

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 789 173**

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 21/00 (2006.01)

F25B 25/00 (2006.01)

F25B 40/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2019 E 19177708 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3578903**

54 Título: **Sistema de refrigeración por CO2 con enfriamiento por sistema de refrigeración magnética**

30 Prioridad:

05.06.2018 US 201862680879 P

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

26.10.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NEWEL, JEFFERY E.;
BITTNER, JOHN D. y
HAYES, NIEL M.**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 789 173 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 por CO₂ con enfriamiento por sistema de refrigeración magnética

5 Referencia cruzada a la solicitud de patente referida**Antecedentes**

10 La presente divulgación se refiere generalmente a un sistema de refrigeración que usa principalmente dióxido de carbono (es decir, CO₂) como refrigerante. La presente divulgación se refiere más particularmente a un sistema de refrigeración por CO₂ con un sistema de refrigeración magnética que proporciona posefriamiento, desrecalentamiento u otras mejoras de eficiencia para el sistema de refrigeración por CO₂.

15 A menudo se usan sistemas de refrigeración para proporcionar enfriamiento a dispositivos de visualización de temperatura controlada (por ejemplo, vitrinas, expositores, etc.) en supermercados y otras instalaciones similares. Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor son un tipo de sistema de refrigeración que proporciona dicha refrigeración mediante la circulación de un 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 refrigerante normalmente (1) se comprime a un estado de alta temperatura y alta presión (por ejemplo, mediante un compresor del sistema de refrigeración), (2) se enfría/condensa a un estado de temperatura más baja (por ejemplo, en un enfriador o condensador de gas que absorbe calor del refrigerante), (3) se expande a una presión más baja (por ejemplo, a través de una válvula de expansión), y (4) se evapora para proporcionar enfriamiento absorbiendo calor en el refrigerante. Los sistemas de refrigeración por CO₂ son un tipo de sistema de refrigeración por compresión de vapor que utilizan CO₂ como refrigerante.

25 El documento US 2015/345835 da a conocer un sistema de refrigeración para su uso con vitrinas refrigeradas LT y MT en instalaciones como supermercados. El sistema tiene un enfriador por absorción que usa calor residual de una fuente cercana de refrigeración para proporcionar enfriamiento al sistema de refrigeración para mejorar la eficiencia general del sistema de refrigeración. El enfriamiento proporcionado por el enfriador por absorción puede ser en forma de fluido de enfriamiento (por ejemplo, agua, glicol, mezcla de agua-glicol, etc.) que circula entre el enfriador y uno o más preenfriadores, subenfriadores o condensadores en el sistema de refrigeración de manera que usa calor residual de una fuente cercana para reducir la necesidad de una capacidad de condensación instalada en el sistema de refrigeración y mejorar la eficiencia térmica y obtener ahorro de costes.

35 El documento US 6415611 da a conocer un sistema para proporcionar refrigeración a una carga de calor, especialmente en un intervalo de temperatura más amplio y a una temperatura criogénica, en el que la refrigeración magnética enfría un medio de transferencia de calor para proporcionar un nivel más alto de refrigeración a un fluido de refrigeración, y un nivel más bajo de refrigeración se proporciona al fluido usando un sistema no magnético.

40 Sumario

Una implementación de la presente divulgación es un sistema de refrigeración que incluye un circuito de refrigeración y un circuito de fluido de enfriamiento independiente del circuito de refrigeración. El circuito de refrigerante incluye un enfriador/condensador de gas configurado para retirar calor de un refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración y que tiene una salida a través de la que el refrigerante sale del enfriador/condensador de gas, un receptor que tiene una entrada acoplada en comunicación de fluido a la salida del enfriador/condensador de gas y configurada para recoger el refrigerante del enfriador/condensador de gas y que tiene una salida a través de la que el refrigerante sale del receptor, y un evaporador que tiene una entrada acoplada en comunicación de fluido a la salida del receptor y configurada para recibir el refrigerante del receptor y transferir calor al refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración. El circuito de fluido de enfriamiento incluye un intercambiador de calor configurado para transferir calor del refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración a un fluido de enfriamiento que circula dentro del circuito de fluido de enfriamiento. El intercambiador de calor incluye una entrada de fluido de enfriamiento a través de la que el fluido de enfriamiento entra en el intercambiador de calor y una salida de fluido de enfriamiento a través de la que el refrigerante sale del intercambiador de calor. El circuito de fluido de enfriamiento incluye un disipador de calor configurado para retirar calor del fluido de enfriamiento que circula dentro del circuito de fluido de enfriamiento. El disipador de calor incluye una entrada acoplada en comunicación de fluido a la salida de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor y a través de la que el fluido de enfriamiento entra en el disipador de calor y una salida acoplada en comunicación de fluido a la entrada de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor y a través de la que el fluido de enfriamiento sale del disipador de calor. El circuito de fluido de enfriamiento incluye una unidad de acondicionamiento magnetocalórica configurada para transferir calor desde el fluido de enfriamiento dentro de un primer conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento al fluido de enfriamiento dentro de un segundo conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento. El primer conducto de fluido acopla en comunicación de fluido la salida de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor a la entrada del disipador de calor, mientras que el segundo conducto de fluido acopla en comunicación de fluido la salida del disipador de calor a la entrada de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor.

En algunas realizaciones, la unidad de acondicionamiento magnetocalórica se configura para realizar un ciclo de refrigeración magnetocalórica usando campos magnéticos cambiantes para transferir el calor del fluido de enfriamiento dentro del primer conducto de fluido al fluido de enfriamiento dentro del segundo conducto de fluido.

5 En algunas realizaciones, el intercambiador de calor se sitúa a lo largo de un conducto de fluido del circuito de refrigeración que conecta la salida del enfriador/condensador de gas a la entrada del receptor.

10 En algunas realizaciones, el circuito de refrigeración incluye una válvula de alta presión situada a lo largo del conducto de fluido que conecta la salida del enfriador/condensador de gas a la entrada del receptor. El intercambiador de calor puede situarse entre el enfriador/condensador de gas y la válvula de alta presión para proporcionar enfriamiento adicional al refrigerante que sale del enfriador/condensador de gas antes de que el refrigerante alcance la válvula de alta presión.

15 En algunas realizaciones, el circuito de refrigeración incluye además una válvula de alta presión situada a lo largo del conducto de fluido que conecta la salida del enfriador/condensador de gas a la entrada del receptor. El intercambiador de calor puede situarse entre la válvula de alta presión y el receptor para proporcionar enfriamiento al refrigerante que se desplaza desde la válvula de alta presión hasta el receptor.

20 En algunas realizaciones, el intercambiador de calor se sitúa a lo largo de un conducto de fluido del circuito de refrigeración que conecta la salida del receptor a la entrada del evaporador para subenfriar el refrigerante que sale del receptor antes de que el refrigerante alcance al evaporador.

25 En algunas realizaciones, el circuito de fluido de enfriamiento incluye un conducto de derivación que acopla en comunicación de fluido el segundo conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento al primer conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento en paralelo con el intercambiador de calor, proporcionando de ese modo una trayectoria de flujo alternativa para que el fluido de enfriamiento se desplace desde el segundo conducto de fluido hasta el primer conducto de fluido sin pasar por el intercambiador de calor. El circuito de fluido de enfriamiento puede incluir una válvula de control situada a lo largo del conducto de derivación y puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través de al menos uno de los conductos de derivación y el intercambiador de calor.

35 En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración incluye un sensor de temperatura situado a lo largo del primer conducto de fluido entre la unidad de acondicionamiento magnetocalórica y una ubicación en la que intersecan el conducto de derivación y el primer conducto de fluido. El circuito de refrigeración puede incluir un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control para mantener una temperatura del fluido de enfriamiento medida por el sensor de temperatura en o por debajo de un punto de ajuste de temperatura variando una cantidad del fluido de enfriamiento permitida para derivar el intercambiador de calor por medio del conducto de derivación.

40 En algunas realizaciones, el circuito de refrigeración incluye uno o más compresores configurados para comprimir el refrigerante y descargar el refrigerante comprimido en una línea de descarga de compresor. El intercambiador de calor puede situarse a lo largo de la línea de descarga de compresor y configurarse para retirar calor del refrigerante comprimido en la línea de descarga de compresor.

45 En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración incluye una válvula de control que puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor y un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control para mantener un recalentamiento del refrigerante que sale del intercambiador de calor en un punto de ajuste de recalentamiento predeterminado variando una cantidad de calor retirado del refrigerante comprimido en el intercambiador de calor.

50 En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración incluye una válvula de control que puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor y un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control para provocar que el refrigerante comprimido en el intercambiador de calor se condense completamente a un refrigerante líquido controlando una cantidad de calor retirado del refrigerante comprimido en el intercambiador de calor.

55 En algunas realizaciones, el intercambiador de calor incluye una salida de refrigerante acoplada en comunicación de fluido al receptor y configurada para entregar el refrigerante líquido del intercambiador de calor al receptor.

60 En algunas realizaciones, el circuito de fluido de enfriamiento incluye una pluralidad de intercambiadores de calor configurados para transferir calor del refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración al fluido de enfriamiento que circula dentro del circuito de fluido de enfriamiento. La pluralidad de intercambiadores de calor puede incluir un primer intercambiador de calor situado a lo largo de un conducto de fluido del circuito de refrigeración que conecta la salida del enfriador/condensador de gas a la entrada del receptor para proporcionar enfriamiento adicional al refrigerante que se desplaza desde el enfriador/condensador de gas al receptor y un segundo intercambiador de calor situado a lo largo de una línea de descarga de compresor del circuito de refrigeración y configurado para retirar calor del refrigerante en la línea de descarga de compresor.

65

5 En algunas realizaciones, el circuito de refrigeración incluye uno o más compresores configurados para recibir el refrigerante de una línea de succión de compresor, comprimir el refrigerante y descargar el refrigerante comprimido en una línea de descarga de compresor. El intercambiador de calor puede situarse a lo largo de la línea de succión de compresor y configurarse para retirar calor del refrigerante comprimido en la línea de succión de compresor.

10 En algunas realizaciones, el calor retirado del refrigerante en el intercambiador de calor provoca que el refrigerante se condense al menos parcialmente en un líquido o una mezcla de líquido y gas. El circuito de refrigeración puede incluir un separador de líquido/vapor acoplado en comunicación de fluido a una salida de refrigerante del intercambiador de calor y configurado para separar una parte de líquido del refrigerante que sale del intercambiador de calor de una parte de gas del refrigerante que sale del intercambiador de calor.

15 En algunas realizaciones, el separador de líquido/vapor incluye una salida de refrigerante líquido acoplada en comunicación de fluido a la entrada del receptor y configurada para entregar la parte de líquido del refrigerante al receptor y una salida de refrigerante de gas acoplada en comunicación de fluido a la línea de succión de compresor y configurada para entregar la parte de gas del refrigerante a la línea de succión de compresor.

20 Otra implementación de la presente divulgación es un sistema de refrigeración magnética que incluye un intercambiador de calor, un disipador de calor y una unidad de acondicionamiento magnetocalórica. El intercambiador de calor se configura para transferir calor de un refrigerante que circula dentro de un circuito de refrigeración a un fluido de enfriamiento que circula dentro de un circuito de fluido de enfriamiento e incluye una entrada de fluido de enfriamiento a través de la que el fluido de enfriamiento entra en el intercambiador de calor y una salida de fluido de enfriamiento a través de la que el fluido de enfriamiento sale del intercambiador de calor. El disipador de calor se configura para retirar calor del fluido de enfriamiento que circula dentro del circuito de fluido de enfriamiento. El disipador de calor incluye una entrada acoplada en comunicación de fluido a la salida de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor y a través de la que el fluido de enfriamiento entra en el disipador de calor y una salida acoplada en comunicación de fluido a la entrada de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor y a través de la que el fluido de enfriamiento sale del disipador de calor. La unidad de acondicionamiento magnetocalórica se configura para transferir calor del fluido de enfriamiento dentro de un primer conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento al fluido de enfriamiento dentro de un segundo conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento. El primer conducto de fluido acopla en comunicación de fluido la salida de fluido del intercambiador de calor a la entrada del disipador de calor, mientras que el segundo conducto de fluido acopla en comunicación de fluido la salida del disipador de calor a la entrada de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor.

35 En algunas realizaciones, la unidad de acondicionamiento magnetocalórica se configura para realizar un ciclo de refrigeración magnetocalórica que utiliza campos magnéticos cambiantes para transferir el calor del fluido de enfriamiento dentro del primer conducto de fluido al fluido de enfriamiento dentro del segundo conducto de fluido.

40 En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración magnética incluye una válvula de control que puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor y un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control para mantener un recalentamiento del refrigerante que sale del intercambiador de calor en un punto de ajuste de recalentamiento predeterminado variando una cantidad de calor retirado del refrigerante en el intercambiador de calor.

45 En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración magnética incluye una válvula de control que puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor y un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control para provocar que el refrigerante en el intercambiador de calor se condense completamente para dar un refrigerante líquido controlando una cantidad de calor retirado del refrigerante en el intercambiador de calor.

50 Lo anterior es un resumen y, por tanto, por necesidad contiene simplificaciones, generalizaciones y omisiones de detalle. Por consiguiente, los expertos en la técnica apreciarán que el resumen es meramente ilustrativo y no pretende ser en absoluto limitante. Otros aspectos, características inventivas y ventajas de los dispositivos y/o procesos descritos en el presente documento, tal como se definen únicamente por las reivindicaciones, se volverán evidentes en la descripción detallada expuesta en el presente documento y tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

60 La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de refrigeración por CO₂ con un posenfriador de sistema de refrigeración magnética, según una realización a modo de ejemplo.

La figura 2 es un diagrama esquemático del sistema de refrigeración por CO₂ de la figura 1 con una línea de derivación y válvula de control para derivar el posenfriador del sistema de refrigeración magnética, según una realización a modo de ejemplo.

65 La figura 3 es un diagrama esquemático de otro sistema de refrigeración por CO₂ con un posenfriador y

desrecalentador de sistema de refrigeración magnética, según una realización a modo de ejemplo.

La figura 4 es un diagrama esquemático de otro sistema de refrigeración por CO₂ con un sistema de refrigeración magnética como un condensador de succión de temperatura media aplicado con un eyector de líquido, según una realización a modo de ejemplo.

La figura 5 es un diagrama esquemático de otro sistema de refrigeración por CO₂ con un sistema de refrigeración magnética como un condensador de gas de descarga de baja temperatura y condensador de gas desprendido aplicado con compresión paralela, según una realización a modo de ejemplo.

La figura 6 es un diagrama esquemático de otro sistema de refrigeración por CO₂ con un sistema de refrigeración magnética para subenfriar líquido de suministro que sale de un receptor, según una realización a modo de ejemplo.

La figura 7 es un diagrama esquemático de otro sistema de refrigeración por CO₂ con un sistema de refrigeración magnética para convertir gas desprendido en líquido antes de entrar en un receptor, según una realización a modo de ejemplo.

Descripción detallada

Sistema de refrigeración por CO₂ con posenfriador de sistema de refrigeración magnética

Haciendo referencia a las figuras 1-2, se muestra un sistema de refrigeración por CO₂ 100 según una realización a modo de ejemplo. El sistema de refrigeración por CO₂ 100 puede ser un sistema de refrigeración por compresión de vapor que utiliza principalmente dióxido de carbono (CO₂) como refrigerante. El sistema de refrigeración por CO₂ 100 se muestra que incluye un sistema de tuberías, conductos u otros canales de fluido (por ejemplo, conductos de fluido 1, 3, 5, 7, 9, 13, 23 y 25) para transportar el refrigerante de CO₂ entre varios componentes termodinámicos del sistema de refrigeración por CO₂ 100. Los componentes termodinámicos del sistema de refrigeración por CO₂ 100 se muestra que incluyen un enfriador/condensador de gas 2, una válvula de alta presión 4, un receptor 6, una válvula de derivación de gas 8, un subsistema de temperatura media ("MT") 10 y un subsistema de temperatura baja ("LT") 20.

El enfriador/condensador de gas 2 puede ser un intercambiador de calor u otro dispositivo similar para retirar calor del refrigerante de CO₂. El enfriador/condensador de gas 2 se muestra que recibe gas de CO₂ del conducto de fluido 1. En algunas realizaciones, el gas de CO₂ en el conducto de fluido 1 puede tener una presión dentro de un intervalo de aproximadamente 45 bar a aproximadamente 100 bar (es decir, de alrededor de 650 psig a aproximadamente 1450 psig), dependiendo de la temperatura ambiente y otras condiciones de funcionamiento. En algunas realizaciones, el enfriador/condensador de gas 2 puede condensar parcial o totalmente el gas de CO₂ en CO₂ líquido (por ejemplo, si el funcionamiento del sistema se encuentra en una región subcrítica). El proceso de condensación puede dar como resultado líquido de CO₂ totalmente saturado o una mezcla de líquido-vapor de dos fases (por ejemplo, que tenga una calidad de vapor termodinámica entre 0 y 1). En otras realizaciones, el enfriador/condensador de gas 2 puede enfriar el gas de CO₂ (por ejemplo, retirando el recalentamiento) sin condensar el gas de CO₂ en líquido de CO₂ (por ejemplo, si el funcionamiento del sistema se encuentra en una región supercrítica). En algunas realizaciones, el proceso de enfriamiento/condensación es un proceso isobárico. El enfriador/condensador de gas 2 se muestra enviando el refrigerante de CO₂ enfriado y/o condensado al conducto de fluido 3.

La válvula de alta presión 4 recibe el refrigerante de CO₂ enfriado y/o condensado del conducto de fluido 3 y envía el refrigerante de CO₂ al conducto de fluido 5. La válvula de alta presión 4 puede controlar la presión del refrigerante de CO₂ en el enfriador/condensador de gas 2 controlando una cantidad de refrigerante de CO₂ permitida para que pase través de la válvula de alta presión 4. En algunas realizaciones, la válvula de alta presión 4 es una válvula de expansión térmica de alta presión (por ejemplo, si la presión en el conducto de fluido 3 es mayor que la presión en el conducto de fluido 5). En tales realizaciones, la válvula de alta presión 4 puede permitir que el refrigerante de CO₂ se expanda a un estado de presión más baja. El proceso de expansión puede ser un proceso de expansión adiabático y/o isentálpico, dando como resultado una expansión de separación (por ejemplo, una separación de dos fases) del refrigerante de CO₂ de alta presión a un estado de presión más baja y temperatura más baja. El proceso de expansión puede producir una mezcla de líquido/vapor (por ejemplo, que tenga una calidad de vapor termodinámica entre 0 y 1). En algunas realizaciones, el refrigerante de CO₂ se expande a una presión de aproximadamente 38 bar (por ejemplo, alrededor de 550 psig), que corresponde a una temperatura de aproximadamente 40°F (4,44°C). Entonces, el refrigerante de CO₂ fluye desde el conducto de fluido 5 al interior del receptor 6.

El receptor 6 recoge el refrigerante de CO₂ del conducto de fluido 5. En algunas realizaciones, el receptor 6 puede ser un tanque separador u otro depósito de fluido. El receptor 6 incluye una parte de líquido de CO₂ 16 y una parte de vapor de CO₂ 15 y puede contener una mezcla parcialmente saturada de líquido de CO₂ y vapor de CO₂. En algunas realizaciones, el receptor 6 separa el líquido de CO₂ del vapor de CO₂. El líquido de CO₂ puede salir del receptor 6 a través de conductos de fluido 9. Los conductos de fluido 9 pueden ser cabezales de líquido que conducen al subsistema de MT 10 y/o subsistema de LT 20. El vapor de CO₂ puede salir del receptor 6 a través del conducto de fluido 7. El conducto de fluido 7 se muestra conduciendo el vapor de CO₂ a una válvula de derivación de gas desprendido 8.

5
10
15
20
25
30

Todavía haciendo referencia las figuras 1-2, el subsistema de MT 10 se muestra que incluye una o más válvulas de expansión 11, uno o más evaporadores de MT 12, y uno o más compresores de MT 14. En diversas realizaciones, puede estar presente cualquier número de válvulas de expansión 11, evaporadores de MT 12 y compresores de MT 14. Las válvulas de expansión 11 pueden ser válvulas de expansión electrónicas u otras válvulas de expansión similares. Las válvulas de expansión 11 se muestran recibiendo refrigerante de CO₂ líquido desde el conducto de fluido 9 y enviando el refrigerante de CO₂ hasta evaporadores de MT 12. Las válvulas de expansión 11 pueden provocar que el refrigerante de CO₂ experimente una caída rápida de presión, expandiendo de ese modo el refrigerante de CO₂ a un estado de dos fases de presión más baja y temperatura más baja. En algunas realizaciones, las válvulas de expansión 11 expanden el refrigerante de CO₂ a una presión de aproximadamente de 20 bar a 25 bar y una temperatura de aproximadamente 0°F a 13°F (-17,78°C a -10,56°C). En otras realizaciones, las válvulas de expansión 11 expanden el refrigerante de CO₂ a una presión de aproximadamente 30 bar. El proceso de expansión puede ser un proceso de expansión adiabática y/o isentálpica.

15
20
25
30

Los evaporadores de MT 12 se muestran recibiendo el refrigerante de CO₂ enfriado y expandido de las válvulas de expansión 11. En algunas realizaciones, los evaporadores de MT pueden asociarse con vitrinas/dispositivos de visualización (por ejemplo, si se implementa un sistema de refrigeración por CO₂ 100 en un entorno de supermercado). Los evaporadores de MT 12 pueden configurarse para facilitar la transferencia de calor de las vitrinas/dispositivos de visualización al refrigerante de CO₂. El calor añadido puede provocar que el refrigerante de CO₂ se evapore parcial o completamente. Según una realización, el refrigerante de CO₂ se evapora completamente en los evaporadores de MT 12. En algunas realizaciones, el proceso de evaporación puede ser un proceso isobárico. Los evaporadores de MT 12 se muestran enviando el refrigerante de CO₂ a través de conductos de fluido 13, que conducen a compresores de MT 14.

25
30

Los compresores de MT 14 comprimen el refrigerante de CO₂ en un gas recalentado que tiene una presión dentro de un intervalo de aproximadamente 45 bar a aproximadamente 100 bar. La presión de salida de los compresores de MT 14 puede variar dependiendo de la temperatura ambiente y de otras condiciones de funcionamiento. En algunas realizaciones, los compresores de MT 14 funcionan en modo transcrito. En funcionamiento, el gas de descarga de CO₂ sale de los compresores de MT 14 y fluye a través del conducto de fluido 1 hacia el enfriador/condensador de gas 2.

35

Todavía haciendo referencia a las figuras 1-2, el subsistema de LT 20 se muestra que incluye una o más válvulas de expansión 21, uno o más evaporadores de LT 22 y uno o más compresores de LT 24. En diversas realizaciones, puede estar presente cualquier número de válvulas de expansión 21, evaporadores de LT 22 y compresores de LT 24. En algunas realizaciones, el subsistema de LT 20 puede omitirse y el sistema de refrigeración por CO₂ 100 puede funcionar solamente con el subsistema de MT 10.

40
45

Las válvulas de expansión 21 pueden ser válvulas de expansión electrónicas u otras válvulas de expansión similares. Las válvulas de expansión 21 se muestran recibiendo refrigerante de CO₂ líquido del conducto de fluido 9 y enviando el refrigerante de CO₂ a evaporadores de LT 22. Las válvulas de expansión 21 pueden provocar que el refrigerante de CO₂ experimente una caída rápida de presión, expandiendo de ese modo el refrigerante de CO₂ a un estado de dos fases de presión más baja y temperatura más baja. El proceso de expansión puede ser un proceso de expansión adiabática y/o isentálpica. En algunas realizaciones, las válvulas de expansión 21 pueden expandir el refrigerante de CO₂ a una presión más baja que las válvulas de expansión 11, dando como resultado de ese modo un refrigerante de CO₂ de temperatura más baja. Por consiguiente, el subsistema de LT 20 puede usarse conjuntamente con un sistema de congelación u otras vitrinas de visualización de temperatura más baja.

50
55

Los evaporadores de LT 22 se muestran recibiendo el refrigerante de CO₂ enfriado y expandido desde las válvulas de expansión 21. En algunas realizaciones, los evaporadores de LT pueden asociarse con vitrinas/dispositivos de visualización (por ejemplo, si se implementa un sistema de refrigeración por CO₂ 100 en un entorno de supermercado). Los evaporadores de LT 22 pueden configurarse para facilitar la transferencia de calor de las vitrinas/dispositivos de visualización al refrigerante de CO₂. El calor añadido puede provocar que el refrigerante de CO₂ se evapore parcial o completamente. En algunas realizaciones, el proceso de evaporación puede ser un proceso isobárico. Los evaporadores de LT 22 se muestran enviando el refrigerante de CO₂ a través del conducto de fluido 23, que conduce a los compresores de LT 24.

60

Los compresores de LT 24 comprimen el refrigerante de CO₂. En algunas realizaciones, los compresores de LT 24 pueden comprimir el refrigerante de CO₂ a una presión de aproximadamente 30 bar (por ejemplo, alrededor de 450 psig) teniendo una temperatura de saturación de aproximadamente 23°F (-5°C). En algunas realizaciones, los compresores de LT 24 funcionan en modo subcrítico. Los compresores de LT 24 se muestran enviando el refrigerante de CO₂ a través del conducto de fluido 25. El conducto de fluido 25 puede estar conectado en comunicación de fluido con el lado de succión (por ejemplo, aguas arriba) de los compresores de MT 14.

65

Todavía haciendo referencia a las figuras 1-2, el sistema de refrigeración por CO₂ 100 se muestra que incluye una válvula de derivación de gas 8. La válvula de derivación de gas 8 puede recibir el vapor de CO₂ del conducto de fluido 7 y enviar el refrigerante de CO₂ al subsistema de MT 10. En algunas realizaciones, la válvula de derivación de gas 8

se dispone en serie con compresores de MT 14. En otras palabras, el vapor de CO₂ del receptor 6 puede pasar a través de tanto la válvula de derivación de gas 8 como los compresores de MT 14. Los compresores de MT 14 pueden comprimir el vapor de CO₂ que pasa a través de la válvula de derivación de gas 8 de un estado de baja presión (por ejemplo, aproximadamente de 30 bar o menor) a un estado de alta presión (por ejemplo, 45-100 bar).

La válvula de derivación de gas 8 puede hacerse funcionar para regular o controlar la presión dentro del receptor 6 (por ejemplo, ajustando una cantidad de refrigerante de CO₂ permitida para pasar a través de una válvula de derivación de gas 8). Por ejemplo, la válvula de derivación de gas 8 puede ajustarse (por ejemplo, variablemente abierta o cerrada) para ajustar el caudal másico, el caudal volumétrico u otros caudales del refrigerante de CO₂ a través de la válvula de derivación de gas 8. La válvula de derivación de gas 8 puede abrirse y cerrarse (por ejemplo, manualmente, automáticamente, mediante un controlador, etc.) según sea necesario para regular la presión dentro del receptor 6.

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

En algunas realizaciones, la válvula de derivación de gas 8 puede ser una válvula de expansión térmica (por ejemplo, si la presión en el lado de aguas abajo de la válvula de derivación de gas 8 es más baja que la presión en el conducto de fluido 7). Según una realización, la presión dentro del receptor 6 se regula mediante la válvula de derivación de gas 8 a una presión de aproximadamente 38 bar, que corresponde a aproximadamente 37°F (2,78°C). 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 tales tubos de cobre funcionen de una manera sustancialmente libre de escarcha.

En algunas realizaciones, el vapor de CO₂ que se deriva a través de la válvula de derivación de gas 8 se mezcla con el gas de refrigerante de CO₂ que sale de los evaporadores de MT 12 (por ejemplo, por medio del conducto de fluido 13). El vapor de CO₂ derivado también puede mezclarse con el gas de refrigerante de CO₂ de descarga que sale de los compresores de LT 24 (por ejemplo, por medio del conducto de fluido 25). El gas de refrigerante de CO₂ combinado puede proporcionarse al lado de succión de compresores de MT 14.

Todavía haciendo referencia las figuras 1-2, se muestra un sistema de refrigeración por CO₂ 100 que incluye un sistema de refrigeración magnética (MRS) 30. El MRS 30 puede configurarse para realizar un ciclo de refrigeración magnetocalórica (es decir, un ciclo de refrigeración que utiliza el efecto magnetocalórico) para proporcionar posefriamiento al refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 3. En relación con los tradicionales sistemas de acondicionamiento de aire basados en compresores, el MRS 30 puede consumir sustancialmente menos energía eléctrica al proporcionar niveles comparables de enfriamiento.

El MRS 30 se muestra que incluye un intercambiador de calor 31, una unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32, una bomba 33 y un disipador de calor 34. La bomba 33 puede funcionar para hacer circular un fluido de enfriamiento (por ejemplo, agua, glicol, una mezcla de agua y propilenglicol, etc.) a través de un circuito de fluido de enfriamiento 37 que acopla en comunicación de fluido el intercambiador de calor 31, la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32, la bomba 33 y el disipador de calor 34. La bomba 33 puede proporcionar un caudal sustancialmente constante del fluido de enfriamiento, haciendo oscilar los caudales del fluido de enfriamiento o los impulsos del flujo del fluido de enfriamiento. La bomba 33 puede proporcionar fluido de enfriamiento a la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 según sea necesario para maximizar la eficiencia del proceso de enfriamiento magnetocalórico.

El circuito de fluido de enfriamiento 37 se muestra que incluye un primer conducto de fluido 35 que entrega el fluido de enfriamiento desde el disipador de calor 34 hasta el intercambiador de calor 31 y un segundo conducto de fluido 36 que entrega el fluido de enfriamiento desde el intercambiador de calor 31 hasta el disipador de calor 34. El disipador de calor 34 puede recibir un suministro de fluido de enfriamiento caliente por medio del conducto de fluido 36 y puede transferir calor del fluido de enfriamiento al ambiente, reduciendo de ese modo la temperatura del fluido de enfriamiento. El disipador de calor 34 puede enviar un suministro de fluido de enfriamiento a temperatura reducida (por ejemplo, cálida) en el conducto de fluido 35. En diversas realizaciones, el disipador de calor 34 puede estar situado en el exterior y expuesto al aire ambiente exterior o puede ubicarse en el interior y expuesto a una temperatura de interior relativamente constante. En algunas realizaciones, la temperatura del fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 35 puede ser una sola temperatura fija durante todo el año relacionada con la temperatura más alta del disipador de calor 34 y puede controlarse para que sea independiente de las fluctuaciones en la temperatura del disipador de calor 34. En otras realizaciones, la temperatura del fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 35 puede controlarse o permitir que "flote" a diferentes temperaturas correlacionándose con la temperatura del disipador de calor 34 en cualquier momento dado.

El intercambiador de calor 31 puede situarse a lo largo del conducto de fluido 3 y configurarse para transferir calor del

refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 3 al fluido de enfriamiento en el MRS 30. En algunas realizaciones, el intercambiador de calor 31 está situado aguas abajo del enfriador/condensador 2 de gas y proporciona enfriamiento adicional (es decir, posenfriamiento) para el refrigerante de CO₂ que sale del gas enfriador/condensador 2. Esto disminuye la temperatura del refrigerante de CO₂ que entra en la válvula de alta presión 4, lo que provoca que el refrigerante de CO₂ más frío produzca menos gas desprendido de lo que lo haría de otro modo cuando entra en el receptor 6. La reducción en la cantidad de gas desprendido provoca una reducción en la cantidad de energía requerida para recomprimir el gas desprendido en los compresores de MT 14. El intercambiador de calor 31 puede recibir un suministro de fluido de enfriamiento refrigerado por medio del conducto de fluido 35, transferir calor del refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento y enviar el fluido de enfriamiento calentado por medio del conducto de fluido 36.

La unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 puede acoplarse en comunicación de fluido a ambos conductos de fluido 35 y 36 y configurarse para transferir calor del fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 35 al fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 36. La unidad de acondicionamiento magnetocalórico 32 puede recibir un suministro de fluido de enfriamiento cálido desde el disipador de calor 34 por medio del conducto de fluido 35, así como un suministro de fluido de enfriamiento fresco desde el intercambiador de calor 31 por medio del conducto de fluido 36. La unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 puede transferir calor del fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 35 al fluido de enfriamiento cálido en el conducto de fluido 36, proporcionando de ese modo enfriamiento adicional al fluido de enfriamiento que entra en el intercambiador de calor 31.

La unidad de acondicionamiento de magnetocalórica 32 puede realizar un ciclo de refrigeración magnetocalórica (es decir, un ciclo de refrigeración que usa el efecto magnetocalórico) para enfriar el fluido de enfriamiento proporcionado al intercambiador de calor 31. En algunas realizaciones, la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 usa campos magnéticos cambiantes para retirar calor del fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 35. El fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 35 emerge de ese modo de la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 y entra en el intercambiador de calor 31 a una temperatura fría. En algunas realizaciones, la unidad de acondicionamiento magnetocalórica está hecha al menos parcialmente de una aleación especial con un efecto magnetocalórico sustancial (por ejemplo, gadolinio o aleación sintética), y uno o más imanes capaces de generar un campo magnético variable alrededor de la aleación especial (por ejemplo, moviéndose con respecto a la aleación especial, variando en intensidad de campo).

En algunas realizaciones, la aleación especial en la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 se inicia a temperatura ambiente. Puede aplicarse un campo magnético a la aleación especial, lo que provoca que la aleación aumente en temperatura debido a las propiedades magnéticas de la aleación. Con el campo magnético mantenido constante, puede transferirse calor de la aleación al fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 36. El campo magnético puede retirarse, y las propiedades magnéticas de la aleación provocan que la aleación caiga significativamente en temperatura. La aleación entonces absorbe calor del fluido de enfriamiento en el conducto de fluido 35, provocando que el fluido de enfriamiento disminuya en temperatura. El fluido de enfriamiento se enfría de ese modo por la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32. Debido a las propiedades de la aleación especial, el aumento de temperatura de la aleación provocado por el campo magnético puede ser sustancialmente menor que la disminución de temperatura de la aleación provocada por la retirada del campo magnético, dando como resultado una disminución neta de temperatura que puede aplicarse al fluido de enfriamiento.

En diversas realizaciones son posibles diversas disposiciones de tubo(s) de fluido de enfriamiento, imanes y aleaciones especial en la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32. En un ejemplo, el fluido de enfriamiento fluye a través del centro de un cilindro hecho de la aleación especial. Pueden situarse imanes alrededor de la aleación especial. Puede proporcionarse una energía de variación a los electroimanes para variar el campo magnético. El fluido de enfriamiento puede bombearse entonces a través del cilindro de modo que el calor del fluido de enfriamiento se absorbe por el cilindro y el fluido de enfriamiento se enfría y se proporciona al intercambiador de calor 31. En diversas realizaciones, la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 incluye un disco giratorio, un poste de accionamiento o un poste giratorio. Se contempla que cualquier tipo o configuración de unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 puede usarse en el MRS 30.

Haciendo referencia particularmente a la figura 2, en algunas realizaciones, el MRS 30 incluye un conducto de derivación que conecta los conductos de fluido 35 y 36. El conducto de derivación 39 puede proporcionar una vía alternativa para que el fluido de enfriamiento fluya desde el conducto de fluido 35 hasta el conducto de fluido 36 sin pasar a través del intercambiador de calor 31. En algunas realizaciones, una válvula de control 38 está ubicada a lo largo del conducto de derivación 39 o en la intersección del conducto de derivación 39 y el conducto de fluido 36. La válvula de control 38 puede hacerse funcionar para controlar el flujo de fluido de enfriamiento a través del conducto de derivación 39 y/o el flujo de fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor 31. En algunas realizaciones, la válvula de control 38 se hace funcionar para limitar la cantidad de calor obtenida por el fluido de enfriamiento en el intercambiador de calor 31. Por ejemplo, la válvula de control 38 puede hacerse funcionar para minimizar la cantidad de calor obtenida por el fluido de enfriamiento en el intercambiador de calor 31 para impedir que el MRS 30 se sobrecargue.

En algunas realizaciones, la válvula de control 38 se hace funcionar para controlar el flujo de fluido de enfriamiento en el intercambiador de calor 31 basándose en la temperatura de fluido mezclado del fluido de enfriamiento en el conducto

de fluido 36 aguas abajo de la válvula de control 38. Por ejemplo, el MRS 30 puede incluir un sensor de temperatura situado a lo largo del conducto de fluido 36 entre la válvula de control 38 y la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 y configurado para medir la temperatura del fluido de enfriamiento en la ubicación del sensor de temperatura. La válvula de control 38 puede hacerse funcionar para mantener la temperatura medida del fluido de enfriamiento mezclado (es decir, una mezcla del fluido de enfriamiento que sale del intercambiador de calor 31 y el fluido de enfriamiento que se deriva del intercambiador de calor 31 por medio del conducto de derivación 39) en un punto de ajuste de temperatura predeterminado. La válvula de control 38 puede abrirse más para permitir que se derive más fluido de enfriamiento frío del intercambiador de calor 31 por medio del conducto de derivación 39 con el fin de disminuir la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado, o cerrarse más para permitir que se derive menos del fluido de enfriamiento frío del intercambiador de calor 31 por medio del conducto de derivación 39 con el fin de aumentar la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado.

Sistema de refrigeración por CO₂ con posefriador y desrecalentador de sistema de refrigeración magnética.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se muestra otro sistema de refrigeración por CO₂ 110, según una realización a modo de ejemplo. El sistema de refrigeración por CO₂ 110 se muestra que incluye muchos de los mismos componentes que el sistema de refrigeración por CO₂ 100, como se describe con referencia a las figuras 1-2. Estos componentes del sistema de refrigeración por CO₂ 110 (es decir, cualquier componente que tenga el mismo número de referencia que un componente del sistema de refrigeración por CO₂ 100) pueden tener una configuración igual o similar a la de los componentes correspondientes del sistema de refrigeración por CO₂ 100 y pueden realizar funciones iguales o similares a las de los componentes correspondientes del sistema de refrigeración por CO₂ 100, como se describió anteriormente con referencia a las figuras 1-2. Por consiguiente, la descripción de estos componentes no se repite en el presente documento.

El sistema de refrigeración por CO₂ 110 se muestra que incluye un intercambiador de calor por desrecalentamiento 42. El intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 puede situarse a lo largo del conducto de fluido 25 (es decir, la línea de descarga de refrigerante de CO₂ para los compresores de LT 24) y configurarse para absorber calor del refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 25, disminuyendo de ese modo la cantidad de recalentamiento del refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 25. El refrigerante de MRS 30 puede proporcionarse al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 para proporcionar enfriamiento al refrigerante de CO₂ en el intercambiador de calor por desrecalentamiento 42. El intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 puede transferir calor del refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 25 al fluido de enfriamiento del MRS 30, enfriando de ese modo el refrigerante de CO₂ y calentando el fluido de enfriamiento del MRS 30.

En algunas realizaciones, un primer conducto de fluido 41 proporciona fluido de enfriamiento desde el MRS 30 hasta el intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 y un segundo conducto de fluido 43 hace retornar el fluido de enfriamiento calentado desde el intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 hasta el MRS 30. Como se muestra en la figura 3, el conducto de fluido 41 puede conectarse al conducto de fluido 36 en un primer punto de conexión entre el intercambiador de calor 31 y la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 y configurarse para entregar el fluido de enfriamiento desde conducto de fluido 36 hasta el intercambiador de calor por desrecalentamiento 42. De manera similar, el conducto de fluido 43 puede conectarse al conducto de fluido 36 en un segundo punto de conexión entre el intercambiador de calor 31 y la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 (aguas abajo del primer punto de conexión) y configurarse para hacer retornar el fluido de enfriamiento desde intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 hasta el conducto de fluido 36.

El sistema de refrigeración por CO₂ 110 puede incluir una o más válvulas de control de fluido que pueden hacerse funcionar para controlar el flujo de fluido de enfriamiento al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42. Por ejemplo, el sistema de refrigeración por CO₂ 110 se muestra que incluye una válvula de control 44. La válvula de control 44 puede estar situada a lo largo de los conductos de fluido 41 o 43, en la intersección de los conductos de fluido 41 y 36, o en la intersección de los conductos de fluido 43 y 36. La válvula de control 44 puede hacerse funcionar para controlar el flujo del fluido de enfriamiento a través del conducto de fluido 41, el intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 y el conducto de fluido 43. La válvula de control 38 también puede incluirse en el sistema de refrigeración por CO₂ 110 (que realiza la misma función tal como se describió anteriormente) o puede omitirse del sistema de refrigeración por CO₂ 110 en diversas realizaciones.

En algunas realizaciones, las válvulas de control 44 y/o 38 se hacen funcionar para aumentar la cantidad de calor transferido del refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento en el MRS 30. Esto permite al MRS 30 funcionar a su máxima capacidad con más frecuencia y, por tanto, maximizar la reducción de energía que el MRS 30 proporciona al sistema de refrigeración por CO₂ 110. En algunas realizaciones, las válvulas de control 44 y/o 38 se hacen funcionar basándose en la temperatura del fluido de enfriamiento proporcionado por el MRS 30 en diversas ubicaciones dentro del MRS 30 (por ejemplo, dentro de cualquiera de los conductos de fluido que contienen fluido de enfriamiento) y/o la temperatura del refrigerante de CO₂ en diversas ubicaciones dentro del sistema de refrigeración por CO₂ 110. Por ejemplo, las temperaturas del fluido de enfriamiento y/o el refrigerante de CO₂ pueden usarse para controlar la cantidad de fluido de enfriamiento proporcionada al intercambiador de calor 31 y/o al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 dependiendo de dónde sea necesaria la recogida de calor. Aunque solo se muestra un intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 en la figura 3, se contempla que puede añadirse cualquier número

de intercambiadores de calor al sistema de refrigeración por CO₂ 110 para recoger calor de ese refrigerante de CO₂ en cualquier ubicación dentro del sistema de refrigeración por CO₂ 110.

5 En algunas realizaciones, las válvulas de control 44 y/o 38 se hacen funcionar para controlar la cantidad de calor transferido del refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento en el MRS 30 basándose en la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado que retorna al MRS 30 desde el intercambiador de calor 42. Por ejemplo, un sensor de temperatura puede situarse a lo largo del conducto de fluido 36 entre la válvula de control 44 y la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 y configurarse para medir la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado en la ubicación del sensor de temperatura. La válvula de control 44 puede hacerse funcionar para controlar el flujo del fluido de enfriamiento al intercambiador de calor 42 basándose en la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado.

15 En otras realizaciones, las válvulas de control 44 y/o 38 se hacen funcionar para controlar la cantidad de calor transferido del refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento en el MRS 30 basándose en la temperatura y/o presión del refrigerante de CO₂ cuando sale del intercambiador de calor 42. Los sensores de temperatura y/o presión pueden situarse para medir la temperatura/presión del refrigerante de CO₂ en la salida del intercambiador de calor por desrecalentamiento 42. Controlar el flujo del fluido de enfriamiento al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 basándose en la temperatura y/o presión del refrigerante de CO₂ en la salida del intercambiador de desrecalentamiento 42 permite mantener una cantidad específica de recalentamiento en el refrigerante de CO₂ que sale del intercambiador de calor por desrecalentamiento 42.

20 En algunas realizaciones, el fluido de enfriamiento del MRS 30 se suministra al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 (y/u otros intercambiadores de calor añadidos al sistema de refrigeración por CO₂ 110) después de reunir calor del refrigerante de CO₂ en el intercambiador de calor 31, como se muestra en la figura 3. En otras realizaciones, el fluido de enfriamiento del MRS 30 puede suministrarse al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 (y/u otros intercambiadores de calor añadidos al sistema de refrigeración por CO₂ 110) en paralelo con el intercambiador de calor 31. Por ejemplo, el conducto de fluido 41 puede conectarse al conducto de fluido 35 en lugar de al conducto de fluido 36 de manera que el fluido de enfriamiento frío del conducto de fluido 35 se proporciona al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42. En otras realizaciones, el fluido de enfriamiento del MRS 30 puede suministrarse al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 (y/u otros intercambiadores de calor añadidos al sistema de refrigeración por CO₂ 110) antes de fluir a través del intercambiador de calor 31. Por ejemplo, ambos conductos de fluido 41 y 43 pueden conectarse al conducto de fluido 35 en lugar de al conducto de fluido 36 de manera que el fluido de enfriamiento frío del conducto de fluido 35 se proporciona al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 y el fluido de enfriamiento del intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 se hace retornar al conducto de fluido 35. En otras realizaciones, el fluido de enfriamiento del MRS 30 puede suministrarse al intercambiador de calor por desrecalentamiento 42 (y/u otros intercambiadores de calor añadidos al sistema de refrigeración por CO₂ 110) en lugar de fluir al intercambiador de calor 31. Por ejemplo, el intercambiador de calor 31 puede omitirse del sistema de refrigeración por CO₂ 110 en algunas realizaciones y no es un componente requerido.

40 Sistema de refrigeración por CO₂ con un sistema de refrigeración magnética como un condensador de succión de MT aplicado con un eyector de líquido

45 Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestra otro sistema de refrigeración por CO₂ 120, según una realización a modo de ejemplo. El sistema de refrigeración por CO₂ 120 se muestra que incluye muchos de los mismos componentes que los sistemas de refrigeración por CO₂ 100 y 110, como se describe con referencia a las figuras 1-3. Estos componentes del sistema de refrigeración por CO₂ 120 (es decir, cualquier componente que tenga el mismo número de referencia que un componente de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100 o 110) pueden tener una configuración igual o similar que a la de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100 o 110 y pueden realizar funciones iguales o similares a las de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100 o 110, descritos anteriormente con referencia a las figuras 1-3. Por consiguiente, la descripción de estos componentes no se repite en el presente documento.

55 El sistema de refrigeración por CO₂ 120 se muestra que incluye un intercambiador de calor 53. El intercambiador de calor 53 puede configurarse para proporcionar enfriamiento para el refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 13 (es decir, la línea de aspiración para compresores de MT 14). El intercambiador de calor 53 puede absorber calor del refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 13. Al igual que el intercambiador de calor 31 de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100 o 110, el intercambiador de calor 53 puede recibir fluido de enfriamiento desde el MRS 30 a través del conducto de fluido 35 y puede devolver fluido de enfriamiento al MRS 30 por medio del conducto de fluido 36. El fluido de enfriamiento del MRS 30 puede proporcionarse al intercambiador de calor 53 por medio del conducto de fluido 35 para proporcionar enfriamiento para el refrigerante de CO₂ en el intercambiador de calor 53. El intercambiador de calor 53 puede transferir calor del refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 13 al fluido de enfriamiento del MRS 30, enfriando de ese modo el refrigerante de CO₂ y calentando el fluido de enfriamiento del MRS 30. El fluido de enfriamiento calentado puede retornar al MRS 30 por medio del conducto de fluido 36.

65 En algunas realizaciones, la temperatura del fluido de enfriamiento suministrado al intercambiador de calor 53 se controla de manera que provocará que el vapor de refrigerante de CO₂ del conducto de fluido 13 se condense (total o parcialmente) en el intercambiador de calor 53. El líquido de CO₂ condensado o la mezcla de líquido/vapor puede salir

del intercambiador de calor 53 por medio del conducto de fluido 54 y puede recogerse en un separador de líquido/vapor 52. El refrigerante de CO₂ líquido dentro del separador de líquido/vapor 52 puede entregarse al receptor 6 por medio de los conductos de fluido 55 y 5. En algunas realizaciones, la presión dentro del receptor 6 es mayor que la presión dentro del separador de líquido/vapor 52. Por consiguiente, puede requerirse una fuerza motriz para mover el refrigerante de CO₂ líquido desde el separador de líquido/vapor 52 hasta el receptor 6. En diversas realizaciones, la fuerza motriz puede suministrarse por gravedad (por ejemplo, ubicando el separador de líquido/vapor 52 a una elevación superior a la del receptor 6) o por un dispositivo mecánico como una bomba o un eyector 51. Por ejemplo, el eyector 51 puede ubicarse en la intersección de los conductos de fluido 55 y 5 (en lugar de la válvula de alta presión 4 o instalarse en paralelo a la válvula de alta presión 4 mostrada en las figuras 1-3) y configurarse para forzar el refrigerante de CO₂ líquido del conducto de fluido 55 al interior del receptor 6 por medio del conducto de fluido 5.

En algunas realizaciones, la válvula de control 38 se hace funcionar para aumentar la cantidad de calor transferido del refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento en el MRS 30. Esto permite al MRS 30 funcionar a su máxima capacidad con más frecuencia y, por tanto, maximizar la reducción de energía que el MRS 30 proporciona al sistema de refrigeración por CO₂ 120. En algunas realizaciones, la válvula de control 38 se hace funcionar basándose en la temperatura del fluido de enfriamiento proporcionado por el MRS 30 en diversas ubicaciones dentro del MRS 30 (por ejemplo, dentro de cualquiera de los conductos de fluido que contienen fluido de enfriamiento) y/o la temperatura del refrigerante de CO₂ a diversas ubicaciones dentro del sistema de refrigeración por CO₂ 120. Por ejemplo, las temperaturas del fluido de enfriamiento y/o el refrigerante de CO₂ pueden utilizarse para controlar la cantidad de fluido de enfriamiento proporcionada al intercambiador de calor 53.

En algunas realizaciones, la válvula de control 38 se hace funcionar para controlar la cantidad de calor transferido del refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento en el MRS 30 basándose en la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado que retorna al MRS 30 del intercambiador de calor 53. Por ejemplo, un sensor de temperatura puede situarse a lo largo del conducto de fluido 36 entre la válvula de control 38 y la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32 y configurarse para medir la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado en la ubicación del sensor de temperatura (por ejemplo, después de que el fluido de enfriamiento que retorna desde el intercambiador de calor 53 se mezcle con el fluido de enfriamiento que se deriva al intercambiador de calor 53 por medio del conducto de derivación 39). La válvula de control 38 puede hacerse funcionar para controlar el flujo del fluido de enfriamiento al intercambiador de calor 53 basándose en la temperatura del fluido de enfriamiento mezclado. En algunas realizaciones, un sensor de temperatura puede situarse a lo largo del conducto de fluido 36 aguas arriba de la válvula de control 38 y configurarse para medir la temperatura del fluido de enfriamiento que sale del intercambiador de calor 53 (por ejemplo, antes de que el fluido de enfriamiento que retorna desde el intercambiador de calor 53 se mezcle con el fluido de enfriamiento que se deriva al intercambiador de calor 53 por medio del conducto de derivación 39). La válvula de control 38 puede hacerse funcionar para controlar el flujo del fluido de enfriamiento al intercambiador de calor 53 basándose en la temperatura del fluido de enfriamiento que sale del intercambiador de calor 53.

En otras realizaciones, la válvula de control 38 se hace funcionar para controlar la cantidad de calor transferido del refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento en el MRS 30 basándose en la temperatura y/o presión del refrigerante de CO₂ cuando sale del intercambiador de calor 53. Los sensores de temperatura y/o presión pueden situarse para medir la temperatura/presión del refrigerante de CO₂ en la salida del intercambiador de calor 53. Controlar el flujo del fluido de enfriamiento al intercambiador de calor 53 basándose en la temperatura y/o presión del refrigerante de CO₂ en la salida del intercambiador 53 permite mantener una cantidad específica de recalentamiento en el refrigerante de CO₂ que sale del intercambiador de calor 53. La cantidad de calor transferido desde el refrigerante de CO₂ al fluido de enfriamiento en el MRS 30 también (o alternativamente) puede controlarse ajustando la temperatura del fluido de enfriamiento suministrado al intercambiador de calor 53 (por ejemplo, controlando el funcionamiento de la unidad de acondicionamiento magnetocalórica 32) sin requerir la utilización de la válvula de control 38.

Sistema de refrigeración por CO₂ con sistema de refrigeración magnética como condensador de gas de descarga de LT y condensador de gas desprendido aplicado con compresión paralela

Haciendo referencia ahora a la figura 5, se muestra otro sistema de refrigeración por CO₂ 130, según una realización a modo de ejemplo. El sistema de refrigeración por CO₂ 130 se muestra que incluye muchos de los mismos componentes que los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110 y 120, como se describe con referencia a las figuras 1-4. Estos componentes del sistema de refrigeración por CO₂ 130 (es decir, cualquier componente que tenga el mismo número de referencia que un componente de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110 o 120) pueden tener una configuración igual o similar a la de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110 o 120 y pueden realizar funciones iguales o similares a las de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110 o 120, como se describió anteriormente con referencia a las figuras 1-4. Por consiguiente, la descripción de estos componentes no se repite en el presente documento.

El sistema de refrigeración por CO₂ 130 se muestra que incluye un intercambiador de calor 61. El intercambiador de calor 61 puede configurarse para proporcionar enfriamiento para el refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 25 (es decir, la línea de descarga para los compresores de LT 24). El intercambiador de calor 61 puede absorber calor del vapor de refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 25, provocando de ese modo que el refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 25 se condense para dar un líquido. Al igual que el intercambiador de calor 31 de los sistemas de

refrigeración por CO₂ 100 o 110, el intercambiador de calor 61 puede recibir fluido de enfriamiento del MRS 30 a través del conducto de fluido 35 y puede hacer retornar fluido de enfriamiento al MRS 30 a través del conducto de fluido 36. El fluido de enfriamiento del MRS 30 puede proporcionarse al intercambiador de calor 61 por medio del conducto de fluido 35 para proporcionar enfriamiento para el refrigerante de CO₂ en el intercambiador de calor 61. El intercambiador de calor 61 puede transferir calor del refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 25 al fluido de enfriamiento del MRS 30, enfriando de ese modo el refrigerante de CO₂ y calentando el fluido de enfriamiento del MRS 30. El fluido de enfriamiento calentado puede retornar entonces al MRS 30 a través del conducto de fluido 36.

En algunas realizaciones, la temperatura del fluido de enfriamiento suministrado al intercambiador de calor 61 se controla de manera que provocará que el vapor de refrigerante de CO₂ desde el conducto de fluido 25 se condense completamente en el intercambiador de calor 61. El líquido de refrigerante de CO₂ condensado puede salir del intercambiador de calor 61 a través del conducto de fluido 62 y puede recogerse en el receptor 6. El intercambiador de calor 61 puede ubicarse en línea entre la línea de descarga de compresor de LT 25 y el receptor 6 (como se muestra en la figura 5) o puede conectarse de manera independiente al receptor 6. El MRS 30 puede dimensionarse y/o controlarse para gestionar el vapor de CO₂ en el receptor 6 condensando todo el vapor de refrigerante de CO₂ presente en el receptor 6. En algunas realizaciones, el MRS 30 gestiona el vapor de refrigerante de CO₂ en el receptor 6 trabajando en paralelo con un compresor paralelo 63. El compresor paralelo 63 puede conectarse a la parte de vapor 15 del receptor 6 (por ejemplo, a través de los conductos de fluido 7 y 66) y configurarse para comprimir el vapor de refrigerante de CO₂. En diversas realizaciones, el compresor paralelo 63 puede funcionar en paralelo con los compresores de MT 14 o puede implementarse como reemplazo para los compresores de MT 14 (es decir, pueden omitirse los compresores de MT 14 y/u otras partes del subsistema de MT 10).

En algunas realizaciones, el compresor paralelo 63 puede hacerse funcionar (por ejemplo, mediante un controlador) para lograr una presión deseada dentro del receptor 6. Por ejemplo, el controlador puede recibir mediciones de presión de un sensor de presión que monitoriza la presión dentro del receptor 6 y puede activar o desactivar el compresor paralelo 63 basándose en las mediciones de presión. Cuando está activo, el compresor paralelo 63 comprime el vapor de CO₂ recibido a través de la línea de conexión 66 y descarga el vapor comprimido a la línea de conexión 67. La línea de conexión 67 puede estar conectada en comunicación de fluido con el conducto de fluido 1. Por consiguiente, el compresor paralelo 63 puede hacerse funcionar en paralelo con los compresores de MT 14 descargando el vapor de CO₂ comprimido en un conducto de fluido compartido (por ejemplo, el conducto de fluido 1).

El compresor paralelo 63 puede disponerse en paralelo tanto con la válvula de derivación de gas 8 como con los compresores de MT 14. En otras palabras, el receptor 6 de salida de vapor de CO₂ puede pasar a través del compresor paralelo 63 o la combinación en serie de válvula de derivación de gas 8 y compresores de MT 14. El compresor paralelo 63 puede recibir el vapor de CO₂ a una presión relativamente mayor (por ejemplo, desde los conductos de fluido 7 y 66) que el vapor de CO₂ recibido por los compresores de MT 14 (por ejemplo, desde conducto de fluido 13). Este diferencial de presión puede corresponder al diferencial de presión a través de la válvula de derivación de gas 8. En algunas realizaciones, el compresor paralelo 63 puede requerir menos energía para comprimir una cantidad equivalente de vapor de CO₂ al estado de alta presión (por ejemplo, en el conducto de fluido 1) como resultado de la mayor presión del vapor de CO₂ que entra en el compresor paralelo 63. Por tanto, la ruta paralela que incluye el compresor paralelo 63 puede ser una alternativa más eficiente a la ruta que incluye la válvula de derivación de gas 8 y los compresores de MT 14.

En algunas realizaciones, la válvula de derivación de gas 8 se omite y la presión dentro del receptor 6 se regula usando el compresor paralelo 63. En otras realizaciones, el compresor paralelo 63 se omite y la presión dentro del receptor 6 se regula usando la válvula de derivación de gas 8. En otras realizaciones, tanto la válvula de derivación de gas 8 como el compresor paralelo 6 se usan para regular la presión dentro del receptor 6. Todas las variaciones de este tipo están dentro del alcance de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, el sistema de refrigeración por CO₂ 130 incluye un intercambiador de calor 65. El intercambiador de calor 65 puede estar situado a lo largo del conducto de fluido 3 y puede configurarse para condensar (total o parcialmente) el refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 3. El intercambiador de calor 65 también puede recibir vapor de refrigerante de CO₂ del receptor 6 a través del conducto de fluido 7. Una válvula de control 64 puede hacerse funcionar para regular el flujo de vapor de refrigerante de CO₂ desde el receptor 6 hasta el intercambiador de calor 65. El intercambiador de calor 65 puede transferir calor del refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 3 al vapor de refrigerante de CO₂ en el conducto de fluido 66, proporcionando de ese modo un enfriamiento adicional para el refrigerante de CO₂ que entra en el receptor 6. El vapor de refrigerante de CO₂ calentado en el conducto de fluido 66 puede dirigirse al compresor paralelo 63 y comprimirse como se describió anteriormente. La válvula de control 64 puede hacerse funcionar para controlar la cantidad de vapor de refrigerante de CO₂ dirigido a través del intercambiador de calor 65 y/o la cantidad de vapor de refrigerante de CO₂ que fluye desde el conducto de fluido 7 directamente hasta el conducto de fluido 66 (derivándose del intercambiador de calor 65).

Sistema de refrigeración por CO₂ con sistema de refrigeración magnética para subenfriar líquido de suministro.

Haciendo referencia ahora a la figura 6, se muestra otro sistema de refrigeración por CO₂ 140, según una realización a modo de ejemplo. El sistema de refrigeración por CO₂ 140 se muestra que incluye muchos de los mismos

componentes que los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120 y 130, como se describe con referencia a las figuras 1-4. Estos componentes del sistema de refrigeración por CO₂ 140 (es decir, cualquier componente que tenga el mismo número de referencia que un componente de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120 y 130) pueden tener una configuración igual o similar a la de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120 y 130 y puede realizar funciones iguales o similares a las de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120 y 130, como se describió anteriormente con referencia a las figuras 1-5. Por consiguiente, la descripción de estos componentes no se repite en el presente documento.

El sistema de refrigeración por CO₂ 140 es sustancialmente el mismo que el sistema de refrigeración por CO₂ 100, con la excepción de que el intercambiador de calor 31 del MRS 30 se ubica a lo largo de conducto de fluido 9 (es decir, la línea de suministro de líquido de CO₂ que sale del receptor 6) en lugar del conducto de fluido 3. El conducto de fluido 9 puede suministrar refrigerante de CO₂ líquido a los evaporadores de MT 12 y los evaporadores de LT 22. Usar MRS 30 para extraer calor del refrigerante de CO₂ líquido en el conducto de fluido 9 puede subenfriar el refrigerante de CO₂ líquido saturado del receptor 6 a una temperatura más fría que el gas de refrigerante de CO₂ (es decir, gas desprendido) en el receptor 6 sin reducir la presión dentro del conducto de fluido 9. Esto mejorará la calidad del líquido del refrigerante de CO₂ (es decir, reducirá la calidad de la mezcla líquido/gas saturada hacia cero) a medida que entra en las válvulas de expansión 11 y 21, y por tanto aumentará la cantidad de calor que el refrigerante de CO₂ puede absorber a través de evaporación en los evaporadores 12 y 22. Cuanta más energía térmica pueda absorberse por unidad de masa del refrigerante de CO₂, menos flujo de masa se requerirá que procesen los compresores 14 y 24 para que coincida con la misma carga de refrigeración. Ventajosamente, esto puede disminuir la cantidad requerida de consumo de energía.

Sistema de refrigeración por CO₂ con sistema de refrigeración magnética para convertir gas desprendido en líquido antes de entrar en el tanque separador (receptor)

Haciendo referencia ahora a la figura 7, se muestra otro sistema de refrigeración por CO₂ 150, según una realización a modo de ejemplo. El sistema de refrigeración por CO₂ 150 se muestra que incluye muchos de los mismos componentes que los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120, 130 y 140, como se describe con referencia a las figuras 1-6. Estos componentes del sistema de refrigeración por CO₂ 150 (es decir, cualquier componente que tenga el mismo número de referencia que un componente de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120, 130 y 140) pueden tener una configuración igual o similar a la de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120, 130, y 140 y pueden realizar funciones iguales o similares a las de los componentes correspondientes de los sistemas de refrigeración por CO₂ 100, 110, 120, 130 y 140, como se describió anteriormente con referencia a las figuras 1-6. Por consiguiente, la descripción de estos componentes no se repite en el presente documento.

El sistema de refrigeración por CO₂ 150 es sustancialmente el mismo que el sistema de refrigeración por CO₂ 100, con la excepción de que el intercambiador de calor 31 del MRS 30 se ubica a lo largo de conducto de fluido 5 (es decir, el conducto de fluido que conecta la válvula de alta presión 4 al receptor 6) en lugar del conducto de fluido 3. Colocar el intercambiador de calor 31 del MRS 30 a lo largo del conducto de fluido 5 proporcionará enfriamiento para el refrigerante de CO₂ que entra en el receptor y reducirá la cantidad de gas desprendido vista en el receptor 6. Ventajosamente, esto puede reducir la energía requerida por los compresores de MT 14 para procesar el gas de refrigerante de CO₂ cortocircuitado.

Configuración de realizaciones a modo de ejemplo

La construcción y disposición de los sistemas de refrigeración por CO₂, tal como se muestra en las diversas realizaciones a modo de ejemplo, son solo ilustrativas. Aunque solo se han descrito en detalle unas pocas realizaciones en esta divulgación, los expertos en la técnica que revisen esta divulgación apreciarán fácilmente que muchas modificaciones son posibles (por ejemplo, variaciones en tamaños, dimensiones, estructuras, formas y proporciones de los diversos elementos, valores de parámetros, disposiciones de montaje, uso de materiales, colores, orientaciones, etc.) sin apartarse materialmente de las enseñanzas y ventajas novedosas de la materia descrita en el presente documento. Por ejemplo, los elementos mostrados como formados de manera solidaria pueden estar contruidos con múltiples partes o elementos, la posición de elementos puede invertirse o variarse de otro modo, y la naturaleza o el número de elementos o posiciones específicos pueden alterarse o variarse. El orden o secuencia de cualquier etapa de proceso o método puede variarse o secuenciarse otra vez según realizaciones alternativas. También pueden hacerse otras sustituciones, modificaciones, cambios y omisiones en el diseño, condiciones de funcionamiento y disposición de las diversas realizaciones a modo de ejemplo sin apartarse del alcance de la presente invención.

Como se utiliza en el presente documento, los términos "aproximadamente", "alrededor de", "sustancialmente" y términos similares, se pretende que tengan un significado amplio en armonía con el uso común y aceptado por los expertos habituales en la técnica a la que pertenece la materia objeto de esta divulgación. Debe entenderse por los expertos en la técnica que revisan esta divulgación que estos términos se pretende que permitan una descripción de determinadas características descritas y reivindicadas sin restringir el alcance de estas características con respecto a

los intervalos numéricos precisos proporcionados. Por consiguiente, estos términos deben interpretarse como que indican que las modificaciones o alteraciones insustanciales o intrascendentes de la materia descrita y reivindicada se considera que se encuentran dentro del alcance de la invención tal como se relata en las reivindicaciones adjuntas.

- 5 Debe señalarse que se pretende que el término “a modo de ejemplo”, tal como se usa en el presente documento para describir diversas realizaciones, indique que tales realizaciones son posibles ejemplos, representaciones y/o ilustraciones de posibles realizaciones (y no se pretende que tal término connote que tales realizaciones son necesariamente ejemplos extraordinarios o excepcionales).
- 10 Los términos “acoplados”, “conectados” y similares, tal como se usan en el presente documento, significan la unión de dos elementos directa o indirectamente entre sí. Tal unión puede ser estacionaria (por ejemplo, permanente) o móvil (por ejemplo, retirable o liberable). Tal unión puede lograrse con los dos elementos o los dos elementos y cualquier elemento intermedio adicional que se forme de manera solidaria como un único cuerpo unitario entre sí o con los dos elementos o los dos elementos y cualquier elemento intermedio adicional que estén unidos entre sí.
- 15 Las referencias en el presente documento a las posiciones de los elementos (por ejemplo, “arriba”, “abajo”, “por encima”, “por debajo”, etc.) se utilizan simplemente para describir la orientación de diversos elementos en las figuras. Debe indicarse que la orientación de diversos elementos puede diferir según otras realizaciones a modo de ejemplo y que se pretende que tales variaciones se abarquen por la presente divulgación.
- 20 La presente divulgación contempla métodos, sistemas y productos de programa en memoria u otros medios legibles por máquina para realizar diversas operaciones. Las realizaciones de la presente divulgación pueden implementarse utilizando procesadores informáticos existentes, o mediante un procesador informático de propósito especial para un sistema apropiado, incorporado para este u otro propósito, o por un sistema cableado. Las realizaciones dentro del
- 25 alcance de la presente divulgación incluyen productos de programa o memoria, incluyendo medios legibles por máquina para portar o tener instrucciones ejecutables por máquina o estructuras de datos almacenadas en los mismos. Tales medios legibles por máquina pueden ser cualquier medio disponible a los que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial u otra máquina con un procesador. A modo de ejemplo, tales
- 30 medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EPROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para llevar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones ejecutables por máquina o estructuras de datos y a las que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o propósito especial u otra máquina con un procesador. También se incluyen combinaciones de lo anterior dentro del alcance de los medios legibles por máquina. Las instrucciones ejecutables por máquina incluyen, por
- 35 ejemplo, instrucciones y datos que provocan que un ordenador de propósito general, un ordenador de propósito especial o máquinas de procesamiento de propósito especial realicen una determinada función o grupo de funciones.
- La sección de antecedentes está destinada a proporcionar unos antecedentes o un contexto a la invención relatada en las reivindicaciones. La descripción en la sección de antecedentes puede incluir conceptos que podrían seguirse, pero no necesariamente los que se han concebido o seguido previamente. Por tanto, a menos que se indique lo contrario en el presente documento, lo que se describe en la sección de antecedentes no es técnica anterior con respecto a la descripción y reivindicaciones de esta divulgación y no se admite que sea técnica anterior por inclusión en la sección de antecedentes.
- 40 Los expertos en la técnica apreciarán que el sumario es solo ilustrativo y no se pretende que sea de ninguna manera limitante. Otros aspectos, características inventivas y ventajas de los dispositivos y/o procesos descritos en el presente documento, definidos únicamente por las reivindicaciones, se volverán evidentes en la descripción detallada expuesta en el presente documento y tomados conjuntamente con los dibujos adjuntos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de refrigeración (100) que comprende:
 - 5 un circuito de refrigeración que comprende:
 - un enfriador/condensador de gas (2) configurado para retirar calor de un refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración y que comprende una salida a través de la que el refrigerante sale del enfriador/condensador de gas (2);
 - 10 un receptor (6) que comprende una entrada acoplada en comunicación de fluido a la salida del enfriador/condensador de gas (2) y configurada para recoger el refrigerante del enfriador/condensador de gas (2), comprendiendo además el receptor una salida a través de la que el refrigerante sale del receptor (6); y
 - 15 un evaporador (12) que comprende una entrada acoplada en comunicación de fluido a la salida del receptor (6) y configurado para recibir el refrigerante del receptor (6), estando el evaporador (12) configurado para transferir calor al refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración; y
 - 20 un circuito de fluido de enfriamiento fluidicamente separado del circuito de refrigeración y que comprende:
 - un intercambiador de calor (31) configurado para transferir calor del refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración a un fluido de enfriamiento que circula dentro del circuito de fluido de enfriamiento, comprendiendo el intercambiador de calor (31) una entrada de fluido de enfriamiento a través de la que el fluido de enfriamiento entra en el intercambiador de calor (31) y una salida de fluido de enfriamiento a través de la que el fluido de enfriamiento sale del intercambiador de calor (31);
 - 25 un disipador de calor (34) configurado para retirar calor del fluido de enfriamiento que circula dentro del circuito de fluido de enfriamiento, comprendiendo el disipador de calor (34) una entrada acoplada en comunicación de fluido a la salida de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor (31) y a través de la que el fluido de enfriamiento entra en el disipador de calor (34), y comprendiendo una salida acoplada en comunicación de fluido a la entrada de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor (31) y a través de la que el fluido de enfriamiento sale del disipador de calor (34); y
 - 30 una unidad de acondicionamiento magnetocalórica (32) configurada para transferir calor del fluido de enfriamiento dentro de un primer conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento al fluido de enfriamiento dentro de un segundo conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento, acoplando en comunicación de fluido el primer conducto de fluido la salida de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor (31) a la entrada del disipador de calor (34), y acoplando en comunicación de fluido el segundo conducto de fluido la salida del disipador de calor (34) a la entrada de fluido de enfriamiento del intercambiador de calor (31).
 - 35
 - 40
 2. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, en el que la unidad de acondicionamiento magnetocalórica (32) está configurada para realizar un ciclo de refrigeración magnetocalórica usando campos magnéticos cambiantes para transferir el calor del fluido de enfriamiento dentro del primer conducto de fluido al fluido de enfriamiento dentro del segundo conducto de fluido.
 3. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, en el que el intercambiador de calor (31) está situado a lo largo de un conducto de fluido del circuito de refrigeración que conecta la salida del enfriador/condensador de gas (2) a la entrada del receptor (6).
 4. Sistema de refrigeración según la reivindicación 3, comprendiendo además el circuito de refrigeración una válvula de alta presión (4) situada a lo largo del conducto de fluido que conecta la salida del enfriador/condensador de gas (2) a la entrada del receptor (6);
 - 55 en el que el intercambiador de calor (31) está situado entre el enfriador/condensador de gas (2) y la válvula de alta presión (4) para proporcionar enfriamiento adicional para el refrigerante que sale del enfriador/condensador de gas (2) antes de que el refrigerante alcance la válvula de alta presión (4).
 5. Sistema de refrigeración según la reivindicación 3, comprendiendo además el circuito de refrigeración una válvula de alta presión (4) situada a lo largo del conducto de fluido que conecta la salida del enfriador/condensador de gas (2) a la entrada del receptor (6);
 - 60 en el que el intercambiador de calor (31) está situado entre la válvula de alta presión (4) y el receptor (6) para proporcionar enfriamiento para el refrigerante que se desplaza desde la válvula de alta presión (4) hasta el receptor (6).
 - 65

6. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, en el que el intercambiador de calor (31) está situado a lo largo de un conducto de fluido del circuito de refrigeración que conecta la salida del receptor (6) a la entrada del evaporador (12) para subenfriar el refrigerante que sale del receptor (6) antes de que el refrigerante alcance el evaporador (12).
- 5
7. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, en el que el circuito de fluido de enfriamiento comprende:
- 10 un conducto de derivación que acopla en comunicación de fluido el segundo conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento al primer conducto de fluido del circuito de fluido de enfriamiento en paralelo con el intercambiador de calor (31), proporcionando de ese modo una trayectoria de flujo alternativa para que el fluido de enfriamiento se desplace desde el segundo conducto de fluido hasta el primer conducto de fluido sin pasar a través del intercambiador de calor (31);
- 15 una válvula de control (38) situada a lo largo del conducto de derivación y que puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través de al menos uno del conducto de derivación y el intercambiador de calor (31).
8. Sistema de refrigeración según la reivindicación 7, que comprende, además:
- 20 un sensor de temperatura situado a lo largo del primer conducto de fluido entre la unidad de acondicionamiento magnetocalórica (32) y una ubicación en la que intersecan el conducto de derivación y el primer conducto de fluido; y
- 25 un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control (38) para mantener una temperatura del fluido de enfriamiento medida por el sensor de temperatura (32) en o por debajo de un punto de ajuste de temperatura variando una cantidad del fluido de enfriamiento que se permite que derive el intercambiador de calor (31) por medio del conducto de derivación.
9. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, comprendiendo además el circuito de refrigeración uno o más compresores (24) configurados para comprimir el refrigerante y descargar el refrigerante comprimido en una línea de descarga de compresor;
- 30 en el que el intercambiador de calor (42) está situado a lo largo de la línea de descarga de compresor y configurado para retirar calor del refrigerante comprimido en la línea de descarga de compresor.
- 35
10. Sistema de refrigeración según la reivindicación 9, que comprende, además:
- 40 una válvula de control (44) que puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor (42); y
- 45 un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control (44) para mantener un sobrecalentamiento del refrigerante que sale del intercambiador de calor (42) en un punto de ajuste de sobrecalentamiento predeterminado variando una cantidad de calor retirado del refrigerante comprimido en el intercambiador de calor (42).
11. Sistema de refrigeración según la reivindicación 9, que comprende, además:
- 50 una válvula de control (44) que puede hacerse funcionar para controlar un flujo del fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor (42); y
- 55 un controlador configurado para hacer funcionar la válvula de control (44) para provocar que el refrigerante comprimido del intercambiador de calor (42) se condense completamente para dar un refrigerante líquido controlando una cantidad de calor retirado del refrigerante comprimido en el intercambiador de calor (42).
12. Sistema de refrigeración según la reivindicación 11, en el que el intercambiador de calor (42) comprende una salida de refrigerante acoplada en comunicación de fluido al receptor (6) y configurada para entregar el refrigerante líquido desde el intercambiador de calor (42) hasta el receptor (6).
- 60
13. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, en el que el circuito de fluido de enfriamiento comprende una pluralidad de intercambiadores de calor (31, 42) configurados para transferir calor del refrigerante que circula dentro del circuito de refrigeración al fluido de enfriamiento que circula dentro del circuito de fluido de enfriamiento, comprendiendo la pluralidad de intercambiadores de calor:
- 65 un primer intercambiador de calor (31) situado a lo largo de un conducto de fluido del circuito de refrigeración que conecta la salida del enfriador/condensador de gas (2) a la entrada del receptor (6) para proporcionar enfriamiento adicional para el refrigerante que se desplaza desde el enfriador/condensador de gas (2) hasta

el receptor (6); y

un segundo intercambiador de calor (42) situado a lo largo de una línea de descarga de compresor del circuito de refrigeración y configurado para retirar calor del refrigerante en la línea de descarga de compresor.

5 14. Sistema de refrigeración según la reivindicación 1, comprendiendo además el circuito de refrigeración uno o más compresores (14) configurados para recibir el refrigerante desde una línea de succión de compresor, comprimir el refrigerante y descargar el refrigerante comprimido en una línea de descarga de compresor;

10 en el que el intercambiador de calor (53) está situado a lo largo de la línea de succión de compresor y configurado para retirar calor del refrigerante comprimido en la línea de succión de compresor.

15 15. Sistema de refrigeración según la reivindicación 14, en el que el calor retirado del refrigerante en el intercambiador de calor (53) provoca que el refrigerante se condense al menos parcialmente para dar un líquido o una mezcla de líquido y gas;

20 comprendiendo además el circuito de refrigeración un separador de líquido/vapor (52) acoplado en comunicación de fluido a una salida de refrigerante del intercambiador de calor (53) y configurado para separar una parte líquida del refrigerante que sale del intercambiador de calor (53) de una parte gaseosa del refrigerante que sale del intercambiador de calor (53).

Sistema intensificador transcrito de CO₂ con posefriador de sistema de refrigeración magnética

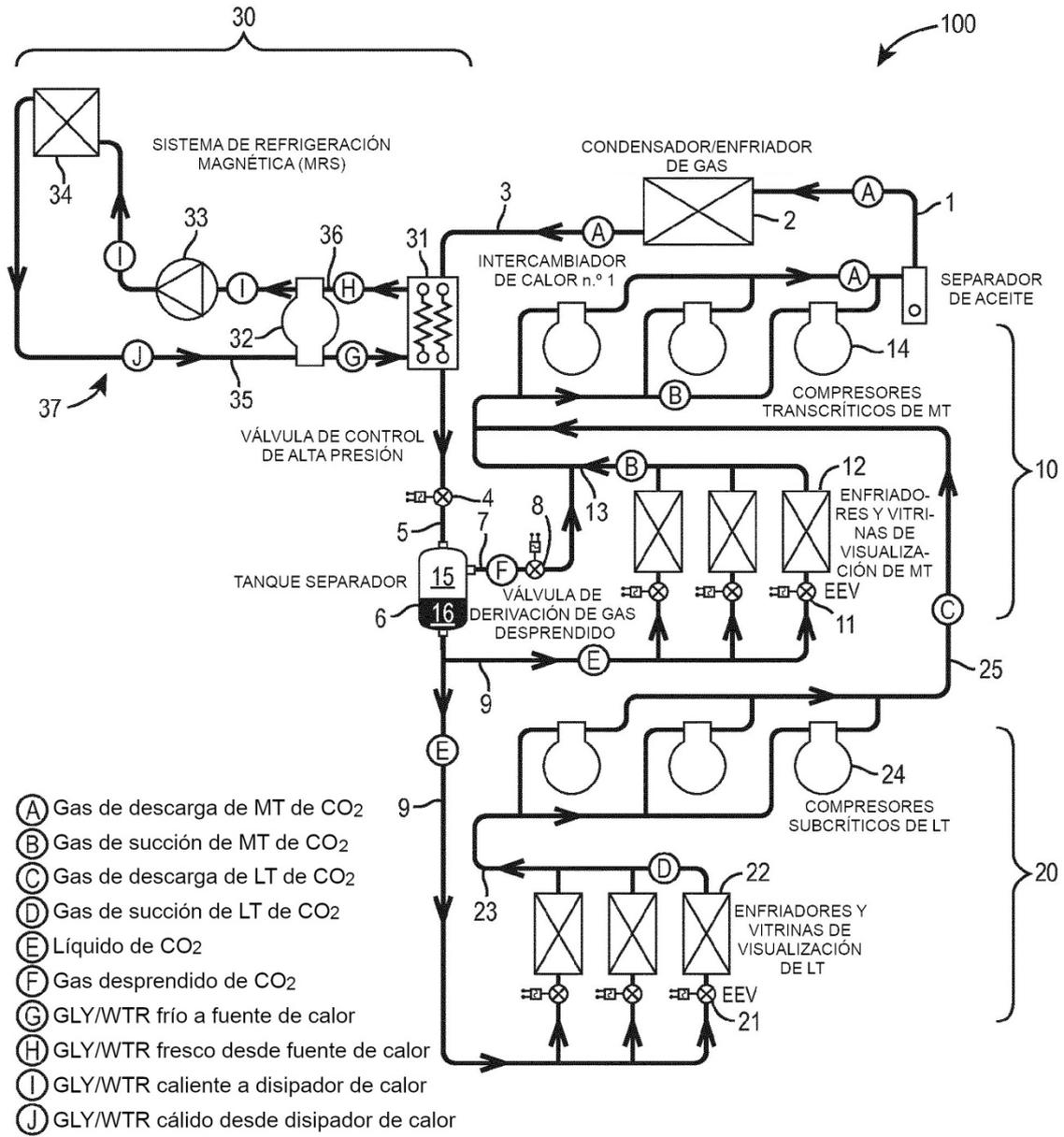


FIG. 1

Sistema intensificador transcrito de CO₂ con posefriador de sistema de refrigeración magnética

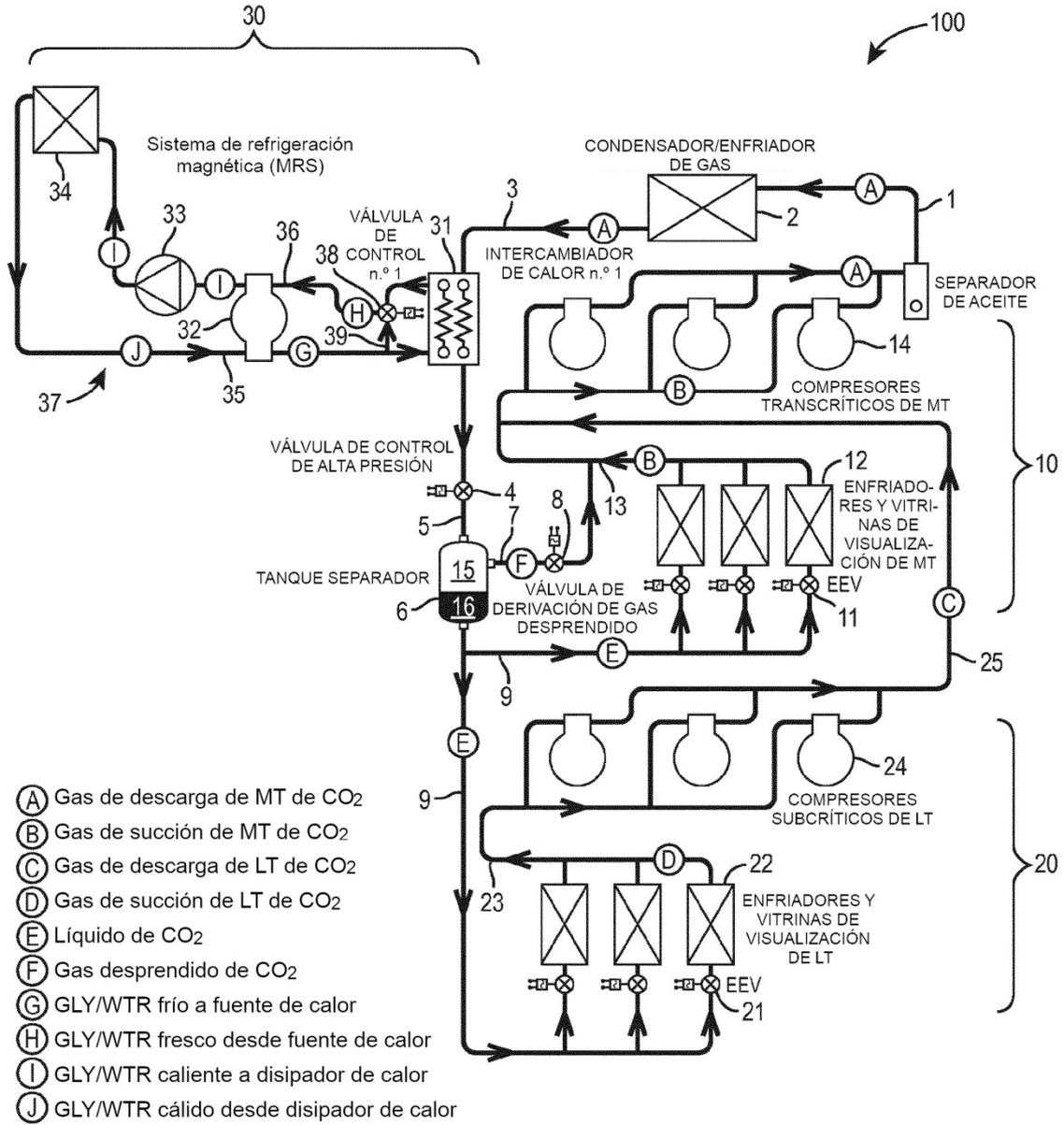


FIG. 2

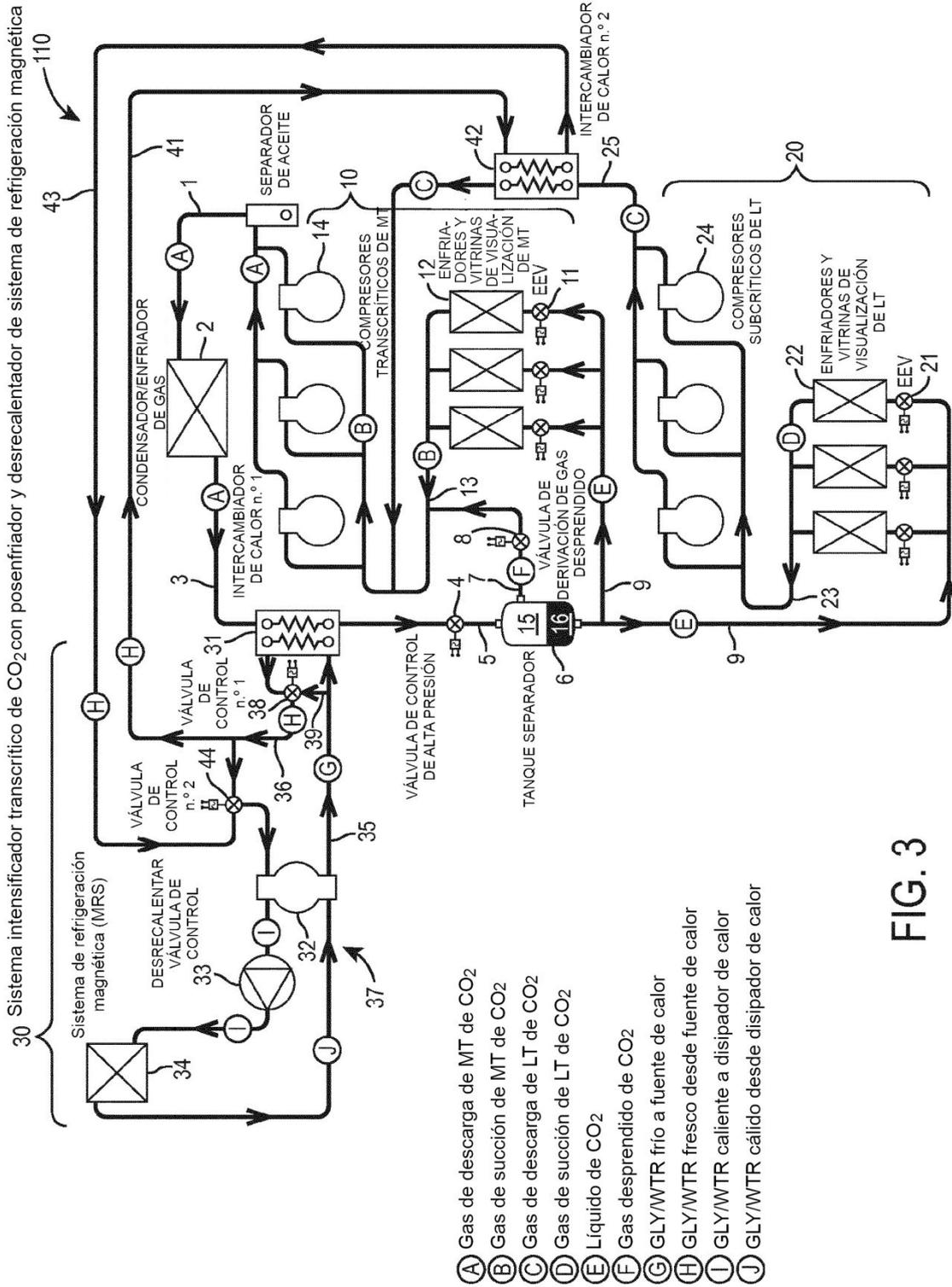
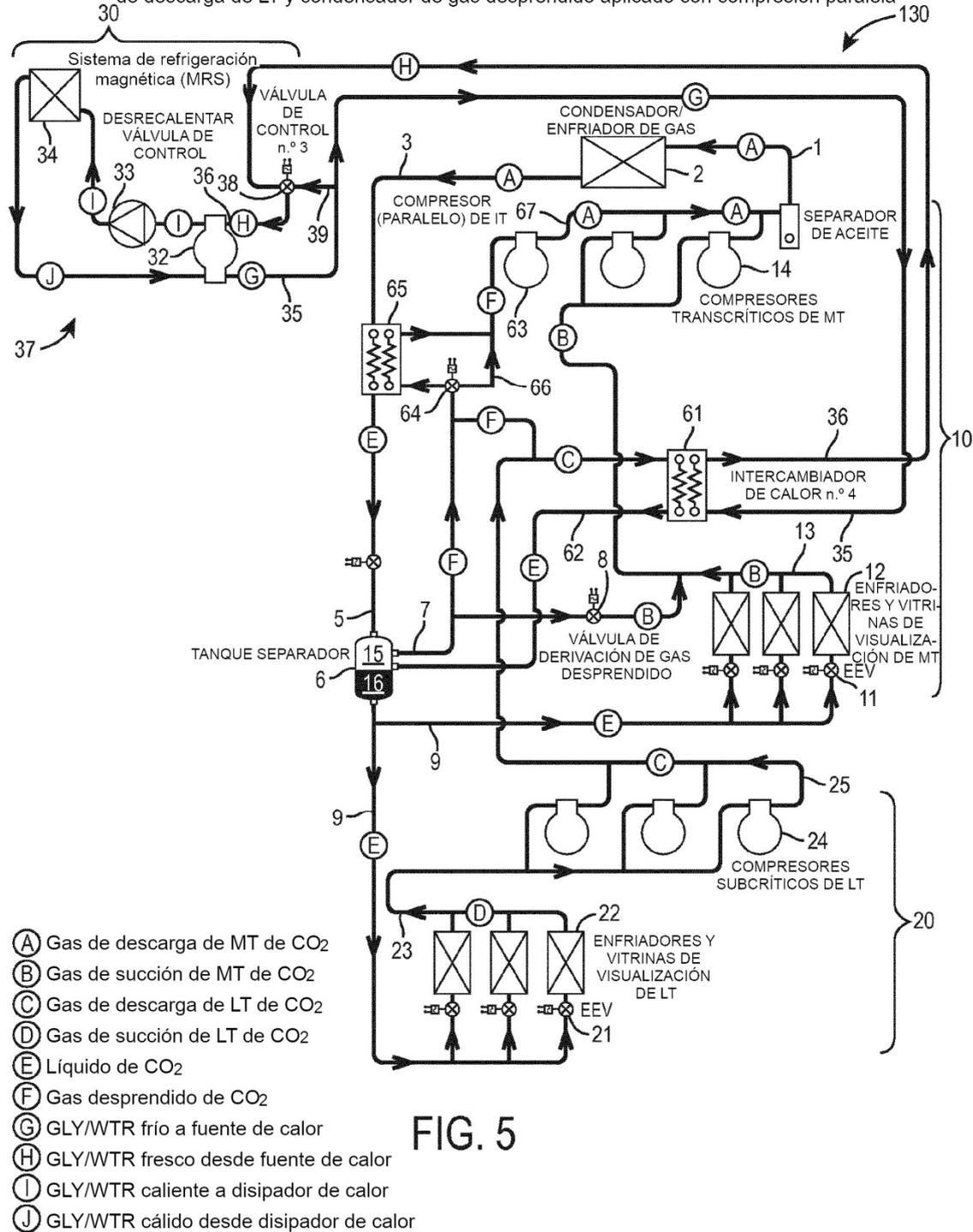


FIG. 3

- (A) Gas de descarga de MT de CO₂
- (B) Gas de succión de MT de CO₂
- (C) Gas de descarga de LT de CO₂
- (D) Gas de succión de LT de CO₂
- (E) Líquido de CO₂
- (F) Gas desprendido de CO₂
- (G) GLY/WTR frío a fuente de calor
- (H) GLY/WTR fresco desde fuente de calor
- (I) GLY/WTR caliente a dissipador de calor
- (J) GLY/WTR cálido desde dissipador de calor

Sistema intensificador transcrito de CO₂ con sistema de refrigeración magnética como un condensador de gas de descarga de LT y condensador de gas desprendido aplicado con compresión paralela



Sistema intensificador transcrito de CO₂ con sistema de refrigeración magnética para subenfriar líquido de suministro

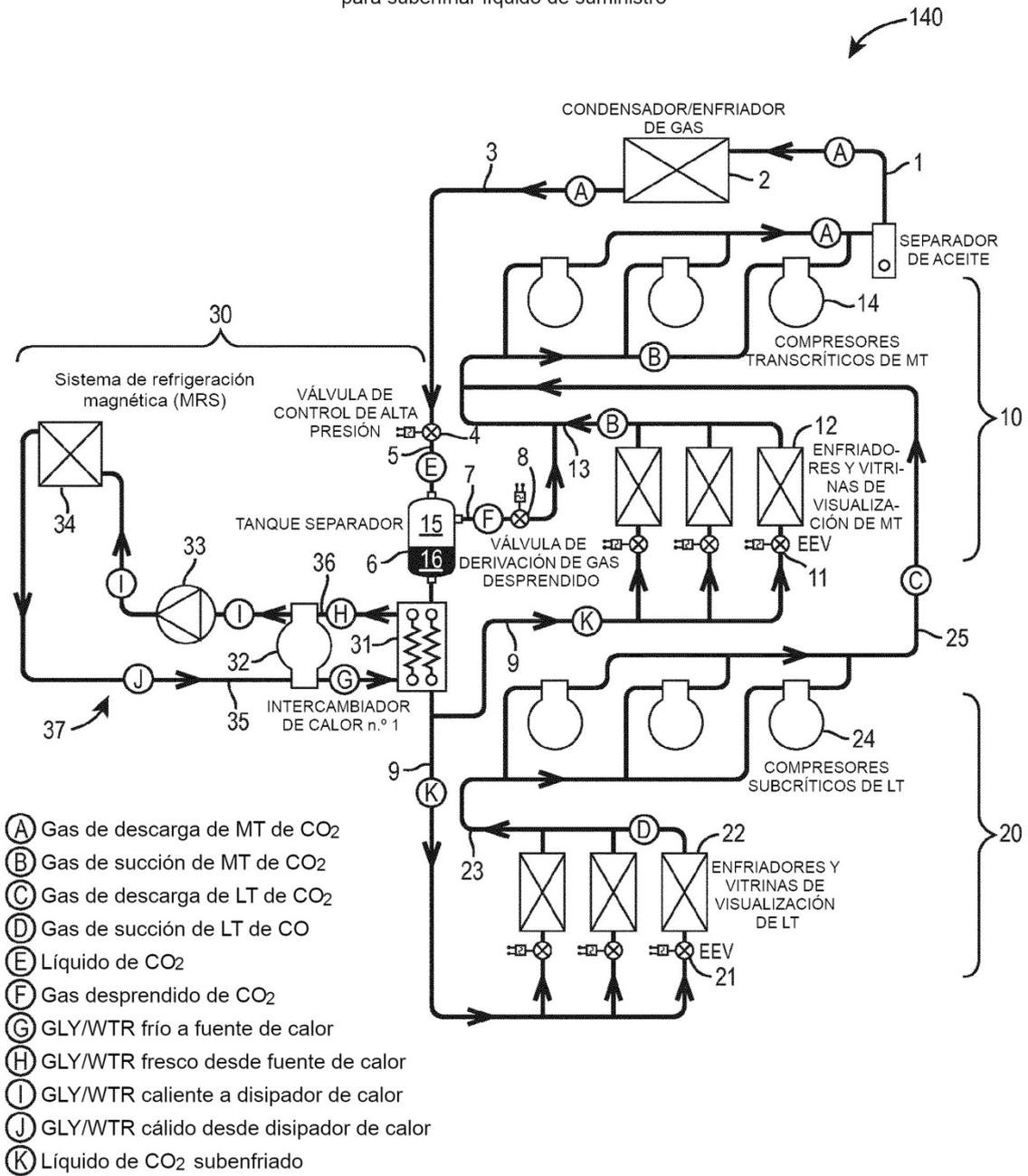


FIG. 6

Sistema intensificador transcrito de CO₂ con sistema de refrigeración magnética para convertir gas desprendido en líquido antes de entrar al tanque separador (receptor)

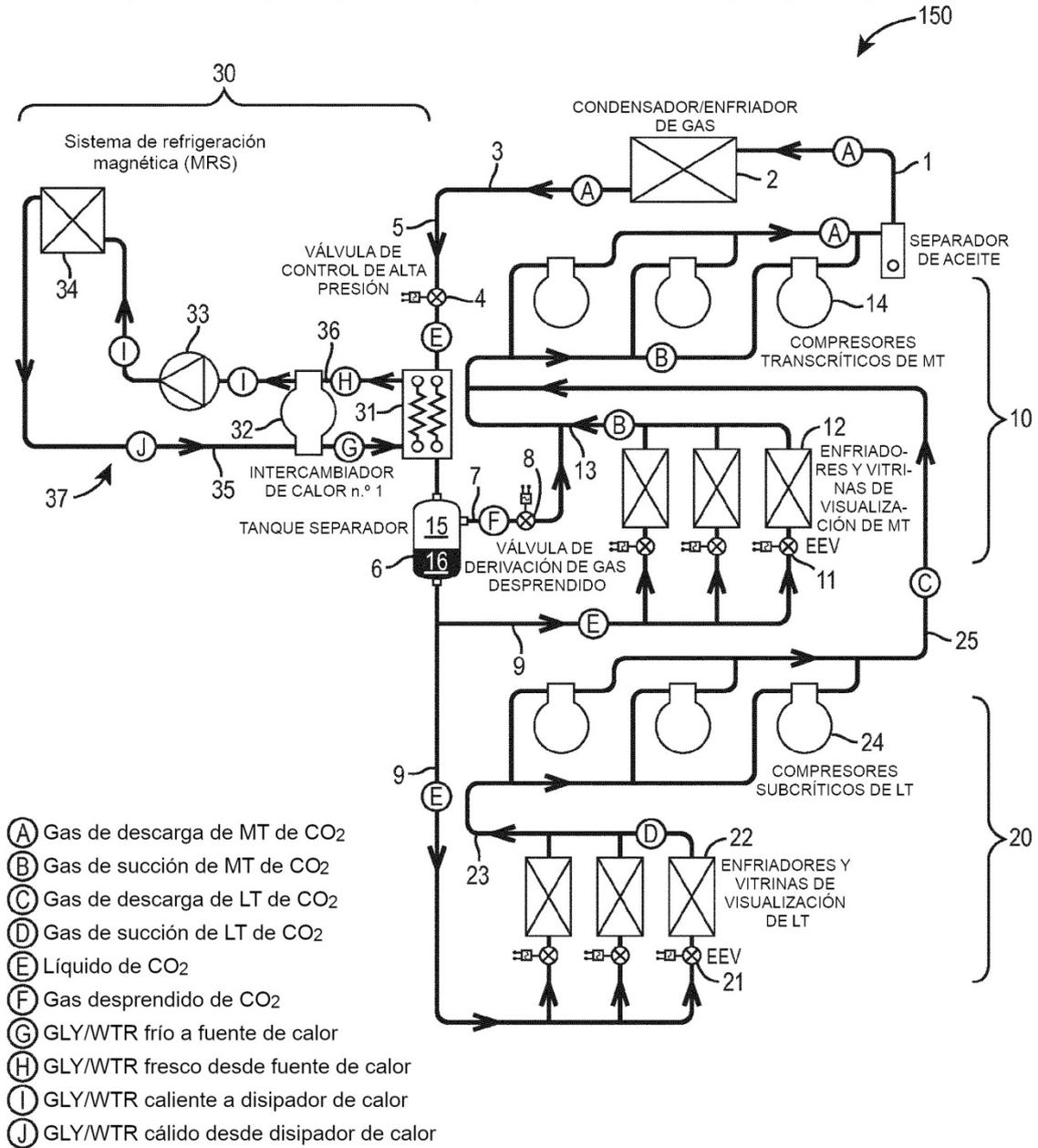


FIG. 7