

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 903**

51 Int. Cl.:

F25B 1/10 (2006.01)

F25B 41/31 (2011.01)

F25B 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2020** **E 20171276 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 3901538**

54 Título: **Control basado en depósito de evaporación instantánea de inyección de refrigerante en un compresor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.11.2024

73 Titular/es:
COPELAND EUROPE GMBH (100.0%)
Am Borsigturm 31
13507 Berlin, DE

72 Inventor/es:
WINANDY, ERIC;
DICKES, REMI;
CHIARAMONTE, PAOLO y
MAZZORANA, LUCA

74 Agente/Representante:
DE ROOIJ, Mathieu Julien

ES 2 988 903 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

Control basado en depósito de evaporación instantánea de inyección de refrigerante en un compresor

- 5 **[0001]** La presente solicitud de patente se refiere a un procedimiento para controlar la inyección de refrigerante en un compresor en un ciclo de refrigeración, en el que el ciclo de refrigeración comprende un compresor de inyección y un depósito de evaporación instantánea ("flash tank").
- 10 **[0002]** Los sistemas de refrigeración que tienen un ciclo de refrigeración son bien conocidos en la técnica y se describen, por ejemplo, en los documentos WO 2008/130357 A1 y WO 2013/016403 A1. En el documento WO2008/130357 se divulga un procedimiento de inyección de control de inyección en un ciclo de refrigeración, controlando una válvula de inyección en base a una presión predeterminada en un depósito de evaporación instantánea.
- 15 **[0003]** En un ciclo de refrigeración común, un refrigerante circula a través de un sistema de refrigeración, en el que experimenta cambios en las propiedades termodinámicas en diferentes partes del sistema de refrigeración. El refrigerante es un fluido, es decir, un líquido o un vapor o un gas, respectivamente. Los ejemplos de refrigerantes pueden ser refrigerantes artificiales como los fluorocarbonos. Sin embargo, en aplicaciones recientes, el uso de dióxido de carbono, CO₂, que es un refrigerante no artificial, se ha vuelto cada vez más importante, porque no es peligroso para el medioambiente. Los cambios en las propiedades termodinámicas del refrigerante pueden incluir, por ejemplo, cambios de temperatura, presión, volumen o entalpía, en los que a veces los cambios de una propiedad también pueden afectar al menos a otra propiedad, o en los que en algunos casos al menos una propiedad puede permanecer constante mientras que otra propiedad cambia. Los cambios en las propiedades termodinámicas pueden ir acompañados de transiciones de fase de al menos una porción del refrigerante, por ejemplo, de líquido a vapor y viceversa.
- 20 **[0004]** El refrigerante se usa en un sistema de refrigeración para transportar calor en un ciclo de refrigeración. De este modo, el calor normalmente se transporta desde un punto del ciclo de refrigeración a otro punto del ciclo de refrigeración por la facilidad del refrigerante. Por ejemplo, estos puntos del ciclo de refrigeración se pueden representar por intercambiadores de calor. En un primer intercambiador de calor, el refrigerante puede aceptar calor de una fuente. La fuente puede ser, por ejemplo, el aire de una sala con una temperatura que se debe controlar. Después de transportarse a un segundo intercambiador de calor, el refrigerante puede rechazar calor en el segundo intercambiador de calor, por ejemplo, transfiriendo calor al aire de salida.
- 30 **[0005]** Hoy en día, los sistemas de refrigeración son de importancia particular para controlar la temperatura o las condiciones climáticas. Un tipo particular de un sistema de refrigeración es un sistema de refrigeración por compresión, que a veces se denomina sistema de refrigeración por compresión de vapor ("vapour compression refrigeration system" o VCRS).
- 35 **[0006]** Como se usa en el presente documento, un ciclo de refrigeración comprende al menos un compresor para comprimir el refrigerante. La compresión del refrigerante puede impulsar el ciclo. Además, un ciclo de refrigeración de este tipo comprende comúnmente un intercambiador de calor, en el que se puede extraer calor del refrigerante comprimido. La extracción de calor del refrigerante comprimido a veces se denomina rechazo de calor, porque el calor se rechaza del sistema de refrigeración. En consecuencia, este intercambiador de calor a menudo se denomina intercambiador de calor por rechazo de calor ("heat rejection heat exchanger"). Además, un ciclo de refrigeración de este tipo comprende comúnmente un dispositivo de expansión, en el que se reduce la presión y, de este modo, la temperatura del refrigerante. El dispositivo de expansión puede ser, por ejemplo, una válvula, en particular una válvula de expansión, o un dispositivo dosificador. Además, un ciclo de refrigeración de este tipo comprende comúnmente otro intercambiador de calor, que se puede usar para aceptar calor de una fuente. El otro intercambiador de calor a menudo se denomina intercambiador de calor que acepta calor ("heat accepting heat exchanger"). El intercambiador de calor que acepta calor está en comunicación fluida con el compresor, de modo que el refrigerante se guía al compresor para cerrar el ciclo.
- 40 **[0007]** Se usa un compresor para impulsar el ciclo de refrigeración. Un compresor de este tipo comprende comúnmente un puerto de succión y un puerto de descarga, así como un medio para comprimir. El puerto de succión está configurado para recibir refrigerante del ciclo de refrigeración. Por ejemplo, el refrigerante se puede recibir del intercambiador de calor que acepta calor. El puerto de succión está en comunicación fluida con la cámara de compresión durante al menos un primer período de tiempo para proporcionar el refrigerante al medio para comprimir. En el medio para comprimir, el refrigerante se comprimirá hasta una presión deseada. La compresión en general incrementa la presión del refrigerante. Esto puede ir acompañado de un incremento de la temperatura del refrigerante. En caso de que el compresor pueda ser un compresor de espiral, el medio para comprimir puede estar formado por el conjunto de espiral del compresor de espiral.
- 45 **[0008]** El medio para comprimir está en comunicación fluida con el puerto de descarga del compresor durante al menos un segundo período de tiempo para proporcionar el refrigerante comprimido al puerto de descarga. En el
- 50
- 55
- 60
- 65

puerto de descarga, el refrigerante comprimido se puede descargar del compresor a una presión de descarga deseada o a una temperatura de descarga deseada.

[0009] El compresor es un compresor de inyección. Adicionalmente a los rasgos característicos mencionados anteriormente de un compresor, un compresor de inyección comprende un puerto de inyección. El puerto de inyección está en comunicación fluida con una fuente para proporcionar refrigerante. Una fuente puede ser, por ejemplo, un economizador. Además, el puerto de inyección está en comunicación fluida con el medio para comprimir del compresor durante al menos un tercer período de tiempo. En caso de que el puerto de inyección esté en comunicación fluida con el medio para comprimir, se proporciona refrigerante desde la fuente hasta el medio para comprimir del compresor. El refrigerante, que se proporciona desde la fuente hasta el medio para comprimir, se puede denominar refrigerante adicional, refrigerante inyectado o refrigerante nuevo. En la mayoría de las aplicaciones, el refrigerante inyectado está en estado de vapor. Sin embargo, en circunstancias particulares, puede ser beneficioso inyectar refrigerante líquido adicionalmente del refrigerante en vapor, por ejemplo, en un caso en el que sea necesario reducir la temperatura del refrigerante en el compresor.

[0010] En general, la eficiencia del sistema, que está representada por el denominado coeficiente de rendimiento (COP), depende de la diferencia de temperatura o presión entre el refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor y la temperatura o presión del refrigerante en el intercambiador de calor que acepta calor. Sin embargo, las condiciones de inyección, como la presión y la temperatura, tienen una influencia directa en la eficiencia del sistema. Por lo tanto, controlar el sistema de refrigerante en base solo a la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor puede dar como resultado un funcionamiento ineficaz o fluctuaciones del enfriamiento que se proporciona por el sistema de refrigeración. Por consiguiente, existe una necesidad en la técnica de mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración.

[0011] Esta necesidad se supera por el procedimiento para controlar la inyección en un compresor de un ciclo de refrigeración de acuerdo con la invención presentada.

[0012] En general, la invención presentada se refiere a un procedimiento para controlar la inyección en un compresor de un ciclo de refrigeración en base a la presión en un depósito de evaporación instantánea del ciclo de refrigeración, en el que el depósito de evaporación instantánea está conectado al menos al puerto de inyección del compresor de inyección.

[0013] Un procedimiento para controlar la inyección en un compresor en un ciclo de refrigeración de acuerdo con la invención se realiza en un ciclo de refrigeración, que comprende al menos un depósito de evaporación instantánea configurado para recibir un refrigerante y separar el refrigerante líquido y el refrigerante en vapor, y un compresor configurado para comprimir el refrigerante. El compresor comprende un medio para comprimir, un puerto de succión y un puerto de inyección, en el que al menos el puerto de inyección está conectado al medio para comprimir durante al menos un período de tiempo determinado. El medio para comprimir está configurado para recibir un refrigerante desde el puerto de succión y/o el puerto de inyección del compresor. Además, el medio para comprimir comprime el refrigerante. En un modo de realización preferente, el compresor puede ser un compresor de espiral y el medio para comprimir puede estar formado por un conjunto de espiral del compresor de espiral. Además, el compresor también puede comprender un puerto de descarga y el medio para comprimir se puede configurar para proporcionar el refrigerante comprimido al puerto de descarga del compresor.

[0014] Puesto que la presente invención trata del control del refrigerante en el ciclo de refrigerante del sistema de refrigerante, el término conectado se usa para describir una conexión que posibilita una comunicación fluida por medio de esta conexión. En otras palabras, la conexión posibilita el intercambio de refrigerante entre las entidades conectadas.

[0015] De acuerdo con la presente invención, el depósito de evaporación instantánea está conectado al puerto de inyección del compresor. Dicha conexión entre el depósito de evaporación instantánea y el puerto de inyección se establece por medio de una válvula de inyección. El depósito de evaporación instantánea está configurado para separar el refrigerante en vapor y el refrigerante líquido. La conexión entre el depósito de evaporación instantánea y el puerto de inyección está configurada para proporcionar refrigerante en vapor del depósito de evaporación instantánea al puerto de inyección del compresor. Dicho refrigerante en vapor puede ser refrigerante nuevo usado para inyección en el compresor, en particular en un medio para comprimir del compresor.

[0016] El procedimiento de acuerdo con la invención comprende determinar una presión en el depósito de evaporación instantánea. Determinar la presión en el depósito de evaporación instantánea se puede realizar de forma continua, periódica o desencadenada por un acontecimiento específico. En este sentido, un acontecimiento específico puede ser, por ejemplo, una operación de lectura emitida por el procedimiento de control. Determinar la presión en el depósito de evaporación instantánea puede comprender determinar un valor de presión particular en el depósito de evaporación instantánea o puede comprender determinar si el valor de presión excede o es menor que un umbral. Además, determinar la presión en el depósito separador también puede comprender determinar un parámetro que está asociado con la presión.

[0017] En un modo de realización preferente, la entrada del depósito de evaporación instantánea puede comprender un dispositivo de expansión o puede estar conectada a un dispositivo de expansión dentro del ciclo de refrigeración. El dispositivo de expansión respectivo se puede usar para expandir el refrigerante, reduciendo, de este modo, su presión. La expansión del refrigerante puede ir acompañada de una evaporación instantánea ("flash"). La evaporación instantánea se refiere a la generación de vapor durante la expansión de un líquido saturado. En el depósito de evaporación instantánea, el refrigerante en vapor y el refrigerante líquido se pueden separar en el mismo volumen dentro del depósito de evaporación instantánea. Por ejemplo, el refrigerante líquido se puede recoger en la parte inferior del volumen, mientras que el refrigerante en vapor se puede recoger en la parte superior. En este caso, determinar la presión en el depósito de evaporación instantánea puede comprender determinar la presión en el volumen en el que se recogen el refrigerante líquido y el refrigerante en vapor. Sin embargo, en un ejemplo, el depósito de evaporación instantánea puede recoger el refrigerante en vapor y el refrigerante líquido en cámaras separadas. Por ejemplo, el depósito de evaporación instantánea puede comprender al menos una cámara para recoger refrigerante en vapor y al menos otra cámara para recoger refrigerante líquido. En un caso de este tipo, determinar la presión en el depósito de evaporación instantánea puede comprender cualquiera de determinar la presión dentro de al menos una cámara para recoger refrigerante en vapor y determinar la presión dentro de al menos una cámara para recoger refrigerante líquido.

[0018] De acuerdo con la invención, el procedimiento comprende además controlar la válvula de inyección en base a la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea. Controlar la válvula de inyección puede comprender ajustar la cantidad de refrigerante inyectado.

[0019] Controlar la válvula de inyección puede comprender, de este modo, abrir o cerrar la válvula de inyección o abrir o cerrar parcialmente la válvula de inyección. A este respecto, abrir o cerrar parcialmente la válvula de inyección puede comprender determinar un grado de apertura de la válvula de inyección y establecer la válvula de inyección en dicho grado de apertura. El grado de apertura se puede representar por un porcentaje, en el que un 100 % se puede referir a una válvula de inyección completamente abierta y un 0 % se puede referir a una válvula de inyección completamente cerrada.

[0020] En el sistema de refrigeración en el que se realiza el procedimiento de acuerdo con la invención, el control se puede realizar por un controlador dentro del sistema. Para este propósito, el controlador puede estar conectado al componente que se controla. La conexión entre el controlador y otros componentes, tales como la válvula de inyección, el compresor y/o el depósito separador, está configurada para intercambiar información. El controlador puede realizar la etapa de controlar la válvula de inyección transmitiendo una o más señales de control a la válvula de inyección. La señal de control puede provocar que una válvula se cierre o se abra. Además, el controlador también puede proporcionar señales de control adicionales, que provocan una operación de lectura para determinar la presión en el depósito de evaporación instantánea.

[0021] El controlador puede estar conectado a al menos un sensor, en el que el sensor está configurado para determinar una presión. El al menos un sensor puede estar integrado en el depósito de evaporación instantánea. En un ejemplo, el sensor se puede configurar para determinar la presión en el depósito de evaporación instantánea y para proporcionar la presión determinada al controlador. En otro ejemplo, el sensor se puede configurar para proporcionar datos al controlador, en el que el controlador está configurado para determinar la presión en el depósito de evaporación instantánea a partir de los datos proporcionados por el sensor. En cualquier caso, el controlador está configurado para determinar si y cómo realizar el control en base a la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea. Por ejemplo, el controlador puede determinar cómo ajustar la cantidad de refrigerante inyectado.

[0022] En un modo de realización preferente, controlar la válvula de inyección puede comprender cerrar la válvula de inyección, si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea es menor que un primer umbral. El primer umbral se puede denominar presión mínima del depósito de evaporación instantánea para inyección. La presión mínima del depósito de evaporación instantánea para inyección puede depender de las condiciones de funcionamiento del compresor. En un modo de realización preferente, la presión mínima del depósito de evaporación instantánea para inyección es una presión en el depósito de evaporación instantánea, que es necesaria para proporcionar una inyección eficaz de refrigerante nuevo al compresor. En al menos un modo de realización, la presión mínima del depósito de evaporación instantánea para inyección se selecciona para que sea mayor que la presión en el puerto de succión del compresor. Por ejemplo, la presión mínima del depósito de evaporación instantánea para inyección se basa en las características internas del compresor. Por lo tanto, la presión mínima del depósito de evaporación instantánea para inyección puede ser un valor específico del compresor.

[0023] Además, controlar la válvula de inyección puede comprender abrir al menos parcialmente la válvula de inyección si la presión del depósito separador es igual a o mayor que el primer umbral y puede ser menor que un segundo umbral. El segundo umbral es mayor que el primer umbral y puede ser una presión máxima del depósito de evaporación instantánea para la inyección de refrigerante. Si la presión en el depósito de evaporación instantánea excede la presión máxima del depósito de evaporación instantánea para inyección, el refrigerante se inyectaría en el compresor a una presión que es demasiado alta y puede dañar el compresor o bien puede dar

como resultado una presión de descarga del refrigerante comprimido que es demasiado alta y daría lugar a un COP reducido. Por lo tanto, controlar la válvula de inyección también puede comprender cerrar la válvula de inyección si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea es mayor que el segundo umbral.

5 **[0024]** En al menos algunos modos de realización, abrir la válvula de inyección puede comprender determinar un valor para un grado de apertura de la válvula de inyección en base a la presión determinada del depósito de evaporación instantánea y establecer el grado de apertura de la válvula de inyección en el valor determinado.

10 **[0025]** El valor determinado se puede representar por un porcentaje. Además, la determinación se puede realizar por un controlador usando un algoritmo de bucle cerrado ("loop algorithm"). Los ejemplos de algoritmos de bucle cerrado pueden ser un algoritmo de control proporcional integral derivativo ("proportional integral derivative" o PID), un algoritmo de lógica difusa ("fuzzy") o una transformación Z. En consecuencia, el controlador que puede realizar la determinación puede ser un controlador PID, un controlador de lógica difusa o un transformador Z. Sin embargo, el experto en la técnica sabrá que se pueden usar otros tipos de controladores. El controlador de bucle cerrado
15 puede ser el controlador que realiza el procedimiento de acuerdo con la invención o puede ser un componente dentro del controlador que realiza el procedimiento de acuerdo con la invención, o puede estar conectado a dicho controlador. El uso de un controlador de bucle cerrado para la determinación tiene la ventaja de que los controladores de bucle cerrado normalmente son baratos y fáciles de implementar y no requieren grandes esfuerzos de mantenimiento. En al menos algunos de los modos de realización mencionados anteriormente, la apertura de la válvula de inyección solo se lleva a cabo si se determina que el compresor está funcionando. En estos modos de realización, el procedimiento puede comprender además determinar si el compresor está funcionando. Determinar si el compresor está funcionando puede comprender determinar que el compresor está funcionando apropiadamente, lo que significa que el compresor no funciona en una condición de falla. En caso de que el compresor no esté funcionando o no funcione apropiadamente, el controlador también puede decidir cerrar la válvula de inyección.
25

[0026] En otro modo de realización preferente, el procedimiento puede comprender determinar una presión en el puerto de inyección del compresor. Además, el procedimiento puede comprender determinar si la presión en el puerto de inyección es mayor que un tercer umbral. El tercer umbral puede ser una presión de inyección máxima.
30 Si se determina que la presión en el puerto de inyección es mayor que el tercer umbral, el procedimiento puede comprender cerrar la válvula de inyección y detener el funcionamiento del compresor. Si la presión en el puerto de inyección excede la presión de inyección máxima, la presión del refrigerante, que se recibe por el compresor en el puerto de inyección, ya es demasiado alta para permitir una inyección apropiada en el compresor. En consecuencia, esta etapa de procedimiento representa una regulación de seguridad, porque se puede detener el funcionamiento del compresor para evitar daños al compresor por un incremento de presión.
35

[0027] El procedimiento de acuerdo con la invención comprende además controlar el compresor. Aunque el control puede ajustar el funcionamiento del compresor, es necesario tener en cuenta que el funcionamiento del compresor también se puede ajustar por otras operaciones de control. Por ejemplo, el funcionamiento del compresor se puede controlar por la presión en el puerto de succión del compresor y, en caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea aumente demasiado, el funcionamiento del compresor se puede ajustar en base a la presión del depósito de evaporación instantánea.
40

[0028] Controlar el compresor comprende ajustar la condición de funcionamiento del compresor. La condición de funcionamiento del compresor se puede estar determinada por la capacidad del compresor. A este respecto, la capacidad del compresor se puede definir, por ejemplo, como la cantidad de refrigerante comprimido proporcionada por intervalo de tiempo. Como apreciará el experto en la técnica, el ajuste de la capacidad del compresor se realiza ajustando la velocidad a la que funciona el compresor, puesto que dicho ajuste está directamente relacionado con la cantidad de refrigerante comprimido proporcionado por intervalo de tiempo. Por ejemplo, cuanto mayor sea la velocidad a la que funciona el compresor, mayor será la cantidad de refrigerante comprimido proporcionado por el compresor por intervalo de tiempo.
45
50

[0029] En la invención, el procedimiento comprende, si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es menor que un cuarto umbral, controlar el compresor comprende determinar una velocidad de funcionamiento para el compresor y establecer la velocidad de funcionamiento en la velocidad de funcionamiento determinada. El cuarto umbral se puede referir a la presión del depósito separador para la descarga del compresor.
55

[0030] Si la presión determinada del depósito separador es igual a o mayor que el cuarto umbral y menor que un quinto umbral, controlar el compresor puede comprender descargar el compresor. De este modo, el quinto umbral puede ser igual al segundo umbral, que se puede denominar presión máxima para la inyección de refrigerante. Descargar el compresor puede comprender reducir la capacidad del compresor al mínimo. Aunque la capacidad del compresor se reduce al mínimo, el funcionamiento del compresor no se detiene. De acuerdo con la invención, el compresor se descarga en el intervalo de presiones entre el cuarto umbral y el quinto umbral. En este intervalo de presiones, la descarga se realiza independientemente de la presión en el puerto de succión del compresor.
60
65

[0031] Si la presión determinada del depósito separador es mayor que el quinto umbral, el procedimiento puede comprender además detener el funcionamiento del compresor. Esto puede mejorar el funcionamiento seguro del compresor, porque el funcionamiento del compresor se detiene si la presión del depósito separador es demasiado alta, lo que daría lugar a presiones de inyección demasiado altas y se puede dañar el compresor.

[0032] En otro modo de realización preferente, el compresor comprende un puerto de descarga y el ciclo de refrigeración, en el que se realiza el procedimiento, comprende además un intercambiador de calor por rechazo de calor, que está conectado al puerto de descarga del compresor, y un segundo dispositivo de expansión dispuesto entre el intercambiador de calor por rechazo de calor y el depósito separador. El segundo dispositivo de expansión se puede denominar válvula de alta presión. El procedimiento puede comprender además establecer un grado de apertura del segundo dispositivo de expansión en un valor predeterminado, si la presión determinada del depósito separador es menor que un sexto umbral. El valor predeterminado se puede determinar en base a las características del compresor que se usa en el ciclo de refrigeración. En un modo de realización, el valor predeterminado puede corresponder a un segundo dispositivo de expansión completamente abierto. El sexto umbral puede ser una presión mínima permitida del depósito separador, que es necesaria para el funcionamiento apropiado del depósito separador. El valor predeterminado puede ser un valor que se sabe que proporciona un rendimiento aceptable del refrigerante en condiciones estándar.

[0033] Además, el procedimiento puede comprender establecer el grado de apertura del segundo dispositivo de expansión en un valor determinado por un controlador PID en base a un primer modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor (modo_1_HRHE), si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el sexto umbral y menor que un séptimo umbral. El primer modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor representa un control del segundo dispositivo de expansión en base a la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor para alcanzar la presión deseada en el intercambiador de calor por rechazo de calor y, de este modo, un COP alto. Por ejemplo, la presión deseada puede ser una consigna ("setpoint"), que se especifica por un operario o que se establece durante la fabricación, o una presión óptima, que está asociada con el COP óptimo. La presión óptima puede depender de las condiciones de funcionamiento del compresor u otras características del sistema, como la eficiencia del compresor o la eficiencia del intercambiador de calor. La presión deseada se puede determinar por el controlador. En un modo de realización, el controlador detecta la temperatura de salida del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor. De este modo, el controlador se puede configurar para medir la temperatura por sí mismo o se puede configurar para recibir la temperatura de un sensor. En base a la temperatura determinada en la salida del intercambiador de calor por rechazo de calor, el controlador ajusta el grado de apertura del segundo dispositivo de expansión para mantener una presión alta en el intercambiador de calor por rechazo de calor, lo que optimiza el COP. La relación entre la temperatura del refrigerante a la salida del intercambiador de calor por rechazo de calor y la presión del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor depende al menos en parte de las características termodinámicas del refrigerante que se usa. Por ejemplo, la presión del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor puede depender de al menos uno de los siguientes parámetros: temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor, presión del refrigerante en el intercambiador de calor que acepta calor y presión de inyección.

[0034] Además, el procedimiento puede comprender establecer el grado de apertura del segundo dispositivo de expansión en un valor determinado por el controlador PID en base a un segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor (modo_2_HRHE), si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el séptimo umbral y menor que un octavo umbral. El octavo umbral podrá ser igual al cuarto umbral. El segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor representa un control del segundo dispositivo de expansión en base a la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor y la presión del refrigerante en el depósito de evaporación instantánea. De este modo, el segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor tiene en cuenta el incremento de los niveles de presión del depósito de evaporación instantánea reduciendo el grado de apertura del segundo dispositivo de expansión. Esto puede reducir la presión del depósito de evaporación instantánea. Además, esto puede permitir lograr una presión del depósito de evaporación instantánea, que sea adecuada para inyectar refrigerante al compresor.

[0035] Además, el procedimiento puede comprender controlar el grado de apertura del segundo dispositivo de expansión en base a una regulación difusa, si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el octavo umbral y menor que un noveno umbral. El noveno umbral puede ser igual al segundo umbral.

[0036] Además, el procedimiento puede comprender controlar el grado de apertura del segundo dispositivo de expansión en base a un modo de regulación de presión del depósito de evaporación instantánea (modo_FT), si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el noveno umbral y menor que un décimo umbral. El décimo umbral se puede denominar presión máxima permitida del depósito de evaporación instantánea. El modo de regulación de presión del depósito de evaporación instantánea representa un control del segundo dispositivo de expansión en base a la presión del refrigerante en el depósito de evaporación instantánea. De este modo, el modo de regulación de la presión del depósito de evaporación instantánea tiene en

cuenta el incremento adicional de la presión del depósito de evaporación instantánea y regula el segundo dispositivo de expansión para recibir una presión del depósito de evaporación instantánea adecuada para la inyección. Puesto que la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que en los intervalos de presión en los que se usa el segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor, la presión del depósito de evaporación instantánea es la condición dominante para la regulación.

[0037] Además, el procedimiento puede comprender cerrar el segundo dispositivo de expansión, si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el noveno umbral.

[0038] En otro modo de realización preferente, el ciclo de refrigeración, en el que se realiza el procedimiento, comprende además una denominada línea de derivación, que está conectada entre el depósito de evaporación instantánea y el puerto de succión del compresor. De este modo, la línea de derivación se puede usar para proporcionar refrigerante del depósito de evaporación instantánea al compresor. En un ejemplo, la línea de derivación se puede conectar a la cámara de recogida de vapor del depósito de evaporación instantánea. Además, la línea de derivación puede comprender una válvula de derivación. La válvula de derivación puede actuar para expandir el refrigerante. Se puede usar la expansión del refrigerante por la válvula de derivación para reducir la presión del refrigerante. En estos modos de realización, el procedimiento puede comprender cerrar la válvula de derivación si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea es menor que un undécimo umbral. El undécimo umbral puede ser una presión mínima del depósito de evaporación instantánea para la regulación de derivación.

[0039] Además, el procedimiento puede comprender determinar un valor para un grado de apertura de la válvula de derivación en base a la presión determinada del depósito de evaporación instantánea, si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el undécimo umbral y menor que un duodécimo umbral. El duodécimo umbral puede ser igual al cuarto umbral. El grado de apertura se puede determinar por un controlador PID.

[0040] Además, el procedimiento puede comprender abrir completamente la válvula de derivación, si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el duodécimo umbral y menor que un decimotercer umbral. El decimotercer umbral puede ser igual al segundo umbral.

[0041] Además, el procedimiento puede comprender establecer un grado de apertura de la válvula de derivación en un valor predeterminado, si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el duodécimo umbral. De este modo, se puede establecer el valor predeterminado por un usuario de acuerdo con las características del refrigerante y del sistema de refrigerante. Para establecer un valor adecuado para el valor predeterminado, el valor predeterminado representa un grado de apertura para el que se disminuye la presión del depósito de evaporación instantánea sin proporcionar una presión demasiado alta al puerto de succión del compresor.

[0042] Los umbrales, que se describen a lo largo de esta solicitud, pueden ser independientes de las condiciones de funcionamiento del sistema de refrigeración en al menos algunos modos de realización.

[0043] Sin embargo, en otros modos de realización, al menos uno de los umbrales puede depender de las condiciones de funcionamiento del sistema de refrigeración. Por ejemplo, el tercer umbral puede depender de al menos uno de la presión del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor, la presión del refrigerante en el intercambiador de calor que acepta calor o la temperatura ambiente. En este caso, el controlador que realiza el procedimiento de acuerdo con la invención puede comprender una lógica para ajustar de forma adaptativa el tercer umbral en base a las condiciones de funcionamiento del sistema de refrigeración. Puesto que el tercer umbral puede ser la presión máxima de inyección, una dependencia del tercer umbral de las condiciones de funcionamiento del sistema de refrigeración puede mejorar la flexibilidad del control, puede dar como resultado un COP mayor y una fiabilidad incrementada del compresor, y también puede proteger el compresor contra fallas.

[0044] La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinados aspectos ilustrativos de los sistemas descritos anteriormente. Estos aspectos son indicativos, sin embargo, de solo unas pocas de las diversas formas en que se pueden emplear los principios de diversos modos de realización y se pretende que los modos de realización descritos incluyan todos dichos aspectos.

[0045] En los dibujos, los caracteres de referencia similares se refieren, en general, a las mismas partes a lo largo de los diferentes dibujos. Los dibujos no están necesariamente a escala, poniéndose énfasis en cambio, en general, a la ilustración de los principios de la invención.

[0046] En la siguiente descripción, se describen diversos modos de realización de la invención con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

las FIG. 1a, 1b muestran esquemas de sistemas de refrigeración de ejemplo para el control basado en depósito de evaporación instantánea de inyección de refrigerante en un compresor;

la FIG. 2 muestra un diagrama de la influencia de la inyección de refrigerante sobre la presión óptima del intercambiador de calor por rechazo de calor;

5 las FIG. 3a, 3b, 3c muestran diagramas de bloques de las entradas y salidas de controladores que se pueden usar en relación con la presente invención;

la FIG. 4 muestra un diagrama de flujo del procedimiento de control de la inyección en un compresor de acuerdo con un modo de realización de la invención;

10 la FIG. 5 muestra un diagrama de decisión de un modo de realización preferente de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar la cantidad de inyección en el compresor;

15 la FIG. 6 muestra un diagrama de decisión de un modo de realización preferente de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar la condición de funcionamiento del compresor;

20 la FIG. 7 muestra un diagrama de decisión de un modo de realización preferente de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar un segundo dispositivo de expansión, que está dispuesto entre un intercambiador de calor por rechazo de calor y el depósito de evaporación instantánea;

25 la FIG. 8 muestra un diagrama que representa la transición del segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor al modo de control de presión del depósito de evaporación instantánea para el segundo dispositivo de expansión;

30 la FIG. 9 muestra un diagrama de decisión de un modo de realización preferente de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar una válvula de derivación para derivar el refrigerante del depósito de evaporación instantánea al puerto de succión del compresor.

35 **[0047]** La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos, que muestran, a modo de ilustración, detalles específicos y modos de realización en los que se puede poner en práctica la invención.

[0048] La expresión "de ejemplo" se usa en el presente documento con el significado de "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier modo de realización o diseño descrito en el presente documento como "de ejemplo" no se ha de interpretar necesariamente como preferente o ventajoso sobre otros modos de realización o diseños.

40 **[0049]** La figura 1a muestra un esquema de un sistema de refrigeración 1a para el control basado en depósito separador de inyección de refrigerante en un compresor 2 del sistema de refrigeración 1a. El sistema de refrigeración 1a comprende un compresor 2, que comprende un puerto de succión, un puerto de descarga y un puerto de inyección, un intercambiador de calor por rechazo de calor 3 corriente abajo del compresor 2, un primer dispositivo de expansión 6 corriente abajo del intercambiador de calor por rechazo de calor 3 y un intercambiador de calor que acepta calor 7 corriente abajo del primer dispositivo de expansión 6 y corriente arriba del compresor 2.

50 **[0050]** Además, el sistema de refrigeración 1a comprende un segundo dispositivo de expansión 4 y un depósito de evaporación instantánea 5. El segundo dispositivo de expansión 4 está dispuesto corriente abajo del intercambiador de calor por rechazo de calor 3 y corriente arriba del primer dispositivo de expansión 6. El segundo dispositivo de expansión 4 se usa para expandir el refrigerante después de que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor 3. De este modo se podría reducir la presión y la temperatura del refrigerante.

55 **[0051]** El depósito de evaporación instantánea 5 está conectado corriente abajo del segundo dispositivo de expansión 4 y corriente arriba del primer dispositivo de expansión 6. En el sistema de refrigeración 1a representado en la figura 1, el depósito de evaporación instantánea 5 comprende dos cámaras de separación 5a, 5b. Sin embargo, también sería posible que el depósito de evaporación instantánea separe el refrigerante líquido y el refrigerante en vapor en el mismo volumen.

60 **[0052]** Las dos cámaras de separación 5a, 5b incluyen una cámara 5a usada para recoger vapor o gas instantáneo y una cámara 5b para recoger líquido. La cámara de recogida de líquido 5b comprende al menos una salida. La conexión entre el depósito de evaporación instantánea 5 y el primer dispositivo de expansión 6 se establece por medio de al menos una de las al menos una salida de la cámara de recogida de líquido 5b del depósito de evaporación instantánea 5.

65

[0053] La cámara de recogida de vapor 5a del depósito de evaporación instantánea 5 comprende al menos una salida. La al menos una salida de la cámara de recogida de vapor 5a está conectada a una vía de inyección 8, que conecta la al menos una salida de la cámara de recogida de vapor 5a con el puerto de inyección del compresor 2. La vía de inyección 8 comprende una válvula de inyección 9.

[0054] Además, el sistema de refrigeración 1a comprende un controlador 10, que se usa para controlar al menos uno de la válvula de inyección 9 y el compresor 2 en base a la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea 5. Además, el controlador 10 también puede controlar el primer dispositivo de expansión 6 y/o el segundo dispositivo de expansión 4. La figura 1a indica la conexión para intercambiar señales de control por líneas discontinuas. Aunque la figura 1a muestra líneas discontinuas entre el controlador 10 y la válvula de inyección 9, el primer dispositivo de expansión 6, el segundo dispositivo de expansión 4, el compresor 2 y el depósito de evaporación instantánea 5, el experto en la técnica apreciará que estas líneas discontinuas se muestran solo con propósitos ilustrativos. El controlador 10 se puede conectar a cualquier subconjunto de los componentes mencionados anteriormente del ciclo de refrigeración. Con respecto a la conexión entre el controlador 10 y el depósito de evaporación instantánea 5, cabe señalar que el controlador 10 se puede conectar a un sensor dentro del depósito de evaporación instantánea 5, en el que el sensor puede ser un sensor de presión. Además, en algunos ejemplos, se pueden emplear múltiples controladores en el sistema de refrigeración. Cada uno de estos múltiples controladores puede controlar cualquier subconjunto de los dispositivos de expansión, el compresor y el depósito de evaporación instantánea como se describe anteriormente con respecto al controlador 10.

[0055] La figura 1b muestra un esquema de un sistema de refrigeración 1b para el control basado en depósito de evaporación instantánea de inyección de refrigerante en un compresor 2 del sistema de refrigeración 1b. El sistema de refrigeración 1b difiere del sistema de refrigeración 1a en que una vía de derivación 11 conecta la vía de inyección 8 entre el depósito de evaporación instantánea 5 y la válvula de inyección 9 con el puerto de succión del compresor 2. La vía de derivación 11 comprende una válvula de derivación 12. En otro ejemplo, que no se representa en las figuras, también puede ser posible que la vía de derivación 11 esté conectada directamente al depósito de evaporación instantánea 5. Como se representa en la figura 1b, el controlador 10 también se puede configurar para controlar la válvula de derivación 12.

[0056] Con respecto a los sistemas de refrigeración 1a, 1b representados en las figuras 1a, 1b, es necesario señalar que los elementos de los sistemas de refrigeración 1a, 1b, que se representan en las figuras 1a, 1b o cualquier otra figura de esta solicitud como componentes individuales, se pueden incluir en la misma carcasa o pueden formar un componente del ciclo, que puede realizar las operaciones de los componentes individuales representados en las figuras 1a, 1b. Como ejemplo, el segundo dispositivo de expansión 4 puede estar integrado en el depósito de evaporación instantánea 5. Como tal, existen múltiples configuraciones diferentes de combinación o configuración de los componentes individuales representados en las figuras 1a, 1b. Además, es posible incluir componentes adicionales que no se representan en los ejemplos de modo de realización.

[0057] La figura 2 muestra un diagrama de la influencia de la inyección de refrigerante sobre la presión óptima del intercambiador de calor por rechazo de calor. En detalle, la figura 2 muestra el coeficiente de rendimiento ("coefficient of performance" o COP) dependiendo de la presión del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor (p_c). De este modo, la línea continua 50 representa la curva del COP para un sistema de refrigeración con válvula de inyección cerrada, mientras que la línea discontinua 55 representa la curva del COP para el mismo sistema de refrigeración con válvula de inyección abierta. En un sistema de refrigeración, las condiciones de funcionamiento se controlan para lograr el COP más alto. Sin inyección de refrigerante, el COP depende de la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor. Sin embargo, la inyección de refrigerante tiene una influencia directa en la eficiencia del sistema. Esta influencia depende de las condiciones de inyección, como la presión del refrigerante inyectado o la temperatura del refrigerante inyectado. Como se puede observar, la inyección no solo mejora el COP global. La inyección también desplaza el máximo del COP a una presión menor del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor. El máximo de la curva respectiva representa la presión óptima del intercambiador de calor por rechazo de calor. Esta presión óptima es menor cuando se usa inyección de refrigerante en el compresor.

[0058] Las figuras 3a, 3b, 3c muestran diagramas de bloques de las entradas y las salidas de los controladores que se pueden usar en relación con la presente invención.

[0059] En la figura 3a, el controlador, que se representa por el bloque "CTRL", recibe la presión del depósito de evaporación instantánea como entrada y controla al menos uno de la válvula de inyección EVI y el compresor CMP. En la figura 3a, la flecha de salida del compresor CMP se muestra como una línea discontinua para ilustrar que el controlador puede realizar el control de la válvula de inyección, el control del compresor o ambos.

[0060] En la figura 3b, el controlador recibe la presión del depósito de evaporación instantánea como entrada y controla al menos uno de la válvula de inyección EVI, el compresor CMP, la válvula de derivación o el segundo dispositivo de expansión HPV. De forma similar a la figura 3a, las líneas discontinuas indican que el controlador puede generar cualquier combinación de los cuatro controles de salida.

[0061] En la figura 3c, el controlador recibe la presión del depósito de evaporación instantánea, la temperatura en el intercambiador de calor por rechazo de calor GCT, la presión en el intercambiador de calor por rechazo de calor GCP y la presión en el puerto de succión SCP como entradas y controla al menos uno de la válvula de inyección EVI, el compresor CMP, la válvula de derivación o el segundo dispositivo de expansión HPV. De forma similar a las figuras 3a, 3b, las líneas discontinuas indican que el controlador puede generar cualquier combinación de los cuatro controles de salida.

[0062] La figura 4 muestra un diagrama de flujo del procedimiento de control de la inyección en un compresor de acuerdo con un modo de realización de la invención. El procedimiento 100 se puede realizar por un controlador en un ciclo de refrigeración, por ejemplo, el controlador 10 como se representa en las figuras 1a, 1b. El procedimiento 100 comprende la etapa de determinar 102 una presión en un depósito de evaporación instantánea 5. Determinar una presión en el depósito de evaporación instantánea 5 puede comprender determinar una presión en una cámara de recogida de vapor 5a.

[0063] Además, el procedimiento 100 comprende la etapa de controlar 104 una válvula de inyección 9 en base a la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea 5.

[0064] La figura 5 muestra un diagrama de decisión 200 de un modo de realización preferente de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar la cantidad de inyección en el compresor. La cantidad de inyección en el compresor se controla controlando la válvula de inyección, que se denomina EVI. La decisión se puede llevar a cabo por un controlador, por ejemplo, el controlador 10.

[0065] El procedimiento comienza en la etapa 202 donde se determina la presión del depósito de evaporación instantánea o se recibe la presión determinada del depósito de evaporación instantánea. En la figura 5, la presión del depósito de evaporación instantánea se denomina FTP.

[0066] En la etapa 204, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es menor que un primer umbral. En caso de que la presión sea menor que el primer umbral, el procedimiento continúa en la etapa 206 donde se cierra la válvula de inyección EVI. De otro modo, el procedimiento continúa en la etapa 208.

[0067] En la etapa 208, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al primer umbral y menor que un segundo umbral. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea sea mayor que o igual al primer umbral y menor que el segundo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 210 donde se abre la válvula de inyección EVI. En un ejemplo, la válvula de inyección EVI se puede abrir completamente en la etapa 210. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea no sea mayor que o igual al primer umbral y menor que un segundo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 212 donde se cierra la válvula de inyección EVI.

[0068] En caso de que el procedimiento alcance una cualquiera de las etapas 206, 210 o 212, el procedimiento puede continuar nuevamente en la etapa 202 determinando o recibiendo una presión del depósito de evaporación instantánea FTP. En este caso, el procedimiento puede determinar o recibir un valor actualizado para la presión del depósito de evaporación instantánea FTP.

[0069] La figura 6 muestra un diagrama de decisión 300 de la invención de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar la condición de funcionamiento del compresor. La condición de funcionamiento del compresor se denomina CMP en la figura 6. La decisión se puede llevar a cabo por un controlador, por ejemplo, el controlador 10.

[0070] El procedimiento comienza en la etapa 302 donde se determina la presión del depósito de evaporación instantánea o se recibe la presión determinada del depósito de evaporación instantánea. En la figura 6, la presión del depósito de evaporación instantánea se denomina FTP.

[0071] En la etapa 304, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es menor que un cuarto umbral. En caso de que la presión sea menor que el cuarto umbral, el procedimiento continúa en la etapa 306, donde se calcula la condición de funcionamiento del compresor por un controlador PID en base a la presión en el puerto de succión. De otro modo, el procedimiento continúa en la etapa 308.

[0072] En la etapa 308, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al cuarto umbral y menor que un quinto umbral. Si este es el caso, el procedimiento continúa en la etapa 310 donde se descarga el compresor. De otro modo, el procedimiento continúa en la etapa 312 donde el compresor detiene su funcionamiento.

[0073] En caso de que el procedimiento alcance una cualquiera de las etapas 306, 310 o 312, el procedimiento puede continuar nuevamente en la etapa 302 determinando o recibiendo una presión del depósito de evaporación

instantánea FTP. En este caso, el procedimiento puede determinar o recibir un valor actualizado para la presión del depósito de evaporación instantánea FTP.

[0074] La figura 7 muestra un diagrama de decisión 400 de un modo de realización preferente de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar un segundo dispositivo de expansión, que está dispuesto entre un intercambiador de calor por rechazo de calor y el depósito de evaporación instantánea. El segundo dispositivo de expansión se denomina válvula de alta presión HPV en la figura 7. La decisión se puede llevar a cabo por un controlador, por ejemplo, el controlador 10.

[0075] El procedimiento comienza en la etapa 402 donde se determina la presión del depósito de evaporación instantánea o se recibe la presión determinada del depósito de evaporación instantánea. En la figura 7, la presión del depósito de evaporación instantánea se denomina FTP.

[0076] En la etapa 404, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es menor que un sexto umbral. En caso de que la presión sea menor que el sexto umbral, el procedimiento continúa en la etapa 406 donde se abre la válvula de alta presión HPV en un grado predeterminado. El valor predeterminado se puede determinar en base a las características del compresor que se usa en el ciclo de refrigeración. En un modo de realización, el valor predeterminado puede corresponder a un segundo dispositivo de expansión completamente abierto. El sexto umbral puede ser una presión mínima permitida del depósito de evaporación instantánea, que es necesaria para el funcionamiento apropiado del depósito de evaporación instantánea. El valor predeterminado puede ser un valor que se sabe que proporciona un rendimiento aceptable del refrigerante en condiciones estándar. De otro modo, el procedimiento continúa en la etapa 408.

[0077] En la etapa 408, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al sexto umbral y menor que un séptimo umbral. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea sea mayor que o igual al sexto umbral y menor que el séptimo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 410 donde el grado de apertura para la válvula de alta presión HPV se calcula por un controlador PID en base a un primer modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor (modo_1_HRHE). El primer modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor representa un control del segundo dispositivo de expansión en base a la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor para alcanzar la presión óptima en el intercambiador de calor por rechazo de calor y, de este modo, el COP óptimo. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea no sea mayor que o igual al sexto umbral y menor que el séptimo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 412.

[0078] En la etapa 412, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al séptimo umbral y menor que un octavo umbral. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea sea mayor que o igual al séptimo umbral y menor que el octavo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 414 donde el grado de apertura para la válvula de alta presión HPV se calcula por un controlador PID en base a un segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor (modo_2_HRHE). El segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor representa un control del segundo dispositivo de expansión en base a la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor y la presión del refrigerante en el depósito de evaporación instantánea. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea no sea mayor que o igual al séptimo umbral y menor que el octavo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 416.

[0079] En la etapa 416, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al octavo umbral y menor que el noveno umbral. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea sea mayor que o igual al octavo umbral y menor que el noveno umbral, el procedimiento continúa en la etapa 418 donde el grado de apertura para la válvula de alta presión HPV se calcula por regulación difusa en base a la presión del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor (HRHEP) y la presión del depósito de evaporación instantánea. De este modo, la presión del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor puede ser, por ejemplo, la presión que tiene el refrigerante en la salida del intercambiador de calor por rechazo de calor o la presión en el intercambiador de calor por rechazo de calor. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea no sea mayor que o igual al octavo umbral y menor que el noveno umbral, el procedimiento continúa en la etapa 420.

[0080] En la etapa 420, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al noveno umbral y menor que un décimo umbral. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea sea mayor que o igual al noveno umbral y menor que el décimo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 422 donde el grado de apertura para la válvula de alta presión HPV se calcula en base a un modo de regulación de presión del depósito de evaporación instantánea (modo_FT). El modo de regulación de presión del depósito de evaporación instantánea representa un control del segundo dispositivo de expansión en base a la presión del refrigerante en el depósito de evaporación instantánea. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea no sea mayor que o igual al noveno umbral y menor que el décimo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 424, donde se cierra la válvula de alta presión HPV.

[0081] En caso de que el procedimiento alcance una cualquiera de las etapas 406, 410, 414, 418, 422 o 424, el procedimiento puede continuar nuevamente en la etapa 402 determinando o recibiendo una presión del depósito de evaporación instantánea FTP. En este caso, el procedimiento puede determinar o recibir un valor actualizado para la presión del depósito de evaporación instantánea FTP.

[0082] La figura 8 muestra un diagrama que representa una transición de ejemplo del segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor al modo de control de presión del depósito de evaporación instantánea para el segundo dispositivo de expansión. En detalle, la figura 8 representa el porcentaje de regulación entre el segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor (modo_HRHE) y el modo de regulación de presión del depósito separador (modo_FT). De este modo, la curva continua 450 representa el uso de modo_2_HRHE, mientras que la curva discontinua 455 representa el uso de modo_FT. Si la presión del depósito de evaporación instantánea está por debajo del octavo umbral para la presión del depósito de evaporación instantánea, el control se basa completamente en el modo_2_HRHE, de acuerdo con la etapa 414 de la figura 7. Por encima del noveno umbral para la presión del depósito de evaporación instantánea, el control se basa completamente en el modo_FT, de acuerdo con la etapa 422 de la figura 7.

[0083] Si la presión del depósito de evaporación instantánea está entre el octavo umbral y el noveno umbral, el control se realiza en base a una combinación del modo_2_HRHE y el modo_FT. Esto se representa por la curva descendente 450 y la curva ascendente 455. De este modo, la fase de presión entre el octavo umbral y el noveno umbral corresponde a una zona de transición del modo_2_HRHE al modo_FT. A este respecto, es necesario apreciar que el curso de las curvas 450, 455 en dicha zona de transición se muestra solo con propósitos ilustrativos. No es necesario que el curso de las curvas 450, 455 sea lineal. En cambio, el control se puede realizar en base a un control difuso, como se describe con respecto a la etapa 418 de la figura 7, lo que puede dar lugar a diferentes cursos de la curva 450, 455.

[0084] La figura 9 muestra un diagrama de decisión 500 de un modo de realización preferente de un procedimiento de control de la inyección en un compresor, en el que el diagrama de decisión se refiere a controlar una válvula de derivación para derivar el refrigerante del depósito de evaporación instantánea al puerto de succión del compresor. La válvula de derivación se denomina BPV en la figura 7. La decisión se puede llevar a cabo por un controlador, por ejemplo, el controlador 10.

[0085] El procedimiento comienza en la etapa 502 donde se determina la presión del depósito de evaporación instantánea o se recibe la presión determinada del depósito de evaporación instantánea. En la figura 7, la presión del depósito de evaporación instantánea se denomina FTP.

[0086] En la etapa 504, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es menor que un undécimo umbral. En caso de que la presión sea menor que el undécimo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 506 donde se cierra la válvula de derivación BPV. De otro modo, el procedimiento continúa en la etapa 508.

[0087] En la etapa 508, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al undécimo umbral y menor que un duodécimo umbral. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea sea mayor que o igual al undécimo umbral y menor que el duodécimo umbral, el procedimiento continúa en la etapa 510 donde el grado de apertura para la válvula de derivación BPV se calcula por un controlador PID en base a la presión del depósito de evaporación instantánea FTP. De otro modo, el procedimiento continúa en la etapa 512.

[0088] En la etapa 512, se determina si la presión del depósito de evaporación instantánea es mayor que o igual al duodécimo umbral y menor que el decimotercer umbral. En caso de que la presión del depósito de evaporación instantánea sea mayor que o igual al duodécimo umbral y menor que el decimotercer umbral, el procedimiento continúa en la etapa 514 donde la válvula de derivación BPV se abre completamente. De otro modo, el procedimiento continúa en la etapa 516, donde el grado de apertura para la válvula de derivación se establece en un valor predeterminado. El valor predeterminado se puede establecer por un usuario de acuerdo con las características del refrigerante y del sistema de refrigerante. Para establecer un valor adecuado para el valor predeterminado, el valor predeterminado representa un grado de apertura para el que se disminuye la presión del depósito de evaporación instantánea sin proporcionar una presión demasiado alta al puerto de succión del compresor.

[0089] En caso de que el procedimiento alcance una cualquiera de las etapas 506, 510, 514 o 516, el procedimiento puede continuar nuevamente en la etapa 502 determinando o recibiendo una presión del depósito de evaporación instantánea FTP. En este caso, el procedimiento puede determinar o recibir un valor actualizado para la presión del depósito de evaporación instantánea FTP.

[0090] Lo que se ha descrito anteriormente incluye ejemplos de uno o más modos de realización. Por supuesto, no es posible describir todas las combinaciones concebibles de componentes o metodologías para los propósitos de describir los modos de realización mencionados anteriormente, pero un experto en la técnica puede reconocer que son posibles muchas otras combinaciones y permutaciones de diversos modos de realización. En

consecuencia, los modos de realización descritos pretenden abarcar todas las dichas alteraciones, modificaciones y variaciones que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de control de la inyección en un compresor (2) en un ciclo de refrigeración (1a, 1b), en el que el procedimiento se realiza en un ciclo de refrigeración (1a, 1b), que comprende al menos un depósito de evaporación instantánea (5) configurado para recibir un refrigerante y separar refrigerante líquido y refrigerante en vapor, y un compresor (2) configurado para comprimir el refrigerante, en el que el compresor (2) comprende un medio para comprimir, un puerto de succión y un puerto de inyección, que está conectado al medio para comprimir durante al menos un período de tiempo del ciclo de refrigeración, en el que el depósito de evaporación instantánea (5) está conectado al puerto de inyección del compresor (2) por medio de una válvula de inyección (9),

comprendiendo el procedimiento:

determinar (102) una presión en el depósito de evaporación instantánea (5);

controlar (104) la válvula de inyección (9) en base a la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea (5); y

caracterizado por que el procedimiento comprende además:

controlar el compresor (2) en base a la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea (5), en el que controlar el compresor (2) comprende si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es menor que un umbral (304), determinar, por un controlador proporcional integral derivativo, PID, una velocidad de funcionamiento para el compresor (2) y establecer (306) la velocidad de funcionamiento en la velocidad de funcionamiento determinada.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el umbral se denomina cuarto umbral (304) y en el que controlar la válvula de inyección (9) comprende:

si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea (5) es menor que un primer umbral, cerrar (206) la válvula de inyección (9).

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que controlar la válvula de inyección (9) comprende:

si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea (5) es igual a o mayor que el primer umbral y menor que un segundo umbral, abrir al menos parcialmente (210) la válvula de inyección (9).

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que abrir la válvula de inyección (9) comprende:

determinar, por un controlador PID, un valor para un grado de apertura de la válvula de inyección (9) en base a la presión determinada del depósito de evaporación instantánea; y

establecer el grado de apertura de la válvula de inyección (9) en el valor determinado.

5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, que comprende además:

determinar si el compresor (2) está funcionando; y

en el que abrir la válvula de inyección (9) solo se lleva a cabo si se determina que el compresor (2) está funcionando.

6. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que controlar la válvula de inyección (9) comprende:

si la presión determinada en el depósito de evaporación instantánea (2) es mayor que el segundo umbral, cerrar (212) la válvula de inyección (9).

7. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el umbral se denomina cuarto umbral (304) y en el que el procedimiento comprende además:

determinar una presión en el puerto de succión del compresor (2);

determinar si la presión en el puerto de succión es menor que un tercer umbral; y

si se determina que la presión en el puerto de succión es menor que el tercer umbral:

cerrar la válvula de inyección (9); y

apagar el compresor (2).

8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el umbral se denomina cuarto umbral (304) y en el que controlar el compresor (2) comprende además:

si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el cuarto umbral y menor que un quinto umbral, descargar (310) el compresor (2); y

si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es mayor que el quinto umbral, detener (312) el funcionamiento del compresor (2).

9. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el umbral se denomina cuarto umbral (304) y en el que el compresor (2) comprende un puerto de descarga y en el que el ciclo de refrigeración (1a, 1b) comprende además un intercambiador de calor por rechazo de calor (3), que está conectado al puerto de descarga del compresor (2), y un dispositivo de expansión (4) dispuesto entre el intercambiador de calor por rechazo de calor (3) y el depósito separador (5), en el que el procedimiento comprende además:

si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es menor que un sexto umbral, establecer (406) un grado de apertura del dispositivo de expansión (4) en un valor predeterminado;

si la presión determinada del depósito de evaporación instantánea es igual a o mayor que el sexto umbral y menor que un séptimo, establecer (410) el grado de apertura del dispositivo de expansión (4) en un valor determinado por un controlador PID en base a un primer modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor;

determinar que la presión en el depósito de evaporación instantánea (5) es igual a o mayor que el séptimo y menor que un octavo umbral y establecer (414) el grado de apertura del dispositivo de expansión (4) en un valor determinado por el controlador PID en base a un segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor; o

determinar que la presión en el depósito de evaporación instantánea (5) es igual a o mayor que el octavo umbral y menor que un noveno umbral y controlar (418) el grado de apertura del dispositivo de expansión (4) en base a regulación difusa; o

determinar que la presión en el depósito de evaporación instantánea (5) es igual a o mayor que el noveno umbral y menor que un décimo umbral y controlar (422) el grado de apertura del dispositivo de expansión (4) en base a un modo de regulación de presión del depósito de evaporación instantánea; o

determinar si la presión en el depósito separador (5) es igual a o mayor que el décimo umbral y cerrar (424) el dispositivo de expansión (4).

10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el primer modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor comprende controlar el dispositivo de expansión (4) en base a la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor (3).

11. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10, en el que el segundo modo de presión del intercambiador de calor por rechazo de calor (modo_2_HRHE) comprende controlar el dispositivo de expansión (4) en base a la temperatura del refrigerante en el intercambiador de calor por rechazo de calor (3) y la presión del refrigerante en el depósito de evaporación instantánea (5).

12. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el modo de regulación de presión del depósito de evaporación instantánea (5) comprende controlar el dispositivo de expansión (4) en base a la presión del refrigerante en el depósito de evaporación instantánea (5).

13. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el umbral se denomina cuarto umbral (304) y en el que el ciclo de refrigerante (1b) comprende una línea de derivación (11) conectada entre el depósito de evaporación instantánea (5) y el puerto de succión del compresor (2), en el que la línea de derivación (11) comprende una válvula de derivación (12), y en el que el procedimiento comprende además:

determinar que la presión del depósito de evaporación instantánea (5) es menor que un undécimo umbral y cerrar (506) la válvula de derivación (12); o

- 5 determinar que la presión del depósito de evaporación instantánea (5) es igual a o mayor que el undécimo umbral y menor que un duodécimo umbral, y determinar (510), por un controlador PID, un valor para un grado de apertura de la válvula de derivación (12) en base a la presión determinada del depósito separador; o
- 10 determinar que la presión del depósito de evaporación instantánea (5) es igual a o mayor que el duodécimo umbral y menor que un decimotercer umbral, y abrir (514) la válvula de derivación (12) completamente; o
- determinar que la presión del depósito de evaporación instantánea (5) es igual a o mayor que el decimotercer umbral y establecer (516) un grado de apertura de la válvula de derivación (12) en un valor predeterminado.

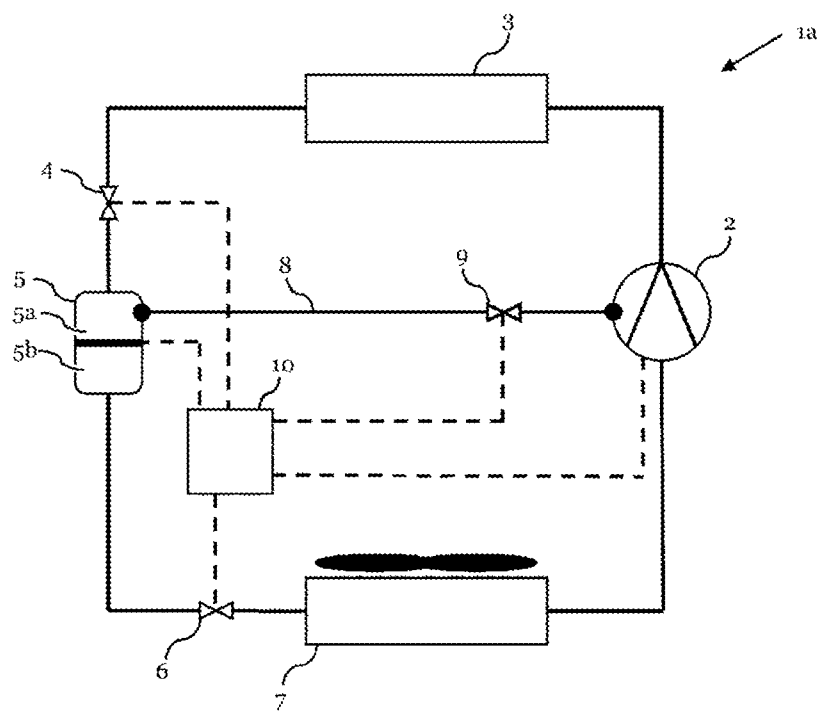


Fig. 1a

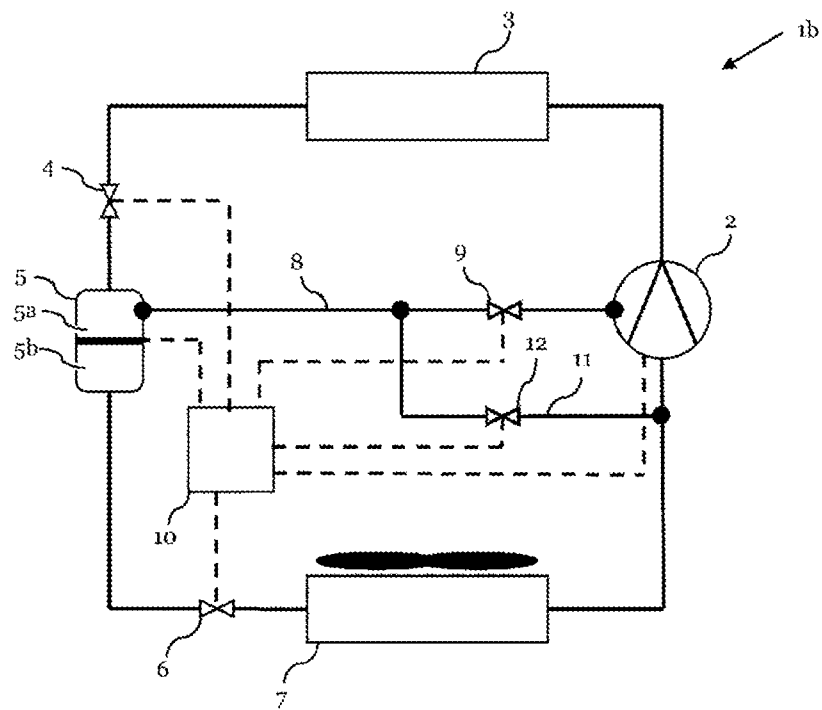


Fig. 1b

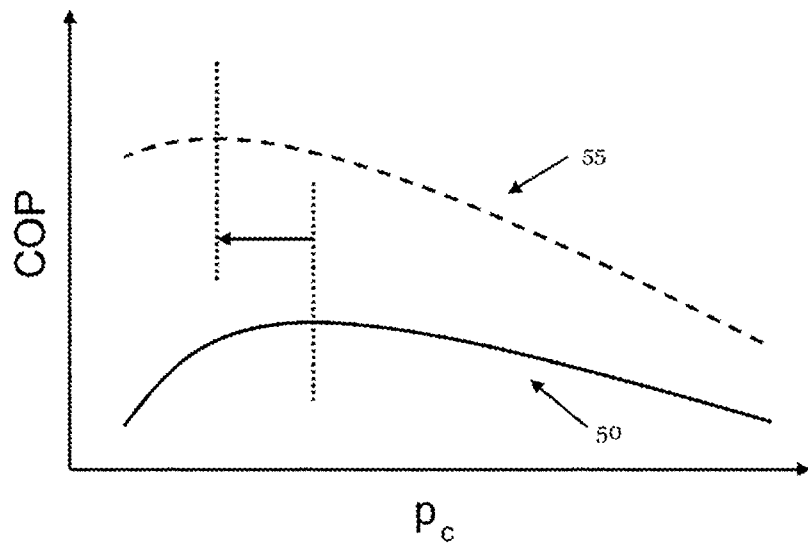


Fig. 2

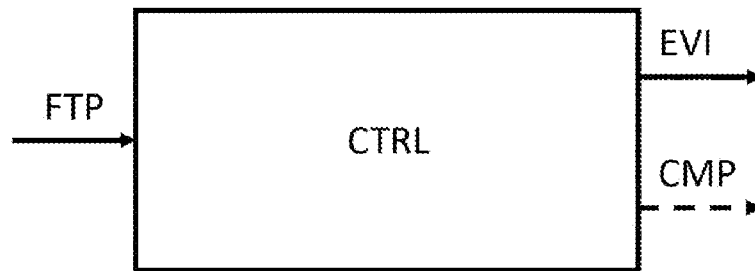


Fig. 3a

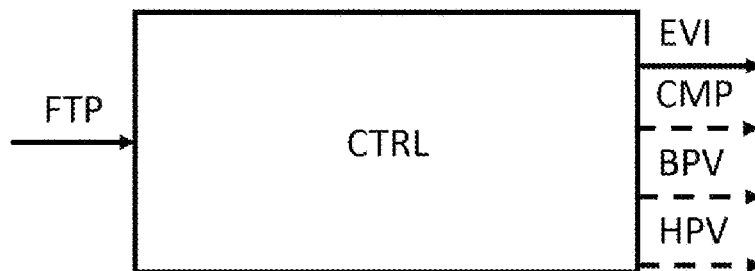


Fig. 3b

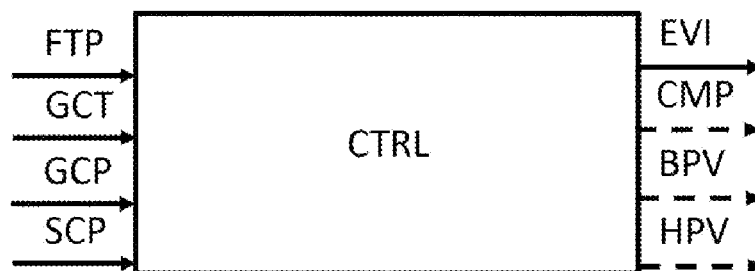


Fig. 3c

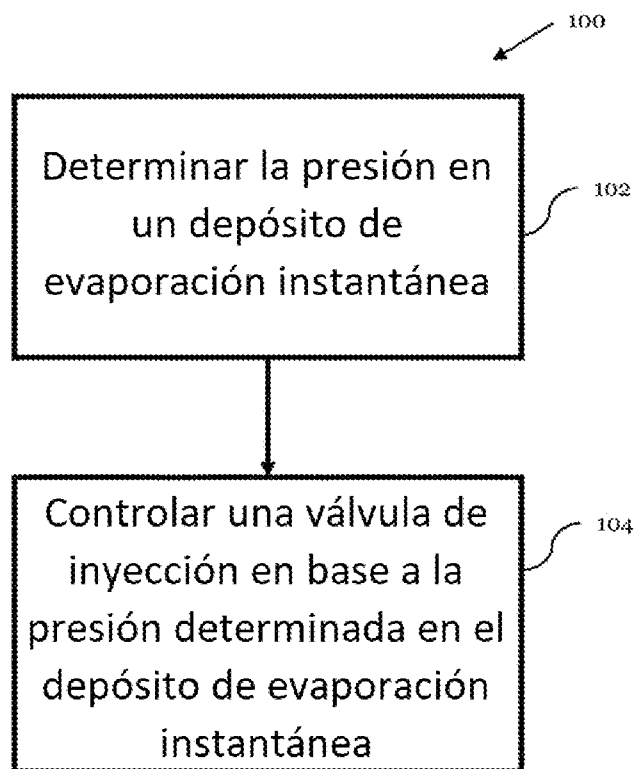
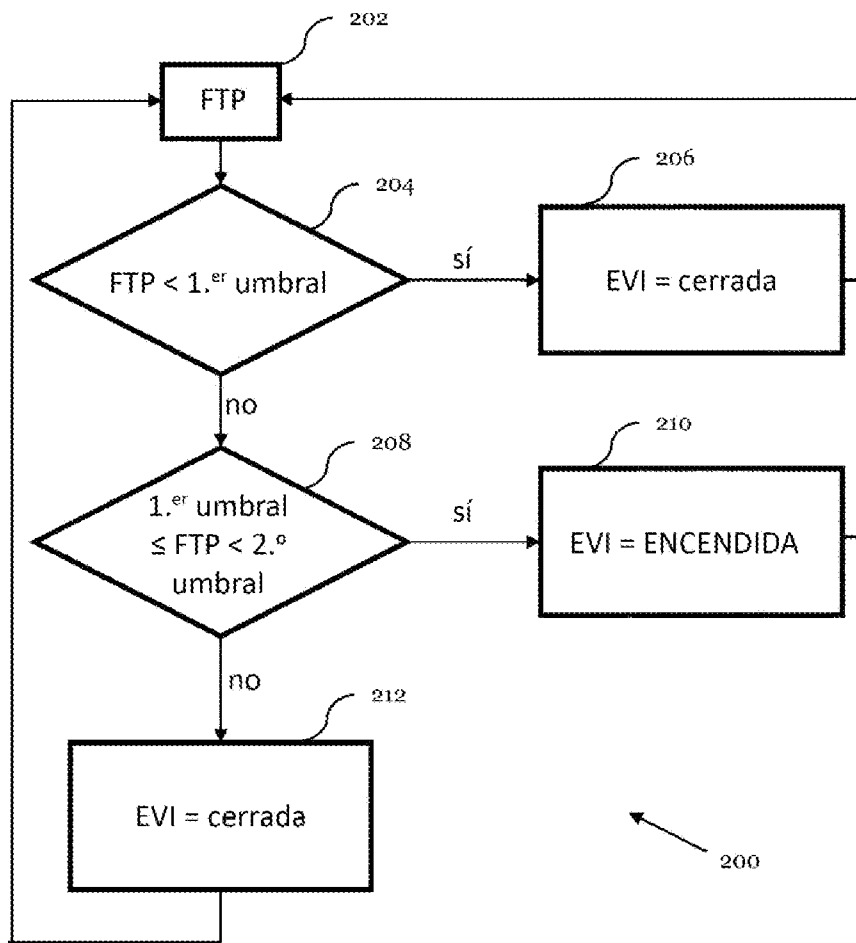
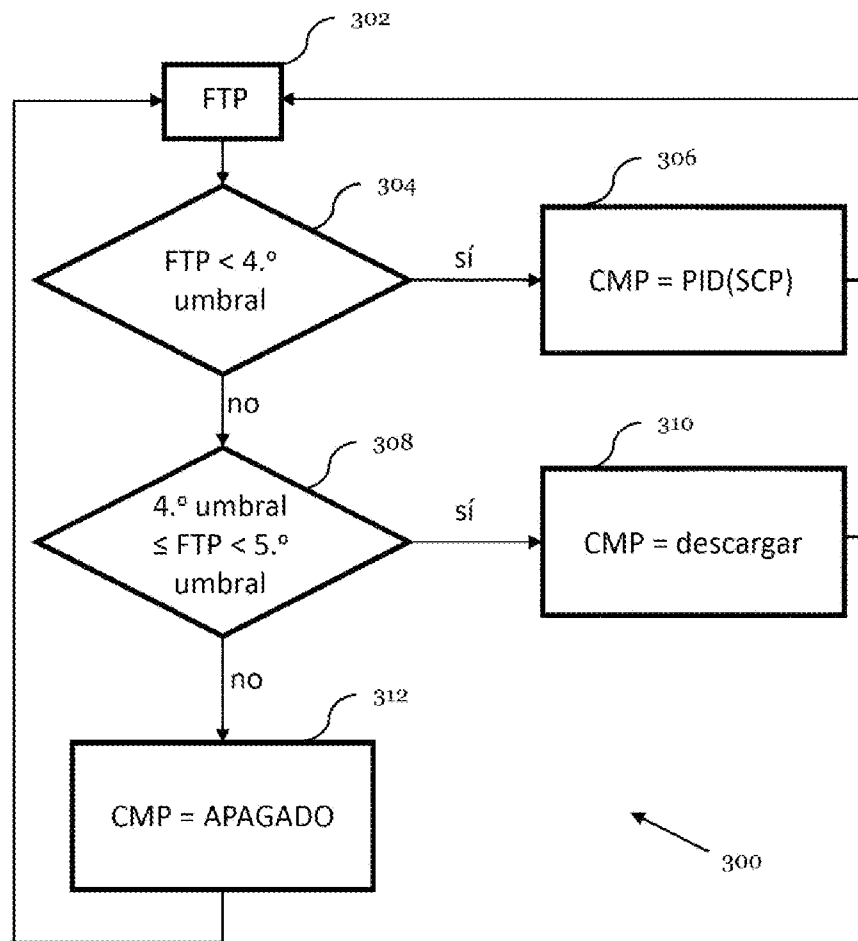


Fig. 4

**Fig. 5**

**Fig. 6**

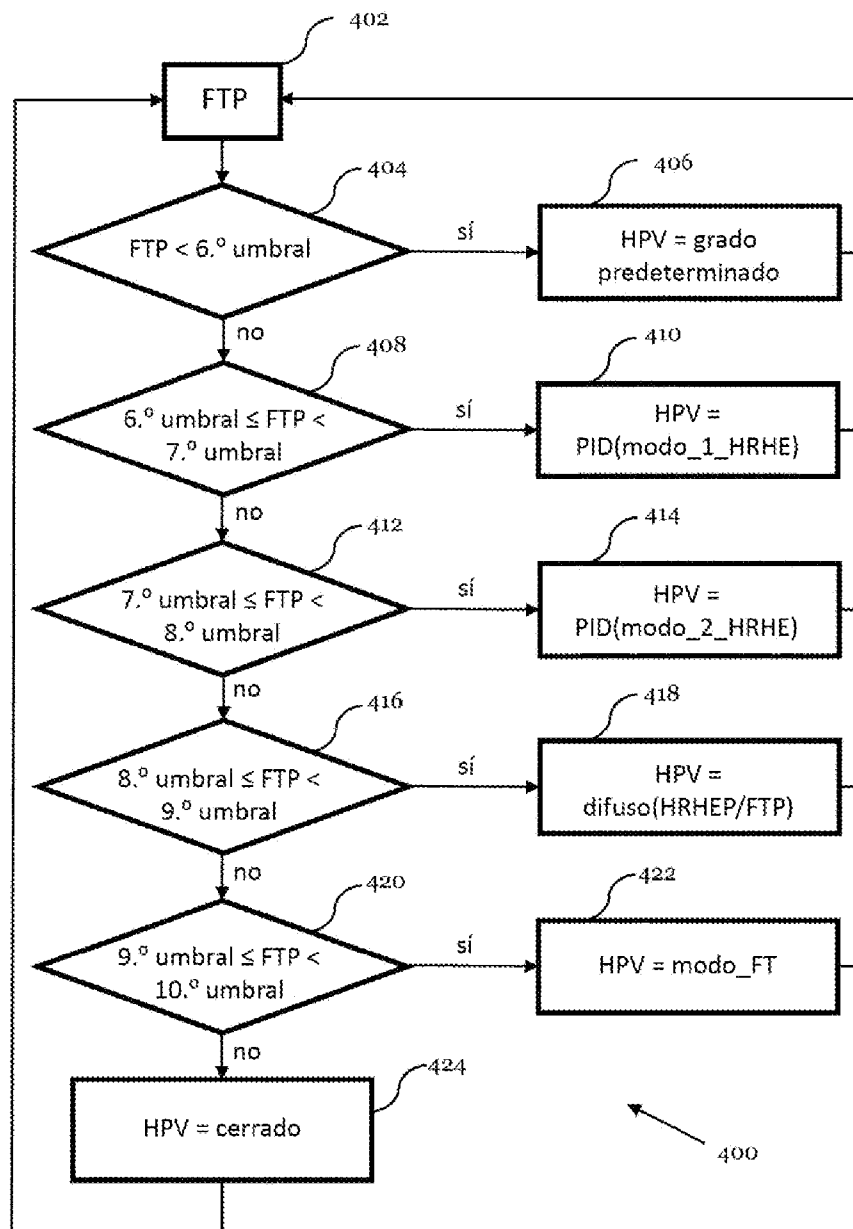


Fig. 7

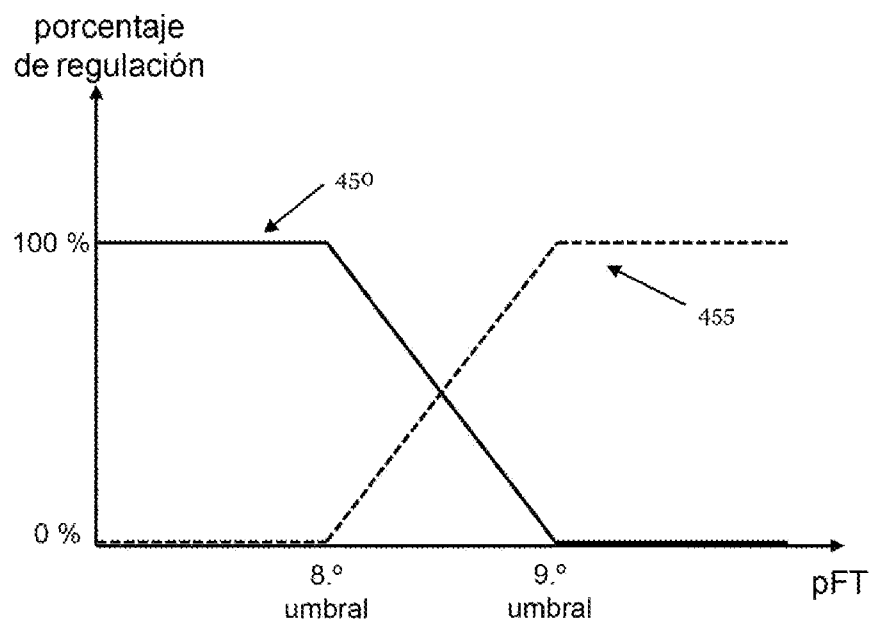


Fig. 8

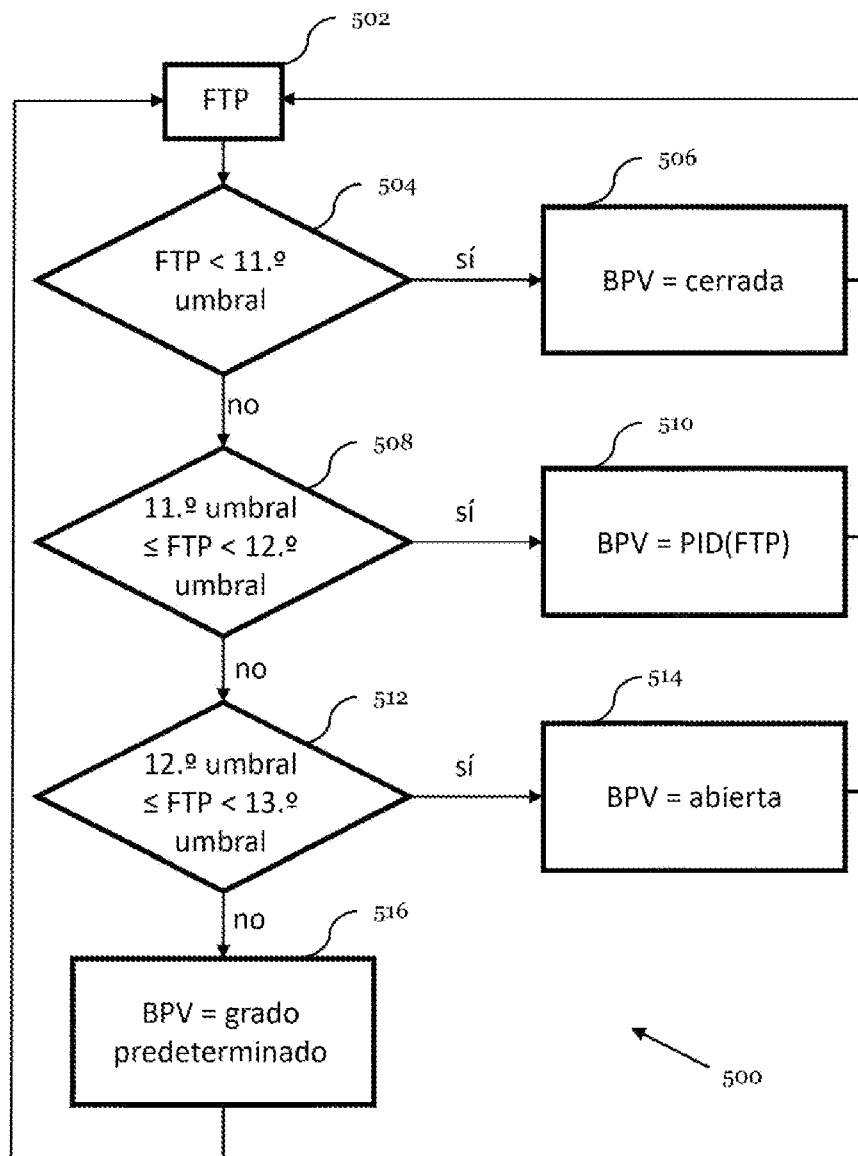


Fig. 9