

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 231**

51 Int. Cl.:

F25B 25/00 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 1/047 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2016** **PCT/US2016/058653**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017** **WO17083095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2016** **E 16788936 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2024** **EP 3374706**

54 Título: **Unidad de refrigeración de doble compresor**

30 Prioridad:

09.11.2015 US 201562252670 P

23.11.2015 US 201562258868 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
08.05.2024

73 Titular/es:

CARRIER CORPORATION (100.0%)
One Carrier Place
Farmington, Connecticut 06032, US

72 Inventor/es:

LUDWIG, TYLER JOSEPH y
DE, TATHAGATA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 968 231 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

Unidad de refrigeración de doble compresor

- 5 La presente invención se refiere a unidades de refrigeración de doble compresor y a métodos para operar una unidad de refrigeración de doble compresor.

10 Las unidades de refrigeración pueden incluir compresores dobles con cada compresor diseñado para comprimir un refrigerante respectivo. Los refrigerantes pueden fluir a través de los respectivos condensadores antes de fluir a través de un evaporador o enfriador para enfriar un fluido de transferencia de calor común que puede ser agua. El agua enfriada puede fluir entonces a cualquier variedad de ubicaciones que pueden ser lejanas para enfriar cualquier variedad de componentes o entornos. Un ejemplo de tales unidades de refrigeración de doble compresor puede ser parte de un sistema de calentamiento y enfriamiento para edificios de gran altura. Son deseables mejoras en la eficiencia operativa de tales unidades de refrigeración de doble compresor. Los documentos WO 99/05463 y EP 2325576 describen métodos para operar unidades de refrigeración de doble compresor en línea con el preámbulo de la reivindicación 1.

20 Visto desde un primer aspecto, la invención proporciona un método según la reivindicación 1 para operar una unidad de refrigeración de doble compresor, incluyendo el método aumentar una primera velocidad del compresor a medida que aumenta la demanda de carga; e inicializar un segundo compresor; en donde el primer compresor está asociado con un primer condensador, y el segundo compresor está asociado con un segundo condensador; y en donde un primer fluido de transferencia de calor fluye desde el primer condensador y a un evaporador común para enfriar un segundo fluido de transferencia de calor, y un tercer fluido de transferencia de calor fluye desde el segundo condensador y al evaporador común para enfriar el segundo fluido de transferencia de calor; el método caracterizado por que el segundo compresor se inicializa cuando la frecuencia alcanza una frecuencia de cruce preestablecida del primer compresor, en donde la frecuencia de cruce se controla dinámicamente y se calcula basada en una capacidad y una velocidad máxima del primer compresor.

30 La frecuencia de cruce puede determinarse de manera que no se produzca un ciclo corto del segundo compresor.

La frecuencia de cruce puede determinarse mediante la ejecución de un algoritmo establecido en parte mediante un análisis de eficiencia de la unidad de refrigeración de doble compresor.

35 El segundo compresor puede inicializarse antes de que el primer compresor alcance una velocidad máxima.

El primer y tercer fluidos de transferencia de calor pueden ser un refrigerante y el segundo fluido de transferencia de calor puede ser agua líquida.

40 Opcionalmente, la unidad de refrigeración de doble compresor incluye un controlador que tiene un procesador de ordenador y un medio de almacenamiento para procesar un algoritmo preprogramado asociado con el control del primer y segundo compresores.

45 Opcionalmente, el primer y segundo compresores no funcionan a las velocidades mínimas respectivas cuando ambos están funcionando.

El método puede incluir apagar el segundo compresor cuando la frecuencia cae por debajo de una frecuencia mínima predeterminada durante una cantidad de tiempo predeterminada.

50 Visto desde un segundo aspecto, la invención proporciona una unidad de refrigeración según la reivindicación 9, incluyendo la unidad de refrigeración un primer compresor construido y dispuesto para comprimir un primer refrigerante; un segundo compresor construido y dispuesto para comprimir un segundo refrigerante; un primer condensador acoplado operativamente al primer compresor; un segundo condensador acoplado operativamente al segundo compresor; un evaporador construido y dispuesto para hacer fluir el primer y segundo refrigerantes recibidos desde el primer y segundo condensadores respectivos para enfriar un fluido de transferencia de calor; y un controlador que incluye un procesador de ordenador y un medio de almacenamiento para ejecutar un algoritmo preprogramado para inicializar el segundo compresor cuando el primer compresor alcanza una frecuencia de cruce predeterminada a medida que aumenta la carga del sistema, en donde la frecuencia de cruce se controla dinámicamente y se calcula basada en una capacidad y una velocidad máxima del primer compresor.

60 El controlador se puede configurar para evitar que el primer y segundo compresores funcionen a las velocidades mínimas respectivas cuando ambos compresores se inicializan.

65 La frecuencia de cruce puede determinarse de manera que no se produzca un ciclo corto del segundo

compresor.

La frecuencia de cruce puede determinarse mediante la ejecución de un algoritmo establecido en parte mediante un análisis de eficiencia de la unidad de refrigeración de doble compresor.

5

El controlador se puede configurar de manera que el segundo compresor se inicialice antes de que el primer compresor alcance una velocidad máxima.

10

El primer y segundo compresores comprenden opcionalmente uno de tipo tornillo.

10

Las características y elementos anteriores pueden combinarse en diversas combinaciones sin exclusividad, salvo que se indique expresamente lo contrario. Estas características y elementos, así como su funcionamiento, se harán más evidentes a la luz de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos. Debe entenderse, sin embargo, que la siguiente descripción y dibujos pretenden ser de naturaleza ilustrativa y no limitativa.

15

Diversas características resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones no limitantes descritas. Los dibujos adjuntos a la descripción detallada se pueden describir brevemente de la siguiente manera.

20

La FIG. 1 es un esquema de una unidad de refrigeración de doble compresor según la invención; y

La FIG. 2 es un diagrama de flujo de un método según la invención de funcionamiento de la unidad de refrigeración de doble compresor.

25

Con referencia a la FIG. 1, se ilustra una unidad de refrigeración de doble compresor 20 que puede enfriar un fluido de transferencia de calor (p. ej., agua líquida, véanse las flechas 22) para, como un ejemplo no limitante, el enfriamiento de varios entornos y/o componentes (no mostrados) que pueden estar lejanamente localizados. La unidad de refrigeración de doble compresor 20 puede incluir un primer compresor 24, un primer separador de aceite 26, un primer condensador 28, un primer filtro/secador 30, una primera válvula de expansión 32, un segundo compresor 34, un segundo aceite separado 36, un segundo condensador 38, un segundo filtro/secador 40, una segunda válvula de expansión 42, un evaporador 44 (p. ej., enfriador) y un controlador 46. Como un ejemplo, no limitante, los compresores primero y segundo 24, 34 pueden ser de un tipo tornillo.

30

35

El funcionamiento de la unidad de refrigeración de doble compresor 20 puede entenderse mejor comenzando en el primer compresor 24, donde un primer gas de succión (es decir, primer fluido de transferencia de calor que puede ser un primer refrigerante, véanse las flechas 48) entra en el primer compresor 24 en un puerto de succión 50 y se comprime a una temperatura y presión más altas. El primer refrigerante presurizado 48, en un estado gaseoso, se emite desde el compresor 24 en un puerto de salida 52 y puede fluir entonces al primer separador de aceite 26 adaptado para separar el primer refrigerante presurizado 48 de un aceite. El aceite, en un estado líquido, puede entonces drenarse desde el separador de aceite 26, a través de una tubería 54 que puede tener interpuestos un filtro de aceite 56, una válvula de retención 58, y volver al primer compresor 24.

40

45

El primer refrigerante 48 emitido desde el primer separador de aceite 26 puede entonces entrar y fluir a través de una disposición de tubos 60 del primer condensador 28. El aire que fluye a través de una pluralidad de aletas en espiral del condensador (no mostradas) y los tubos 60 enfrían el primer refrigerante 48, en estado gaseoso, hasta su temperatura de saturación. El flujo de aire a través de las aletas y tubos 60 del primer condensador 28 puede facilitarse mediante uno o más ventiladores 62 del primer condensador 28. Los ventiladores 62 del condensador pueden ser accionados por los respectivos motores de ventilador del condensador y/o por cualquier variedad de medios mecánicos.

50

Al eliminar el calor latente, el primer refrigerante 48 (en el estado gaseoso) dentro de los tubos 60 del condensador se condensa a un líquido a alta presión y alta temperatura y pasa a través del filtro-secador 30 que mantiene el refrigerante 48 limpio y seco. Desde el filtro-secador 30, el primer refrigerante 48 fluye a través de la válvula de expansión 32 y hacia el evaporador 44. A medida que el primer refrigerante 48 en estado líquido pasa a través de los orificios de la válvula de expansión 32, parte del líquido se evapora en un gas (es decir, vapor instantáneo). El primer refrigerante 48, tanto en estado gaseoso como líquido, fluye sobre superficies de transferencia de calor transportado por cualquier variedad de elementos (no mostrados) dentro del evaporador 44 que separa el primer y segundo refrigerantes 48, 64 y el fluido de transferencia de calor 22 entre sí. A medida que el primer refrigerante 48 fluye sobre las superficies de transferencia de calor, el fluido de transferencia de calor 22 fluye sobre superficies opuestas de los elementos. El calor se transfiere entonces desde el fluido 22, a través de los elementos, y es absorbido por el primer refrigerante 48. A medida que el calor es absorbido, el primer refrigerante 48 restante en estado líquido típicamente se vaporiza.

55

60

65

También durante el funcionamiento de la unidad de refrigeración de doble compresor 20, un segundo fluido de transferencia de calor que puede ser un segundo refrigerante en un estado gaseoso (véanse las flechas 64),

entra en el segundo compresor 34 en un puerto de succión 66 y se comprime a una temperatura y presión más altas. El segundo refrigerante presurizado 64, en el estado gaseoso, es emitido desde el segundo compresor 34 en un puerto de salida 68 y puede fluir entonces al segundo separador de aceite 36 adaptado para separar el segundo refrigerante presurizado 64 de un aceite. El aceite, en un estado líquido, puede entonces drenarse desde el segundo separador de aceite 36, a través de una tubería 70 que puede tener interpuestos un filtro de aceite 72, una válvula de retención 74, y de vuelta al segundo compresor 34.

El segundo refrigerante 64 emitido desde el segundo separador de aceite 34 puede entonces entrar y fluir a través de una disposición de tubos 76 del segundo condensador 38. El aire que fluye a través de una pluralidad de aletas en espiral del condensador (no mostradas) y los tubos 76 enfrían el segundo refrigerante 64, en estado gaseoso, hasta su temperatura de saturación. El flujo de aire a través de las aletas y tubos 76 del segundo condensador 38 puede facilitarse mediante uno o más ventiladores 78 del segundo condensador 38. Los ventiladores 78 del condensador pueden ser accionados por los respectivos motores de ventilador del condensador y/o por cualquier variedad de medios mecánicos.

Al eliminar el calor latente, el segundo refrigerante 64 (en estado gaseoso) dentro de los tubos 76 del condensador se condensa a un líquido a alta presión y alta temperatura y pasa a través del filtro-secador 40 que mantiene el refrigerante 64 limpio y seco. Desde el filtro-secador 40, el segundo refrigerante 64 fluye a través de la segunda válvula de expansión 42 y hacia el evaporador 44. A medida que el segundo refrigerante 64, en estado líquido, pasa a través de los orificios de la válvula de expansión 42, parte del líquido se evapora a un gas (es decir, vapor instantáneo). El segundo refrigerante 64, tanto en estado gaseoso como líquido, fluye sobre superficies de transferencia de calor transportado por cualquier variedad de elementos (no mostrados) dentro del evaporador 44 que separa el primer y segundo refrigerantes 48, 64 y el fluido de transferencia de calor 22 entre sí. A medida que el segundo refrigerante 64 fluye sobre las superficies de transferencia de calor, el fluido de transferencia de calor 22 fluye sobre superficies opuestas de los elementos. El calor se transfiere entonces desde el fluido 22, a través de los elementos, y es absorbido por el segundo refrigerante 64. A medida que el calor es absorbido, el segundo refrigerante 64 restante en estado líquido típicamente se vaporiza.

El controlador 46 puede ser electrónico y está configurado para al menos monitorizar y controlar los compresores primero y segundo 24, 36 a lo largo de las trayectorias respectivas 84, 86. El controlador 46 puede incluir un procesador de ordenador 80 (p. ej., un microprocesador) y un medio de almacenamiento legible por ordenador 82. El procesador 80 está configurado para ejecutar un algoritmo establecido para iniciar el segundo compresor 34 cuando una velocidad del primer compresor 24 supera una velocidad de cruce predeterminada con el aumento de la carga de refrigeración. La velocidad puede estar representada generalmente por una frecuencia y la velocidad de cruce puede estar representada por una frecuencia de cruce. Más específicamente, la expresión "frecuencia de cruce" se refiere al punto en el que la velocidad medida (en frecuencia, Hz) del primer compresor eclipsa la velocidad calculada por el algoritmo para la adición del segundo compresor. Es decir, la frecuencia del compresor en funcionamiento cruza el umbral establecido para añadir otro compresor. Por lo tanto, la expresión "frecuencia de cruce" se usa para describir la frecuencia calculada por el controlador 46. La frecuencia es equivalente a revoluciones por minuto (RPM), donde RPM es igual al valor de frecuencia expresado en tiempo de sesenta hercios (60).

La ejecución del algoritmo por el controlador 46 puede impedir además que el primer compresor 24 alcance la velocidad máxima antes de que se inicialice el segundo compresor 34, e impide que el primer y segundo compresores 24, 34 operen a velocidades mínimas cuando ambos están funcionando. El controlador 46 también funciona para detener el segundo compresor 34 cuando el circuito eléctrico que proporciona energía eléctrica a los compresores primero y segundo 24, 34 cae por debajo de una frecuencia mínima predeterminada durante un periodo de tiempo predeterminado.

La frecuencia de cruce se controla dinámicamente y se calcula basada en una velocidad máxima del primer compresor 24, y se determina, al menos en parte, de manera que no se producirá un ciclo corto del segundo compresor. Es decir, la frecuencia de cruce del primer compresor 24 se establece a una velocidad que no hará que el segundo compresor se inicialice y apague con frecuencia de manera excesiva. Más específicamente, la frecuencia de cruce puede determinarse a través de un análisis de eficiencia de cualquier unidad de refrigeración particular 20 y una determinación de las velocidades del compresor primera y segunda sincronizadas resultantes. La operación resultante de dos circuitos (es decir, dos compresores) en funcionamiento se sincroniza basado en el porcentaje de capacidad y puede no estar basada en la velocidad. Por lo tanto, la capacidad puede dividirse equitativamente (es decir, estimarse) entre dos compresores independientemente de si cada compresor es capaz de suministrar la misma capacidad máxima. El análisis o cálculo de eficiencia puede no ser realizado por el propio sistema 20, sino que puede establecerse durante el desarrollo del algoritmo. Durante el funcionamiento normal del sistema 20, las entradas al controlador para la ejecución del algoritmo incluyen la(s) velocidad(s) del compresor y la temperatura de salida del evaporador del fluido de transferencia de calor 22 (p. ej., agua) medida por un sensor de temperatura 88.

Haciendo referencia a la FIG. 2, se ilustra un diagrama de flujo operativo. En una primera etapa 100, la demanda de carga de enfriamiento sobre la unidad de refrigeración 20 está aumentando y, por lo tanto, la

5 velocidad del primer compresor 24 está aumentando según lo ordenado por el controlador 46 a lo largo de la trayectoria 84. En la siguiente etapa 102, el controlador 46 detecta que se alcanza una frecuencia de cruce del primer compresor 24 (es decir, representativa de una velocidad de cruce). En la etapa 104, el controlador 46 inicializa el segundo compresor 34 a través de la trayectoria 86. Con la disminución de la carga de enfriamiento y como etapa 106, la velocidad de ambos compresores 24, 34 disminuye hasta que se alcanza una frecuencia mínima del circuito de control durante un periodo de tiempo predeterminado. Una vez que ha transcurrido este periodo de tiempo, y como etapa 108, el controlador 46 retira el segundo compresor 34 de la operación.

10 Las ventajas de la presente descripción pueden incluir un esquema de carga que proporciona un funcionamiento eficiente de una unidad de refrigeración de doble circuito (es decir, compresores dobles) mientras se mantiene una temperatura de punto de ajuste del fluido de transferencia de calor (p. ej, agua). El esquema de carga es generalmente compatible con varios tamaños de compresor y velocidades máximas en cualquier línea de producto. La mitigación de ciclos cortos sin un criterio de carga completa se minimiza o elimina.

15 Si bien la presente invención se describe con referencia a realizaciones ilustrativas y a un sistema de doble compresor ilustrativo, los expertos en la técnica entenderán que se pueden realizar diversos cambios sin apartarse del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones. Además, se pueden aplicar diversas modificaciones para adaptar las enseñanzas de la presente descripción a situaciones, aplicaciones y/o materiales particulares, sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las
20 reivindicaciones. La presente invención no se limita por tanto a los ejemplos particulares descritos en el presente documento, sino que incluye todas las realizaciones que entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar una unidad de refrigeración de doble compresor (20) que comprende:
 - 5 aumentar la velocidad de un primer compresor (24) a medida que aumenta la demanda de carga; e
 - inicializar un segundo compresor (34);
 - 10 en donde el primer compresor (24) está asociado con un primer condensador (28), y el segundo compresor (34) está asociado con un segundo condensador (38); y
 - en donde un primer fluido de transferencia de calor (48) fluye desde el primer condensador (28) y a un evaporador común (44) para enfriar un segundo fluido de transferencia de calor (22), y un tercer fluido de transferencia de calor (64) fluye desde el segundo condensador (38) y al evaporador común (44) para enfriar
 - 15 el segundo fluido de transferencia de calor;
 - caracterizado por que el segundo compresor se inicializa cuando una frecuencia alcanza una frecuencia de cruce preestablecida del primer compresor;
 - 20 en donde la frecuencia de cruce se controla dinámicamente y se calcula basada en una capacidad y una velocidad máxima del primer compresor (24).
2. El método expuesto en la reivindicación 1, en donde la frecuencia de cruce se determina de manera que no se producirá un ciclo corto del segundo compresor (34).
- 25 3. El método expuesto en la reivindicación 2, en donde la frecuencia de cruce se determina mediante la ejecución de un algoritmo establecido en parte mediante un análisis de eficiencia de la unidad de refrigeración de doble compresor (20).
- 30 4. El método expuesto en la reivindicación 1, en donde el segundo compresor (34) se inicializa antes de que el primer compresor (24) alcance una velocidad máxima.
5. El método expuesto en la reivindicación 1, en donde el primer y tercer fluidos de transferencia de calor (48, 64) son un refrigerante y el segundo fluido de transferencia de calor (22) es agua líquida.
- 35 6. El método expuesto en la reivindicación 3, en donde la unidad de refrigeración de doble compresor (20) incluye un controlador (46) que tiene un procesador de ordenador y un medio de almacenamiento para procesar un algoritmo preprogramado asociado con el control del primer y segundo compresores (24, 34).
- 40 7. El método expuesto en la reivindicación 4, en donde el primer y segundo compresores (24, 34) no funcionan a las velocidades mínimas respectivas cuando ambos están funcionando.
8. El método expuesto en la reivindicación 1, que comprende además:
 - 45 apagar el segundo compresor (34) cuando la frecuencia cae por debajo de una frecuencia mínima predeterminada durante una cantidad de tiempo predeterminada.
9. Una unidad de refrigeración (20) que comprende:
 - 50 un primer compresor (24) construido y dispuesto para comprimir un primer refrigerante (48);
 - un segundo compresor (34) construido y dispuesto para comprimir un segundo refrigerante (64);
 - un primer condensador (28) acoplado operativamente al primer compresor;
 - 55 un segundo condensador (38) acoplado operativamente al segundo compresor;
 - un evaporador (44) construido y dispuesto para hacer fluir el primer y segundo refrigerantes recibidos desde los respectivos primer y segundo condensadores para enfriar un fluido de transferencia de calor (22); y
 - 60 un controlador (46) que incluye un procesador de ordenador y un medio de almacenamiento para ejecutar un algoritmo preprogramado para inicializar el segundo compresor cuando se alcanza una frecuencia de cruce predeterminada del primer compresor a medida que aumenta la carga del sistema;
 - 65 en donde la frecuencia de cruce se controla dinámicamente y se calcula basada en una capacidad y una velocidad máxima del primer compresor (24).

10. La unidad de refrigeración expuesta en la reivindicación 9, en donde los compresores primero y segundo (24, 34) comprenden uno de tipo tornillo.

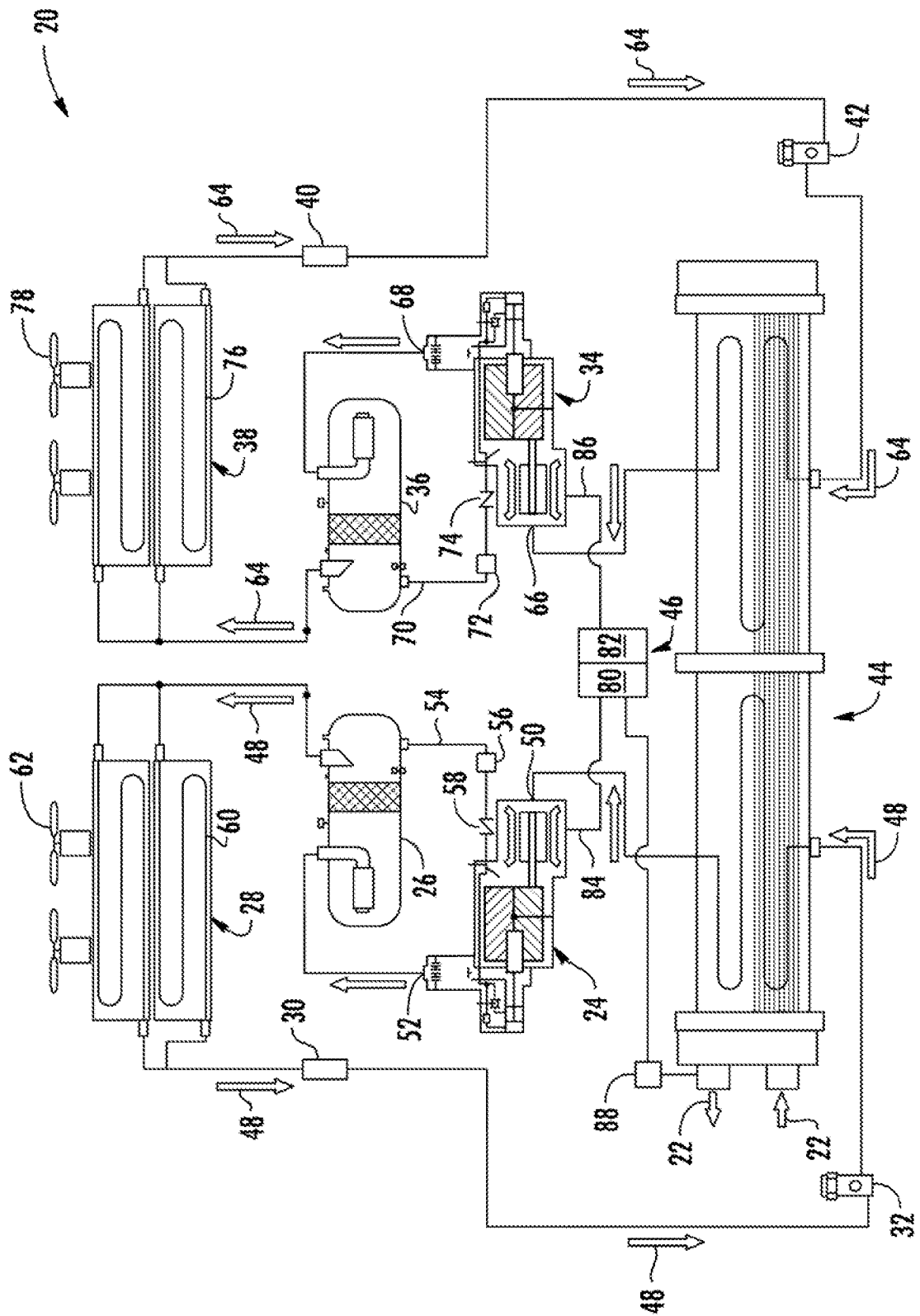


FIG. 1

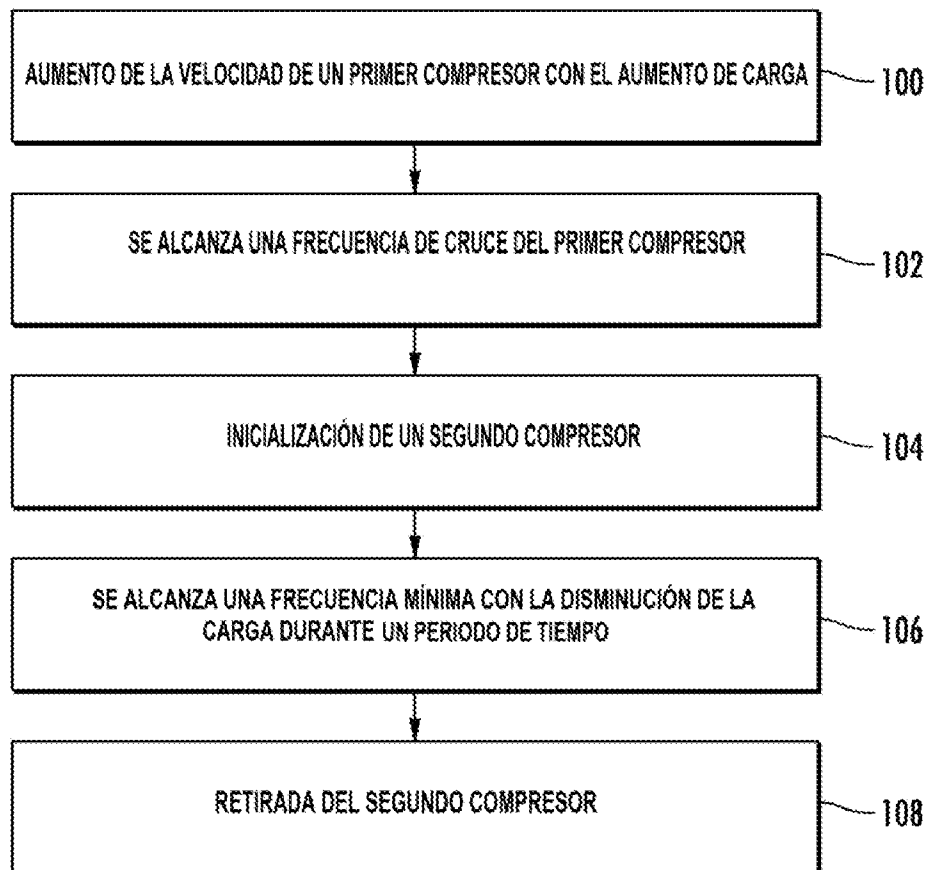


FIG. 2