 de control de aceite se mantiene abierta durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, cinco segundos, diez segundos, etc.) y luego se cierra. En otras realizaciones, la válvula 39 de control de aceite se mantiene abierta hasta que la cantidad medida de aceite alcanza el umbral de aceite.

Después de abrir la válvula 39 de control de aceite, la cantidad de aceite dentro de la línea 17 de succión puede medirse nuevamente y compararse con el umbral de aceite (etapa 87). En algunas realizaciones, la etapa 87 se realiza durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, dos minutos) después de que se abra la válvula 39 de control de aceite. Por ejemplo, el proceso 80 puede incluir esperar dos minutos (o cualquier otra cantidad de tiempo) después de realizar la etapa 86 antes de avanzar a la etapa 87. Esto puede permitir que el aceite dentro de la línea 17 de succión se equilibre antes de usar el sensor 35 de aceite para medir la cantidad de aceite.

Si la cantidad medida de aceite dentro de la línea 17 de succión no es inferior al umbral de aceite (es decir, la cantidad de aceite medida es mayor o igual que el umbral de aceite), el controlador 50 puede determinar que hay suficiente aceite en el sistema 100 y el proceso 80 puede volver a la etapa 81. Sin embargo, si la cantidad medida de aceite dentro de la línea 17 de succión es inferior al umbral de aceite, el controlador 50 puede generar una alarma que indique que no hay suficiente aceite y puede apagar el sistema 100 (etapa 88). El proceso 80 puede repetirse de nuevo en el siguiente tiempo de compensación (por ejemplo, treinta minutos más tarde o en cualquier otro intervalo periódico).

Configuración de realizaciones ejemplares

La construcción y la disposición del sistema de refrigeración de CO₂ tal como se muestra en las diversas realizaciones ejemplares son únicamente ilustrativas. Aunque solo se han descrito en detalle unas pocas realizaciones en esta explicación, los expertos en la materia que revisen esta explicación apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones (por ejemplo, variaciones en los tamaños, las dimensiones, las estructuras, las conformaciones y las proporciones de los diversos elementos, valores de parámetros, disposiciones de montaje, uso de materiales, colores, orientaciones, etc.) sin apartarse materialmente de las nuevas aclaraciones y ventajas del tema descrito en el presente documento. Por ejemplo, los elementos que se muestran formados integralmente pueden construirse de múltiples partes o elementos, la posición de los elementos puede invertirse o variarse de otro modo, y la naturaleza o el número de elementos o posiciones discretos puede alterarse o variarse. El orden o la secuencia de cualquier etapa del proceso o método puede variarse o volver a secuenciarse según realizaciones alternativas. También se pueden hacer otras sustituciones, modificaciones, cambios y omisiones en el diseño, las condiciones de operación y la disposición de las diversas realizaciones ejemplares sin apartarse del alcance de la presente invención. Asimismo, se contempla que cualquiera de las realizaciones, implementaciones, rasgos u otros detalles descritos en el presente documento puedan combinarse o usarse en cualquier combinación entre sí sin apartarse del alcance de la presente invención.

Tal como se utilizan en el presente documento, los términos «alrededor de», «aproximadamente», «sustancialmente» y términos similares tienen un significado amplio en armonía con el uso común y aceptado por los expertos en la materia a la que pertenece el objeto de esta explicación. Los expertos en la materia que revisen esta explicación deben entender que estos términos permiten una descripción de ciertos rasgos descritos y reivindicados sin restringir el alcance de estos rasgos a los rangos numéricos precisos proporcionados. En consecuencia, estos términos deben interpretarse en el sentido de que indican que las modificaciones o alteraciones insustanciales o intrascendentes de la materia objeto descrita y reivindicada se consideran dentro del alcance de la invención tal como se indica en las reivindicaciones adjuntas.

Debe tenerse en cuenta que el término «ejemplar», tal como se usa en el presente documento para describir diversas realizaciones, indica que tales realizaciones son posibles ejemplos, representaciones y/o ilustraciones de posibles realizaciones (y dicho término no indica que tales realizaciones sean necesariamente ejemplos extraordinarios o superlativos).

Los términos «acoplado», «conectado» y similares, tal como se usan en el presente documento, significan la unión de

dos miembros directa o indirectamente entre sí. Dicha unión puede ser estacionaria (por ejemplo, permanente) o móvil (por ejemplo, extraíble o liberable). Tal unión puede lograrse con los dos miembros o los dos miembros y cualquier miembro intermedio adicional que estén formados integralmente como un solo cuerpo unitario entre sí o con los dos miembros o los dos miembros y cualquier miembro intermedio adicional unidos entre sí.

- 5 Las referencias en el presente documento a las posiciones de los elementos (por ejemplo, «parte superior», «parte inferior», «arriba», «abajo», etc.) se usan simplemente para describir la orientación de varios elementos en las figuras. Debe tenerse en cuenta que la orientación de varios elementos puede diferir según otras realizaciones ejemplares, y que tales variaciones están incluidas en la presente explicación.

- 10 La presente explicación contempla métodos, sistemas y productos de programa en la memoria u otros medios legibles por máquina para llevar a cabo diversas operaciones. Las realizaciones de la presente explicación pueden implementarse usando los procesadores informáticos existentes, o mediante un procesador informático de propósito especial para un sistema apropiado, incorporado para este u otro propósito, o mediante un sistema cableado. Las realizaciones dentro del alcance de la presente explicación incluyen programas, productos o memorias incluidos medios legibles por máquina para transportar o tener instrucciones ejecutables por máquina o estructuras de datos almacenadas en ellos. Dichos medios legibles por máquina pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o especial u otra máquina con un procesador. A modo de ejemplo, dichos medios legibles por máquina pueden comprender RAM, ROM, EPROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para transportar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones ejecutables por máquina o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o especial u otra máquina con un procesador. Las combinaciones de lo anterior también se incluyen dentro del alcance de los medios legibles por máquina. Las instrucciones ejecutables por máquina incluyen, por ejemplo, instrucciones y datos que hacen que un ordenador de uso general, un ordenador de propósito especial o máquinas de procesamiento de propósito especial realicen una determinada función o grupo de funciones.

- 25 Aunque las figuras pueden mostrar un orden específico de las etapas del método, el orden de las etapas puede diferir de lo que se representa. También se pueden realizar dos o más etapas simultáneamente o con concurrencia parcial. Dicha variación dependerá de los sistemas de *software* y *hardware* elegidos y de la elección del diseñador. Todas estas variaciones están dentro del alcance de la descripción. Del mismo modo, las implementaciones de *software* podrían lograrse con técnicas de programación estándar con lógica basada en reglas y otra lógica para llevar a cabo las diversas etapas de conexión, etapas de procesamiento, etapas de comparación y etapas de decisión.
- 30

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de refrigeración de CO₂ que proporciona enfriamiento para una carga de refrigeración usando dióxido de carbono (CO₂) como agente refrigerante, comprendiendo el sistema (100) de refrigeración de CO₂:
- 5 una pluralidad de compresores (14) configurados para hacer circular el agente refrigerante de CO₂ dentro del sistema (100) de refrigeración de CO₂;
- una línea (17) de succión configurada para suministrar el agente refrigerante de CO₂ a la pluralidad de compresores (14) en paralelo;
- un separador (31) de aceite configurado para separar el aceite del agente refrigerante de CO₂;
- 10 una línea (33) de retorno de aceite configurada para suministrar el aceite desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión, en donde el aceite se mezcla con el agente refrigerante de CO₂ en la línea (17) de succión antes de llegar a los compresores (14);
- una válvula (39) de control de aceite ubicada a lo largo de la línea (33) de retorno de aceite y configurada para controlar un flujo de aceite desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión;
- un sensor (35) de aceite configurado para medir una cantidad de aceite dentro de la línea (17) de succión; y
- 15 un controlador (50) configurado para abrir y cerrar la válvula (39) de control de aceite en función de la cantidad medida de aceite dentro de la línea (17) de succión;
- en donde se permite que el aceite fluya desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión cuando la válvula (39) de control de aceite está abierta y se evita que fluya desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión cuando la válvula (39) de control de aceite está cerrada.
- 20 2. El sistema (100) de refrigeración de CO₂ de la reivindicación 1, que comprende, además:
- una pluralidad de líneas (36) de compensación de aceite, conectando cada una uno de los compresores (14) a la línea (33) de retorno de aceite, en donde el exceso de aceite dentro de los compresores (14) devuelve a la línea (33) de retorno de aceite a través de la pluralidad de líneas (36) de compensación de aceite; y opcionalmente
- 25 una pluralidad de válvulas (37) de compensación de aceite, cada una ubicada a lo largo de una de las líneas (36) de compensación de aceite y configuradas para controlar un flujo de aceite a través de las líneas (36) de compensación de aceite.
3. El sistema (100) de refrigeración de CO₂ de la reivindicación 2, que comprende además un controlador (50) configurado para abrir y cerrar periódicamente la pluralidad de válvulas (37) de compensación de aceite;
- 30 en donde la apertura de las válvulas (37) de compensación de aceite hace que cualquier exceso de aceite dentro de los compresores (14) fluya hacia las líneas (36) de compensación de aceite y compensa la cantidad de aceite dentro de cada uno de los compresores (14).
4. El sistema (100) de refrigeración de CO₂ de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el controlador (50) está configurado para:
- 35 abrir la válvula (39) de control de aceite en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea (17) de succión es inferior a un umbral de aceite; y
- mantener la válvula (39) de control de aceite cerrada en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea (17) de succión es mayor o igual que el umbral de aceite.
5. Un método (80) para operar un sistema (100) de refrigeración de CO₂ que proporciona enfriamiento para una carga de refrigeración usando dióxido de carbono (CO₂) como agente refrigerante, comprendiendo el método (80):
- 40 operar una pluralidad de compresores (14) configurados para hacer circular el agente refrigerante de CO₂ dentro del sistema (100) de refrigeración de CO₂;
- suministrar el agente refrigerante de CO₂ a los compresores (14) a través de una línea (17) de succión acoplada en paralelo a una entrada de cada uno de la pluralidad de compresores (14);
- 45 separar el aceite del agente refrigerante de CO₂ en un separador (31) de aceite acoplado a una salida de los compresores (14) a través de una línea (13) de descarga;
- suministrar el aceite desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión a través de una línea (33) de retorno de aceite, en donde el aceite se mezcla con el agente refrigerante de CO₂ en la línea (17) de succión antes de llegar a los compresores (14);

operar una válvula (39) de control de aceite ubicada a lo largo de la línea (33) de retorno de aceite y configurada para controlar un flujo de aceite desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión; y

medir una cantidad de aceite dentro de la línea (17) de succión mediante un sensor (35) de aceite acoplado a la línea (17) de succión;

5 en donde la operación de la válvula (39) de control de aceite comprende abrir y cerrar la válvula (39) de control de aceite en función de la cantidad medida de aceite dentro de la línea (17) de succión; y

en donde se permite que el aceite fluya desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión cuando la válvula (39) de control de aceite está abierta y se evita que fluya desde el separador (31) de aceite a la línea (17) de succión cuando la válvula (39) de control de aceite está cerrada.

10 6. El método (80) de la reivindicación 5, que comprende, además:

devolver el exceso de aceite de la pluralidad de compresores (14) a la línea (33) de retorno de aceite a través de una pluralidad de líneas (36) de compensación de aceite, conectando cada línea (36) de compensación de aceite uno de los compresores (14) a la línea (33) de retorno de aceite; y opcionalmente

15 operar una pluralidad de válvulas (37) de compensación de aceite para controlar un flujo del exceso de aceite a través de las líneas (36) de compensación de aceite, cada válvula (37) de compensación de aceite ubicada a lo largo de una de las líneas (36) de compensación de aceite.

7. El método (80) de la reivindicación 6, que comprende además abrir y cerrar periódicamente la pluralidad de válvulas (37) de compensación de aceite;

20 en donde la apertura de las válvulas (37) de compensación de aceite hace que cualquier exceso de aceite dentro de los compresores (14) fluya hacia las líneas (36) de compensación de aceite y compensa la cantidad de aceite dentro de cada uno de los compresores (14).

8. El método (80) de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la operación de la válvula (39) de control de aceite comprende:

25 abrir la válvula (39) de control de aceite en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea (17) de succión es inferior a un umbral de aceite; y

mantener la válvula (39) de control de aceite cerrada en respuesta a una determinación de que la cantidad medida de aceite dentro de la línea (17) de succión es mayor o igual que el umbral de aceite.

9. El método (80) de la reivindicación 8, que comprende, además:

30 obtener una segunda medición de la cantidad de aceite dentro de la línea (17) de succión después de abrir la válvula (39) de control de aceite para liberar aceite del separador (31) de aceite a la línea (17) de succión; y

desactivar uno o más componentes del sistema (100) de refrigeración de CO₂ en respuesta a que la segunda medición de la cantidad de aceite dentro de la línea (17) de succión es inferior al umbral de aceite.

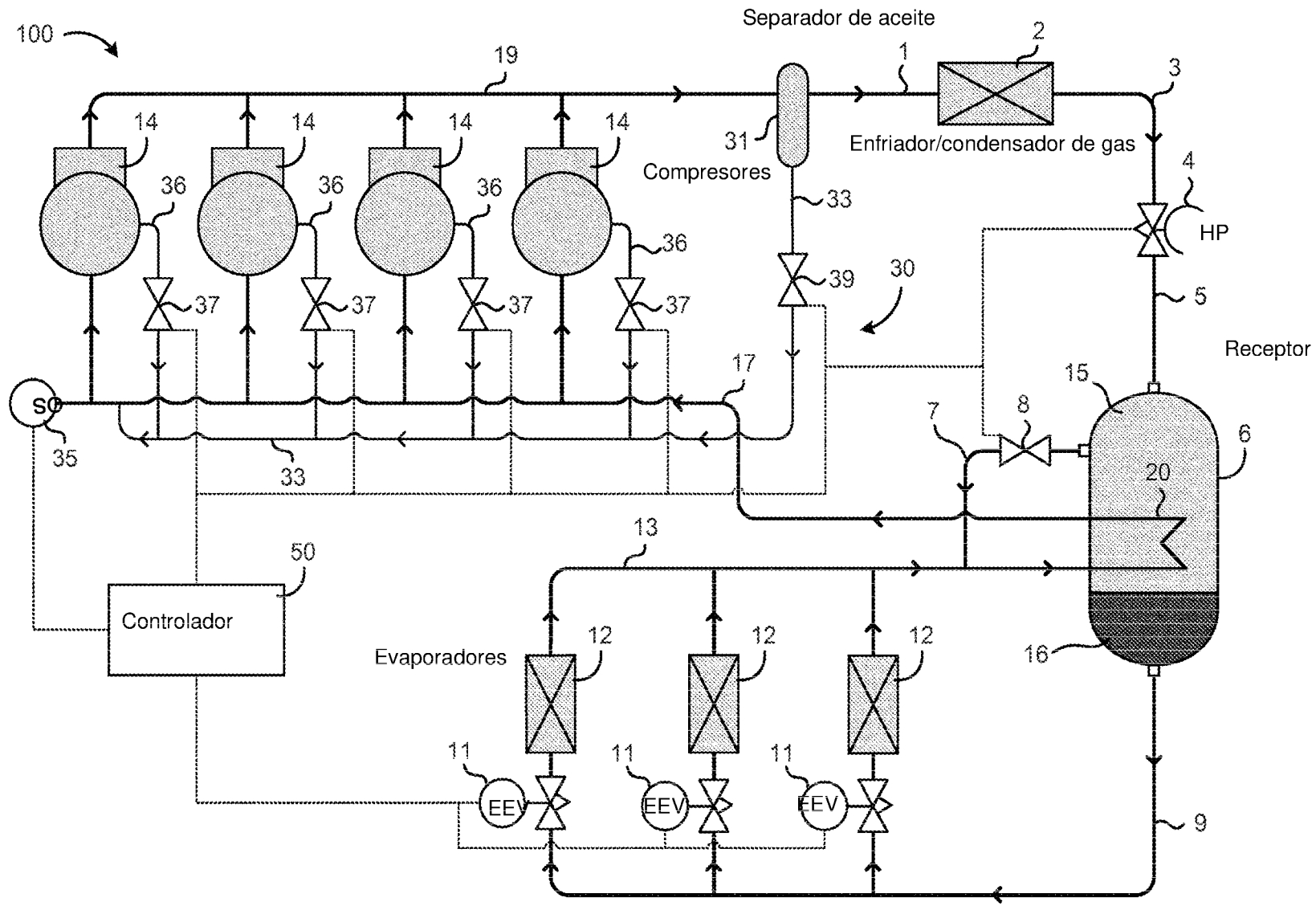


FIG. 1

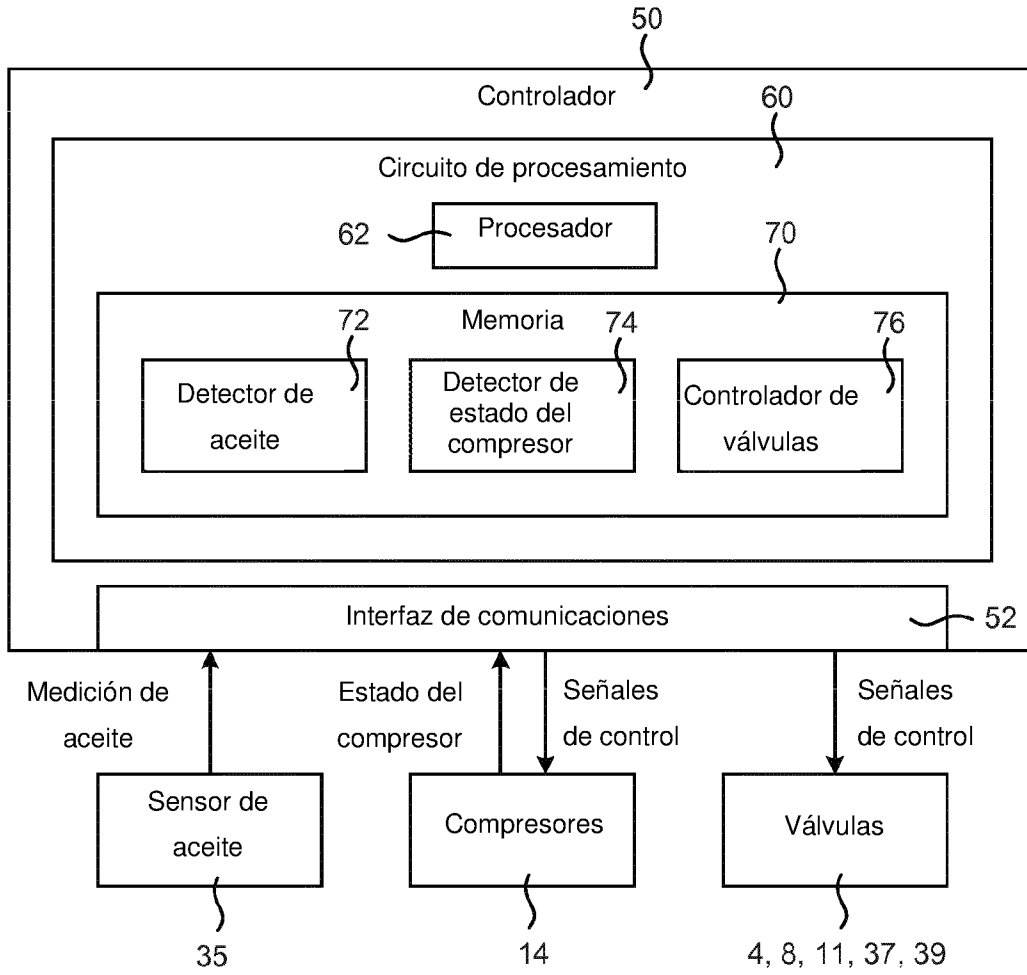


FIG. 2

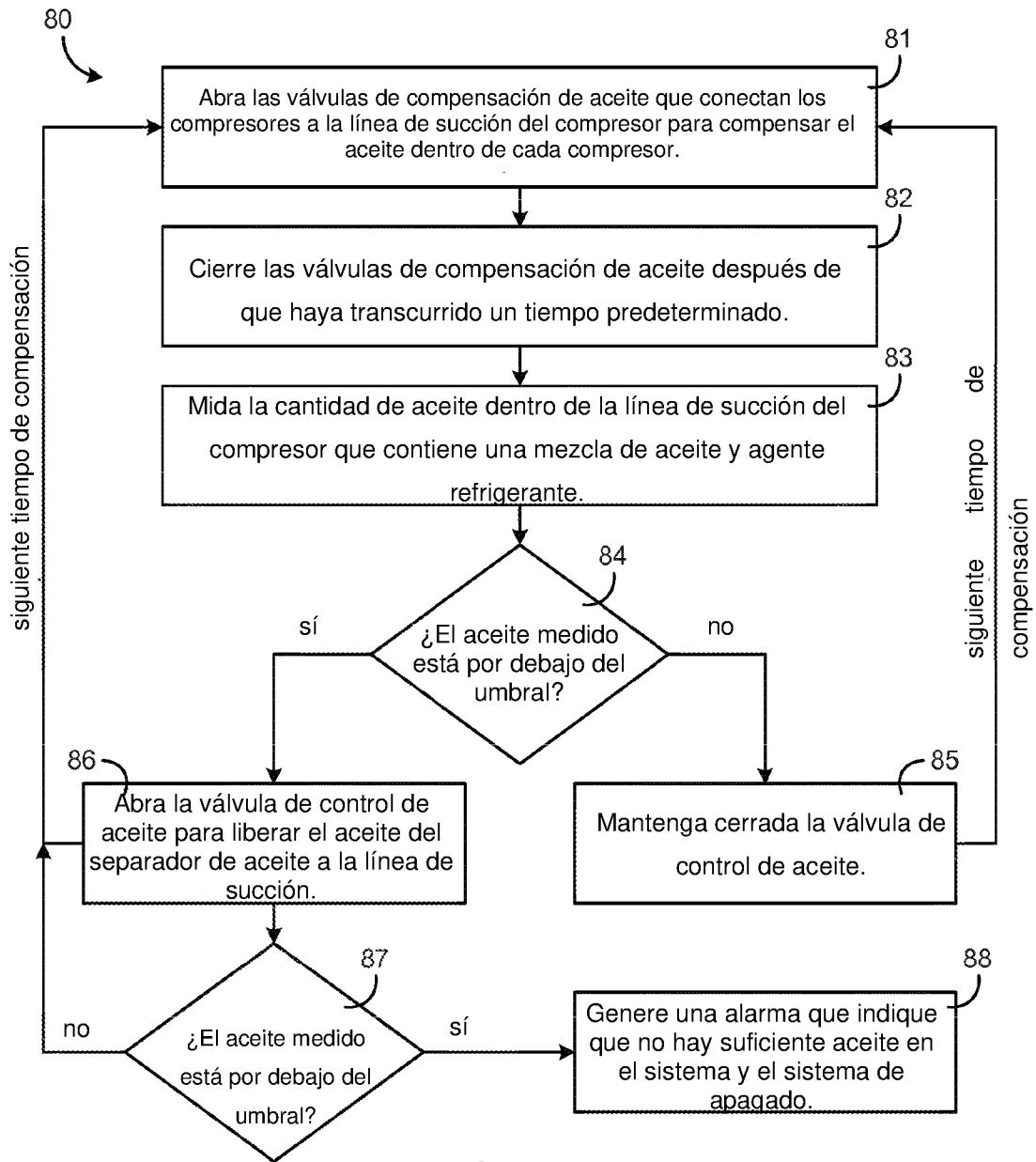


FIG. 3