

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 389**

51 Int. Cl.:

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 13/00 (2006.01)

F24F 11/00 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2012 PCT/JP2012/075228**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13047828**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012 E 12836053 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 2767779**

54 Título: **Sistema de ciclo de refrigeración**

30 Prioridad:

30.09.2011 JP 2011218342
27.09.2012 JP 2012214128

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.03.2020

73 Titular/es:

DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building 4-12 Nakazaki-Nishi 2-
chome Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-8323, JP

72 Inventor/es:

KIBO, KOSUKE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 749 389 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de ciclo de refrigeración

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de ciclo de refrigeración.

5 Antecedentes de la técnica

Se han hecho diversas propuestas con el objetivo de lograr la capacidad requerida por el uso del mínimo de energía de entrada como sea posible en un sistema de acondicionador de aire o similar, en el que se utiliza un refrigerador. Los ejemplos imaginados de máquinas que requieren energía de entrada incluyen unidades de accionamiento del compresor y unidades de accionamiento del ventilador.

10 El aparato de ciclo de refrigeración descrito en el Documento de Patente 1 (Solicitud de Patente Japonesa Núm. H05-310452) da tres ejemplos de dispositivos a los que se introduce energía, a saber, un compresor, un ventilador exterior, y un ventilador interior. El control de la optimización se lleva a cabo con el foco en: el cambio ΔW en la cantidad total de energía de entrada necesaria en correspondencia con una combinación del cambio ΔF en la frecuencia del compresor, el cambio ΔN_o en la velocidad de rotación del ventilador exterior, y el cambio ΔN_i en la
15 velocidad de rotación del ventilador interior; y el cambio ΔQ en la capacidad del intercambiador de calor que cambia en la manera correspondiente.

En otras palabras, con este dispositivo de ciclo de refrigeración, se establece una combinación de cambio en la velocidad y/o la frecuencia de rotación de antemano para tres dianas de control, es decir, el compresor, el ventilador exterior, y el ventilador interior se utiliza en un dispositivo de ciclo de refrigeración. Se calcula cada uno del cambio ΔW en la cantidad total de energía de entrada necesaria en correspondencia con la combinación de cambio y el cambio ΔQ en la capacidad del intercambiador de calor que cambia en la manera correspondiente a la combinación de cambio para cada combinación por el procesamiento computacional. Una combinación se especifica de entre las combinaciones del cambio ΔQ en la capacidad del intercambiador de calor y el cambio ΔW en la cantidad total de energía de entrada, la combinación especificada es una en la que la capacidad del intercambiador de calor satisface
20 las condiciones de capacidad requerida y en la que se minimiza el cambio ΔW en la cantidad total de energía de entrada, y el control de la optimización se lleva a cabo de acuerdo con las condiciones de cambio de la frecuencia del compresor, la velocidad de rotación del ventilador exterior, y la velocidad de rotación del ventilador interior que corresponden a la combinación.

El documento JP 2008 215678 A se refiere a un método de control para un sistema de acondicionador de aire para mejorar la eficiencia del consumo de energía, en especial en una condición de carga parcial. En el caso de una carga parcial, se pueden reducir la velocidad del ventilador del motor en la unidad exterior y la frecuencia de operación del compresor. El documento JP 2008 215678 A describe un sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el preámbulo de acuerdo con la reivindicación 1.

Compendio de la invención

35 <Problema Técnico>

Con el dispositivo de ciclo de refrigeración descrito en el Documento de Patente 1 (Solicitud de Patente Japonesa Núm. H05-310452) señalado con anterioridad, una fórmula de característica y/o un coeficiente específico para el cálculo de la cantidad total de energía de entrada y la capacidad del intercambiador de calor se debe especificar de antemano para cada condición, es decir, la frecuencia del compresor y/o la velocidad de rotación de los ventiladores.
40 Por otra parte, el procesamiento computacional que utiliza una fórmula de característica correspondiente se debe ejecutar para cada una de todas las condiciones, es decir, la frecuencia del compresor y/o la velocidad de rotación de los ventiladores, y la carga de procesamiento de información es alta. En consecuencia, hay casos en los que el modelo de compresor y/o modelo de ventilador a ser utilizados son diferentes para cada sistema, incluso cuando, por ejemplo, el número de compresores y el número de intercambiadores de calor son los mismos, el número de compresor y/o el número de ventilador son diferentes para cada sistema, incluso cuando, por ejemplo, el modelo de compresor y el modelo de intercambiador de calor son los mismos, o hay casos en los que no sólo el número de compresores y/o el número de intercambiadores de calor es diferente para cada sistema, sino también los modelos de compresores, modelos de ventilador, y/o modelos de intercambiadores de calor que se utilizan están configurados en varias combinaciones y el patrón de combinación es diferente para cada sistema. En tales casos, no sólo es necesario que la fórmula de característica y/o el coeficiente específico se especifiquen de antemano en cada sistema, pero tal trabajo en sí es muy laborioso, y la carga de cálculo se incrementa cuando la cantidad de cambio en la capacidad del intercambiador de calor y la cantidad de cambio en la cantidad total de energía de entrada se calcula para cada una de las condiciones de operación.

55 En el dispositivo de ciclo de refrigeración descrito con anterioridad, se hace enfoque en la capacidad de los intercambiadores de calor y la cantidad total de energía de entrada, que varían en correspondencia con el cambio en la frecuencia del compresor y la velocidad de rotación del ventilador. Sin embargo, la frecuencia del compresor y la

velocidad de rotación del ventilador como factores bajo enfoque pueden variar de manera considerable de acuerdo con las condiciones de operación, y por lo tanto es difícil manejar cambios en las condiciones de operación cuando se llevan a cabo cálculos para la optimización con base en estos factores.

5 Además, en el dispositivo de ciclo de refrigeración descrito con anterioridad, el enfoque está colocado únicamente en la capacidad de los intercambiadores de calor y la cantidad total de energía de entrada, que varían en correspondencia con el cambio en la frecuencia del compresor y la velocidad de rotación del ventilador, y no es posible reflejar diversos factores en los procesos de control. Los ejemplos de tales factores incluyen el estado de colocación específico de los intercambiadores de calor (por ejemplo, las diferencias en el estado de colocación en el que los intercambiadores de calor exteriores están dispuestos cerca de una superficie de pared exterior o están
10 dispuestos lejos de una superficie de pared), las diferencias en la longitud del conducto cuando el dispositivo de interior está en un esquema de conducto, la cantidad de degradación relacionada con la edad de los intercambiadores de calor con base en la cantidad de suciedad de la aleta y similares, y la cantidad de obstrucción por la suciedad del filtro o similares. En consecuencia, no es posible calcular, con base en las condiciones de instalación reales, un valor adecuado para la cantidad de cambio en la capacidad de los intercambiadores de calor y
15 la cantidad de cambio en la cantidad total de energía de entrada cuando estas cantidades se calculan en correspondencia con los cambios en frecuencia del compresor y la velocidad de rotación del ventilador.

Se requiere un largo período de tiempo hasta que se estabiliza el estado operacional cuando se lleva a cabo el control con el fin de modificar las condiciones de operación reales, en realidad conducen el sistema por el uso de las condiciones de operación modificadas, determinar si se puede reducir la cantidad total de energía de entrada
20 requerida en las condiciones de operación modificadas, y actualizar, además, las condiciones de operación con base en los resultados de la determinación.

La presente invención fue ideada en vista de lo anterior, y un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de ciclo de refrigeración capaz de reducir una cantidad de información requerida para ser especificada de antemano, la reducción de una carga de procesamiento computacional, lo que refleja las diferencias en las
25 condiciones de instalación reales, y la aceleración de la estabilización de un estado operacional en el que se reduce la cantidad total de energía de entrada requerida.

<Solución al Problema>

Se proporciona un sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1. El ciclo de refrigeración de acuerdo con este primer aspecto de la presente invención es un sistema de ciclo de refrigeración para hacer circular
30 un refrigerante en un circuito de refrigeración configurado por medio de la conexión de un compresor, un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor, una válvula de expansión, y un intercambiador de calor del lado de uso, el sistema de ciclo de refrigeración comprende una pluralidad de accionadores, una unidad de almacenamiento, un medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración, y una unidad de control. La pluralidad de accionadores se proporciona para provocar que un ciclo de refrigeración se lleve a cabo en el circuito
35 de refrigeración. La unidad de almacenamiento almacena por lo menos cualquiera de una expresión relacional, primera información, y/o segunda información en correlación con los accionadores respectivamente. La expresión relacional muestra la relación entre una magnitud de estado diana de refrigerante y la cantidad de energía introducida en los accionadores. En este caso, la magnitud de estado diana de refrigerante es cualquiera de un valor diana de temperatura, un valor diana de control de presión, o un valor diana de control de magnitud física
40 equivalente al mismo de refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración. La primera información se utiliza para la creación de la expresión relacional. La segunda información se utiliza para el logro de la expresión relacional por el uso de valores introducidos en los accionadores y los valores que indican estados de los accionadores correspondientes a los valores de entrada. El medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración adquiere la magnitud de estado de refrigeración actual que corresponde al valor de la magnitud de estado diana de
45 refrigerante. La unidad de control obtiene la suma de la energía introducida en los accionadores, o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en los accionadores, con base en la expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio desde la magnitud de estado de refrigeración actual. La unidad de control actualiza el valor de la magnitud de estado diana de refrigerante de manera tal que la suma de la energía introducida en los accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la
50 energía introducida en los accionadores sea un valor bajo. La unidad de control controla por lo menos uno de los accionadores de manera tal que el valor adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor actualizado de la magnitud de estado diana de refrigerante.

La “cantidad de energía de entrada” y la “energía de entrada” no se limitan al valor de energía específico, y también puede ser, por ejemplo, la velocidad de rotación del motor del ventilador o el valor de la potencia de entrada al mismo cuando el accionador es un ventilador, la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor o el valor de la potencia de entrada al mismo cuando el accionador es un compresor, o una cantidad física utilizada cuando se convierte a energía. Lo mismo se aplica para el control que se lleva a cabo por la unidad de control “de manera tal que la suma de la energía introducida en los accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en los accionadores sea un valor
55 bajo”. Además, no hay ninguna limitación para el caso en el que el valor específico de la propia energía se ajusta para que sea un valor diana de control o similar, y también es posible, por ejemplo, llevar a cabo el control por el uso

de la velocidad de rotación del motor del ventilador como el valor diana de control cuando el accionador es un ventilador, o llevar a cabo el control por el uso del valor de la potencia de entrada al mismo como el valor diana. También es posible llevar a cabo el control por el uso de la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor como el valor diana cuando el accionador es un compresor, o llevar a cabo el control por el uso del valor de la potencia de entrada al mismo como el valor diana. En relación con la “cantidad de energía de entrada” y la “energía de entrada”, lo mismo se aplica al sistema de ciclo de refrigeración en cada aspecto en el capítulo “Medios para Resolver el Problema”.

El modo de almacenamiento de la unidad de almacenamiento no está limitado en particular. Por ejemplo, la unidad de almacenamiento puede almacenar expresiones relacionales que están en una correspondencia de uno a uno con cada accionador, o puede almacenar expresiones relacionales que corresponden a cada tipo de accionador en lugar de una correspondencia de uno a uno con cada accionador. No se requiere necesariamente que la unidad de almacenamiento almacene las expresiones relacionales en sí mismas, y también es posible almacenar primera información necesaria para la creación de una expresión relacional, de manera tal que correspondan uno a uno con cada accionador o de manera tal que correspondan a cada tipo de accionador. En lugar de almacenar las expresiones relacionales en sí mismas o almacenar primera información, la unidad de almacenamiento puede almacenar segunda información necesaria para el logro de una expresión relacional de un valor de entrada (por ejemplo, un valor de entrada actual) a un accionador y un valor (por ejemplo, un valor que muestra el nivel actual) que muestra el estado del accionador que corresponde a un valor de entrada, de manera tal que correspondan uno a uno a cada accionador o para corresponder a cada tipo de accionador. La unidad de almacenamiento además puede almacenar, por ejemplo, una misma expresión relacional para un cierto accionador, y almacenar primera información para otro accionador diferente. Además, es posible almacenar segunda información para un determinado tipo de accionador, y almacenar primera información para otros tipos de accionadores.

El método para diferenciar los tipos de accionadores no está limitado en particular; siendo posible que, por ejemplo, el accionador accione el compresor y el accionador alimente fluido al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor para ser accionadores de diferentes tipos, o que el accionador accione el compresor y el accionador alimente fluido al intercambiador de calor del lado de uso para ser accionadores de diferentes tipos. El accionador para la alimentación de fluido al intercambiador de calor del lado de la fuente de calor y el accionador para la alimentación de fluido al intercambiador de calor del lado de uso pueden ser accionadores de diferentes tipos, o puede ser accionadores del mismo tipo.

El “valor diana de control de magnitud física equivalente a la misma” no está limitado en particular; incluye, por ejemplo, la temperatura del refrigerante, la presión del refrigerante, el grado de sobrecalentamiento, el grado de sobreenfriamiento, el grado de secado, una combinación de éstos, y otros valores diana de control de propiedades físicas.

El control llevado a cabo por la unidad de control no se requiere llevar a cabo de manera constante cuando está siendo impulsado el sistema de ciclo de refrigeración, y se puede llevar a cabo solo cuando se requiera en las condiciones requeridas.

La técnica para la “obtención de la suma de la energía de entrada o la suma de la cantidad de cambio a los accionadores con base en la expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio en la magnitud de estado de refrigeración actual” no está limitada en particular; puede ser, por ejemplo, el caso en el que se obtiene la suma de un diferencial de primer orden con base en la magnitud de estado de refrigeración actual de una expresión relacional almacenada en la unidad de almacenamiento, o puede ser el caso en el que se obtiene la suma como una cantidad de cambio muy pequeña en la energía introducida en los accionadores en relación con una cantidad de cambio predeterminada muy pequeña en la magnitud de estado de refrigeración actual. El sistema de ciclo de refrigeración no está limitado en particular; puede ser, por ejemplo, un dispositivo de refrigeración, un dispositivo de acondicionador de aire, un dispositivo de bomba de calor, un sistema de refrigeración, un sistema de acondicionador de aire, o un sistema de bomba de calor.

La frase “actualización del valor de la magnitud de estado diana de refrigerante de manera tal que la suma de la energía introducida en los accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en los accionadores sea un valor bajo” incluye un incremento, una reducción o el mantenimiento del nivel actual de la magnitud de estado diana de refrigerante. Si bien no está limitada en particular, la anchura de incremento y/o la anchura de reducción puede ser un valor que corresponde a la magnitud de la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en los accionadores cuando se ha hecho un cambio en la magnitud de estado de refrigeración actual.

Cuando se almacena solamente la primera información o solamente la segunda información para la creación de una expresión relacional en la unidad de almacenamiento, la unidad de control crea, de acuerdo con lo apropiado, una expresión relacional con base en información para la creación de la expresión relacional.

El compresor en el circuito de refrigeración puede un solo compresor o una pluralidad de compresores conectados en serie o en paralelo. Del mismo modo, puede ser uno o una pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor, los intercambiadores de calor del lado de uso, y/o los valores de expansión.

En este sistema de ciclo de refrigeración, una expresión relacional que muestra la relación entre la magnitud de estado diana de refrigerante y la cantidad de energía introducida en un accionador se establece para cada accionador y se almacena en la unidad de almacenamiento. Por consiguiente, no hay necesidad de llevar a cabo un trabajo para la especificación de fórmulas de características y/o constantes específicas para el cálculo de la cantidad total de energía de entrada y la capacidad de los intercambiadores de calor para cada sistema especificado por el modelo de una pluralidad de accionadores, condiciones de operación, y similares, y no hay necesidad de guardar de antemano la información en la unidad de almacenamiento.

La unidad de control obtiene la suma de la energía introducida en los accionadores, o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida, con base en la expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio en la magnitud de estado de refrigeración actual, y actualiza el valor de la magnitud de estado diana de refrigerante de manera tal que la suma de la energía introducida en los accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en los accionadores sea un valor bajo. En consecuencia, el proceso ejecutado por la unidad de control sólo necesita ser un procesamiento computacional para la determinación de la tendencia del cambio en la suma (o la suma de la cantidad de cambio) en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha hecho un cambio en la magnitud de estado de refrigeración actual. Por lo tanto, no se requiere la carga para el procesamiento computacional de todos los cambios en una pluralidad de condiciones, que incluye cambios en las condiciones que realmente no han sido seleccionadas, la carga de procesamiento para la selección de cambios de condiciones óptimas de entre los cambios calculados, y otras cargas de procesamiento.

En este sistema de ciclo de refrigeración, el foco está colocado en la cantidad total de energía de entrada y/o el cambio total de la misma cuando se ha hecho un cambio en la magnitud de estado de refrigeración actual. De acuerdo con ello, la cantidad de cambio en la magnitud de estado diana de refrigerante (por ejemplo, la temperatura de condensación y/o la temperatura de evaporación) se puede reducir al mínimo en comparación con el cambio en la frecuencia del compresor y/o la velocidad de rotación del ventilador, incluso cuando las condiciones de operación han cambiado debido a un cambio considerable en el valor de la capacidad requerida por el ciclo. Por lo tanto, es posible evitar un tiempo más largo requerido hasta que el estado operacional del sistema que corresponde a los cambios en la capacidad requerida del intercambiador de calor se mantenga de manera estable, incluso cuando cambia la capacidad requerida.

La magnitud de estado de refrigeración (punto de equilibrio) cambia en el caso de que las condiciones de instalación reales sean diferentes, incluso cuando la frecuencia de accionamiento del compresor y/o la velocidad de rotación del ventilador, o la energía de entrada al compresor y/o la energía de entrada al ventilador son las mismas. De acuerdo con ello, el control que se enfoca de manera exclusiva en la frecuencia de accionamiento del compresor y/o la velocidad de rotación del ventilador, o la energía de entrada al compresor y/o la energía de entrada al ventilador no se puede llevar a cabo de manera adecuada con la consideración dada a las condiciones de instalación reales. Por el contrario, en este sistema de ciclo de refrigeración, el foco está colocado en la cantidad total de energía de entrada o cambio de la misma cuando se ha cambiado la magnitud de estado de refrigeración actual. En consecuencia, la unidad de control es capaz de llevar a cabo un control adecuado con la consideración dada a las condiciones de instalación reales.

De acuerdo con este sistema de ciclo de refrigeración, se reduce la cantidad de información que se debe especificar de antemano, se reduce la carga de procesamiento computacional, se pueden reflejar las diferencias en las condiciones de instalación reales, y es posible permitir un estado operacional, en la que la cantidad total requerida de energía de entrada se reduce al mínimo, para estabilizarse con rapidez.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el primer aspecto, en el que la unidad de control actualiza el valor de la magnitud de estado diana de refrigerante en un intervalo en el que la anchura de cambio en la capacidad requerida por el intercambiador de calor del lado de uso que satisface una condición de capacidad predeterminada.

De acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, el intervalo que satisface la condición de capacidad predeterminada puede ser de un intervalo predeterminado que contiene un valor alcanzado por medio del cómputo, por ejemplo, un coeficiente de proporcionalidad \times la diferencia de temperatura ΔT , que es la diferencia entre la temperatura del refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor del lado de uso y la temperatura del aire que fluye alrededor del intercambiador de calor del lado de uso, \times el volumen del flujo de aire (o un valor obtenido por medio de la multiplicación de una constante y la energía de entrada y a los accionadores en la unidad de suministro de fluido del lado de uso). Por ejemplo, con el fin de mantener la capacidad con un intervalo predeterminado, la energía de entrada a los accionadores de la unidad de suministro de fluido del lado de uso se incrementa, por lo que la capacidad se mantiene dentro del intervalo predeterminado cuando la temperatura de evaporación en el intercambiador de calor del lado de uso ha incrementado, la temperatura de evaporación es un ejemplo de la magnitud de estado de refrigeración.

En este sistema de ciclo de refrigeración, es posible asegurar un ahorro de energía y reducir al mínimo la carga de procesamiento computacional dentro de un intervalo que satisface una condición de capacidad predeterminada.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el primer o el segundo aspecto, que además comprende una unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor para el suministro de un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor. Los accionadores tienen un primer accionador para el accionamiento del compresor y un segundo accionador para el accionamiento de la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor. La unidad de almacenamiento almacena una primera expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el primer accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura a la que se condensa el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, o la información para la creación de la primera expresión relacional, y una segunda expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el segundo accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura de condensación, o la información para la creación de la segunda expresión relacional. El medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración adquiere el valor actual de la temperatura a la que se condensa el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración. La unidad de control obtiene, con base en la primera expresión relacional y la segunda expresión relacional, la suma de la energía introducida en el primer accionador y el segundo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida. La unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de condensación de manera tal que la suma de la energía introducida en el primer accionador y el segundo accionador sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el primer accionador y el segundo accionador sea un valor bajo. La unidad de control controla el segundo accionador cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador y controla el primer accionador cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador, de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación. El sistema de ciclo de refrigeración puede estar configurado para permitir la conmutación selectiva entre “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador” y “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”. El medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración no está limitado en particular; por ejemplo, un sensor de presión puede estar dispuesto en el circuito de refrigeración en una posición donde el refrigerante se condensa, y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como una temperatura de saturación que corresponde a la presión comprobada por el sensor de presión, o un sensor de temperatura puede estar dispuesto en una porción donde se produce la condensación y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como la temperatura detectada por el sensor de temperatura.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, el control se lleva a cabo con el foco en la cantidad total de energía de entrada o el cambio de la misma cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual. En consecuencia, el nuevo estado operacional se puede estabilizar con rapidez debido a que la fluctuación en el valor diana de control de la temperatura de condensación es baja en relación con la fluctuación de la capacidad, incluso en el caso postulado de que la capacidad requerida en el intercambiador de calor haya cambiado de manera considerable.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el tercer aspecto, en el que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor está proporcionado en una pluralidad. Una pluralidad de compresores está proporcionada de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor. La unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor está proporcionada en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor. El primer accionador está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de compresores. El segundo accionador está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor. La unidad de almacenamiento almacena, para cada uno de la pluralidad de primeros accionadores, la primera expresión relacional o la información para la creación de la primera expresión relacional, y almacena, para cada uno de la pluralidad de segundos accionadores, la segunda expresión relacional o la información para la creación de la segunda expresión relacional. La unidad de control obtiene, con base en una pluralidad de primeras expresiones relacionales y una pluralidad de segundas expresiones relacionales, la suma de la energía introducida en la pluralidad de primeros accionadores y la pluralidad de segundos accionadores para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida. La unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de condensación de manera tal que la suma de la energía introducida en la pluralidad de primeros accionadores y la pluralidad de segundos accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de primeros accionadores y la pluralidad de segundos accionadores sea un valor bajo. La unidad de control controla la pluralidad de segundos accionadores de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, una pluralidad de primeros accionadores y una pluralidad de segundos accionadores están proporcionadas de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor. Por lo tanto, incluso cuando se proporciona una pluralidad de tres o más accionadores, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional, simplemente por medio del suministro, para cada accionador en una base individual, de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en los accionadores en relación con el valor diana de control de la temperatura de condensación, o la información para la creación de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en los accionadores en relación con el valor diana de control de la temperatura de condensación, y el almacenamiento de la expresión relacional o la información para la creación de una expresión relacional en una unidad de almacenamiento.

De manera ordinaria, la energía de entrada requerida por el compresor es mayor que la energía de entrada requerida por el ventilador u otra unidad de suministro de fluido, y la energía de entrada al compresor constituye la mayoría de la cantidad total de energía de entrada. Sin embargo, en un sistema en el que se proporciona una pluralidad de unidades de suministro de fluido, también está presente una pluralidad de segundos accionadores para el accionamiento de las unidades de suministro de fluido, y cuando el número de segundos accionadores es alto, la energía de entrada a las unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor constituye una mayor proporción de la cantidad total de energía de entrada. En consecuencia, el efecto de la reducción de la cantidad total de energía de entrada se puede alcanzar de manera más adecuada por medio del control descrito con anterioridad.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el tercer o el cuarto aspecto, en el que la unidad de control calcula la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el primer accionador y el segundo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de condensación.

Los valores se obtienen y se totalizan para cada expresión relacional en el caso de que una pluralidad de primeros accionadores y/o segundos accionadores estén presentes.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, es posible determinar con facilidad la direccionalidad y la magnitud del cambio en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha de llevar a cabo un cambio a partir de la temperatura de condensación actual. Con ello se hace posible actualizar la temperatura de condensación diana con la consideración dada a la direccionalidad y la extensión de incremento o disminución en el cambio en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha de llevar a cabo un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo con mayor precisión.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera del tercer al quinto aspecto, en el que la unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de condensación y, a partir de ese entonces, actualiza de manera adicional el valor diana de control de la temperatura de condensación cuando se han satisfecho las condiciones de espera predeterminadas.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, una actualización adicional para el valor diana de control de la temperatura de condensación no se lleva a cabo hasta que las condiciones de espera predeterminadas estén satisfechas. En consecuencia, el trabajo de actualización se puede hacer más significativo porque el trabajo para la actualización a un nuevo valor diana se puede llevar a cabo después de que el estado del sistema de ciclo de refrigeración ha cambiado de manera adecuada.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un séptimo aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el primer o el segundo aspecto, que además comprende: una unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor para el suministro de un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor, y una unidad de suministro de fluido del lado de uso para el suministro de un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor del lado de uso. Los accionadores tienen un tercer accionador para el accionamiento del compresor, un cuarto accionador para el accionamiento de la unidad de suministro de fluido del lado de uso, y un quinto accionador para el accionamiento de la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor. La unidad de almacenamiento almacena una tercera expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el tercer accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura a la que se evapora el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración. o la información para la creación de la tercera expresión relacional; y una cuarta expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el cuarto accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura de evaporación, o la información para la creación de la cuarta expresión relacional. El medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración adquiere el valor actual de la temperatura a la que se evapora el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración. La unidad de control obtiene, con base en la tercera

expresión relacional y la cuarta expresión relacional, la suma de la energía introducida en el tercer accionador y el cuarto accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida. La unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de evaporación de manera tal que la suma de la energía introducida en el tercer accionador y el cuarto accionador sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador y el cuarto accionador sea un valor bajo. La unidad de control controla el tercer accionador cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador y controla el quinto accionador cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador, de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. El sistema de ciclo de refrigeración puede estar configurado para permitir la conmutación selectiva entre “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador” y “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”. El medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración no está limitado en particular, y, por ejemplo, un sensor de presión puede estar dispuesto en el circuito de refrigeración en una posición donde el refrigerante se evapora, y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como una temperatura de saturación que corresponde a la presión comprobada por el sensor de presión, o un sensor de temperatura puede estar dispuesto en una porción donde se produce la evaporación y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como la temperatura detectada por el sensor de temperatura.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, el control se lleva a cabo con el foco en la cantidad total de energía de entrada o el cambio de la misma cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual. En consecuencia, el nuevo estado operacional se puede estabilizar con rapidez debido a que la fluctuación en el valor diana de control de la temperatura de evaporación es baja en relación con la fluctuación de la capacidad, incluso en el caso postulado de que la capacidad requerida en el intercambiador de calor haya cambiado de manera considerable.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un octavo aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el séptimo aspecto, en el que el intercambiador de calor del lado de uso está proporcionado en una pluralidad. La unidad de suministro de fluido del lado de uso también está proporcionada en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de uso. El cuarto accionador está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de uso. La unidad de almacenamiento almacena la cuarta expresión relacional o la información para la creación de la cuarta expresión relacional para cada uno de la pluralidad de cuartos accionadores. La unidad de control obtiene, con base en la tercera expresión relacional y una pluralidad de las cuartas expresiones relacionales, la suma o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador y la pluralidad de cuartos accionadores para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual. La unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de evaporación de manera tal que la suma de la energía introducida en el tercer accionador y la pluralidad de cuartos accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador y la pluralidad de cuartos accionadores es un valor bajo. La unidad de control controla el tercer accionador cuando los intercambiadores de calor del lado de uso funcionan como evaporadores y controla el quinto accionador cuando los intercambiadores de calor del lado de uso funcionan como condensadores, de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. El sistema de ciclo de refrigeración puede estar configurado para permitir la conmutación selectiva entre “cuando los intercambiadores de calor del lado de uso funcionan como evaporadores” y “cuando los intercambiadores de calor del lado de uso funcionan como condensadores”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando los intercambiadores de calor del lado de uso funcionan como evaporadores”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando los intercambiadores de calor del lado de uso funcionan como condensadores”. En este caso, el tercer accionador puede estar presente en la pluralidad de la misma manera que el cuarto accionador, y la unidad de almacenamiento puede almacenar la tercera expresión relacional o la información para la creación de la tercera expresión relacional para cada uno de la pluralidad de terceros accionadores.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, se proporciona una pluralidad de cuartos accionadores de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de uso. Por lo tanto, incluso cuando se proporciona una pluralidad de tres o más accionadores, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional, simplemente por medio del suministro, para cada accionador en una base individual, de una expresión relacional o la información para la creación de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en los accionadores en relación con el valor diana de control de la temperatura de evaporación, y el almacenamiento de la expresión relacional o la información para la creación de la expresión relacional en una unidad de almacenamiento.

De manera ordinaria, la energía de entrada requerida por el compresor es mayor que la energía de entrada

requerida por el ventilador u otra unidad de suministro de fluido, y la energía de entrada al compresor constituye la mayoría de la cantidad total de energía de entrada. Sin embargo, en un sistema en el que se proporciona una pluralidad de unidades de suministro de fluido, también está presente una pluralidad de cuartos accionadores para el accionamiento de las unidades de suministro de fluido, y cuando el número de cuartos accionadores es alto, la energía de entrada a las unidades de suministro de fluido del lado de uso constituye una mayor proporción de la cantidad total de energía de entrada. En consecuencia, el efecto de la reducción de la cantidad total de energía de entrada se puede alcanzar de manera más adecuada por medio del control descrito con anterioridad.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un noveno aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el séptimo u octavo aspecto, en el que la unidad de control calcula la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador y el cuarto accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de evaporación.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, es posible determinar con facilidad la direccionalidad y la magnitud del cambio en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha de llevar a cabo un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual. Con ello se hace posible actualizar la temperatura de evaporación diana con la consideración dada a la direccionalidad y la extensión de incremento o disminución en el cambio en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha de llevar a cabo un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo con mayor precisión.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un décimo aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera del séptimo al noveno aspecto, en el que la unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de evaporación y, a partir de ese entonces, actualiza de manera adicional el valor diana de control de la temperatura de evaporación cuando se han satisfecho las condiciones de espera predeterminadas.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, una actualización adicional para el valor diana de control de la temperatura de evaporación no se lleva a cabo hasta que las condiciones de espera predeterminadas estén satisfechas. En consecuencia, el trabajo de actualización se puede hacer más significativo porque el trabajo para la actualización a un nuevo valor diana se puede llevar a cabo después de que el estado del sistema de ciclo de refrigeración ha cambiado de manera adecuada.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un décimo primer aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el primer o el aspecto, que además comprende una unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor y una unidad de suministro de fluido del lado de uso. La unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor suministra un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor. La unidad de suministro de fluido del lado de uso suministra un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor del lado de uso. Los accionadores tienen un sexto accionador para el accionamiento del compresor, séptimo accionador para el accionamiento de la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor, y un octavo accionador para el accionamiento de la unidad de suministro de fluido del lado de uso. La unidad de almacenamiento almacena una sexta expresión relacional de condensación que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el sexto accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura a la que se condensa el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, o la información para la creación de la sexta expresión relacional de condensación; una sexta expresión relacional de evaporación muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el sexto accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura a la que se evapora el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, o la información para la creación de la sexta expresión relacional de evaporación; séptima expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el séptimo accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura de condensación, o la información para la creación de la séptima expresión relacional; y una octava expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el octavo accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura de evaporación. El medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración adquiere el valor actual de la temperatura de condensación y el valor actual de la temperatura de evaporación del refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración. La unidad de control obtiene, con base en la sexta expresión relacional de condensación y la séptima expresión relacional, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y el séptimo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y calcula tres valores relacionados con la temperatura de condensación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de condensación, el valor negativo del valor, y 0. La unidad de control obtiene, con base en la sexta expresión relacional de evaporación y la octava expresión relacional, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y el octavo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y calcula tres valores relacionados con la temperatura de evaporación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de evaporación, el valor negativo del

valor, y 0. La unidad de control especifica una combinación que tiene un valor mínimo entre las combinaciones de las sumas de los tres valores relacionados con la temperatura de condensación y los tres valores relacionados con la temperatura de evaporación. La unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación al tener reflejados el valor relacionado con la temperatura de condensación y el valor relacionado con la temperatura de evaporación de la combinación especificada en la temperatura de condensación actual y la temperatura de evaporación actual, respectivamente. Cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador, la unidad de control controla el séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. Cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador, la unidad de control controla el sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. El sistema de ciclo de refrigeración puede estar configurado para permitir la conmutación selectiva entre “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador” y “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”. El medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración no está limitado en particular, y, por ejemplo, un sensor de presión puede estar dispuesto en el circuito de refrigeración en una posición donde el refrigerante se condensa, y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como una temperatura de saturación que corresponde a la presión comprobada por el sensor de presión, o un sensor de temperatura puede estar dispuesto en una porción donde se produce la condensación y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como la temperatura detectada por el sensor de temperatura. También, en relación con la temperatura de evaporación, un sensor de presión puede estar dispuesto en el circuito de refrigeración en una posición donde el refrigerante se evapora, y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como una temperatura de saturación que corresponde a la presión comprobada por el sensor de presión, o un sensor de temperatura puede estar dispuesto en una porción donde se produce la evaporación y la magnitud de estado de refrigeración se puede adquirir como la temperatura detectada por el sensor de temperatura.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, el control se lleva a cabo con el foco en la cantidad total de energía de entrada o el cambio de la misma cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación y la temperatura de evaporación actual. En consecuencia, el nuevo estado operacional se puede estabilizar con rapidez debido a que la fluctuación en el valor diana de control de la temperatura de condensación y la fluctuación en el valor diana de control de la temperatura de evaporación son bajas en relación con la fluctuación de la capacidad, incluso en el caso postulado de que la capacidad requerida en el intercambiador de calor haya cambiado de manera considerable.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un décimo segundo aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo primer aspecto, en el que el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor está proporcionado en una pluralidad. Una pluralidad de compresores está proporcionada de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor. Una pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor está proporcionada de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor. El sexto accionador está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de compresores. El séptimo accionador está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor. La unidad de almacenamiento almacena la sexta expresión relacional de condensación o la información para la creación de la sexta expresión relacional de condensación para cada uno de la pluralidad de sextos accionadores, almacena la sexta expresión relacional de evaporación o la información para la creación de la sexta expresión relacional de evaporación para cada uno de la pluralidad de sextos accionadores, y almacena la séptima expresión relacional o la información para la creación de la séptima expresión relacional para cada uno de la pluralidad de séptimos accionadores. La unidad de control obtiene, con base en la pluralidad de sextas expresiones relacionales de condensación y la pluralidad de séptimas expresiones relacionales, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de sextos accionadores y la pluralidad de séptimos accionadores para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y de ese modo calcula tres valores relacionados con la temperatura de condensación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de condensación, el valor negativo del valor, y 0. La unidad de control obtiene, con base en la pluralidad de sextas expresiones relacionales de evaporación y la pluralidad de octavas expresiones relacionales, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de sextos accionadores y la pluralidad de octavos accionadores para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y de ese modo calcula tres valores relacionados con la temperatura de evaporación

obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de evaporación, el valor negativo del valor, y 0. La unidad de control especifica una combinación que tiene un valor mínimo entre las combinaciones de las sumas de los tres valores relacionados con la temperatura de condensación y los tres valores relacionados con la temperatura de evaporación. La unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación al tener reflejados el valor relacionado con la temperatura de condensación y el valor relacionado con la temperatura de evaporación de la combinación especificada en la temperatura de condensación actual y la temperatura de evaporación actual, respectivamente. Cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador, la unidad de control controla el séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. Cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador, la unidad de control controla el sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. El sistema de ciclo de refrigeración puede estar configurado para permitir la conmutación selectiva entre “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador” y “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”, o puede estar configurado de manera tal que permita sólo “cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador”.

En este caso, el octavo accionador puede estar presente en la pluralidad de la misma manera que el séptimo accionador, y la unidad de almacenamiento puede almacenar la octava expresión relacional o la información para la creación de la octava expresión relacional para cada uno de la pluralidad de octavos accionadores.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, una pluralidad de sextos accionadores y una pluralidad de séptimos accionadores se proporcionan de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor. Por lo tanto, incluso cuando se proporcionan tres o más accionadores, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional, simplemente por medio del suministro, para cada accionador en una base individual, de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de la energía introducida en el accionador en relación con el valor diana de control de la temperatura de condensación, o la información para la creación de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en los accionadores en relación con el valor diana de control de la temperatura de condensación, y una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en el accionador en relación con el valor diana de control de la temperatura de evaporación, o la información para la creación de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en los accionadores en relación con el valor diana de control de la temperatura de evaporación, y el almacenamiento de la expresión relacional o la información para la creación de la expresión relacional en una unidad de almacenamiento.

De manera ordinaria, la energía de entrada requerida por el compresor es mayor que la energía de entrada requerida por el ventilador u otra unidad de suministro de fluido, y la energía de entrada al compresor constituye la mayoría de la cantidad total de energía de entrada. Sin embargo, en un sistema en el que se proporciona una pluralidad de unidades de suministro de fluido, también está presente una pluralidad de séptimos accionadores para el accionamiento de las unidades de suministro de fluido, y cuando el número de séptimos accionadores es alto, la energía de entrada a las unidades de suministro de fluido del lado de uso constituye una mayor proporción de la cantidad total de energía de entrada. En consecuencia, el efecto de la reducción de la cantidad total de energía de entrada se puede alcanzar de manera más adecuada por medio del control descrito con anterioridad.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un décimo tercer aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo primer aspecto, en el que el intercambiador de calor del lado de uso está proporcionado en una pluralidad. La unidad de suministro de fluido del lado de uso también está proporcionada en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de uso. El octavo accionador está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de uso. La unidad de almacenamiento almacena la octava expresión relacional o la información para la creación de la octava expresión relacional para cada uno de la pluralidad de octavos accionadores. La unidad de control obtiene, con base en la sexta expresión relacional de condensación y la séptima expresión relacional, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y en el séptimo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y de ese modo calcula tres valores relacionados con la temperatura de condensación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de condensación, el valor negativo del valor, y 0. La unidad de control obtiene, con base en la sexta expresión relacional de evaporación y la pluralidad de octavas expresiones relacionales, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y la pluralidad de octavos accionadores para

el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y de ese modo calcula tres valores relacionados con la temperatura de evaporación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de evaporación, el valor negativo del valor, y 0. La unidad de control especifica una combinación que tiene un valor mínimo entre las combinaciones de las sumas de los tres valores relacionados con la temperatura de condensación y los tres valores relacionados con la temperatura de evaporación. La unidad de control actualiza el valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación al tener reflejados el valor relacionado con la temperatura de condensación y el valor relacionado con la temperatura de evaporación de la combinación especificada en la temperatura de condensación actual y la temperatura de evaporación actual, respectivamente. Cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador, la unidad de control controla el séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. Cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador, la unidad de control controla el sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación. El sistema de ciclo de refrigeración puede estar configurado para permitir la conmutación selectiva entre "cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador" y "cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador", o puede estar configurado de manera tal que permita sólo "cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un evaporador", o puede estar configurado de manera tal que permita sólo "cuando el intercambiador de calor del lado de uso funciona como un condensador".

Con este sistema de ciclo de refrigeración, una pluralidad de octavos accionadores se proporciona de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de uso. Por lo tanto, incluso cuando se proporciona una pluralidad de tres o más accionadores, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional, simplemente por medio del suministro, para cada accionador en una base individual, de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en el accionador en relación con el valor diana de control de la temperatura de condensación, o la información para la creación de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en los accionadores en relación con el valor diana de control de la temperatura de condensación, y una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en el accionador en relación con el valor diana de control de la temperatura de evaporación, o la información para la creación de una expresión relacional que muestra la relación de la cantidad de energía introducida en los accionadores en relación con el valor diana de control de la temperatura de evaporación, y el almacenamiento de la expresión relacional o la información para la creación de la expresión relacional en una unidad de almacenamiento.

De manera ordinaria, la energía de entrada requerida por el compresor es mayor que la energía de entrada requerida por el ventilador u otra unidad de suministro de fluido, y la energía de entrada al compresor constituye la mayoría de la cantidad total de energía de entrada. Sin embargo, en un sistema en el que se proporciona una pluralidad de unidades de suministro de fluido, también está presente una pluralidad de octavos accionadores para el accionamiento de las unidades de suministro de fluido, y cuando el número de octavos accionadores es alto, la energía de entrada a las unidades de suministro de fluido del lado de uso constituye una mayor proporción de la cantidad total de energía de entrada. En consecuencia, el efecto de la reducción de la cantidad total de energía de entrada se puede alcanzar de manera más adecuada por medio del control descrito con anterioridad.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un décimo cuarto aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera del décimo primer al décimo tercer aspecto, en el que la unidad de control calcula la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y el séptimo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de condensación. La unidad de control calcula la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y el octavo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de evaporación.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, es posible determinar con facilidad la direccionalidad y la magnitud del cambio en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha de llevar a cabo un cambio a partir de la temperatura de condensación actual y/o a partir de la temperatura de evaporación actual. Con ello se hace posible actualizar la temperatura de condensación diana y la temperatura de evaporación diana con la consideración dada a

la direccionalidad y la extensión de incremento o disminución en el cambio en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha de llevar a cabo un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y la direccionalidad y la extensión de incremento o disminución en el cambio en la energía de entrada a los accionadores cuando se ha de llevar a cabo un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo con mayor precisión.

El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con un décimo quinto aspecto de la presente invención es el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera del décimo primer al décimo cuarto aspecto, en el que después de la actualización del valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación, la unidad de control actualiza de manera adicional el valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación cuando se han satisfecho las condiciones de espera predeterminadas.

Con este sistema de ciclo de refrigeración, una actualización adicional para el valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación no se lleva a cabo hasta que las condiciones de espera predeterminadas estén satisfechas. En consecuencia, el trabajo de actualización se puede hacer más significativo porque el trabajo para la actualización a un nuevo valor diana se puede llevar a cabo después de que el estado del sistema de ciclo de refrigeración ha cambiado de manera adecuada.

<Efectos ventajosos de la invención>

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, se reduce la cantidad de información que se debe especificar de antemano, se reduce la carga de procesamiento computacional, se pueden reflejar las diferencias en las condiciones de instalación reales, y es posible permitir un estado operacional, en el que la cantidad total requerida de energía de entrada se reduce al mínimo, para estabilizarse con rapidez.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, es posible asegurar un ahorro de energía y reducir al mínimo la carga de procesamiento computacional dentro de un intervalo que satisface una condición de capacidad predeterminada.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención, el nuevo estado operacional se puede estabilizar con rapidez.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el cuarto aspecto de la presente invención, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional, simplemente por medio del suministro de una expresión relacional para cada accionador en una base individual y el almacenamiento de la expresión relacional en una unidad de almacenamiento.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el quinto aspecto de la presente invención, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo con mayor precisión.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el sexto aspecto de la presente invención, el trabajo de actualización se puede hacer más significativo porque el trabajo para la actualización a un nuevo valor diana se puede llevar a cabo después de que el estado del sistema de ciclo de refrigeración ha cambiado de manera adecuada.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el séptimo aspecto de la presente invención, el nuevo estado operacional se puede estabilizar con rapidez.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el octavo aspecto de la presente invención, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional, simplemente por medio del suministro de una expresión relacional para cada accionador en una base individual y el almacenamiento de la expresión relacional en una unidad de almacenamiento.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el noveno aspecto de la presente invención, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo con mayor precisión.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo aspecto de la presente invención, el trabajo de actualización se puede hacer más significativo porque el trabajo para la actualización a un nuevo valor diana se puede llevar a cabo después de que el estado del sistema de ciclo de refrigeración ha cambiado de manera adecuada.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo primer aspecto de la presente invención, el nuevo estado operacional se puede estabilizar con rapidez.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo segundo aspecto de la presente invención, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional, simplemente por medio del suministro de una expresión relacional para cada accionador en una

base individual y el almacenamiento de la expresión relacional en una unidad de almacenamiento.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo tercer aspecto de la presente invención, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo sin un incremento que acompaña en la carga de procesamiento computacional.

- 5 En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo cuarto aspecto de la presente invención, el control de ahorro de energía se puede llevar a cabo con mayor precisión.

En el sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con el décimo quinto aspecto de la presente invención, el trabajo de actualización se puede hacer más significativo porque el trabajo para la actualización a un nuevo valor diana se puede llevar a cabo después de que el estado del sistema de ciclo de refrigeración ha cambiado de manera adecuada.

10

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de circuito de refrigeración del sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la primera forma de realización.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de acuerdo con la primera forma de realización.

- 15 La Figura 3 es un diagrama del PH de acuerdo con la primera forma de realización.

La Figura 4 es un diagrama de control de ahorro de energía por el uso de la técnica de diferenciación de primer orden de acuerdo con la primera forma de realización.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de condensación de acuerdo con la primera forma de realización.

- 20 La Figura 6 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación de acuerdo con la primera forma de realización.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación como de la temperatura de evaporación de acuerdo con la primera forma de realización.

- 25 La Figura 8 es un diagrama de circuito de refrigeración del sistema de ciclo de refrigeración de la segunda forma de realización.

La Figura 9 es un diagrama de bloques de la segunda forma de realización.

La Figura 10 es un diagrama del PH de acuerdo con la segunda forma de realización.

- 30 La Figura 11 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de condensación de acuerdo con la segunda forma de realización.

La Figura 12 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación de acuerdo con la segunda forma de realización.

- 35 La Figura 13 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación como de la temperatura de evaporación de acuerdo con la segunda forma de realización.

La Figura 14 es un diagrama de circuito de refrigeración del sistema de ciclo de refrigeración de la tercera forma de realización.

La Figura 15 es un diagrama de bloques de la tercera forma de realización.

La Figura 16 es un diagrama del PH de acuerdo con la tercera forma de realización.

- 40 La Figura 17 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de condensación de acuerdo con la tercera forma de realización.

La Figura 18 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación de acuerdo con la tercera forma de realización.

- 45 La Figura 19 es un diagrama de flujo de control del control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación como de la temperatura de evaporación de acuerdo con la tercera forma de realización.

Descripción de formas de realización

(1) Primera forma de realización

Un ejemplo del sistema de ciclo de refrigeración de una primera forma de realización de la presente invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos.

5 La Figura 1 muestra un diagrama de circuito de refrigeración de un sistema de ciclo de refrigeración 100. La Figura 2 muestra un diagrama de bloques. La Figura 3 muestra un diagrama del PH.

(1-1) Configuración general del sistema de ciclo de refrigeración 100

El sistema de ciclo de refrigeración 100 está provisto de un circuito de refrigeración 10, en el que una unidad exterior 1 y una unidad interior 4 están conectadas a través de una tubería de comunicación del refrigerante.

10 El circuito de refrigeración 10 está configurado con un compresor 15, una válvula de conmutación de cuatro vías 16, un intercambiador de calor exterior 17, una válvula de expansión exterior 18, una válvula de expansión interior 46, y un intercambiador de calor interior 45 que están conectados entre sí. El circuito de refrigeración 10 es capaz de conmutar entre y ejecutar una operación de enfriamiento del aire y una operación de calentamiento del aire por el uso del estado de conexión de la válvula de conmutación de cuatro vías 16. Durante la operación de enfriamiento del
 15 aire, la válvula de conmutación de cuatro vías 16 se encuentra en el estado conectado indicado por la línea continua en la Figura 1, y un ciclo de refrigeración se lleva a cabo en el cual un refrigerante se hace circular en secuencia a través del compresor 15, la válvula de conmutación de cuatro vías 16, el intercambiador de calor exterior 17, la válvula de expansión exterior 18, la válvula de expansión interior 46, el intercambiador de calor interior 45, la válvula de conmutación de cuatro vías 16, y el compresor 15. La válvula de conmutación de cuatro vías 16 se encuentra en
 20 el estado de conexión indicado por la línea de puntos durante la operación de calentamiento del aire.

No sólo el compresor 15, la válvula de conmutación de cuatro vías 16, el intercambiador de calor exterior 17, y la válvula de expansión exterior 18 descritas con anterioridad están dispuestos dentro de la unidad exterior 1, sino también están dispuesto en la misma un ventilador exterior 19, un sensor de temperatura exterior 11, un sensor de temperatura del refrigerante de descarga 12, un sensor de presión del refrigerante de descarga 13, y un sensor de
 25 temperatura del intercambiador de calor exterior 14. Un motor de accionamiento del compresor 15m, un motor del ventilador exterior 19m, una primera CPU exterior 1a, una primera unidad de almacenamiento exterior 1b, y una primera unidad de comunicación exterior 1c además están dispuestos dentro de la unidad exterior 1. El sensor de temperatura exterior 11 detecta la temperatura del aire exterior antes de su paso a través del interior del intercambiador de calor exterior 17, y envía la información acerca de la temperatura exterior a la primera CPU exterior 1a. El sensor de temperatura del refrigerante de descarga 12 detecta la temperatura del refrigerante que fluye a través del lado de descarga del compresor 15, y envía la información acerca de la temperatura del refrigerante de descarga a la primera CPU exterior 1a. El sensor de presión del refrigerante de descarga 13 detecta la presión del refrigerante que fluye a través del lado de descarga del compresor 15, y envía la información acerca de la presión del refrigerante de descarga a la primera CPU exterior 1a. El sensor de temperatura del intercambiador de calor exterior 14 detecta la temperatura del refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor exterior 17, y envía la información acerca de la temperatura del intercambiador de calor exterior a la primera CPU exterior 1a. El motor de accionamiento del compresor 15m es un accionador para el compresor 15, el motor del ventilador exterior 19m es un accionador para el ventilador exterior 19, y estos motores funcionan bajo el control de la primera CPU exterior 1a. La primera unidad de comunicación exterior 1c está conectada a una primera unidad de comunicación interior 41 en la unidad interior 4 y a una unidad de comunicación del control remoto 91 de un controlador 9 a través de una línea de transmisión, y lleva a cabo el intercambio de información. Una expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c , una expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c , una expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e , y otras expresiones relacionales se almacenan en la primera unidad de almacenamiento exterior 1b y se utilizan en el control de ahorro de energía llevado a cabo por una unidad de control 7 que se describe más adelante. En la Figura 4, la línea que conecta la trama de formas de diamante muestra la expresión relacional para el caso en el que el eje horizontal representa la temperatura de condensación T_c y el eje vertical representa la energía de entrada P al motor del ventilador exterior 19m. También en la Figura 4, la línea que conecta la trama de cuadrados muestra la expresión relacional para el caso en el que el eje horizontal representa la temperatura de condensación T_c y el eje vertical representa la energía de entrada P al motor de accionamiento del compresor 15m. La línea que conecta la trama de triángulos en la Figura 4 muestra la expresión relacional para el caso en el que el eje horizontal representa la temperatura de condensación T_c y el eje vertical representa el total de la energía de entrada P al motor del ventilador exterior 19m y la energía de entrada P al motor de accionamiento del compresor 15m. Además, la línea que conecta la trama de marcas \times en la Figura 4 muestra la expresión relacional para el caso en el que el eje horizontal representa la temperatura de condensación T_c y el eje vertical representa la velocidad de rotación (rpm) del motor del ventilador exterior 19m de manera tal que corresponda a la línea que conecta la trama de formas de diamante. En este ejemplo, el total de la energía de entrada se puede minimizar cuando la temperatura de condensación está a una temperatura de condensación mínima T_{cx} , pero hay casos en los que una diana de temperatura de
 60

condensación no se puede llevar a la temperatura de condensación mínima Tcx porque se da consideración a las limitaciones y similares relacionadas con el mantenimiento de la capacidad que se describe más adelante.

El método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación Tc no está limitado en particular; es posible especificar la expresión relacional en la forma de, por ejemplo, la fórmula (1) a continuación.

<Fórmula 1>

$$\frac{dP_{\text{Ventilador exterior}}}{dTc} = \frac{dP_{\text{Ventilador exterior}}}{dN} \cdot \frac{dN}{dGa} \cdot \frac{dGa}{dTc}$$

En la fórmula, el término $dP_{\text{Ventilador exterior}}/dN$ se puede obtener por medio de la diferenciación de una fórmula de característica de entrada del ventilador (por ejemplo, $P_{\text{Ventilador exterior}} = C_1N^3 + C_2N^2 + C_3N$), que se establece por cada actuación del motor del ventilador exterior 19m, a una velocidad de rotación N.

10 El término dN/dGa se puede obtener por medio de la diferenciación de la fórmula de característica de volumen de flujo de aire del ventilador (en el ámbito considerado en la presente forma de realización, la velocidad de rotación N y el volumen del flujo de aire Ga se pueden considerar como que están en una relación proporcional), que está determinada por cada tipo de ventilador exterior 19 en un volumen del flujo de aire Ga.

15 El término dGa/Tc se puede obtener por medio de la diferenciación de la fórmula de característica del intercambiador de calor (una expresión relacional establecida por la relación de $\Delta T \times$ volumen del flujo de aire Ga de capacidad, donde ΔT es la diferencia entre la temperatura del refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor y la temperatura del aire que fluye alrededor del intercambiador de calor (es decir, un coeficiente de proporcionalidad \times la diferencia de temperatura ΔT , que es la diferencia entre la temperatura del refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor y la temperatura del aire que fluye alrededor del intercambiador de calor, \times volumen del flujo de aire Ga)) a la temperatura de condensación Tc bajo condiciones de capacidad constante ($Q = \text{const}$).

20 No se requiere que la propia expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación Tc sea almacenada en la primera unidad de almacenamiento exterior 1b, y, por ejemplo, la fórmula de característica de entrada del ventilador (por ejemplo, $P_{\text{Ventilador exterior}} = C_1N^3 + C_2N^2 + C_3N$), la fórmula de característica de volumen del flujo de aire del ventilador, y la fórmula de característica del intercambiador de calor se pueden almacenar (la primera información puede ser almacenada) en la primera unidad de almacenamiento exterior 1b o en otra ubicación. La unidad de control 7 puede procesar estas fórmulas en la forma de información para de este modo producir una expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación Tc.

30 El método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación Tc no está limitado en particular; es posible especificar la expresión relacional en la forma de, por ejemplo, la fórmula (2) a continuación.

<Fórmula 2>

$$\frac{dP_{\text{Comp}}}{dTc} = \text{fc}(R, Te, Tc)$$

35 En la fórmula, el término $\text{fc}(R, Te, Tc)$ se puede expresar como una fórmula de regresión que incluye la frecuencia de accionamiento R (r/min) del compresor, la temperatura de evaporación Te, y la temperatura de condensación Tc como parámetros, y la fórmula se puede diferenciar por el uso de la temperatura de condensación Tc y/o la temperatura de evaporación Te. La fórmula de regresión se puede expresar por otra parte por el uso del grado de sobrecalentamiento SH como un parámetro.

40 La expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación Tc se puede establecer, de acuerdo con lo apropiado, por aquéllos con experiencia en la técnica por medio de experimentación por el uso de un ciclo de refrigeración y un ordenador con la consideración dada a, por ejemplo, el hecho de que: se requiere un incremento de la energía de entrada de una manera acorde a una frecuencia de activación superior; se requiere un incremento de la energía introducida en el motor de accionamiento del compresor 15m de una manera acorde a una mayor presión diferencial entre la presión de admisión y la presión de descarga del compresor 15 (es decir, de una manera acorde a una mayor proporción de compresión); la temperatura de saturación del refrigerante a la presión de descarga está relacionada con la temperatura de condensación Tc; y la temperatura de saturación del refrigerante a la presión de admisión está relacionada con la temperatura de evaporación Te. La expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación Tc se puede expresar como una expresión polinómica que incluye la temperatura de condensación Tc y la temperatura de evaporación Te como parámetros, y la expresión relacional se puede diferenciar por el uso de la temperatura de condensación Tc y la

temperatura de evaporación T_e .

El método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e no está limitado en particular; es posible especificar la expresión relacional en la forma de, por ejemplo, la fórmula (3) a continuación.

<Fórmula 3>

$$\frac{dP_{Comp}}{dT_e} = fe(R, T_e, T_c)$$

5

En la fórmula, el término $fe(R, T_e, T_c)$ se puede expresar como una fórmula de regresión que incluye la frecuencia de accionamiento R (r/min) del compresor, la temperatura de evaporación T_e , y la temperatura de condensación T_c como parámetros, y la fórmula se puede diferenciar por el uso de la temperatura de condensación T_c y/o la temperatura de evaporación T_e . La fórmula de regresión se puede expresar por otra parte por el uso del grado de sobrecalentamiento SH como un parámetro.

10

El término $fc(R, T_e, T_c)$ y el término $fe(R, T_e, T_c)$ se pueden expresar como la misma fórmula de regresión.

No sólo la válvula de expansión interior 46 y el intercambiador de calor interior 45 están dispuestos en la unidad interior 4, sino también están dispuestos en su interior un ventilador interior 47, un sensor de temperatura del intercambiador de calor interior 44, y un sensor de temperatura interior 49. Un motor del ventilador interior 47m, una primera unidad de comunicación interior 41, una primera unidad de almacenamiento interior 42, y una primera CPU interior 43, además, en la unidad interior 4. El sensor de temperatura del intercambiador de calor interior 44 detecta la temperatura del refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor interior 45, y envía la información acerca de la temperatura del refrigerante de intercambio de calor interior a la primera CPU interior 43. El sensor de temperatura interior 49 detecta la temperatura del aire en el interior antes de su paso a través del intercambiador de calor interior 45, y envía la información acerca de la temperatura interior a la primera CPU interior 43. El motor del ventilador interior 47m es un accionador del ventilador interior 47 y es accionado bajo el control de la primera CPU interior 43. La primera unidad de comunicación interior 41 está conectada a la primera unidad de comunicación exterior 1c de la unidad exterior 1 a través de una línea de transmisión y lleva a cabo diversos intercambios de información. La primera unidad de almacenamiento interior 42 almacena una expresión relacional o similar de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e , y se utiliza en el control de ahorro de energía llevado a cabo por una unidad de control 7 que se describe más adelante.

15

20

25

El método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e no está limitado en particular; es posible especificar la expresión relacional en la forma de, por ejemplo, la fórmula (4) a continuación.

30

<Fórmula 4>

$$\frac{dP_{Ventilador\ interior}}{dT_e} = \frac{dP_{Ventilador\ interior}}{dN} \cdot \frac{dN}{dGa} \cdot \frac{dGa}{dT_e}$$

En la fórmula, el término $dP_{Ventilador\ interior}/dN$ se puede obtener por medio de la diferenciación de la fórmula de característica de entrada del ventilador (por ejemplo, $P_{Ventilador\ interior} = C_4N^3 + C_5N^2 + C_6N$), que se establece por la actuación de cada motor del ventilador interior 47m, a una velocidad de rotación N .

35

El término dN/dGa se puede obtener por medio de la diferenciación de la fórmula de característica de volumen de flujo de aire del ventilador (en el ámbito considerado en la presente forma de realización, la velocidad de rotación N y el volumen del flujo de aire G_a se pueden considerar como que están en una relación proporcional), que está determinada por cada tipo de ventilador interior 47, a un volumen del flujo de aire G_a .

40

El término dGa/T_e se puede obtener por medio de la diferenciación de la fórmula de característica del intercambiador de calor (una expresión relacional establecida por la relación de $\Delta T \times$ volumen del flujo de aire G_a de capacidad, donde ΔT es la diferencia entre la temperatura del refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor y la temperatura del aire que fluye alrededor del intercambiador de calor), que se establece para cada tipo de intercambiador de calor por el uso del intercambiador de calor interior 45, a la temperatura de evaporación T_e .

45

No se requiere que la expresión relacional para la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e sea almacenada en la primera unidad de almacenamiento interior 42, y, por ejemplo, la fórmula de característica de entrada del ventilador (por ejemplo, $P_{Ventilador\ interior} = C_4N^3 + C_5N^2 + C_6N$), la fórmula de característica de volumen del flujo de aire del ventilador, y la fórmula de característica del intercambiador de calor se pueden almacenar (la primera información puede ser almacenada) en la primera unidad de almacenamiento interior 42 o en otra ubicación. La unidad de control 7 puede procesar estas fórmulas en la forma de información para de este modo producir una expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador

50

interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e .

El controlador 9 tiene una unidad de comunicación del control remoto 91 conectada a la primera unidad de comunicación exterior 1c a través de una línea de transmisión, una unidad de almacenamiento del control remoto 92, una CPU del control remoto 93, y una unidad de salida de visualización 94, que es una unidad de visualización de cristal líquido. La unidad de almacenamiento del control remoto 92 guarda la información y similares sobre las condiciones de ajuste introducidas por un usuario. La CPU del control remoto 93 transmite diversa información de configuración y similares recibida del usuario a la primera unidad de comunicación exterior 1c a través de una línea de transmisión, da salida a la información recibida de la primera unidad de comunicación exterior 1c a la unidad de salida de visualización 94 y muestra la información como información de caracteres, y lleva a cabo otro procesamiento.

La unidad de control 7 está configurada por una conexión mutua a través de una línea de transmisión de: la primera CPU exterior 1a, la primera unidad de almacenamiento exterior 1b, y la primera unidad de comunicación exterior 1c en la unidad exterior 1; la primera unidad de comunicación interior 41, la primera unidad de almacenamiento interior 42, y la primera CPU interior 43 en la unidad interior 4; y la unidad de comunicación del control remoto 91, la unidad de almacenamiento del control remoto 92, y la CPU del control remoto 93 en el controlador 9, de acuerdo con lo mostrado en la Figura 2. La unidad de control 7 cambia el estado del refrigerante en la forma indicada por, por ejemplo, el diagrama del PH que se muestra en la Figura 3 para llevar a cabo un ciclo de refrigeración en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 100. En este caso, la unidad de control 7 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m, el grado de apertura de la válvula de expansión exterior 18 y la válvula de expansión interior 46, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m. El proceso para el cómputo del valor diana de la temperatura de condensación y/o la temperatura de evaporación actualizada de la manera descrita a continuación se puede llevar a cabo por medio de cualquier CPU, y se puede llevar a cabo por medio de, por ejemplo, la primera CPU exterior 1a en la unidad exterior 1.

(1-1-1) Control de operación de enfriamiento del aire

Durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 7 controla el grado de apertura de la válvula de expansión interior 46 de manera tal que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante de salida del intercambiador de calor interior 45 (o el refrigerante de admisión del compresor 15) sea constante, mientras que la válvula de expansión exterior 18 se controla de manera tal que esté en un estado completamente abierto.

También durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 7 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m del compresor 15 de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana más reciente (la temperatura de evaporación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

También durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 7 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m del ventilador exterior 19 de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana más reciente (la temperatura de condensación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

Además, durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 7 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 4.

(1-1-2) Control de operación de calentamiento del aire

Durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 7 controla el grado de apertura de la válvula de expansión exterior 18 de manera tal que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante de salida del intercambiador de calor exterior 17 (o el refrigerante de admisión del compresor 15) sea constante, mientras que la válvula de expansión interior 46 se establece en un estado completamente abierto.

También durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 7 también controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m del compresor 15 de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana más reciente (la temperatura de condensación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

También durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 7 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m del ventilador exterior 19 de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana más reciente (la temperatura de evaporación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

Además, durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 7 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 4.

(1-2) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c

A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 100. En una operación de calentamiento del aire, el motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, y el motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana, y la temperatura de condensación diana actualizada T_c se mantiene dentro de un intervalo que permite que se mantenga la capacidad del intercambiador de calor interior 45. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

La Figura 5 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c llevada a cabo por la unidad de control 7.

Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de condensación diana actual a una temperatura de condensación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m a menos que el nivel actual.

En el paso S10, la unidad de control 7 controla el motor del ventilador exterior 19m y el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para iniciar la ejecución del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

En el paso S11, la unidad de control 7 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual. De manera específica, $P_{\text{Ventilador exterior}}/dT_c$ ($T_c = T_{c1}$) se determina la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual T_{c1} para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c (el valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual T_{c1} en la expresión relacional obtenida en el diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación), de acuerdo con lo mostrado en la Figura 4.

En el paso S12, la unidad de control 7 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual. De manera específica, dP_{Comp}/dT_c ($T_c = T_{c1}$) se determina la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual T_{c1} para la expresión relacional de la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c (el valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual T_{c1} en la expresión relacional obtenida en el diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación), de acuerdo con lo mostrado en la Figura 4.

En el paso S13, la unidad de control 7 calcula el total de: el valor (el valor comprobado en el paso S11) obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual T_{c1} en una expresión relacional obtenida por el uso de la temperatura de condensación para llevar a cabo un diferencial de primer orden de la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c ; y el valor (el valor comprobado en el paso S12), obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual T_{c1} en una expresión relacional obtenida por el uso de la temperatura de condensación para llevar a cabo un diferencial de primer orden de la expresión relacional de la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c .

En el paso S14, la unidad de control 7 multiplica el total obtenido en el paso S13 por una constante predeterminada K_c mientras que invierte el signo para calcular la cantidad de cambio en la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual. De manera específica, la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación diana se determina de la manera mostrada en la fórmula (5) a continuación.

<Fórmula 5>

$$\Delta T_{cs} = - \frac{K_c}{P_{ahora}} \cdot \frac{dP_{Total}}{dT_c}$$

5 En la fórmula, P_{ahora} es el total actual de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m. El término dP_{Total}/dT_c es el total calculado en el paso S13. La constante predeterminada K_c es una constante para la regulación de la velocidad de cambio en la temperatura de condensación diana y es un valor establecido de antemano. En este caso, la razón para la inversión del signo es actualizar la temperatura de condensación diana a la dirección de reducción cuando la pendiente es positiva, y actualizar la temperatura de condensación diana a la dirección de incremento cuando la pendiente es negativa.

10 En el paso S15, la unidad de control 7 añade la cantidad de cambio ΔT_{cs} en la temperatura de condensación diana comprobada en el paso S14 a la temperatura de condensación actual para actualizar la temperatura de condensación diana.

15 En el paso S16, la unidad de control 7 controla el motor del ventilador exterior 19m con el fin de alcanzar la temperatura de condensación diana T_{c2} actualizada en el paso S15. De manera específica, la unidad de control 7 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana actualizada. Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de condensación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, cambie como un resultado.

20 En el paso S17, la unidad de control 7 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de condensación diana T_{c2} . A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S11 y el procesamiento continúa.

(1-3) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e

25 A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 100. El control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e se puede dejar proceder al mismo tiempo que el control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c descrita con anterioridad, y en tal caso, el tiempo para el procesamiento de los controles de ahorro de energía con preferencia se compensa. En una operación de calentamiento del aire, el motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, y el motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

35 La Figura 6 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía llevado a cabo por la unidad de control 7 por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e .

Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de evaporación diana actual a una temperatura de evaporación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m a menos que el nivel actual.

40 En el paso S20, la unidad de control 7 controla el motor del ventilador interior 47m y el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para el control de ahorro de energía llevada a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

En el paso S21, la unidad de control 7 calcula la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el nivel actual en un intervalo en el que la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45 no se vuelve insuficiente.

50 La unidad de control 7 calcula la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45 con base en el ajuste de temperatura establecido para la unidad interior 4, la temperatura interior detectada por el sensor de temperatura interior 49, el valor actual de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m, y la fórmula de característica del intercambiador de calor del intercambiador de calor interior 45 (con mayor preferencia, también la fórmula de característica de entrada del ventilador del motor del ventilador interior 47m).

5 En el paso S22, la unidad de control 7 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior}}$ al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior}}$ al motor del ventilador interior 47m cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual. De manera específica, se determina la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual T_e para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador}}$ al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e (el valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en la expresión relacional obtenida en el diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación).

15 En el paso S23, la unidad de control 7 obtiene la expresión relacional del diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual. De manera específica, se determina la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual para la expresión relacional de la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación (el valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en la expresión relacional obtenida en el diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación).

25 En el paso S24, la unidad de control 7 calcula el total de: el valor (el valor comprobado en el paso S22) obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en una expresión relacional obtenida por el uso de la temperatura de evaporación para llevar a cabo un diferencial de primer orden de la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador}}$ al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e ; y el valor (el valor comprobado en el paso S23) obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en una expresión relacional obtenida por el uso de la temperatura de evaporación para llevar a cabo un diferencial de primer orden de la expresión relacional de la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e .

30 En el paso S25, la unidad de control 7 multiplica el total obtenido en el paso S24 por una constante predeterminada K_e mientras que invierte el signo para calcular la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual. De manera específica, la cantidad de cambio ΔT_{es} en la temperatura de evaporación diana se determina de la manera mostrada en la fórmula (6) a continuación.

<Fórmula 6>

$$\Delta T_{es} = - \frac{K_e}{P_{\text{ahora}}} \cdot \frac{dP_{\text{Total}}}{dT_e}$$

35 En la fórmula, P_{ahora} es el total actual de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m. El término dP_{Total}/dT_e es el total calculado en el paso S24. La constante predeterminada K_e es una constante para la regulación de la velocidad de cambio en la temperatura de evaporación diana y es un valor establecido de antemano. En este caso, la razón para la inversión del signo es actualizar la temperatura de evaporación diana a la dirección de reducción cuando la pendiente es positiva, y actualizar la temperatura de evaporación diana a la dirección de incremento cuando la pendiente es negativa.

40 En el paso S26, la unidad de control 7 compara la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación calculada en el paso S21 y la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación T_e obtenida en el paso S25, y especifica la cantidad de cambio más pequeña. La cantidad de cambio en la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual y eso permite que la energía se guarde y se pueden determinar de este modo en un intervalo en el que la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45 no será insuficiente.

En el paso S27, la unidad de control 7 añade la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación diana comprobada en el paso S26 a la temperatura de evaporación actual para actualizar la temperatura de evaporación diana.

50 En el paso S28, la unidad de control 7 controla el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de alcanzar la temperatura de evaporación diana actualizada en el paso S27. De manera específica, la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada.

55 Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de evaporación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, cambie

como un resultado.

En el paso S29, la unidad de control 7 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de evaporación diana. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S21 y el procesamiento continúa.

- 5 (1-4) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y la temperatura de evaporación T_e

10 A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 100. En una operación de calentamiento del aire, el motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, el motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana, y la temperatura de condensación actualizada T_c se mantiene dentro de un intervalo que permite que se mantenga la capacidad del intercambiador de calor interior 45. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

15 La Figura 7 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e llevada a cabo por la unidad de control 7.

20 Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de condensación diana actual y la temperatura de evaporación diana actual a una temperatura de condensación diana y una temperatura de evaporación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m, y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m a menos que el nivel actual.

25 En el paso S30, la unidad de control 7 controla el motor del ventilador exterior 19m, el motor del ventilador interior 47m y el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para el control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial.

30 La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

35 En el paso S31, la unidad de control 7 calcula la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación diana que se puede incrementar desde el nivel actual en un intervalo en el que la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45 no será insuficiente. En este caso, la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación se calcula como un valor negativo cuando no hay libertad de acción en la capacidad del intercambiador de calor interior 45 y se debe reducir la temperatura de evaporación T_e (es decir, cuando se debe incrementar la capacidad).

La capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45 se calcula por medio de la unidad de control 7 con base en el ajuste de temperatura establecido para la unidad interior 4, la temperatura interior detectada por el sensor de temperatura interior 49, y el valor actual de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m.

40 En el paso S32, la unidad de control 7 proporciona tres valores para la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual, y también proporciona tres valores para la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual.

45 De manera específica, los siguientes valores de a) a c) se proporcionan como la cantidad de cambio ΔT_e a la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual.

a) $A(T_{\text{Temperatura interior}} - T_e)$

b) $-A(T_{\text{Temperatura interior}} - T_e)$

c) 0

50 En este caso, A es una constante igual a o menor que 1 para la regulación de la temperatura de evaporación, y es un valor establecido de antemano (se puede configurar en un intervalo de, por ejemplo, de 0,03 a 0,05 como un intervalo preferido). T_e es la temperatura de evaporación actual. $T_{\text{Temperatura interior}}$ es la temperatura detectada por el sensor de temperatura interior 49. Además, a) corresponde a un cambio que incrementa la temperatura de evaporación diana, b) corresponde a un cambio que reduce la temperatura de evaporación diana, y c) corresponde a cuando no se modifica la temperatura de evaporación diana.

De manera específica, los siguientes valores de e) a g) se proporcionan como la cantidad de cambio ΔT_c a la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual.

e) $B (T_c - T_{\text{Temperatura exterior}})$

f) $-B (T_c - T_{\text{Temperatura exterior}})$

5 g) 0

10 En este caso, B es una constante igual a o menor que 1 para la regulación de la temperatura de condensación, y es un valor establecido de antemano (se puede configurar en un intervalo de, por ejemplo, de 0,03 a 0,05 como un intervalo preferido). T_c es la temperatura de condensación actual. $T_{\text{Temperatura exterior}}$ es la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 11. También, e) corresponde a un cambio que incrementa la temperatura de condensación diana, f) corresponde a un cambio que reduce la temperatura de condensación diana, y g) corresponde a cuando no se modifica la temperatura de condensación diana.

15 En el paso S33, la unidad de control 7 procesa nueve combinaciones disponibles a partir de las tres “cantidades de cambio ΔT_e a la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual” y las tres “cantidades de cambio ΔT_c a la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual”, proporcionadas con anterioridad y excluye las combinaciones que exceden la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación calculada en el paso S31.

20 En el paso S34, la unidad de control 7 determina si las nueve combinaciones se han excluido en el paso S33. Un ejemplo de un caso en el que todas las combinaciones estarían excluidas es cuando no hay libertad de acción en la capacidad del intercambiador de calor interior 45, se debe reducir la temperatura de evaporación T_e , y se ha calculado la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación para ser un valor negativo en el paso S31. Cuando se ha determinado que se han excluido las nueve combinaciones, el proceso prosigue al paso S35. Cuando no hay combinaciones excluidas o cuando se ha excluido una porción de las nueve combinaciones, el proceso prosigue al paso S37.

25 En el paso S35, la unidad de control 7 establece el valor obtenido por medio del cambio de la temperatura de evaporación actual por la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación calculada en el paso S31 para ser la temperatura de evaporación diana actualizada. La unidad de control 7 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada, y el proceso prosigue al paso S36. Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de evaporación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, cambie como un resultado.

35 En el paso S36, la unidad de control 7 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de evaporación diana. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S31 y el procesamiento continúa.

En el paso S37, la unidad de control 7 calcula el total de la cantidad de cambio en la energía de entrada para cada una de las combinaciones restantes que no fueron excluidas en el paso S34 de entre las nueve combinaciones descritas con anterioridad.

40 De manera específica, la unidad de control 7 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{ventilador interior}}$ al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 47m. La unidad de control 7 además obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de evaporación. La unidad de control 7 a continuación obtiene el total de las pendientes de las tangentes, que es el total de la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 47m y la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de evaporación. Por otra parte, la unidad de control 7 multiplica el total de las pendientes de las tangentes por el valor de a), b) y c) para cada combinación para calcular de este modo la cantidad de cambio en la energía de entrada asumida para el caso en el que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.

55 La unidad de control 7 lleva a cabo el mismo procesamiento para la temperatura de condensación T_c . En otras palabras, la unidad de control 7 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la

temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador exterior 19m. La unidad de control 7 además obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de condensación. La unidad de control 7 a continuación obtiene el total de las pendientes de las tangentes, que es el total de la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador exterior 19m y la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de condensación. Por otra parte, la unidad de control 7 multiplica el total de las pendientes de las tangentes por el valor de e), f) y g) para cada combinación para calcular de este modo la cantidad de cambio en la energía de entrada asumida para el caso en el que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual.

De acuerdo con lo anterior, se calcula el total de las cantidades de cambio en la energía de entrada para cada una de las combinaciones restantes que no fueron excluidas en el paso S34. Se especifica la combinación en la que el total de las cantidades de cambio en la energía de entrada está en el valor mínimo, la combinación es la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación y la cantidad de cambio en la temperatura de condensación.

En el paso S38, la unidad de control 7 refleja la combinación de la cantidad de cambio en la temperatura de condensación y la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación especificada en el paso S37 para tener la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada, y actualiza la temperatura de condensación diana al mismo tiempo que actualiza la temperatura de evaporación diana. En otras palabras, el valor obtenido por medio de la adición de la cantidad de cambio en la temperatura de evaporación, que se ha especificado como la combinación que tiene la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada en el paso S37, a la temperatura de evaporación actual se utiliza como la temperatura de evaporación diana actualizada. Además, el valor obtenido por medio de la adición de la cantidad de cambio en la temperatura de condensación, que se ha especificado como la combinación que tiene la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada en el paso S37, a la temperatura de condensación actual se utiliza como la temperatura de condensación diana actualizada. La unidad de control 7 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana actualizada, y controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada. De este modo, el control se lleva a cabo de manera tal que se actualicen la temperatura de evaporación diana y la temperatura de condensación diana del ciclo de refrigeración, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, cambie como un resultado.

En el paso S39, la unidad de control 7 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se establezca en la temperatura de evaporación diana actualizada y la temperatura de condensación diana actualizada. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S31 y el procesamiento continúa.

(1-5) Características de la primera forma de realización

Por ejemplo, cuando se ha incrementado la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m para el accionamiento del ventilador exterior 19, se reduce la presión en el lado de alta presión del ciclo de refrigeración, y la proporción de compresión en el compresor 15 se reduce en consecuencia porque se reduce la diferencia entre la alta presión y la baja presión. De este modo, se reduce la energía de entrada requerida en el motor de accionamiento del compresor 15m. De esta manera, la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m, el motor de accionamiento del compresor 15m, y otros componentes están correlacionados, y hay condiciones de operación capaces de mantener la energía de entrada tan baja como sea posible.

En el sistema de ciclo de refrigeración 100 de la primera forma de realización descrita con anterioridad, los cambios en la energía de entrada a cada accionador cuando se cambia la magnitud de estado de refrigeración se comprueba a partir de expresiones relacionales o similares almacenadas de antemano en la unidad de almacenamiento o similar, y el valor diana se puede actualizar a una magnitud de estado de refrigeración para la cual la operación de ahorro de energía es posible con base en la direccionalidad y la extensión de cambio en la cantidad total de energía de entrada requerida cuando se ha cambiado la magnitud de estado de refrigeración.

En un sistema convencional en el que el contenido de control de los accionadores se registra de antemano en correspondencia con todas las condiciones de operación, el control puede reflejar sólo la materia considerada de antemano en el momento en que el sistema está diseñado, y el contenido de control de los accionadores para los que se fija el efecto de ahorro de energía se determina que es máximo en el momento de diseño para cada

condición de operación. En consecuencia, en un sistema convencional, el contenido del control no se puede establecer de manera tal que corresponda al entorno de instalación o similar, y el efecto de ahorro de energía inicialmente previsto puede no ser necesariamente optimizado cuando el sistema está en realidad instalado y puesto en funcionamiento. En contraste, en el sistema de ciclo de refrigeración 100 de la primera forma de realización descrita con anterioridad, se determina si el control para el incremento o el control para la reducción del valor diana de control de la temperatura de condensación y/o la temperatura de evaporación se debe llevar a cabo con el fin de reducir la energía de entrada actual en un estado en el que el sistema está estabilizado. En otras palabras, en cada estado estable, la direccionalidad de control que permite que la energía de entrada sea reducida desde el nivel actual se encuentra y se hace que sea la diana actualizada. Por lo tanto, en el sistema de ciclo de refrigeración 100, la realización de dicho control hace que sea posible buscar de manera continua durante las condiciones de operación que tienen mayor efecto de ahorro de energía, y es posible obtener condiciones de operación en las que la cantidad total de energía de entrada necesaria se mantiene baja en vista de las condiciones de instalación reales. También, dado que está modificado en un caso tal la temperatura de condensación y/o la temperatura de evaporación, la fluctuación se puede mantener baja en comparación con la fluctuación de la energía introducida en los accionadores (cuando la entrada del accionador se controla como un valor diana, se duplica el valor diana cuando la salida se modifica a partir de la salida al 50% a la salida máxima, y si bien la anchura de fluctuación es alta, el establecimiento de la temperatura de condensación y/o la temperatura de evaporación sea el valor diana hace posible mantener la anchura de fluctuación en un valor pequeño de aproximadamente ± 1 °C). De este modo, las condiciones de operación en las que se alcanza el efecto de ahorro de energía se pueden estabilizar con rapidez. En términos de los datos necesarios para tal control de ahorro de energía, se puede reducir la cantidad de información requerida para ser establecida de antemano, dado que, en comparación con el caso en que el contenido de control para cada accionador que corresponde a todas las condiciones de operación se almacena de antemano como en un sistema convencional, es suficiente simplemente grabar las fórmulas de características para cada accionador y las expresiones relacionales para ello. Por otra parte, se puede reducir la carga de procesamiento computacional debido a que la direccionalidad y la extensión de cambio en la cantidad total de energía de entrada se pueden determinar para el control de ahorro de energía por el uso de magnitudes de estado del refrigerante, tales como la temperatura de condensación y/o la temperatura de evaporación, en un procesamiento simple para las funciones derivadas totales en las que han sido totalizadas las energías de entrada de los accionadores.

El proceso descrito con anterioridad se puede llevar a cabo dentro del intervalo de la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45.

En el sistema de ciclo de refrigeración 100 de la forma de realización descrita con anterioridad, cuando el valor diana se ha de actualizar a una magnitud de estado de refrigeración capaz de la operación de ahorro de energía, la actualización se lleva a cabo de acuerdo con una predicción con base en una expresión relacional o similar en lugar de por medio de la determinación de la tendencia (la tendencia en la capacidad de ahorro de energía) cuando el valor diana se ha cambiado por la realización de la operación, mientras que en realidad varía el valor diana, y en lugar de por medio de la realización de la operación en la que el valor diana se ha variado realmente. De este modo, la tendencia se puede predecir sin cambiar realmente el valor diana, y por lo tanto es posible aproximar un estado operacional óptimo con buena eficiencia.

(2) Segunda forma de realización

Un ejemplo del sistema de ciclo de refrigeración de una segunda forma de realización de la presente invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos.

La Figura 8 muestra un diagrama de circuito de refrigeración de un sistema de ciclo de refrigeración 200. La Figura 9 muestra un diagrama de bloques. La Figura 10 muestra un diagrama del PH.

(2-1) Configuración general del sistema de ciclo de refrigeración 200

El sistema de ciclo de refrigeración 200 está provisto de un circuito de refrigeración 210 en el que una unidad interior 5 y una unidad interior 6 se han añadido en paralelo al circuito de refrigeración 10 del sistema de ciclo de refrigeración 100 en la primera forma de realización descrita con anterioridad. Se utilizan los mismos números de referencia para esencialmente los mismos elementos que en la primera forma de realización, y se omite su descripción.

Una expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e se proporciona para cada una de las unidades interiores 4, 5, 6 y se guarda en la primera unidad de almacenamiento exterior 1b en la unidad exterior 1. Un ejemplo específico de la expresión relacional es el mismo que en la primera forma de realización.

Una válvula de expansión interior 56, un intercambiador de calor interior 55, un ventilador interior 57, un sensor de temperatura del intercambiador de calor interior 54, y un sensor de temperatura interior 59 están dispuestos dentro de la unidad interior 5. Un motor del ventilador interior 57m, una segunda unidad de comunicación interior 51, una segunda unidad de almacenamiento interior 52, y una segunda CPU interior 53 además están dispuestos dentro de la unidad interior 5. El sensor de temperatura del intercambiador de calor interior 54 detecta la temperatura del

refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor interior 55, y envía la información acerca de la temperatura del refrigerante de intercambio de calor interior a la segunda CPU interior 53. El sensor de temperatura interior 59 detecta la temperatura del aire en el interior antes de su paso a través del intercambiador de calor interior 55, y envía la información acerca de la temperatura interior a la segunda CPU interior 53. El motor del ventilador interior 57m es un accionador del ventilador interior 57 y es accionado bajo el control de la segunda CPU interior 53. La segunda unidad de comunicación interior 51 está conectada a la primera unidad de comunicación interior 41 de la primera unidad interior 4 y a una tercera unidad de comunicación interior 61 de una tercera unidad interior 6 a través de una línea de transmisión y lleva a cabo diversos intercambios de información. La segunda unidad de almacenamiento interior 52 almacena una expresión relacional o similar de la energía de entrada al motor del ventilador interior 57m en relación con la temperatura de evaporación T_e , y se utiliza en el control de ahorro de energía llevado a cabo por una unidad de control 207 que se describe más adelante. El método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador interior 57m en relación con la temperatura de evaporación T_e es el mismo que en la forma de realización descrita con anterioridad.

Una válvula de expansión interior 66, un intercambiador de calor interior 65, un ventilador interior 67, un sensor de temperatura del intercambiador de calor interior 64, y un sensor de temperatura interior 69 están dispuestos en la unidad interior 6. Un motor del ventilador interior 67m, una tercera unidad de comunicación interior 61, una tercera unidad de almacenamiento interior 62, y una tercera CPU interior 63 además están dispuestos en el interior de la unidad interior 6. El sensor de temperatura del intercambiador de calor interior 64 detecta la temperatura del refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor interior 65, y envía la información acerca de la temperatura del refrigerante de intercambio de calor interior a la tercera CPU interior 63. El sensor de temperatura interior 69 detecta la temperatura del aire en el interior antes de su paso a través del intercambiador de calor interior 65, y envía la información acerca de la temperatura interior a la tercera CPU interior 63. El motor del ventilador interior 67m es un accionador del ventilador interior 67 y es accionado bajo el control de la tercera CPU interior 63. La tercera unidad de comunicación interior 61 está conectada a la segunda unidad de comunicación interior 51 de la segunda unidad interior 5 a través de una línea de transmisión y lleva a cabo diversos intercambios de información. La tercera unidad de almacenamiento interior 62 almacena una expresión relacional o similar de la energía de entrada al motor del ventilador interior 67m en relación con la temperatura de evaporación T_e , y se utiliza en el control de ahorro de energía llevado a cabo por una unidad de control 207 que se describe más adelante. El método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador interior 67m en relación con la temperatura de evaporación T_e es el mismo que en la forma de realización descrita con anterioridad.

La unidad de control 207 de la presente forma de realización configurada por la conexión mutua de la primera CPU exterior 1a, la primera unidad de almacenamiento exterior 1b, y la primera unidad de comunicación exterior 1c de la unidad exterior 1; la primera unidad de comunicación interior 41, la primera unidad de almacenamiento interior 42, y la primera CPU interior 43 en la unidad interior 4; la segunda unidad de comunicación interior 51, la segunda unidad de almacenamiento interior 52, y la segunda CPU interior 53 de la unidad interior 5; la tercera unidad de comunicación interior 61, la tercera unidad de almacenamiento interior 62, y la tercera CPU interior 63 de la unidad interior 6; y la unidad de comunicación del control remoto 91, la unidad de almacenamiento del control remoto 92, y la CPU del control remoto 93 en el controlador 9 a través de una línea de transmisión, de acuerdo con lo mostrado en la Figura 9. La unidad de control 207 cambia el estado del refrigerante en la forma indicada por, por ejemplo, el diagrama del PH que se muestra en la Figura 10 para llevar a cabo un ciclo de refrigeración en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 200. En este caso, la unidad de control 207 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m, el grado de apertura de la válvula de expansión exterior 18 y la válvula de expansión interior 46, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m, el grado de apertura de la válvula de expansión interior 56, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m, el grado de apertura de la válvula de expansión interior 66, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m.

(2-1-1) Control de operación de enfriamiento del aire

Durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 207 controla el grado de apertura de las válvulas de expansión interior 46, 56, 66 de manera tal que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante de admisión del compresor 15 sea constante en el mismo valor, mientras que la válvula de expansión exterior 18 se controla de manera tal que esté en un estado completamente abierto.

También durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 207 también controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m del compresor 15 de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana más reciente (la temperatura de evaporación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

También durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 207 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m del ventilador exterior 19 de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana más reciente (la temperatura de condensación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

Además, durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 207 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 4, controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 5, y controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 6.

(2-1-2) Control de operación de calentamiento del aire

Durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 207 controla el grado de apertura de la válvula de expansión exterior 18 de manera tal que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante de admisión del compresor 15 sea constante, mientras que las válvulas de expansión interior 46, 56, 66 se ajustan en un estado completamente abierto.

También durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 207 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m del compresor 15 de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana más reciente (la temperatura de condensación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

También durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 207 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m del ventilador exterior 19 de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana más reciente (la temperatura de evaporación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

Además, durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 207 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 4, controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 5, y controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 6.

(2-2) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación Tc

A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación Tc en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 200. En una operación de calentamiento del aire, el motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, el motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana, y la temperatura de condensación diana actualizada Tc se mantiene dentro de un intervalo que permite que se mantenga la capacidad de los intercambiadores de calor interiores 45, 55, 65. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

La Figura 11 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación Tc llevada a cabo por la unidad de control 207.

Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de condensación diana actual a una temperatura de condensación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m a menos que el nivel actual.

En el paso S40, la unidad de control 207 controla el motor del ventilador exterior 19m y el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para iniciar la ejecución del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación Tc a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

En el paso S41, la unidad de control 207 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor exterior 17 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación Tc. El método para la obtención de la expresión relacional del diferencial de primer orden no está limitado en particular; es posible, por ejemplo, considerar dN/dGa como una constante y obtener dGa/dTc por el uso de la fórmula $Ga = Q/(K \times (Tc - T))$, que se establece a partir de la relación de la capacidad Q = la constante de proporcionalidad K × la diferencia de temperatura ΔT entre el refrigerante y el aire × el volumen del flujo de aire Ga, que de ese modo hace posible obtener la expresión relacional del diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación en condiciones en las cuales la

- capacidad Q del intercambiador de calor exterior 17 se mantiene constante. La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual. De manera específica, $P_{\text{Ventilador exterior}}/dT_c$ se determina como la pendiente de la tangente a la temperatura de condensación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c (el valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual T_{c1} en la expresión relacional obtenida en el diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación).
- En el paso S42, la unidad de control 207 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor exterior 17 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual. De manera específica, dP_{Comp}/dT_c se determina la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual T_{c1} para la expresión relacional de la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c (el valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual T_{c1} en la expresión relacional obtenida en el diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación).
- En el paso S43, la unidad de control 207 calcula el total de: el valor (el valor comprobado en el paso S41) obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual en una expresión relacional obtenida por el uso de la temperatura de condensación para llevar a cabo un diferencial de primer orden de la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c ; y el valor (el valor comprobado en el paso S42) obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual en una expresión relacional obtenida por el uso de la temperatura de condensación para llevar a cabo un diferencial de primer orden de la expresión relacional de la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c .
- En el paso S44, la unidad de control 207 multiplica el total obtenido en el paso S43 por una constante predeterminada K_c mientras que invierte el signo para calcular la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual (de la misma manera que en la primera forma de realización).
- En el paso S45, la unidad de control 207 añade la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación diana comprobada en el paso S44 a la temperatura de condensación actual para actualizar la temperatura de condensación diana.
- En el paso S46, la unidad de control 207 controla el motor del ventilador exterior 19m con el fin de alcanzar la temperatura de condensación diana actualizada. De manera específica, la unidad de control 207 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana actualizada. Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de condensación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.
- En el paso S47, la unidad de control 207 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de condensación diana. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S41 y el procesamiento continúa.
- (2-3) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e
- A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 200. El control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e se puede dejar proceder al mismo tiempo que el control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c descrita con anterioridad, y en tal caso, el tiempo para el procesamiento de los controles de ahorro de energía con preferencia se compensa. En una operación de calentamiento del aire, el motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, y el motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de

enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

La Figura 12 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía llevado a cabo por la unidad de control 207 por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e .

- 5 Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de evaporación diana actual a una temperatura de evaporación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 57m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 67m, y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m a menos que el nivel actual.

- 10 En el paso S50, la unidad de control 207 controla el motor del ventilador interior 47m, el motor del ventilador interior 57m, el motor del ventilador interior 67m y el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para el control de ahorro de energía llevada a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

En el paso S51, la unidad de control 207 calcula la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el nivel actual en un intervalo en el que la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45 no se vuelve insuficiente.

- 20 La unidad de control 207 calcula la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45 con base en el ajuste de temperatura establecido para la unidad interior 4, la temperatura interior detectada por el sensor de temperatura interior 49, el valor actual de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m, y la fórmula de característica del intercambiador de calor del intercambiador de calor interior 45 (con mayor preferencia, también la fórmula de característica de entrada del ventilador del motor del ventilador interior 47m).

- 25 De la misma manera, la unidad de control 207 calcula la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el nivel actual en un intervalo en el que la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 55 no se vuelve insuficiente. La unidad de control 207 calcula la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 55 con base en el ajuste de temperatura establecido para la unidad interior 5, la temperatura interior detectada por el sensor de temperatura interior 59, el valor actual de la energía de entrada al motor del ventilador interior 57m, y la fórmula de característica del intercambiador de calor del intercambiador de calor interior 55 (con mayor preferencia, también la fórmula de característica de entrada del ventilador del motor del ventilador interior 57m).

- 35 Además, la unidad de control 207 calcula la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el nivel actual en un intervalo en el que la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 65 no se vuelve insuficiente. La unidad de control 207 calcula la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 65 con base en el ajuste de temperatura establecido para la unidad interior 6, la temperatura interior detectada por el sensor de temperatura interior 69, el valor actual de la energía de entrada al motor del ventilador interior 67m, y la fórmula de característica del intercambiador de calor del intercambiador de calor interior 65 (con mayor preferencia, también la fórmula de característica de entrada del ventilador del motor del ventilador interior 67m).

- 40 La unidad de control 207 selecciona, además, el valor más bajo de entre los valores de la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el nivel actual, de acuerdo con lo calculado para las unidades interiores 4, 5, 6, y establece el valor seleccionado como ΔT_{e_s} . En este caso, por medio de la especificación de ΔT_{e_s} que tiene el valor mínimo de la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el valor actual asegura que nunca haya capacidad insuficiente en cualquiera de las unidades interiores 4, 5, 6.

En el paso S52, la unidad de control 207 obtiene la suma de las tendencias del cambio (pendientes de la tangente) en la energía introducida en los motores del ventilador interior 47m, 57m, 67m de las unidades interiores 4, 5, 6.

- 50 En primer lugar, la unidad de control 207 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación T_e en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor interior 45 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 1}}$ (por ejemplo, $P_{\text{Ventilador interior 1}} = y_1 N^3 + y_2 N^2 + y_3 N$) al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e , y sustituye la temperatura de evaporación actual en la expresión relacional de un diferencial de primer orden para determinar la tendencia del cambio de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 1}}$ al motor del ventilador interior 47m (la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 1}}$ al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.

De la misma manera, la unidad de control 207 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación T_e en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor interior 55 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 2}}$ (por ejemplo, $P_{\text{Ventilador interior 2}} = y_4 N^3 + y_5 N^2 + y_6 N$, que puede ser exactamente la misma que o diferente de $P_{\text{Ventilador interior 1}}$) al motor del ventilador interior 57m en relación con la temperatura de evaporación T_e , y sustituye la temperatura de evaporación actual en la expresión relacional de un diferencial de primer orden para determinar la tendencia del cambio de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 2}}$ al motor del ventilador interior 57m (la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 2}}$ al motor del ventilador interior 57m en relación con la temperatura de evaporación T_e) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.

La unidad de control 207 además obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación T_e en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor interior 65 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 3}}$ (por ejemplo, $P_{\text{Ventilador interior 3}} = y_7 N^3 + y_8 N^2 + y_9 N$, que puede ser exactamente la misma que o diferente de $P_{\text{Ventilador interior 1}}$ y/o $P_{\text{Ventilador interior 2}}$) al motor del ventilador interior 67m en relación con la temperatura de evaporación T_e , y sustituye la temperatura de evaporación actual en la expresión relacional de un diferencial de primer orden para determinar la tendencia del cambio de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 3}}$ al motor del ventilador interior 67m (la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 3}}$ al motor del ventilador interior 67m en relación con la temperatura de evaporación T_e) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.

La unidad de control 207 obtiene la suma por medio de la totalización de los valores de las pendientes de la tangente obtenidos para cada una de las unidades interiores 4, 5, 6.

En el paso S53, la unidad de control 207 obtiene la expresión relacional del diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación T_e para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m (la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual para la expresión relacional de la energía de entrada P_{Comp} al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.

En el paso S54, la unidad de control 207 calcula el total del valor comprobado en el paso S52 y el valor comprobado en el paso S53.

En el paso S55, la unidad de control 207 multiplica el total obtenido en el paso S54 por una constante predeterminada K_e mientras que invierte el signo para calcular la cantidad de cambio ΔT_{e_b} en la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual, de la misma manera que en la primera forma de realización.

En el paso S56, la unidad de control 207 compara la cantidad de cambio ΔT_{e_a} en la temperatura de evaporación calculada en el paso S51 y la cantidad de cambio ΔT_{e_b} en la temperatura de evaporación obtenida en el paso S55, y especifica la cantidad de cambio más pequeña. La cantidad de cambio ΔT_{e_s} en la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual y eso permite que la energía se guarde y se pueden determinar de este modo en un intervalo en el que la capacidad requerida en las unidades interiores 4, 5, 6 no será insuficiente.

En el paso S57, la unidad de control 207 añade la cantidad de cambio ΔT_{e_s} en la temperatura de evaporación diana comprobada en el paso S56 a la temperatura de evaporación actual para actualizar la temperatura de evaporación diana.

En el paso S58, la unidad de control 207 controla el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de alcanzar la temperatura de evaporación diana actualizada en el paso S57. De manera específica, la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada.

Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de evaporación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.

En el paso S59, la unidad de control 207 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de

evaporación diana. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S51 y el procesamiento continúa.

(2-4) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y la temperatura de evaporación T_e

5 A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 200. En una operación de calentamiento del aire, el motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, el motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana, y la temperatura de condensación actualizada T_c se mantiene dentro de un intervalo que permite que se mantenga la capacidad de los intercambiadores de calor interiores 45, 55, 65. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

15 La Figura 13 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e llevada a cabo por la unidad de control 207.

20 Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de condensación diana actual y la temperatura de evaporación diana actual a una temperatura de condensación diana y una temperatura de evaporación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 57m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 67m, la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m, y la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m a menos que el nivel actual.

25 En el paso S60, la unidad de control 207 controla el motor del ventilador exterior 19m, el motor del ventilador interior 47m, el motor del ventilador interior 57m, el motor del ventilador interior 67m y el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para el control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

30 En el paso S61, la unidad de control 207 selecciona el valor más bajo de entre los valores en las unidades interiores 4, 5, 6 que tiene una cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el nivel actual y utiliza el valor seleccionado como ΔT_{e_s} , de la misma manera que en el paso S51 para el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e . La cantidad de cambio en la temperatura de evaporación se calcula como un valor negativo cuando no hay libertad de acción en la capacidad de los intercambiadores de calor interiores 45, 55, 65 y se debe reducir la temperatura de evaporación T_e (es decir, cuando se debe incrementar la capacidad).

40 En el paso S62, la unidad de control 207 proporciona tres valores para la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual, y también proporciona tres valores para la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual.

De manera específica, los siguientes valores de h) a j) se proporcionan como la cantidad de cambio ΔT_e a la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual.

h) $A(T_{\text{Temperatura ambiente promedio}} - T_e)$

45 i) $-A(T_{\text{Temperatura ambiente promedio}} - T_e)$

j) 0

50 En este caso, A es una constante igual a o menor que 1 para la regulación de la temperatura de evaporación, y es un valor establecido de antemano (se puede configurar en un intervalo de, por ejemplo, de 0,03 a 0,05 como un intervalo preferido). T_e es la temperatura de evaporación diana actual. $T_{\text{Temperatura ambiente promedio}}$ es el valor promedio de la temperatura detectada por el sensor de temperatura interior 49, la temperatura detectada por el sensor de temperatura interior 59, y la temperatura detectada por el sensor de temperatura interior 69. Además, h) corresponde a un cambio que incrementa la temperatura de evaporación diana, i) corresponde a un cambio que reduce la temperatura de evaporación diana, y j) corresponde a cuando no se modifica la temperatura de evaporación diana.

55 De manera específica, los siguientes valores de k) a m) se proporcionan como la cantidad de cambio ΔT_c a la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual.

k) $B (T_e - T_{\text{Temperatura exterior}})$

l) $-B (T_e - T_{\text{Temperatura exterior}})$

m) 0

5 En este caso, B es una constante igual a o menor que 1 para la regulación de la temperatura de condensación, y es un valor establecido de antemano (se puede configurar en un intervalo de, por ejemplo, de 0,03 a 0,05 como un intervalo preferido). T_c es la temperatura de condensación diana actual. $T_{\text{Temperatura exterior}}$ es la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 11. También, k) corresponde a un cambio que incrementa la temperatura de condensación diana, l) corresponde a un cambio que reduce la temperatura de condensación diana, y m) corresponde a cuando no se modifica la temperatura de condensación diana.

10 En el paso S63, la unidad de control 207 procesa nueve combinaciones disponibles a partir de las tres “cantidades de cambio ΔT_e a la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual” y las tres “cantidades de cambio ΔT_c a la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual”, descritas con anterioridad y excluye las combinaciones que exceden la cantidad de cambio ΔT_{es_a} en la temperatura de evaporación calculada en el paso S61.

15 En el paso S64, la unidad de control 207 determina si las nueve combinaciones se han excluido en el paso S63. Cuando se ha determinado que se han excluido las nueve combinaciones, el proceso prosigue al paso S65. Cuando no hay combinaciones excluidas o cuando se ha excluido una porción de las nueve combinaciones, el proceso prosigue al paso S67.

20 En el paso S65, la unidad de control 207 establece el valor obtenido por medio del cambio de la temperatura de evaporación actual por la cantidad de cambio ΔT_{es_a} en la temperatura de evaporación calculada en el paso S61 para ser la temperatura de evaporación diana actualizada. La unidad de control 207 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada, y el proceso prosigue al paso S66. Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de evaporación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.

30 En el paso S66, la unidad de control 207 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de evaporación diana. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S61 y el procesamiento continúa.

35 En el paso S67, la unidad de control 207 calcula el total de la cantidad de cambio en la energía de entrada para cada una de las combinaciones restantes que no fueron excluidas en el paso S64 de entre las nueve combinaciones descritas con anterioridad.

40 De manera específica, la unidad de control 207 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior 1}}$ al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 47m. Este procesamiento se lleva a cabo de manera similar para el motor del ventilador interior 57m y el motor del ventilador interior 67m también. La unidad de control 207 además obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de evaporación. La unidad de control 207 a continuación obtiene el total de las pendientes de las tangentes, es decir, el total de la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 47m, la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 57m, la pendiente actual de la tangente en relación con el motor del ventilador interior 67m, y la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de evaporación. Por otra parte, la unidad de control 207 multiplica el total de las pendientes de las tangentes por el valor de h), i) y j) para cada combinación para calcular de este modo la cantidad de cambio en la energía de entrada asumida para el caso en el que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.

55 La unidad de control 207 lleva a cabo el mismo procesamiento para la temperatura de condensación T_c . En otras palabras, la unidad de control 207 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior}}$ al motor del

5 ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación Tc. La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador exterior 19m. La unidad de control 207 además obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación Tc. La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de condensación. La unidad de control 207 a continuación obtiene el total de las pendientes de las tangentes, que es el total de la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador exterior 19m y la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de condensación. Por otra parte, la unidad de control 207 multiplica el total de las pendientes de las tangentes por el valor de k), l) y m) para cada combinación para calcular de este modo la cantidad de cambio en la energía de entrada asumida para el caso en el que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual.

10 De acuerdo con lo anterior, se calcula el total de las cantidades de cambio en la energía de entrada para cada una de las combinaciones restantes que no fueron excluidas en el paso S64. Se especifica la combinación en la que el total de las cantidades de cambio en la energía de entrada está en el valor mínimo, la combinación es la cantidad de cambio ΔT_e a la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual y la cantidad de cambio ΔT_c a la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual.

15 En el paso S68, la unidad de control 207 refleja la combinación de la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación y la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación especificada en el paso S67 para tener la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada, y actualiza la temperatura de condensación diana al mismo tiempo que actualiza la temperatura de evaporación diana. En otras palabras, el valor obtenido por medio de la adición de la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación, que se ha especificado como la combinación que tiene la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada en el paso S67, a la temperatura de evaporación actual se utiliza como la temperatura de evaporación diana actualizada. Además, el valor obtenido por medio de la adición de la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación, que se ha especificado como la combinación que tiene la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada en el paso S67, a la temperatura de condensación actual se utiliza como la temperatura de condensación diana actualizada. La unidad de control 207 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana actualizada, y controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada.

20 De este modo, el control se lleva a cabo de manera tal que se alcancen la temperatura de evaporación diana actualizada y la temperatura de condensación diana actualizada del ciclo de refrigeración, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.

25 En el paso S69, la unidad de control 207 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se establezca en la temperatura de evaporación diana actualizada y la temperatura de condensación diana actualizada. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S61 y el procesamiento continúa.

(2-5) Características de la segunda forma de realización

30 Se pueden alcanzar los mismos efectos que en la primera forma de realización en el sistema de ciclo de refrigeración 200 de la segunda forma de realización.

35 En el sistema de ciclo de refrigeración 200 de la segunda forma de realización, se puede reducir la carga de procesamiento computacional mientras que se reduce la cantidad de información requerida para ser especificada de antemano, y es posible obtener una rápida estabilización del estado operacional, con la cantidad total de energía de entrada requerida reducida al mínimo mientras que se da consideración a las condiciones de instalación reales, incluso cuando está dispuesta una pluralidad de unidades interiores 4, 5, 6.

El procesamiento descrito con anterioridad se puede llevar a cabo dentro del intervalo de la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45, el intercambiador de calor interior 55, y el intercambiador de calor interior 65.

De manera ordinaria, en un sistema con un pequeño número de unidades interiores, por ejemplo, una sola unidad

interior, la energía de entrada consumida por el motor de accionamiento del compresor 15m es la mayoría de la totalidad de la cantidad de energía de entrada en el sistema. En consecuencia, el efecto de ahorro de energía se alcanza con facilidad incluso cuando el control se lleva a cabo para enfocarse en el ahorro de energía en la energía de entrada consumida por el motor de accionamiento del compresor 15m sin condensar la energía de entrada consumida dentro de la unidad interior. En contraste, en el sistema de ciclo de refrigeración 200 de la segunda forma de realización, está dispuesta una pluralidad de unidades interiores 4, 5, 6. En consecuencia, la proporción de la energía de entrada consumida por una pluralidad de motores del ventilador interior 47m, 57m, 67m en una pluralidad de unidades interiores 4, 5, 6 en relación con la totalidad de la energía de entrada en el sistema es mayor en comparación con un sistema que tiene una sola unidad interior y un único motor del ventilador interior. Por lo tanto, de acuerdo con lo descrito con anterioridad, el efecto de ahorro de energía se alcanza con facilidad cuando el control se lleva a cabo para minimizar la energía de entrada total al motor de accionamiento del compresor 15m, los motores del ventilador interior 47m, 57m, 67m y el motor del ventilador exterior 19m.

(3) Tercera forma de realización

Un ejemplo del sistema de ciclo de refrigeración de una tercera forma de realización de la presente invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos.

La Figura 14 muestra un diagrama de circuito de refrigeración de un sistema de ciclo de refrigeración 300. La Figura 15 muestra un diagrama de bloques. La Figura 16 muestra un diagrama del PH.

(3-1) Configuración general del sistema de ciclo de refrigeración 300

El sistema de ciclo de refrigeración 300 está provisto de un circuito de refrigeración 310 en el que una unidad exterior 2 se ha añadido en paralelo al circuito de refrigeración 210 del sistema de ciclo de refrigeración 200 en la segunda forma de realización descrita con anterioridad. Se utilizan los mismos números de referencia para esencialmente los mismos elementos que en la primera y la segunda forma de realización, y se omite su descripción.

Un compresor 25, una válvula de conmutación de cuatro vías 26, un intercambiador de calor exterior 27, una válvula de expansión exterior 28, un ventilador exterior 29, un sensor de temperatura exterior 21, un sensor de temperatura del refrigerante de descarga 22, un sensor de presión del refrigerante de descarga 23, y un sensor de temperatura del intercambiador de calor exterior 24 están dispuestos dentro de la unidad exterior 2. Un motor de accionamiento del compresor 25m, un motor del ventilador exterior 29m, una segunda CPU exterior 2a, una segunda unidad de almacenamiento exterior 2b, y una segunda unidad de comunicación exterior 2c además están dispuestos dentro de la unidad exterior 2. El sensor de temperatura exterior 21 detecta la temperatura del aire exterior antes de su paso a través del intercambiador de calor exterior 27, y envía la información acerca de la temperatura exterior a la segunda CPU exterior 2a. El sensor de temperatura del refrigerante de descarga 22 detecta la temperatura del refrigerante que fluye a través del lado de descarga del compresor 25, y envía la información acerca de la temperatura del refrigerante de descarga a la segunda CPU exterior 2a. El sensor de presión del refrigerante de descarga 23 detecta la presión del refrigerante que fluye a través del lado de descarga del compresor 25, y envía la información acerca de la presión del refrigerante de descarga a la segunda CPU exterior 2a. El sensor de temperatura del intercambiador de calor exterior 24 detecta la temperatura del refrigerante que fluye a través del interior del intercambiador de calor exterior 27, y envía la información acerca de la temperatura del intercambiador de calor exterior a la segunda CPU exterior 2a. El motor de accionamiento del compresor 25m es un accionador para el compresor 25, el motor del ventilador exterior 29m es un accionador para el ventilador exterior 29, y estos motores funcionan bajo el control de la segunda CPU exterior 2a. La segunda unidad de comunicación exterior 2c está conectada a la primera unidad de comunicación exterior 1c en la unidad exterior 1 a través de una línea de transmisión, y lleva a cabo el intercambio de información. Una expresión relacional de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 29m en relación con la temperatura de condensación T_c , una expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 25m en relación con la temperatura de condensación T_c , una expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e para cada una de las unidades interiores 4, 5, 6, y otras expresiones relacionales se almacenan en la segunda unidad de almacenamiento exterior 2b, y se utilizan en el control de ahorro de energía llevado a cabo por una unidad de control 307 que se describe más adelante. Un ejemplo específico de la expresión relacional es el mismo que en la primera y la segunda forma de realización descritas con anterioridad.

La unidad de control 307 de la presente forma de realización está configurada por la conexión mutua a través de una línea de transmisión de: una primera CPU exterior 1a, una primera unidad de almacenamiento exterior 1b, y una primera unidad de comunicación exterior 1c en la unidad exterior 1; la segunda CPU exterior 2a, la segunda unidad de almacenamiento exterior 2b, y la segunda unidad de comunicación exterior 2c en la unidad exterior 2; una primera unidad de comunicación interior 41, una primera unidad de almacenamiento interior 42, y una primera CPU interior 43 en la unidad interior 4; una segunda unidad de comunicación interior 51, una segunda unidad de almacenamiento interior 52, y una segunda CPU interior 53 en la unidad interior 5; una tercera unidad de comunicación interior 61, una tercera unidad de almacenamiento interior 62, y una tercera CPU interior 63 en la unidad interior 6; y una unidad de comunicación del control remoto 91, una unidad de almacenamiento del control remoto 92, y una CPU del control remoto 93 en el controlador 9, de acuerdo con lo mostrado en la Figura 15. La unidad de control 307 cambia el estado del refrigerante en la forma indicada por, por ejemplo, el diagrama del PH

que se muestra en la Figura 16 para llevar a cabo un ciclo de refrigeración en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 300. En este caso, la unidad de control 307 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m, el grado de apertura de la válvula de expansión exterior 18, la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 25m, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 29m, el grado de apertura de la válvula de expansión exterior 28 y la válvula de expansión interior 46, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m, el grado de apertura de la válvula de expansión interior 56, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m, el grado de apertura de la válvula de expansión interior 66, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m.

10 (3-1-1) Control de operación de enfriamiento del aire

Durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 307 controla el grado de apertura de las válvulas de expansión interior 46, 56, 66 de manera tal que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante de admisión del compresor 15 y el compresor 25 sean constantes en el mismo valor, mientras que la válvula de expansión exterior 18 se controla de manera tal que esté en un estado completamente abierto.

15 También durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 307 también controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m del compresor 15 y la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 25m del compresor 25 de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana más reciente (la temperatura de evaporación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

20 También durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 307 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m del ventilador exterior 19 y la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 29m del ventilador exterior 29 de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana más reciente (la temperatura de condensación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

25 Además, durante la operación de enfriamiento del aire, la unidad de control 307 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 4, controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 5, y controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 6.

30 (3-1-2) Control de operación de calentamiento del aire

Durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 307 controla el grado de apertura de la válvula de expansión exterior 18 y la válvula de expansión exterior 28 de manera tal que el grado de sobrecalentamiento del refrigerante de admisión del compresor 15 y el refrigerante de admisión del compresor 25 sean constantes en el mismo valor, mientras que las válvulas de expansión interior 46, 56, 66 se ajustan en un estado completamente abierto.

35 También durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 307 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m del compresor 15 y la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 25m del compresor 25 de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana más reciente (la temperatura de condensación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

40 También durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 307 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m del ventilador exterior 19 y la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 29m del ventilador exterior 29 de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana más reciente (la temperatura de evaporación diana actualizada que se describe para cada control a continuación).

45 Además, durante la operación de calentamiento del aire, la unidad de control 307 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 4, controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 5, y controla la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67 con el fin de alcanzar la temperatura interior establecida en la unidad interior 6.

50 (3-2) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c

55 A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 300. En una operación de calentamiento del aire, los motores de accionamiento

del compresor 15m, 25m se controlan de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, los motores del ventilador exterior 19m, 29m se controlan de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana, y la temperatura de condensación diana actualizada T_c se mantiene dentro de un intervalo que permite que se mantenga la capacidad de los intercambiadores de calor interiores 45, 55, 65. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

La Figura 17 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c llevada a cabo por la unidad de control 307.

Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de condensación diana actual a una temperatura de condensación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m, la energía de entrada al motor del ventilador exterior 29m, la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m, y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 25m a menos que el nivel actual.

En el paso S70, la unidad de control 307 controla el motor del ventilador exterior 19m, el motor del ventilador exterior 29m, el motor de accionamiento del compresor 15m y el motor de accionamiento del compresor 25m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para iniciar la ejecución del control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m y el motor del ventilador exterior 29m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m y el motor de accionamiento del compresor 25m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

En el paso S71, la unidad de control 307 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor exterior 17 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior 1}}$ (por ejemplo, $P_{\text{Ventilador exterior 1}} = x_1N^3 + x_2N^2 + x_3N$) al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior 1}}$ al motor del ventilador exterior 19m (la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior 1}}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual.

La unidad de control 307 de manera similar obtiene la expresión relacional del diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor exterior 27 se mantiene constante para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior 2}}$ para el motor del ventilador exterior 29m (por ejemplo, $P_{\text{Ventilador exterior 2}} = x_4N^3 + x_5N^2 + x_6N$, y puede ser exactamente la misma que o diferente de $P_{\text{Ventilador exterior 1}}$) en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior 2}}$ al motor del ventilador exterior 29m (la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior 2}}$ al motor del ventilador exterior 29m en relación con la temperatura de condensación T_c) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual.

La unidad de control 307 calcula el total del valor de la pendiente de la tangente en relación con el motor del ventilador exterior 19m y el valor de la pendiente de la tangente en relación con el motor del ventilador exterior 29m. El total de los valores diferenciales basados en la temperatura de condensación de la energía de entrada de este modo se alcanza para todos los motores del ventilador exterior 19m, 29m.

En el paso S72, la unidad de control 307 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor exterior 17 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada a la de motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{\text{Comp 1}}$ al motor de accionamiento del compresor 15m (la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Comp 1}}$ al motor del ventilador exterior 15m en relación con la temperatura de condensación T_c) cuando la temperatura de condensación ha cambiado a partir de la temperatura de condensación actual.

La unidad de control 307 de manera similar obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación en condiciones en las cuales la capacidad Q del intercambiador de calor exterior 27 se mantiene constante, para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento

5 del compresor 25m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{Comp 2}$ al motor de accionamiento del compresor 25m (la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual de la expresión relacional de la energía de entrada $P_{Comp 2}$ al motor de accionamiento del compresor 25m en relación con la temperatura de condensación T_c) cuando la temperatura de condensación ha cambiado a partir de la temperatura de condensación actual.

10 La unidad de control 307 calcula el total del valor de la pendiente de la tangente en relación con el motor de accionamiento del compresor 15m y el valor de la pendiente de la tangente en relación con el motor de accionamiento del compresor 25m. El total de los valores diferenciales basados en la temperatura de condensación de la energía de entrada de este modo se alcanza para todos los motores de accionamiento del compresor 15m, 25m.

En el paso S73, la unidad de control 307 calcula el total del total alcanzado en el paso S71 y el total alcanzado en el paso S72.

15 En el paso S74, la unidad de control 307 multiplica el total obtenido en el paso S73 por una constante predeterminada K_c mientras que invierte el signo para calcular la cantidad de cambio ΔT_{es} en la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual de la misma manera que en la primera forma de realización.

20 En el paso S75, la unidad de control 307 añade la cantidad de cambio ΔT_{es} en la temperatura de condensación diana comprobada en el paso S74 a la temperatura de condensación actual para actualizar la temperatura de condensación diana.

25 En el paso S76, la unidad de control 307 controla el motor del ventilador exterior 19m y el motor del ventilador exterior 29m con el fin de alcanzar la temperatura de condensación diana actualizada. De manera específica, la unidad de control 307 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m y el motor del ventilador exterior 29m de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana actualizada.

30 Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de condensación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.

35 En el paso S77, la unidad de control 307 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de condensación diana actualizada. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S71 y el procesamiento continúa.

(3-3) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e

40 A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 300. El control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e se puede dejar proceder al mismo tiempo que el control de ahorro de energía llevado a cabo por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c descrita con anterioridad, y en tal caso, el tiempo para el procesamiento de los controles de ahorro de energía con preferencia se compensa. En una operación de calentamiento del aire, los motores de accionamiento del compresor 15m, 25m se controlan de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, y los motores del ventilador exterior 19m, 29m se controlan de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

50 La Figura 18 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e llevada a cabo por la unidad de control 307.

Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de evaporación diana actual a una temperatura de evaporación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 57m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 67m, y la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m a menos que el nivel actual.

55 En el paso S80, la unidad de control 307 controla el motor del ventilador interior 47m, el motor del ventilador interior 57m, el motor del ventilador interior 67m y el motor de accionamiento del compresor 15m con el fin de cumplir con

- 5 las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para el control de ahorro de energía llevada a cabo por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m y el motor del ventilador exterior 29m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. Además, la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m y el motor de accionamiento del compresor 25m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.
- 10 En el paso S81, la unidad de control 307 lleva a cabo el mismo proceso que en el paso S51 para el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e en la segunda forma de realización descrita con anterioridad.
- En el paso S82, la unidad de control 307 lleva a cabo el mismo proceso que en el paso S52 para el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e en la segunda forma de realización descrita con anterioridad y obtiene la suma de las pendientes de las tangentes.
- 15 En el paso S83, la unidad de control 307 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación T_e para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{Comp\ 1}$ al motor de accionamiento del compresor 15m (la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual de la expresión relacional de la energía de entrada $P_{Comp\ 1}$ al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.
- 20 La unidad de control 307 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación T_e para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 25m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para determinar la tendencia del cambio en la energía de entrada $P_{Comp\ 2}$ al motor de accionamiento del compresor 25m (la pendiente de la tangente en la temperatura de evaporación actual para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{Comp\ 2}$ al motor de accionamiento del compresor 25m en relación con la temperatura de evaporación) cuando se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.
- 25 La unidad de control 307 de este modo calcula el total de: el valor de la pendiente de la tangente en relación con el motor de accionamiento del compresor 15m; y el valor de la pendiente de la tangente en relación con el motor de accionamiento del compresor 25m. El total de los valores diferenciales basados en la temperatura de evaporación de la energía de entrada de este modo se alcanza para todos los motores de accionamiento del compresor 15m, 25m.
- 30 En el paso S84, la unidad de control 307 calcula el total del valor comprobado en el paso S82 y el valor comprobado en el paso S83.
- 35 En el paso S85, la unidad de control 307 multiplica el total obtenido en el paso S84 por una constante predeterminada K_e mientras que invierte el signo para calcular la cantidad de cambio ΔT_{es_b} en la temperatura de condensación diana actualizada a partir de la temperatura de condensación actual de la misma manera que en la primera forma de realización.
- 40 En el paso S86, la unidad de control 307 compara la cantidad de cambio ΔT_{es_a} en la temperatura de evaporación calculada en el paso S81 y la cantidad de cambio ΔT_{es_b} en la temperatura de evaporación obtenida en el paso S85, y especifica la cantidad de cambio más pequeña. La cantidad de cambio ΔT_{es} en la temperatura de evaporación diana actualizada a partir de la temperatura de evaporación actual y eso permite que la energía se guarde y se pueden determinar de este modo en un intervalo en el que la capacidad requerida en las unidades interiores 4, 5, 6 no será insuficiente.
- 45 En el paso S87, la unidad de control 307 añade la cantidad de cambio ΔT_{es} en la temperatura de evaporación diana comprobada en el paso S86 a la temperatura de evaporación actual para actualizar la temperatura de evaporación diana.
- 50 En el paso S88, la unidad de control 307 controla el motor de accionamiento del compresor 15m y el motor de accionamiento del compresor 25m con el fin de alcanzar la temperatura de evaporación diana actualizada en el paso S87. De manera específica, la frecuencia de accionamiento tanto del motor de accionamiento del compresor 15m y el compresor 25m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada. Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de evaporación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67, que se ha
- 55

controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.

5 La unidad de control 307 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de evaporación diana. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S81 y el procesamiento continúa.

(3-4) Control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y la temperatura de evaporación T_e

10 A continuación se describe un ejemplo de control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e en el caso de que una operación de enfriamiento del aire se ha de llevar a cabo en el sistema de ciclo de refrigeración 300. En una operación de calentamiento del aire, los motores de accionamiento del compresor 15m, 25m se controlan de manera tal que se alcance una temperatura de condensación diana, los motores del ventilador exterior 19m, 29m se controlan de manera tal que se alcance una temperatura de evaporación diana, y la temperatura de condensación actualizada T_c se mantiene dentro de un intervalo que permite que se mantenga la capacidad de los intercambiadores de calor interiores 45, 55, 65. De otro modo, el control es el mismo que en la operación de enfriamiento del aire que se describe a continuación, y por lo tanto se omite una descripción de la operación de calentamiento del aire.

La Figura 19 muestra un diagrama de flujo del control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e llevada a cabo por la unidad de control 307.

20 Con este control, el procesamiento se lleva a cabo para actualizar la temperatura de condensación diana actual y la temperatura de evaporación diana actual a una temperatura de condensación diana y una temperatura de evaporación diana capaz de reducir el total de la energía de entrada al motor del ventilador interior 47m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 57m, la energía de entrada al motor del ventilador interior 67m, la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m, la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 25m, la energía de entrada al motor del ventilador exterior 19m, y la energía de entrada al motor del ventilador exterior 29m a menos que el nivel actual.

30 En el paso S90, la unidad de control 307 controla el motor del ventilador exterior 47m, el motor del ventilador interior 57m, el motor del ventilador interior 67m, el motor de accionamiento del compresor 15m, el motor de accionamiento del compresor 25m, el motor del ventilador exterior 19m, y el motor del ventilador exterior 29m con el fin de cumplir con las condiciones de operación nominales establecidas de antemano cuando se recibe una instrucción para el control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e a través del controlador 9. De manera específica, la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m y el motor del ventilador exterior 29m se controla de manera tal que la temperatura de condensación llegue a una temperatura de condensación diana inicial. La frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m y el motor de accionamiento del compresor 25m se controla de manera tal que la temperatura de evaporación llegue a una temperatura de evaporación diana inicial.

40 En el paso S91, la unidad de control 307 selecciona el valor más bajo de entre los valores en las unidades interiores 4, 5, 6 que tiene una cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación que se puede incrementar desde el nivel actual y utiliza el valor seleccionado como ΔT_{e_s} de la misma manera que en el paso S51 para el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e en la segunda forma de realización.

45 En el paso S92, la unidad de control 307 proporciona tres valores para la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación diana de la misma manera que en el paso S62 para el control de ahorro de energía por medio de la optimización tanto de la temperatura de condensación T_c como de la temperatura de evaporación T_e en la segunda forma de realización, y también proporciona tres valores para la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación diana. La unidad de control 307 obtiene $T_{\text{Temperatura del aire exterior}}$ por medio del promedio de la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 11 y la temperatura detectada por el sensor de temperatura exterior 21.

50 En el paso S93, la unidad de control 307 procesa, además, nueve combinaciones disponibles de las tres cantidades de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación diana proporcionada con anterioridad y las tres cantidades de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación diana, y excluye las combinaciones que exceden la cantidad de cambio ΔT_{e_s} en la temperatura de evaporación calculada en el paso S91.

55 En el paso S94, la unidad de control 307 determina si las nueve combinaciones se han excluido en el paso S93. Cuando se ha determinado que se han excluido las nueve combinaciones, el proceso prosigue al paso S95. Cuando no hay combinaciones excluidas o cuando se ha excluido una porción de las nueve combinaciones, el proceso prosigue al paso S97.

En el paso S95, la unidad de control 307 establece el valor obtenido por medio del cambio de la temperatura de

evaporación actual por la cantidad de cambio ΔT_{es_a} en la temperatura de evaporación calculada en el paso S91 para ser la temperatura de evaporación diana actualizada. La unidad de control 307 controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m y el motor de accionamiento del compresor 25m de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada, y el proceso prosigue al paso S96.

Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcance la temperatura de evaporación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 67m del ventilador interior 67, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.

En el paso S96, la unidad de control 307 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de evaporación diana. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S91 y el procesamiento continúa.

En el paso S97, la unidad de control 307 calcula el total de la cantidad de cambio en la energía de entrada para las combinaciones restantes que no fueron excluidas en el paso S94 de entre las nueve combinaciones descritas con anterioridad.

De manera específica, la unidad de control 307 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador interior } 1}$ al motor del ventilador interior 47m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 47m. La unidad de control 307 de manera similar lleva a cabo este procesamiento para el motor del ventilador interior 57m y el motor del ventilador interior 67m también. La unidad de control 307 además obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de evaporación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación T_e . La temperatura de evaporación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de evaporación. La unidad de control 307 de manera similar lleva a cabo este procesamiento para el motor de accionamiento del compresor 25m también. La unidad de control 307 a continuación obtiene el total de las pendientes de las tangentes, es decir, el total de la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 47m, la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 57m, la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador interior 67m, la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de evaporación, y la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 25m y la temperatura de evaporación. Por otra parte, la unidad de control 307 multiplica el total de las pendientes de las tangentes por el valor de h), i) y j) para cada combinación para calcular de este modo la cantidad de cambio en la energía de entrada asumida para el caso en el que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual.

La unidad de control 307 lleva a cabo el mismo procesamiento para la temperatura de condensación T_c . En otras palabras, la unidad de control 307 obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada $P_{\text{Ventilador exterior } 1}$ al motor del ventilador exterior 19m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador exterior 19m. La unidad de control 307 de manera similar lleva a cabo este procesamiento para el motor del ventilador exterior 29m también. La unidad de control 307 además obtiene la expresión relacional de un diferencial de primer orden con base en la temperatura de condensación para la expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de condensación T_c . La temperatura de condensación actual a partir de ese entonces se sustituye en la expresión relacional del diferencial de primer orden obtenido de este modo para obtener la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de condensación. La unidad de control 307 de manera similar lleva a cabo este procesamiento para el motor de accionamiento del compresor 25m también. La unidad de control 307 a continuación obtiene el total de las pendientes de las tangentes, es decir, el total de la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador exterior 19m, la pendiente actual de la tangente relacionada con el motor del ventilador exterior 29m, la pendiente actual de la tangente en relación con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 15m y la temperatura de condensación, y la pendiente actual de la tangente relacionada con la relación entre el motor de accionamiento del compresor 25m y la temperatura de condensación. Por otra parte, la unidad de control 307 multiplica el total de las pendientes de las tangentes por el valor de k), l) y m) para cada combinación para calcular de este modo la cantidad de cambio en la energía de entrada asumida para el caso en el que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual.

El total de la cantidad de cambio en la energía de entrada para las combinaciones restantes que no han sido excluidas en el paso S94 se calcula de este modo, y se especifica la combinación de la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación y la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación en la que el total de la cantidad de cambio en la energía de entrada es un valor mínimo.

- 5 En el paso S98, la unidad de control 307 refleja la combinación de la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación y la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación especificada en el paso S97 para tener la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada, y actualiza la temperatura de condensación diana al mismo tiempo que actualiza la temperatura de evaporación diana. En otras palabras, el valor obtenido por medio de la adición de la cantidad de cambio ΔT_e en la temperatura de evaporación, que se ha especificado como la combinación que tiene la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada en el paso S97, a la temperatura de evaporación actual se utiliza como la temperatura de evaporación diana actualizada. Además, el valor obtenido por medio de la adición de la cantidad de cambio ΔT_c en la temperatura de condensación, que se ha especificado como la combinación que tiene la cantidad de cambio mínima total en la energía de entrada en el paso S97, a la temperatura de condensación actual se utiliza como la temperatura de condensación diana actualizada. La unidad de control 307 controla la velocidad de rotación del motor del ventilador exterior 19m y el motor del ventilador exterior 29m de manera tal que la temperatura de condensación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de condensación diana actualizada, y controla la frecuencia de accionamiento del motor de accionamiento del compresor 15m y el motor de accionamiento del compresor 25m de manera tal que la temperatura de evaporación del ciclo de refrigeración llegue a la temperatura de evaporación diana actualizada.
- 10
- 15
- 20 Por lo tanto, el ciclo de refrigeración se controla de manera tal que se alcancen la temperatura de evaporación diana actualizada y la temperatura de condensación diana actualizada, por lo que la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 47m del ventilador interior 47, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 4, la velocidad de rotación del motor del ventilador interior 57m del ventilador interior 57, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 5, y la velocidad de rotación del ventilador interior 67m motor del ventilador interior 67, que se ha controlado de manera tal que se alcance la temperatura interior establecida para la unidad interior 6, cambien como un resultado.
- 25

- En el paso S99, la unidad de control 307 espera durante una longitud de tiempo predeterminada (en este caso, cinco minutos) con el fin de permitir que el estado operacional del ciclo de refrigeración se estabilice en la temperatura de evaporación diana actualizada y la temperatura de condensación diana actualizada. A partir de ese entonces, el proceso vuelve al paso S91 y el procesamiento continúa.
- 30

(3-5) Características de la tercera forma de realización

Se pueden alcanzar los mismos efectos que en la primera y la segunda forma de realización en el sistema de ciclo de refrigeración 300 de la tercera forma de realización.

- 35 En el sistema de ciclo de refrigeración 300 de la tercera forma de realización, se puede reducir la carga de procesamiento computacional mientras que se reduce la cantidad de información requerida para ser especificada de antemano, y es posible obtener una rápida estabilización del estado operacional, con la cantidad total de energía de entrada requerida reducida al mínimo mientras que se da consideración a las condiciones de instalación reales, incluso cuando está dispuesta una pluralidad de unidades interiores 4, 5, 6 y está dispuesta una pluralidad de unidades exteriores 1, 2.
- 40

El procesamiento descrito con anterioridad se puede llevar a cabo dentro del intervalo de la capacidad requerida en el intercambiador de calor interior 45, el intercambiador de calor interior 55, y el intercambiador de calor interior 65.

(4) Otras formas de realización

- 45 Las formas de realización de la presente invención no se limitan a la primera a la tercera forma de realización descritas con anterioridad, y, por ejemplo, las siguientes formas de realización se incluyen en las formas de realización de la presente invención.

(4-1)

- 50 En la primera a la tercera forma de realización descritas con anterioridad, el caso en el que una temperatura de condensación diana o una temperatura de evaporación diana capaz de reducir la energía de entrada se actualiza se describe como un ejemplo de que los lugares se enfocan en la pendiente de la tangente en la temperatura de condensación actual o la temperatura de evaporación actual, por el uso de un diferencial de primer orden de una función de energía de entrada a los accionadores en relación con la temperatura de condensación o la temperatura de evaporación.

- 55 Sin embargo, las formas de realización de la presente invención no se limitan a la misma; por ejemplo, también es posible actualizar la temperatura de condensación actual o la temperatura de evaporación actual a una temperatura de condensación diana o una temperatura de evaporación diana capaz de reducir la energía de entrada con el foco

en el cambio en la energía de entrada en relación con un incremento o disminución muy pequeño predeterminado de la anchura de un valor actual.

(4-2)

5 En la primera a la tercera forma de realización descritas con anterioridad, se dan ejemplos en los que todos del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c , el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e , y el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y la temperatura de evaporación T_e podrían ser llevados a cabo de manera selectiva.

10 Sin embargo, las formas de realización de la presente invención no se limitan a la misma; por ejemplo, también es posible configurar un sistema de manera tal que se puedan llevar a cabo por lo menos uno del control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c , el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e , y el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y la temperatura de evaporación T_e .

15 En el caso de que el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e se deban llevar a cabo de manera simultánea, se prefiere que, durante la operación de enfriamiento del aire, el control se lleve a cabo de manera repetitiva en la que: el proceso primero espera hasta que el sistema se establezca en el valor diana de la temperatura de evaporación T_e (por ejemplo, el cambio en la temperatura de evaporación es igual o menor que un nivel predeterminado dentro de una longitud de tiempo predeterminada), que ha sido actualizado por el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e ; el proceso posteriormente lleva a cabo el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y espera hasta que el sistema se establezca en el valor diana de la temperatura de condensación actualizada T_c ; y el proceso de nuevo lleva a cabo el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e .

25 En el caso de que el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c y el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e se deben llevar a cabo de manera simultánea, se prefiere que, durante la operación de calentamiento del aire, el control se lleve a cabo de manera repetitiva en la que: el proceso primero de espera hasta que el sistema se establezca en el valor diana de la temperatura de condensación T_c (por ejemplo, el cambio en la temperatura de condensación es igual o menor que un nivel predeterminado dentro de una longitud de tiempo predeterminada), que ha sido actualizado por el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c ; el proceso posteriormente lleva a cabo el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de evaporación T_e y espera hasta que el sistema se establezca en el valor diana de la temperatura de evaporación actualizada T_e ; y el proceso de nuevo lleva a cabo el control de ahorro de energía por medio de la optimización de la temperatura de condensación T_c .

(4-3)

En la primera a la tercera forma de realización descritas con anterioridad, se dan ejemplos en los que el control de ahorro de energía se lleva a cabo con el foco en el cambio en la energía introducida en el compresor, el ventilador, y/u otros accionadores en relación con la temperatura de evaporación o la temperatura de condensación.

40 Sin embargo, las formas de realización de la presente invención no se limitan a los mismos. Por ejemplo, también es posible, por ejemplo, llevar a cabo el control de ahorro de energía con el foco en el cambio en la energía introducida en el compresor, el ventilador, y/o en otros accionadores en relación con por lo menos uno de la presión de evaporación, la presión de condensación, el grado de sobrecalentamiento, el grado de sobreenfriamiento, y la sequedad.

45 (4-4)

50 En la primera a la tercera forma de realización descritas con anterioridad, los ventiladores exteriores 19, 29 se describen como ejemplos de una unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor para el suministro de aire como el fluido a los intercambiadores de calor exteriores 17, 27, y los ventiladores interiores 47, 57, 67 se describen como ejemplos de una unidad de suministro de fluido del lado de uso para el suministro de aire como el fluido a los intercambiadores de calor interiores 45, 55, 65.

55 Sin embargo, las formas de realización de la presente invención no se limitan a la alimentación de aire. Por ejemplo, también es posible utilizar una unidad de suministro de fluido para la alimentación de un refrigerante secundario en lugar del ventilador exterior y/o el ventilador interior en un sistema de refrigeración. Además, en un sistema de agua caliente, se puede utilizar una bomba (unidad de suministro de fluido) para la alimentación de agua en lugar del ventilador exterior y/o el ventilador interior.

(4-5)

5 En la primera a la tercera forma de realización descritas con anterioridad, se dan ejemplos en los que el valor de una magnitud de estado de refrigeración actual se utiliza como un valor a ser sustituido en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de una expresión relacional en la magnitud de estado de refrigeración, por lo que la tendencia se determina para el caso en el que se ha cambiado la magnitud de estado de refrigeración.

10 Sin embargo, no se impone limitación alguna por el valor actual de la magnitud de estado de refrigeración, y la tendencia para el caso en el que la magnitud de estado de refrigeración se ha cambiado se puede comprobar por medio de la sustitución del valor diana de la magnitud de estado de refrigeración en la fórmula alcanzada desde un diferencial de primer orden de una expresión relacional en la magnitud de estado del refrigerante, en el punto en el tiempo que se ha determinado que el valor diana de la magnitud de estado de refrigeración actual se ha alcanzado por medio del cumplimiento de las condiciones de estabilización predeterminadas o por el uso de otro criterio.

(4-6)

15 En la primera a la tercera forma de realización descritas con anterioridad, se dan ejemplos en los que la temperatura de evaporación y/o la temperatura de condensación se actualizan como ejemplos de la magnitud de estado de refrigeración.

Sin embargo, las formas de realización de la presente invención no se limitan a los mismos. Por ejemplo, también es posible actualizar la presión de evaporación y/o la presión de condensación.

(4-7)

20 En las formas de realización descritas con anterioridad, se describe un ejemplo en el que la fórmula para la obtención de la cantidad de cambio ΔT_{cs} en la temperatura de condensación diana se expresa en la "Fórmula (5)", se describe un ejemplo en el que la fórmula para la obtención de la cantidad de cambio ΔT_{es} en la temperatura de evaporación diana se expresa en la "Fórmula (6)".

25 Sin embargo, el término K_c se puede utilizar como un parámetro adimensional por medio de la elevación al cuadrado de la diferencia entre la temperatura de condensación T_c y la temperatura del aire exterior cuando se ha de obtener la cantidad de cambio ΔT_{cs} en la temperatura de condensación diana.

También, el término K_e se puede utilizar como un parámetro adimensional por medio de la elevación al cuadrado de la diferencia entre la temperatura de evaporación T_e y la temperatura del aire exterior cuando se ha de obtener la cantidad de cambio ΔT_{es} en la temperatura de evaporación diana.

(4-8)

30 En la tercera forma de realización, en el caso de que se utilice el término " $dP_{\text{Ventilador exterior}}/dN$ " en el método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada a los motores del ventilador exterior 19m, 29m en relación con la temperatura de condensación T_c , " $dP_{\text{Ventilador exterior}}/dN$ " se describe como un término alcanzado por medio de la diferenciación de la fórmula de característica de entrada del ventilador, que se establece por cada actuación de los motores del ventilador exterior 19m, 29m, a una velocidad de rotación N . En otras palabras, se describe un ejemplo por el uso del caso en el que " $dP_{\text{Ventilador exterior 1}}/dN_{\text{Ventilador exterior 1}}$ " se obtiene a partir de $P_{\text{Ventilador exterior 1}} = x_1N^3 + x_2N^2 + x_3N$, que es la fórmula de característica de entrada del ventilador establecida por el rendimiento del motor del ventilador exterior 19m, y " $dP_{\text{Ventilador exterior 2}}/dN_{\text{Ventilador exterior 2}}$ " se obtiene a partir de $P_{\text{Ventilador exterior 2}} = x_4N^3 + x_5N^2 + x_6N$, que es la fórmula de característica de entrada del ventilador establecida por el rendimiento del motor del ventilador exterior 29m.

40 Por el contrario, en lugar de obtener los términos " $dP_{\text{Ventilador exterior 1}}/dN_{\text{Ventilador exterior 1}}$ " y/o " $dP_{\text{Ventilador exterior 2}}/dN_{\text{Ventilador exterior 2}}$ " a partir de una fórmula de característica de entrada establecida de antemano en especial por el motor del ventilador exterior 19m y a partir de la fórmula de característica de entrada establecida de antemano en especial por el motor del ventilador exterior 29m, también es posible utilizar una configuración en la que la unidad de control determina el valor de entrada actual y la velocidad de rotación actual (un valor que muestra el estado del ventilador) que corresponde al valor de entrada actual para cada ventilador exterior 19m, 29m, y " $dP_{\text{Ventilador exterior 1}}/dN_{\text{Ventilador exterior 1}}$ " y/o " $dP_{\text{Ventilador exterior 2}}/dN_{\text{Ventilador exterior 2}}$ " se pueden obtener a partir del valor de entrada actual y la velocidad de rotación actual comprobados.

50 Por lo tanto, no hay necesidad de almacenar una fórmula de característica de entrada para el motor del ventilador exterior 19m y/o información para la creación de la fórmula de característica de entrada, y/o la fórmula de característica de entrada para el motor del ventilador exterior 29m y/o la información para la creación de la fórmula de característica de entrada de antemano en una o la otra de las unidades de almacenamiento, y no hay necesidad de llevar a cabo un trabajo de antemano para la obtención de estas fórmulas de características de entrada y/o información para la creación de las fórmulas de características de entrada. La capacidad de búsqueda de la temperatura de condensación óptima T_c y la temperatura de evaporación opcional T_e es la misma que la forma de realización descrita con anterioridad, incluso por el uso de un método en el que se utiliza la velocidad de rotación

55

actual, la entrada, y/u otro valor.

De manera específica, en lugar de tener una fórmula de característica de entrada en la que se ha establecido el valor de un coeficiente específico de acuerdo con lo descrito en las formas de realización anteriores para cada ventilador individual, también es posible, por ejemplo, obtener “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN_{\text{Ventilador exterior } 1}$ ” y “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 2}/dN_{\text{Ventilador exterior } 2}$ ” por el uso del “el hecho de que, de manera típica, la fuerza de accionamiento del ventilador es sustancialmente proporcional al cubo de la velocidad de rotación (segunda información)”, y “el valor de entrada actual y la velocidad de rotación actual correspondiente comprobada por la unidad de control para los motores del ventilador exterior 19m, 29m”.

De acuerdo con lo utilizado en la presente memoria, la frase “el hecho de que, de manera típica, la fuerza de accionamiento del ventilador es sustancialmente proporcional al cubo de la velocidad de rotación” no está limitado en particular; también se puede expresar como una función cúbica de la velocidad de rotación. Por ejemplo, la entrada del ventilador puede ser proporcional al cubo de la velocidad de rotación ($P_{\text{Ventilador exterior}} = C_a N^3$, donde C_a es una constante arbitraria), o la entrada de ventilador se puede expresar como la suma de un múltiplo del cubo de la velocidad de rotación, un múltiplo del cuadrado de la velocidad de rotación, y un múltiplo de la velocidad de rotación ($P_{\text{Ventilador exterior}} = C_b N^3 + C_c N^2 + C_d N$, donde C_b , C_c , C_d son constantes arbitrarias).

En el caso que “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN_{\text{Ventilador exterior } 1}$ ” y “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 2}/dN_{\text{Ventilador exterior } 2}$ ” se obtengan por el uso del hecho de que la entrada del ventilador es proporcional al cubo de la velocidad de rotación ($P_{\text{Ventilador exterior}} = C_a N^3$, donde C_a es una constante arbitraria), los términos se pueden obtener, por ejemplo, de la siguiente manera. En otras palabras, por el uso de una configuración en la que la unidad de control es capaz de determinar el valor de entrada actual P del ventilador y la velocidad de rotación actual N que corresponde a la misma hace posible calcular “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN$ ” de la siguiente manera. En este caso, $P_{\text{Ventilador exterior}} = C_a N^3$ (donde C_a es una constante arbitraria) se diferencia en la velocidad de rotación N , y da como resultado la fórmula (7) a continuación.

<Fórmula 7>

$$\frac{dP_{\text{Ventilador exterior}}}{dN} = 3 \times C_a \times N^2$$

En este caso, $P_{\text{Ventilador exterior } 1} = C_a \times N_{\text{Ventilador exterior } 1}^3$ se encuentra cuando el valor de entrada actual $P_{\text{Ventilador exterior } 1}$ y la velocidad de rotación actual $N_{\text{Ventilador exterior } 1}$ del motor del ventilador exterior 19m comprobados por la unidad de control se sustituyen en la fórmula general $P_{\text{Ventilador exterior}} = C_a N^3$. La constante C_a en la fórmula de característica de entrada del motor del ventilador exterior 19m se establece de este modo para que sea Constante $C_a = P_{\text{Ventilador exterior } 1}/N_{\text{Ventilador exterior } 1}^3$. Por lo tanto, “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN$ ” del motor del ventilador exterior 19m se obtiene en la manera de la Fórmula (8) a continuación, por medio de la sustitución de la constante C_a en la Fórmula (7).

<Fórmula 8>

$$\frac{dP_{\text{Ventilador exterior } 1}}{dN} = 3 \times \frac{P_{\text{Ventilador exterior } 1}}{N_{\text{Ventilador exterior } 1}^3} \times N_{\text{Ventilador exterior } 1}^2 = 3 \times \frac{P_{\text{Ventilador exterior } 1}}{N_{\text{Ventilador exterior } 1}}$$

Del mismo modo, $P_{\text{Ventilador exterior } 2} = C_a \times N_{\text{Ventilador exterior } 2}^3$ se encuentra cuando el valor de entrada actual $P_{\text{Ventilador exterior } 2}$ y la velocidad de rotación actual $N_{\text{Ventilador exterior } 2}$ (el valor del motor del ventilador exterior 29m, que es otro accionador) comprobados por la unidad de control se sustituyen en la fórmula general $P_{\text{Ventilador exterior}} = C_a N^3$. La constante C_a para el motor del ventilador exterior 29m se establece de este modo para que sea la constante $C_a = P_{\text{Ventilador exterior } 2}/N_{\text{Ventilador exterior } 2}^3$. Por lo tanto, “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 2}/dN$ ” del motor del ventilador exterior 29m se obtiene en la manera de la Fórmula (9) a continuación, por medio de la sustitución de la constante C_a en la Fórmula (7).

<Fórmula 9>

$$\frac{dP_{\text{Ventilador exterior } 2}}{dN} = 3 \times \frac{P_{\text{Ventilador exterior } 2}}{N_{\text{Ventilador exterior } 2}^3} \times N_{\text{Ventilador exterior } 2}^2 = 3 \times \frac{P_{\text{Ventilador exterior } 2}}{N_{\text{Ventilador exterior } 2}}$$

De esta manera, se puede alcanzar el mismo efecto que en las formas de realización descritas con anterioridad incluso cuando las fórmulas de características de entrada de los motores del ventilador exterior 19m, 29m no están almacenadas de antemano.

En este caso, “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN_{\text{Ventilador exterior } 1}$ ” y/o “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 2}/dN_{\text{Ventilador exterior } 2}$ ” se obtienen por el uso de los valores actuales del valor de entrada y la velocidad de rotación de los ventiladores. Por lo tanto, es posible llevar a cabo el procesamiento que refleja la influencia del cambio a lo largo del tiempo después de la construcción del sistema de ciclo de refrigeración, y para provocar que el procesamiento se ajuste a las condiciones reales en comparación con el caso en el que se almacenan fórmulas de características de entrada individuales establecidas en el momento de construcción del sistema de ciclo de refrigeración. Por ejemplo, cuando el ventilador se utiliza dualmente como un filtro (por ejemplo, un ventilador interior), los valores de entrada del ventilador pueden ser

diferentes incluso cuando la velocidad de rotación de los ventiladores es la misma cuando difiere la cantidad de obstrucción en función de la condición de uso del filtro. Sin embargo, tales diferencias se pueden reflejar en el procesamiento que utiliza los valores actual descritos con anterioridad. En otro ejemplo, la longitud del conducto puede variar de acuerdo con el entorno de la colocación en el caso de que el ventilador se utilice en una unidad interior de tipo conducto, y la relación entre la velocidad de rotación del ventilador y la entrada del ventilador no puede ser hecha para corresponder a la longitud del conducto en la situación de colocación real en el caso de que la fórmula de característica de entrada del ventilador esté establecida de antemano antes de la colocación. Por el contrario, con el procesamiento que utiliza los valores actuales descritos con anterioridad, se puede reflejar la longitud real del conducto después de la colocación.

El medio por el cual la unidad de control determina los valores de entrada de los motores del ventilador exterior 19m, 29m no está limitado en particular, y también es posible, por ejemplo, un medio para la adquisición de información actual eléctrica primaria y/o información actual eléctrica secundaria del inversor de cada ventilador.

(4-9)

En la segunda forma de realización descrita con anterioridad, “ $dP_{\text{Ventilador interior}}/dN$ ” se describe como un término alcanzado por medio de la diferenciación de la fórmula de característica de entrada del ventilador que se establece por cada actuación del motor del ventilador interior 47m, 57m, 67m en la velocidad de rotación N en el caso de que el término “ $dP_{\text{Ventilador interior}}/dN$ ” ha de ser utilizado en el método para la especificación de la expresión relacional de la energía de entrada a los motores del ventilador interior 47m, 57m, 67m en relación con la temperatura de evaporación T_e . En otras palabras, se describe un ejemplo para el caso en el que “ $dP_{\text{Ventilador interior } 1}/dN_{\text{Ventilador interior } 1}$ ” se obtiene a partir de $P_{\text{Ventilador interior } 1} = y_1N^3 + y_2N^2 + y_3N$, que es la fórmula de característica de entrada del ventilador establecida por el rendimiento del motor del ventilador interior 47m, “ $dP_{\text{Ventilador interior } 2}/dN_{\text{Ventilador interior } 2}$ ” se obtiene a partir de $P_{\text{Ventilador interior } 2} = y_4N^3 + y_5N^2 + y_6N$, que es una fórmula diferente a la de $P_{\text{Ventilador interior } 1}$ y es la fórmula de característica de entrada del ventilador establecida por el rendimiento del motor del ventilador interior 57m, y “ $dP_{\text{Ventilador interior } 3}/dN_{\text{Ventilador interior } 3}$ ” se obtiene a partir del $P_{\text{Ventilador interior } 3} = y_7N^3 + y_8N^2 + y_9N$, que es una fórmula diferente a la de $P_{\text{Ventilador interior } 1}$ y $P_{\text{Ventilador interior } 2}$ y es la fórmula de característica de entrada del ventilador establecida por el rendimiento del motor del ventilador interior 67m.

Por el contrario, en lugar de “ $dP_{\text{Ventilador interior } 1}/dN_{\text{Ventilador interior } 1}$ ” y/o “ $dP_{\text{Ventilador interior } 2}/dN_{\text{Ventilador interior } 2}$ ” y/o “ $dP_{\text{Ventilador interior } 3}/dN_{\text{Ventilador interior } 3}$ ” que se obtiene a partir de la fórmula de característica de entrada del motor del ventilador interior 47m, la fórmula de característica de entrada del motor del ventilador interior 57m, la fórmula de característica de entrada del motor del ventilador interior 67m, se puede utilizar una configuración en la que la unidad de control es capaz de determinar el valor de entrada actual y la velocidad de rotación actual de los motores del ventilador interior 47m, 57m, 67m, y “ $dP_{\text{Ventilador interior } 1}/dN_{\text{Ventilador interior } 1}$ ” y/o “ $dP_{\text{Ventilador interior } 2}/dN_{\text{Ventilador interior } 2}$ ” y/o “ $dP_{\text{Ventilador interior } 3}/dN_{\text{Ventilador interior } 3}$ ” se obtienen a partir del valor de entrada actual y la velocidad de rotación actual obtenida de este modo.

De manera específica, una fórmula de característica de entrada en la que no se hace disponible de antemano el valor específico de un coeficiente tal como el descrito en las formas de realización anteriores se establece, sino que también es posible, por ejemplo, obtener “ $dP_{\text{Ventilador interior } 1}/dN_{\text{Ventilador interior } 1}$ ”, “ $dP_{\text{Ventilador interior } 2}/dN_{\text{Ventilador interior } 2}$ ”, y “ $dP_{\text{Ventilador interior } 3}/dN_{\text{Ventilador interior } 3}$ ” por el uso de “el hecho de que, de manera típica, la fuerza de accionamiento del ventilador es sustancialmente proporcional al cubo de la velocidad de rotación (segunda información)”, y “la velocidad de rotación actual y el valor de entrada actual comprobados por la unidad de control para el motor del ventilador interior 47m, 57m, 67m”.

El método específico para la obtención de lo anterior es esencialmente el mismo que el contenido descrito en la sección (4-8) anterior.

(4-10)

En la sección (4-8) anterior se describe el caso en el que “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN_{\text{Ventilador exterior } 1}$ ” y “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 2}/dN_{\text{Ventilador exterior } 2}$ ” se obtienen a partir del valor de entrada actual y la velocidad de rotación actual en lugar de a partir de las fórmulas de características de entrada de los motores del ventilador exterior 19m, 29m. En la sección (4-9) anterior se describe es el caso en el que “ $dP_{\text{Ventilador interior } 1}/dN_{\text{Ventilador interior } 1}$ ”, “ $dP_{\text{Ventilador interior } 2}/dN_{\text{Ventilador interior } 2}$ ”, y “ $dP_{\text{Ventilador interior } 3}/dN_{\text{Ventilador interior } 3}$ ” se obtienen a partir del valor de entrada actual y la velocidad de rotación actual en lugar de a partir de las fórmulas de características de entrada de los motores del ventilador interior 47m, 57m, 67m.

En contraste con esto, también es posible obtener todos los términos “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN_{\text{Ventilador exterior } 1}$ ”, “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 2}/dN_{\text{Ventilador exterior } 2}$ ”, “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 1}/dN_{\text{Ventilador exterior } 1}$ ”, “ $dP_{\text{Ventilador exterior } 2}/dN_{\text{Ventilador exterior } 2}$ ”, y “ $dP_{\text{Ventilador interior } 3}/dN_{\text{Ventilador interior } 3}$ ” a partir de valores de entrada y velocidades de rotación de los motores del ventilador exterior y los motores del ventilador de interior en lugar de a partir de fórmulas de características de entrada en un sistema en el que una pluralidad de motores del ventilador exterior y una pluralidad de motores del ventilador interior se proporcionan al igual que en, por ejemplo, la manera en la tercera forma de realización descrita con anterioridad.

El método específico para la obtención de lo anterior es esencialmente el mismo que el contenido descrito en las secciones (4-8) y (4-9) anteriores.

(4-11)

5 En una forma de realización anterior se describe un ejemplo del caso en el que una expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con una temperatura de condensación Tc y una expresión relacional de la energía de entrada al motor de accionamiento del compresor 15m en relación con la temperatura de evaporación Te que se especifican de antemano se almacenan en una primera unidad de almacenamiento exterior 1b o similares como una fórmula de regresión en la que "dP_{Comp}/dTc" incluye la frecuencia de accionamiento R (r/min) del compresor, la temperatura de evaporación Te, y la temperatura de condensación Tc como parámetros.

10 En contraste con esto, la información (segunda información) por la cual una fórmula de regresión se puede lograr por el uso de, por ejemplo, el valor de entrada actual al compresor y el estado del compresor actual (velocidad de rotación, diferencia de presión, y/o similares) que corresponde al valor de entrada se puede almacenar en la primera unidad de almacenamiento exterior 1b, y la fórmula de característica de entrada que corresponde al motor de accionamiento del compresor 15m no se requiere que sea almacenada en la primera unidad de almacenamiento exterior 1b.

15 (4-12)

La presente invención incluye, naturalmente, formas de realización en las que se utilizan los ejemplos descritos en la primera a la tercera forma de realización y las otras formas de realización (4-1) a (4-11), de acuerdo con lo apropiado, en combinación, con la condición de que estén cubiertos por el alcance de las reivindicaciones.

Aplicabilidad industrial

20 En el sistema de ciclo de refrigeración de la presente invención, es posible reducir la cantidad de información requerida para ser especificada de antemano, para reducir la carga de procesamiento computacional, y para estabilizar con rapidez un estado operacional en el que la cantidad total de energía de entrada requerida se mantiene baja en vista de las condiciones de instalación reales. Por lo tanto, la presente invención es útil cuando la operación de ahorro de energía se ha de implementar de una manera simple en un sistema de ciclo de refrigeración.

25 Lista de signos de referencia

- 1 Unidad exterior
- 1b Primera unidad de almacenamiento exterior (unidad de almacenamiento)
- 2 Unidad exterior
- 2b Segunda unidad de almacenamiento exterior (unidad de almacenamiento)
- 30 4 Unidad interior
- 5 Unidad interior
- 6 Unidad interior
- 7 Unidad de control
- 10 Circuito del refrigerante
- 35 11 Sensor de temperatura exterior (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 12 Sensor de temperatura de refrigeración de descarga (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 13 Sensor de presión de refrigeración de descarga (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 40 14 Sensor de temperatura del intercambiador de calor exterior (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 15 Compresor
- 15m Motor de accionamiento del compresor (accionador, primer accionador, tercer accionador, sexto accionador)
- 17 Intercambiador de calor exterior (intercambiador de calor del lado de la fuente de calor)
- 45 18 Válvula de expansión exterior (válvula de expansión)

ES 2 749 389 T3

- 19 Ventilador exterior (unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor)
- 19m Motor del ventilador exterior (accionador, segundo accionador, quinto accionador, séptimo accionador)
- 21 Sensor de temperatura exterior (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 5 22 Sensor de temperatura de refrigeración de descarga (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 23 Sensor de presión de refrigeración de descarga (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 24 Sensor de temperatura del intercambiador de calor exterior (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 10 25 Compresor
- 25m Motor de accionamiento del compresor (accionador, primer accionador, tercer accionador, sexto accionador)
- 27 Intercambiador de calor exterior (intercambiador de calor del lado de la fuente de calor)
- 28 Válvula de expansión exterior (válvula de expansión)
- 29 Ventilador exterior (unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor)
- 15 29m Motor del ventilador interior (accionador, segundo accionador, quinto accionador, séptimo accionador)
- 42 Primera unidad de almacenamiento interior (unidad de almacenamiento)
- 44 Sensor de temperatura del intercambiador de calor interior (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 45 Intercambiador de calor interior (intercambiador de calor del lado de uso)
- 20 46 Válvula de expansión interior (válvula de expansión)
- 47 Ventilador interior (unidad de suministro de fluido del lado de uso)
- 47m Motor del ventilador interior (accionador, cuarto accionador, octavo accionador)
- 52 Segunda unidad de almacenamiento interior (unidad de almacenamiento)
- 54 Sensor de temperatura del intercambiador de calor interior (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 25 55 Intercambiador de calor interior (intercambiador de calor del lado de uso)
- 56 Válvula de expansión interior (válvula de expansión)
- 57 Ventilador interior (unidad de suministro de fluido del lado de uso)
- 57m Motor del ventilador interior (accionador, cuarto accionador, octavo accionador)
- 30 62 Tercera unidad de almacenamiento interior (unidad de almacenamiento)
- 64 Sensor de temperatura del intercambiador de calor interior (medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración)
- 65 Intercambiador de calor interior (intercambiador de calor del lado de uso)
- 66 Válvula de expansión interior (válvula de expansión)
- 35 67 Ventilador interior (unidad de suministro de fluido del lado de uso)
- 67m Motor del ventilador interior (accionador, cuarto accionador, octavo accionador)
- 100 Sistema de ciclo de refrigeración
- 200 Sistema de ciclo de refrigeración
- 207 Unidad de control

210 Circuito de refrigeración

300 Sistema de ciclo de refrigeración

307 Unidad de control

310 Circuito de refrigeración

5 Lista de citas

Literatura de Patente

<Documento de Patente 1>

Solicitud de Patente Japonesa Núm. H05-310452

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de ciclo de refrigeración (100, 200, 300) que comprende:
- 5 un circuito de refrigeración (10, 210, 310) adaptado para hacer circular un refrigerante, el circuito de refrigeración comprende un compresor (15, 25), un intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (17, 27), una válvula de expansión (18, 28, 46, 56, 66), y un intercambiador de calor del lado de uso (45, 55, 65);
- una pluralidad de accionadores (19m, 29m, 47m, 57m, 67m) configurados para llevar a cabo un ciclo de refrigeración en el circuito de refrigeración;
- 10 una unidad de almacenamiento (1b, 2b, 42, 52, 62) configurada para almacenar en correlación con los accionadores respectivamente por lo menos cualquiera de una expresión relacional que muestra la relación entre la cantidad de energía introducida en los accionadores, y
- una magnitud de estado diana de refrigerante del refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, la cantidad es cualquiera de un valor diana de control de temperatura, un valor diana de control de presión, o un valor diana de control de magnitud física equivalente al mismo,
- una primera información para la creación de la expresión relacional, y
- 15 una segunda información para el logro de la expresión relacional por el uso de valores introducidos en los accionadores y los valores que indican estados de los accionadores correspondientes a los valores de entrada;
- un medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración (12, 13, 14, 22, 23, 24, 44, 54, 64) configurado para adquirir la magnitud de estado de refrigeración actual que corresponde al valor de la magnitud de estado diana de refrigerante; y
- 20 una unidad de control (7, 207, 307), caracterizada por que la unidad de control está configurada para
- obtener la suma de la energía introducida en los accionadores, o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en los accionadores, con base en la expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio en la magnitud de estado de refrigeración actual, y configurado para,
- 25 durante la actualización del valor de la magnitud de estado diana de refrigerante de manera tal que la suma de la energía introducida en los accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en los accionadores sea un valor bajo,
- controlar por lo menos uno de los accionadores de manera tal que el valor adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor actualizado de la magnitud de estado diana de refrigerante.
- 30 2. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de control (7) además está configurada para actualizar el valor de la magnitud de estado diana de refrigerante en un intervalo en el que la anchura de cambio en la capacidad requerida por el intercambiador de calor del lado de uso satisface una condición de capacidad predeterminada.
- 35 3. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que además comprende una unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor (19) configurada para suministrar un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor, en el que
- los accionadores tienen un primer accionador (15m) configurado para accionar el compresor y un segundo accionador (19m) configurado para accionar la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor;
- 40 la unidad de almacenamiento (1b, 2b, 42, 52, 62) está configurada para almacenar una primera expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el primer accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura a la que se condensa el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, o la información para la creación de la primera expresión relacional, y una segunda expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el segundo accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura de condensación, o la información para la creación de la segunda
- 45 expresión relacional;
- el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración está configurado para adquirir el valor actual de la temperatura a la que se condensa el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración; y
- 50 la unidad de control está configurada para obtener la suma de la energía introducida en el primer accionador, o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el primer accionador, con base en la primera expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y la suma de la energía introducida en el segundo accionador, o la suma de la cantidad de cambio en la energía

introducida en el segundo accionador, con base en la segunda expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y configurado para,

5 durante la actualización del valor diana de control de la temperatura de condensación de manera tal que la suma de la energía introducida en el primer accionador y el segundo accionador sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el primer accionador y el segundo accionador sea un valor bajo,

10 controlar el segundo accionador (19m) cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un evaporador y controlar el primer accionador (15m) cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un condensador, de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxima al valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación.

4. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 3, en el que

el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (17, 27) está proporcionado en una pluralidad;

15 el compresor (15, 25) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor;

la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor (19, 29) está proporcionada en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor;

el primer accionador (15m, 25m) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de compresores;

20 el segundo accionador (19m, 29m) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor;

25 la unidad de almacenamiento está configurada para almacenar, para cada uno de la pluralidad de primeros accionadores (15m, 25m), la primera expresión relacional o la información para la creación de la primera expresión relacional, y para almacenar, para cada uno de la pluralidad de segundos accionadores (19m, 29m), la segunda expresión relacional o la información para la creación de la segunda expresión relacional; y

30 la unidad de control está configurada para obtener la suma de la energía introducida en la pluralidad de primeros accionadores o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de primeros accionadores, con base en cada primera expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y la suma de la energía introducida en la pluralidad de segundos accionadores o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de segundos accionadores, con base en cada segunda expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y está configurada para,

35 durante la actualización del valor diana de control de la temperatura de condensación de manera tal que la suma de la energía introducida en la pluralidad de primeros accionadores y la pluralidad de segundos accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de primeros accionadores y la pluralidad de segundos accionadores sea un valor bajo,

40 controlar la pluralidad de segundos accionadores cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un evaporador y controlar la pluralidad de primeros accionadores cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un condensador, de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación.

45 5. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que la unidad de control está configurada para calcular la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el primer accionador y el segundo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de condensación.

50 6. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la unidad de control está configurada para actualizar el valor diana de control de la temperatura de condensación y, a partir de ese entonces, para actualizar de manera adicional el valor diana de control de la temperatura de condensación cuando se han satisfecho las condiciones de espera predeterminadas.

7. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que además comprende:

- una unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor (19) configurada para suministrar un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor; y
- 5 una unidad de suministro de fluido del lado de uso (47) configurada para suministrar un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor del lado de uso, en la que
- los accionadores tienen un tercer accionador (15m) configurado para accionar el compresor, un cuarto accionador (47m) configurado para accionar la unidad de suministro de fluido del lado de uso, y un quinto accionador (19m) configurado para accionar la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor;
- 10 la unidad de almacenamiento además está configurada para almacenar una tercera expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el tercer accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura a la que se evapora el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, o la información para la creación de la tercera expresión relacional; y una cuarta expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el cuarto accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura de evaporación, o la información para la creación de la cuarta expresión relacional;
- 15 el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración además está configurado para adquirir el valor actual de la temperatura a la que se evapora el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración; y
- la unidad de control además está configurada para
- 20 obtener la suma de la energía introducida en el tercer accionador o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador, con base en la tercera expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y la suma de la energía introducida en el cuarto accionador o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el cuarto accionador, con base en la cuarta expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y
- 25 durante la actualización del valor diana de control de la temperatura de evaporación de manera tal que la suma de la energía introducida en el tercer accionador y el cuarto accionador sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador y el cuarto accionador sea un valor bajo,
- 30 para controlar el tercer accionador cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un evaporador y para controlar el quinto accionador cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un condensador, de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación.
8. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 7, en el que
- el intercambiador de calor del lado de uso (45, 55, 65) está proporcionado en una pluralidad;
- 35 la unidad de suministro de fluido del lado de uso (47, 57, 67) también está proporcionada en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de uso;
- el cuarto accionador (47m, 57m, 67m) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de uso;
- 40 la unidad de almacenamiento almacena la cuarta expresión relacional, o la información para la creación de la cuarta expresión relacional, para cada uno de la pluralidad de cuartos accionadores (47m, 57m, 67m); y
- la unidad de control además está configurada para
- 45 obtener la suma de la energía introducida en el tercer accionador o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador, con base en la tercera expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y la suma de la energía introducida en la pluralidad de cuartos accionadores o la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de cuartos accionadores, con base en cada cuarta expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y para,
- 50 durante la actualización del valor diana de control de la temperatura de evaporación de manera tal que la suma de la energía introducida en el tercer accionador y la pluralidad de cuartos accionadores sea menor que el nivel actual, o de manera tal que la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador y la pluralidad de cuartos accionadores es un valor bajo,
- para controlar el tercer accionador cuando los intercambiadores de calor del lado de uso (45, 55, 65) funcionan

como evaporadores y para controlar el quinto accionador cuando los intercambiadores de calor del lado de uso (45, 55, 65) funcionan como condensadores, de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración se aproxime al valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación.

5 9. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que la unidad de control además está configurada para calcular la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el tercer accionador y el cuarto accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de evaporación.

10 10. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la unidad de control además está configurada para actualizar el valor diana de control de la temperatura de evaporación y, a partir de ese entonces, actualiza de manera adicional el valor diana de control de la temperatura de evaporación cuando se han satisfecho las condiciones de espera predeterminadas.

15 11. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que además comprende:
una unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor (19) configurada para suministrar un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor del lado de la fuente de calor;
y

20 una unidad de suministro de fluido del lado de uso (47) configurada para suministrar un fluido para el intercambio de calor con un refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor del lado de uso, en la que

los accionadores tienen un sexto accionador (15m) configurado para accionar el compresor, séptimo accionador (19m) configurado para accionar la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor, y un octavo accionador (47m) configurado para accionar la unidad de suministro de fluido del lado de uso;

25 la unidad de almacenamiento además está configurada para
almacenar una sexta expresión relacional de condensación que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el sexto accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura a la que se condensa el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, o la información para la creación de la sexta expresión relacional de condensación,

30 una sexta expresión relacional de evaporación que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el sexto accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura a la que se evapora el refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración, o la información para la creación de la sexta expresión relacional de evaporación,

35 una séptima expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el séptimo accionador en relación con un valor diana de control de una temperatura de condensación, o la información para la creación de la séptima expresión relacional, y

una octava expresión relacional que muestra una relación de una cantidad de energía introducida en el octavo accionador en relación con un valor diana de control de la temperatura de evaporación, o la información para la creación de la octava expresión relacional;

40 el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración además está configurado para adquirir el valor actual de la temperatura de condensación y el valor actual de la temperatura de evaporación del refrigerante que fluye a través del circuito de refrigeración; y

la unidad de control además está configurada para

45 obtener la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador, con base en la sexta expresión relacional de condensación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el séptimo accionador, con base en la séptima expresión relacional de condensación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y para calcular tres valores relacionados con la temperatura de condensación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de condensación, el valor negativo del valor, y 0,

para obtener la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador, con base en la sexta expresión relacional de evaporación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el octavo accionador con base en la octava expresión relacional de evaporación y para calcular tres valores relacionados con

la temperatura de evaporación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de evaporación, el valor negativo del valor y 0,

para especificar una combinación que tiene un valor mínimo entre las combinaciones de las sumas de los tres valores relacionados con la temperatura de condensación y los tres valores relacionados con la temperatura de evaporación, y

5 durante la actualización del valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación al tener reflejados el valor relacionado con la temperatura de condensación y el valor relacionado con la temperatura de evaporación de la combinación especificada en la temperatura de condensación actual y la temperatura de evaporación actual, respectivamente,

10 cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un evaporador, para controlar el séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración

15 alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación, y

cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un condensador, para controlar el sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la

20 temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación.

12. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 11, en el que

el intercambiador de calor del lado de la fuente de calor (17, 27) está proporcionado en una pluralidad;

el compresor (15, 25) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de

25 intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor;

la unidad de suministro de fluido del lado de la fuente de calor (19, 29) está proporcionada en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de la fuente de calor;

el sexto accionador (15m, 25m) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de compresores;

30 el séptimo accionador (19m, 29m) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de la fuente de calor;

la unidad de almacenamiento además está configurada para almacenar la sexta expresión relacional de condensación o la información para la creación de la sexta expresión relacional de condensación para cada uno de la pluralidad de sextos accionadores (15m, 25m), para almacenar la sexta expresión relacional de evaporación o la información para la creación de la sexta expresión relacional de evaporación para cada uno de la pluralidad de sextos accionadores (15m, 25m), y para almacenar la séptima expresión relacional o la información para la creación de la séptima expresión relacional para cada uno de la pluralidad de séptimos accionadores (19m, 29m); y

35 la unidad de control además está configurada para

obtener la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de sextos accionadores, con base en cada sexta expresión relacional de condensación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de séptimos accionadores, con base en cada séptima expresión relacional de condensación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, y de ese modo calcula tres valores relacionados con la temperatura de condensación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de condensación, el valor negativo del valor, y 0,

40 para obtener la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en la pluralidad de sextos accionadores, con base en cada sexta expresión relacional de evaporación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el octavo accionador, con base en la octava expresión relacional de evaporación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y de ese modo para calcular tres valores relacionados con la temperatura de evaporación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de evaporación, el valor negativo del valor, y 0,

50

para especificar una combinación que tiene un valor mínimo entre las combinaciones de las sumas de los tres valores relacionados con la temperatura de condensación y los tres valores relacionados con la temperatura de evaporación, y

5 durante la actualización del valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación al tener reflejados el valor relacionado con la temperatura de condensación y el valor relacionado con la temperatura de evaporación de la combinación especificada en la temperatura de condensación actual y la temperatura de evaporación actual, respectivamente,

10 cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un evaporador, para controlar la pluralidad de séptimos accionadores de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control de la pluralidad de sextos accionadores de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación, y

15 cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un condensador, para controlar la pluralidad de sextos accionadores de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control de la pluralidad de séptimos accionadores de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación.

13. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 11, en el que

el intercambiador de calor del lado de uso (45, 55, 65) está proporcionado en una pluralidad;

la unidad de suministro de fluido del lado de uso (47, 57, 67) también está proporcionada en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de intercambiadores de calor del lado de uso;

25 el octavo accionador (47m, 57m, 67m) está proporcionado en una pluralidad de manera tal que corresponda a la pluralidad de unidades de suministro de fluido del lado de uso;

la unidad de almacenamiento además está configurada para almacenar la octava expresión relacional o la información para la creación de la octava expresión relacional para cada uno de la pluralidad de octavos accionadores (47m, 57m, 67m); y

30 la unidad de control además está configurada para

35 obtener la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador, con base en la sexta expresión relacional de condensación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y el séptimo accionador, con base en la séptima expresión relacional de condensación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y de ese modo calcula tres valores relacionados con la temperatura de condensación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de condensación, el valor negativo del valor, y 0,

40 para obtener la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador, con base en la sexta expresión relacional de evaporación para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y la pluralidad de octavos accionadores, con base en cada octava expresión relacional para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, y de ese modo calcula tres valores relacionados con la temperatura de evaporación obtenidos por medio de la multiplicación con el valor obtenido a partir de la expresión relacional relacionada con la temperatura de evaporación, el valor negativo del valor, y 0,

para especificar una combinación que tiene un valor mínimo entre las combinaciones de las sumas de los tres valores relacionados con la temperatura de condensación y los tres valores relacionados con la temperatura de evaporación, y

50 durante la actualización del valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación al tener reflejados el valor relacionado con la temperatura de condensación y el valor relacionado con la temperatura de evaporación de la combinación especificada en la temperatura de condensación actual y la temperatura de evaporación actual, respectivamente,

cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un evaporador, para controlar el séptimo

- 5 accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación, y
- 10 cuando el intercambiador de calor del lado de uso (45) funciona como un condensador, para controlar el sexto accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de condensación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de condensación, durante el control del séptimo accionador de manera tal que el valor actual de la temperatura de evaporación adquirido por el medio de adquisición de la magnitud de estado de refrigeración alcance el valor diana de control actualizado de la temperatura de evaporación.
14. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la unidad de control además está configurada para
- 15 calcular la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y el séptimo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de condensación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de condensación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de condensación, y
- 20 calcular la suma de la cantidad de cambio en la energía introducida en el sexto accionador y el octavo accionador para el caso postulado de que se ha hecho un cambio a partir de la temperatura de evaporación actual, por medio de la obtención y la totalización para cada uno de los accionadores de un valor obtenido por medio de la sustitución de la temperatura de evaporación actual en una fórmula alcanzada a partir de un diferencial de primer orden de la expresión relacional para cada uno de los accionadores con base en la temperatura de evaporación.
- 25 15. El sistema de ciclo de refrigeración de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que la unidad de control además está configurada para, después de la actualización del valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación, actualizar de manera adicional el valor diana de control de la temperatura de condensación y el valor diana de control de la temperatura de evaporación cuando se han satisfecho las condiciones de espera predeterminadas.

100 ↗

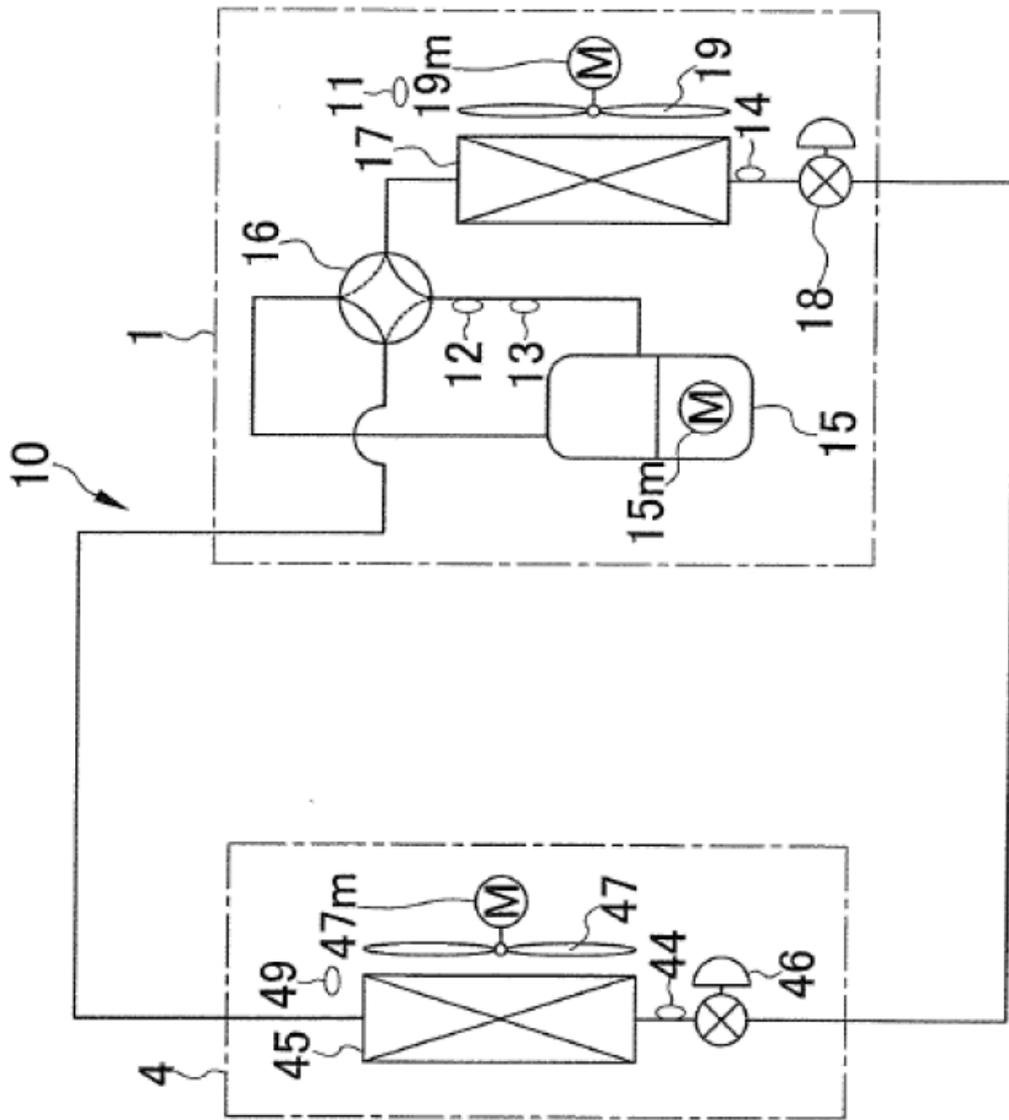


FIGURA 1

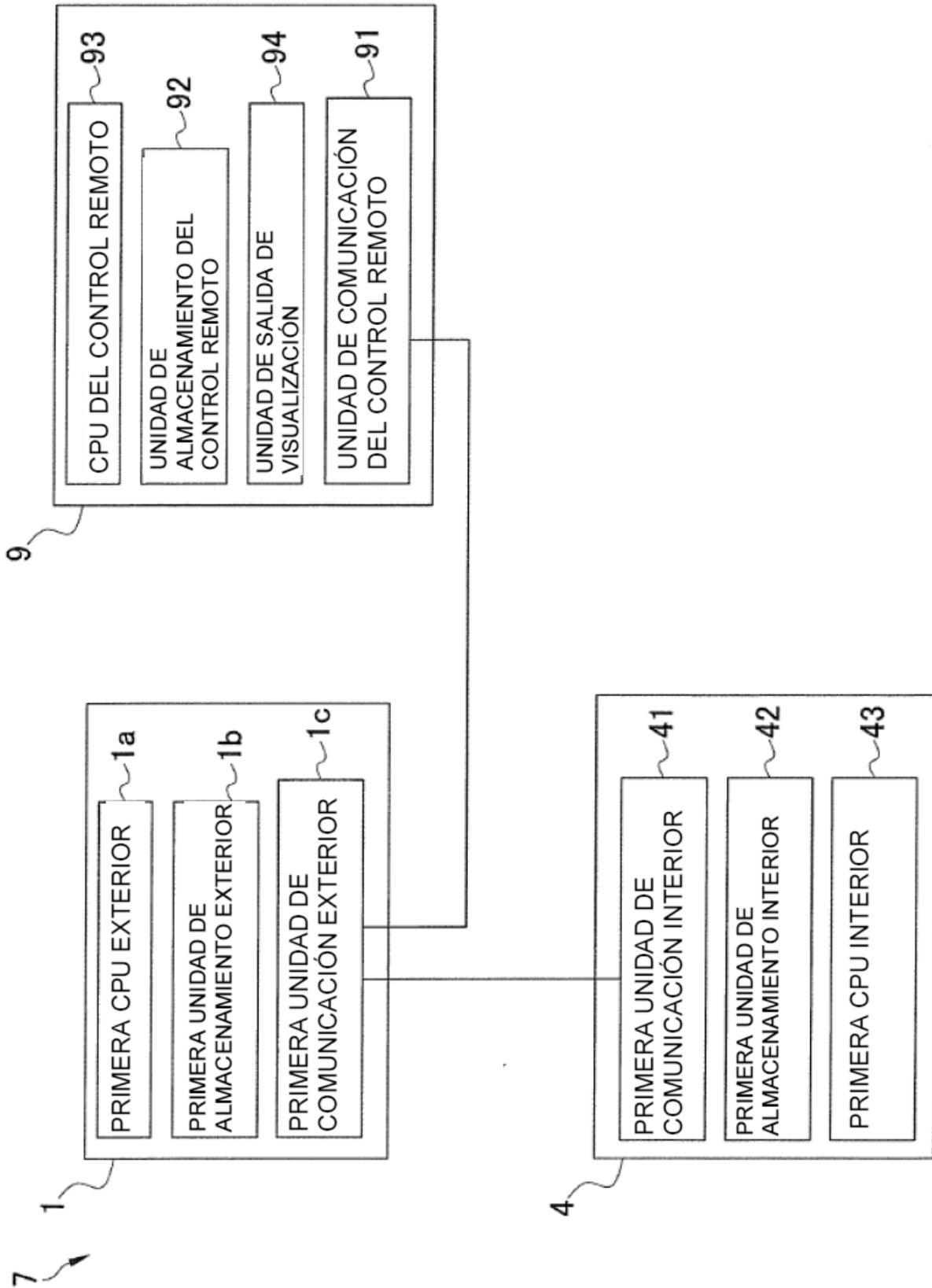


FIGURA 2

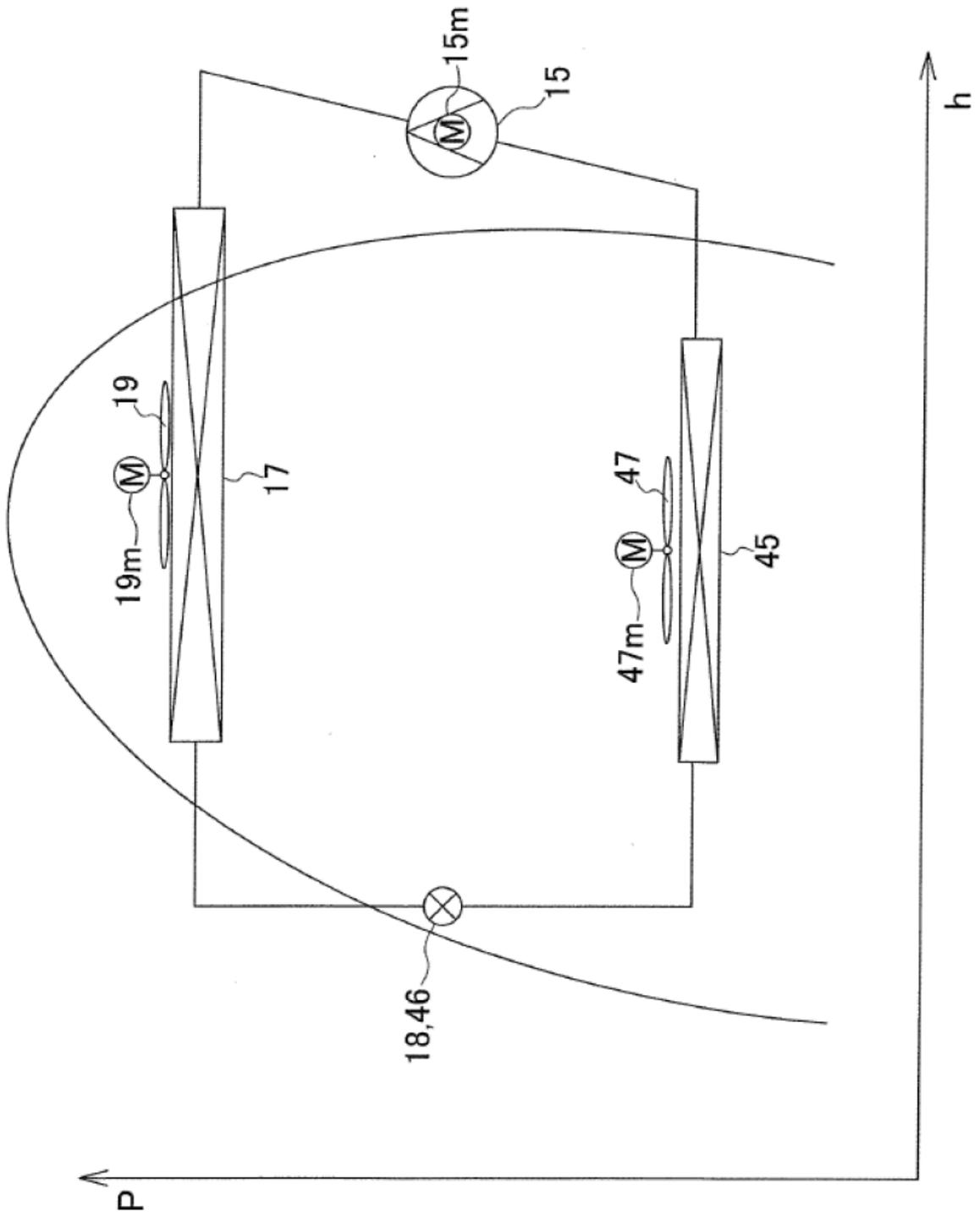


FIGURA 3

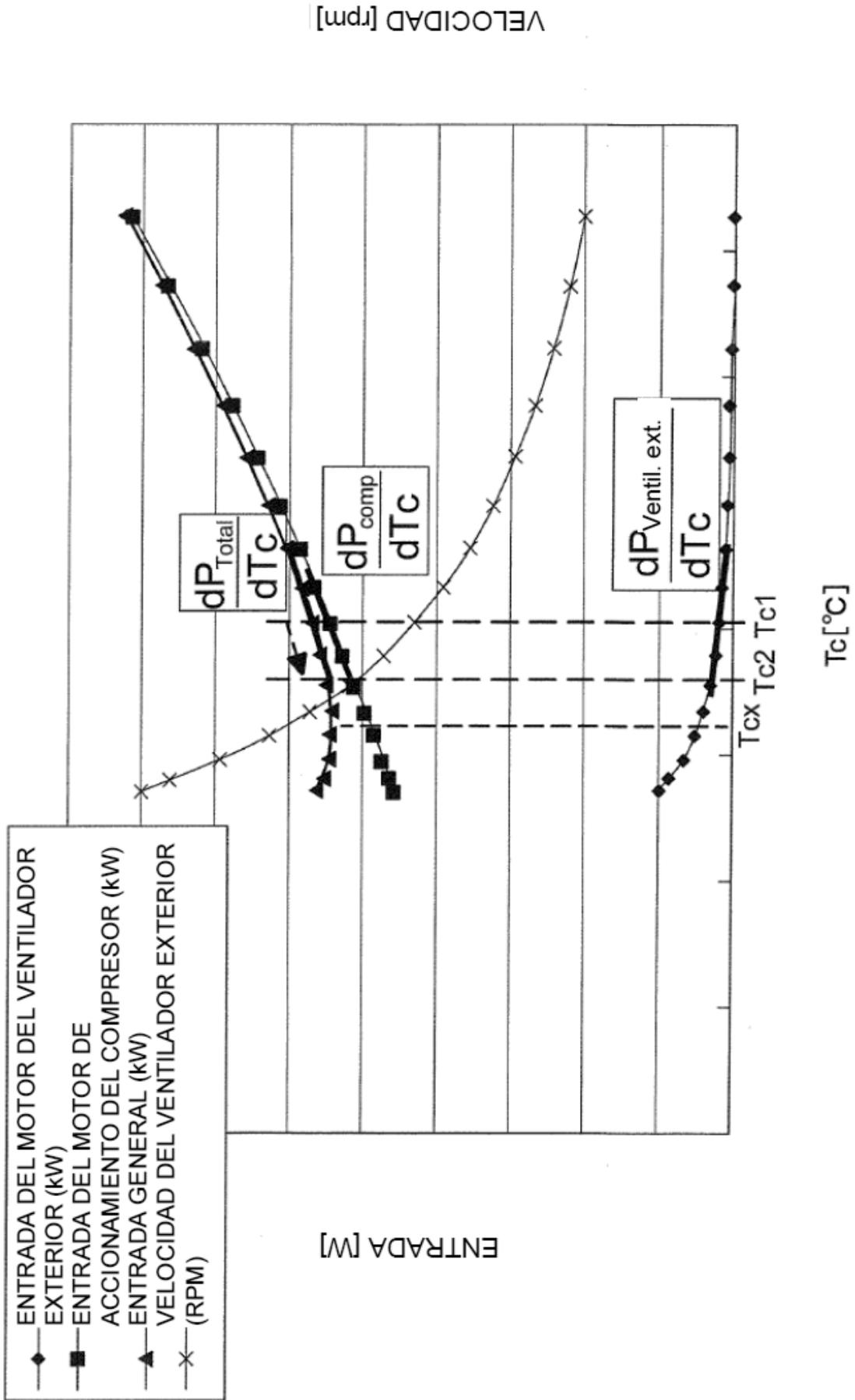


FIGURA 4

FIGURA 5

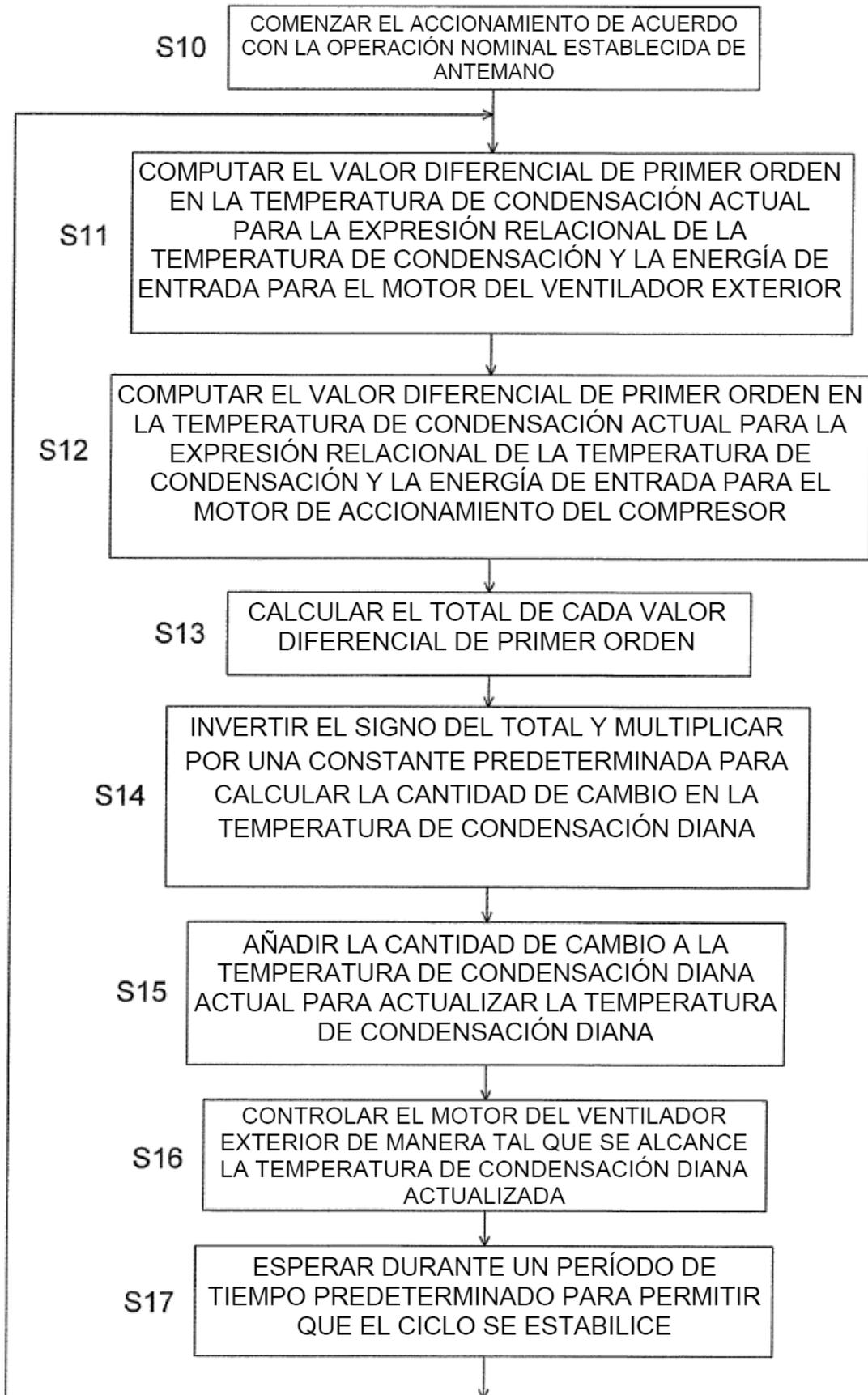


FIGURA 6

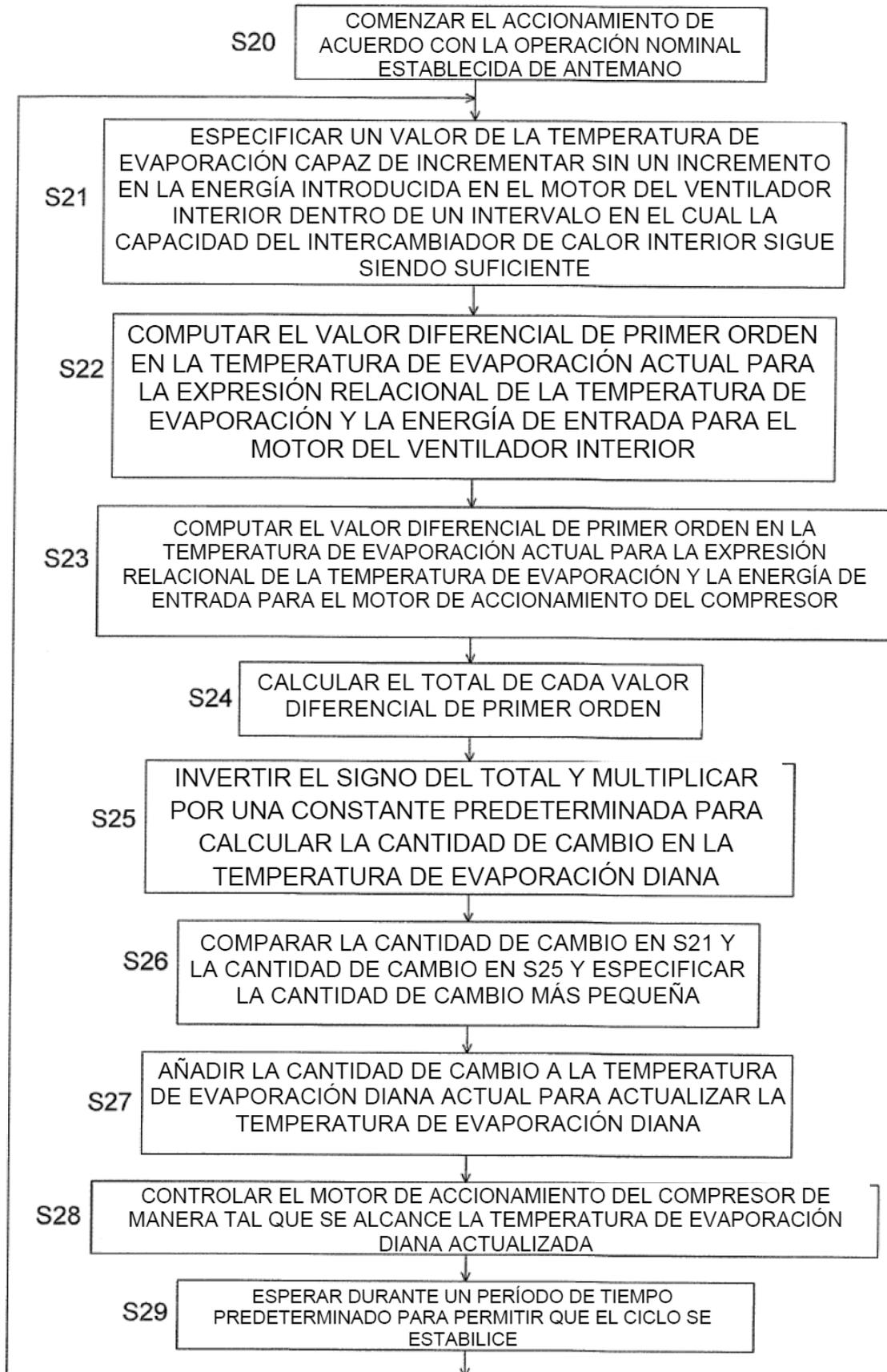
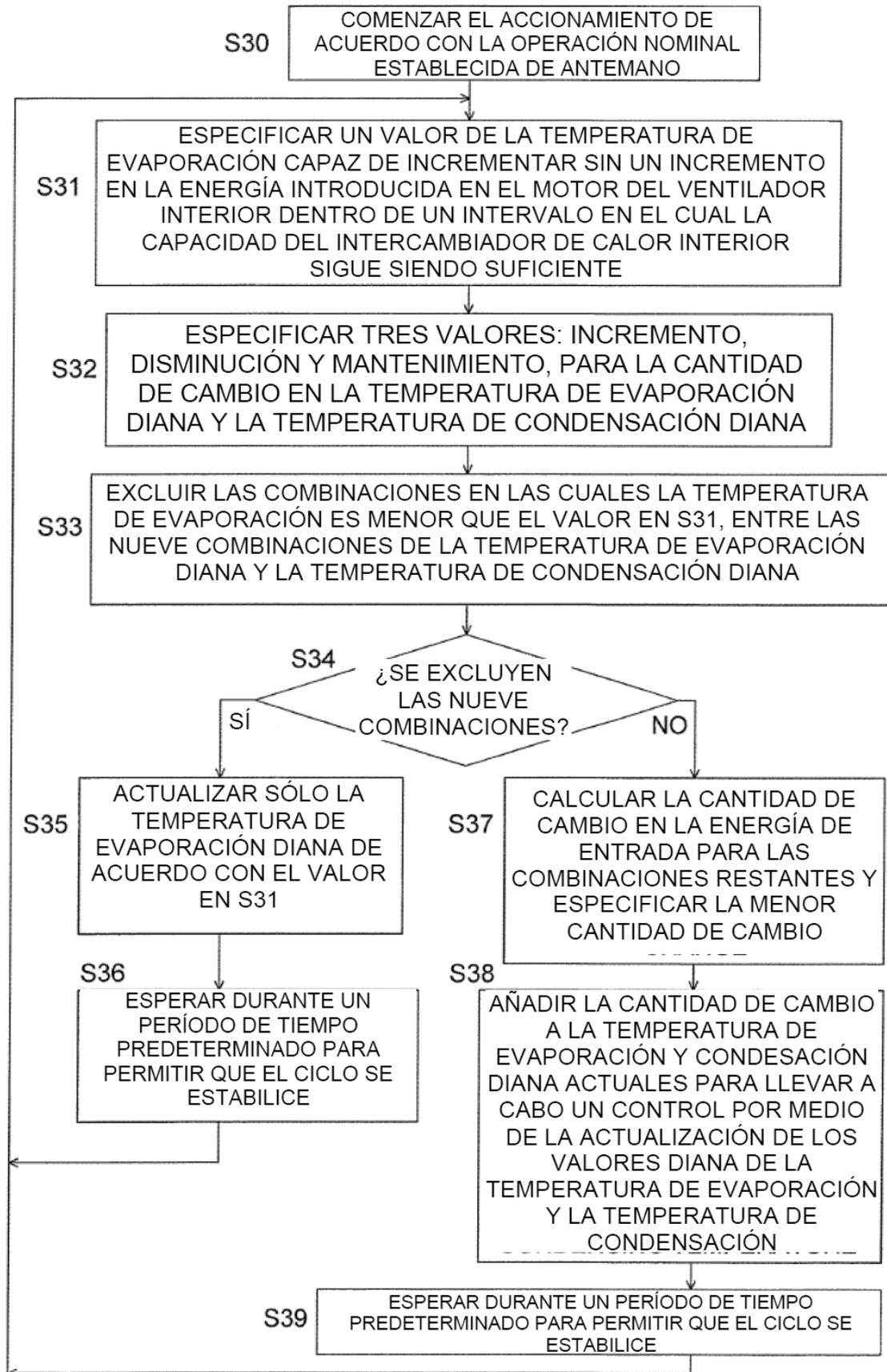


FIGURA 7



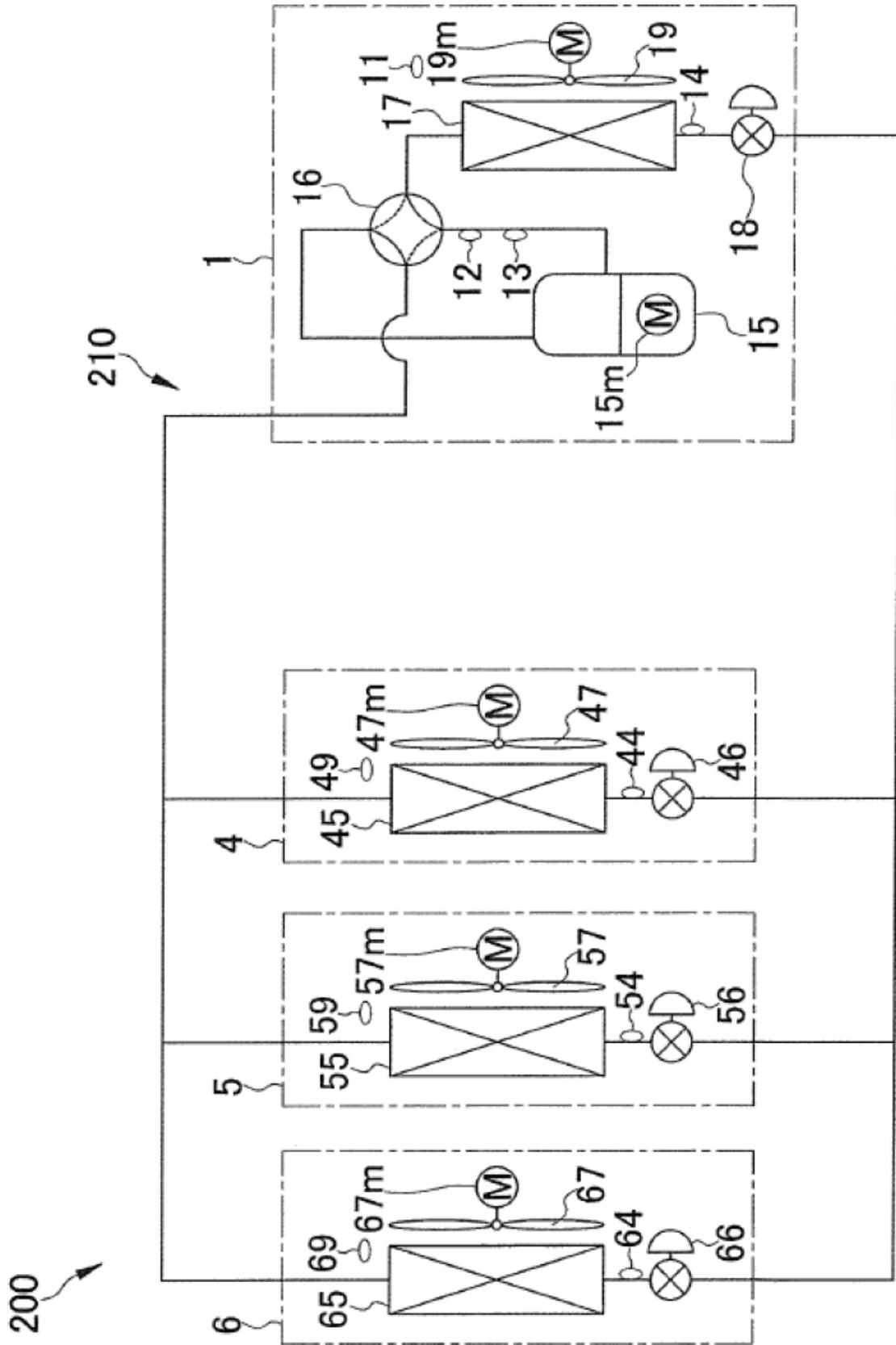
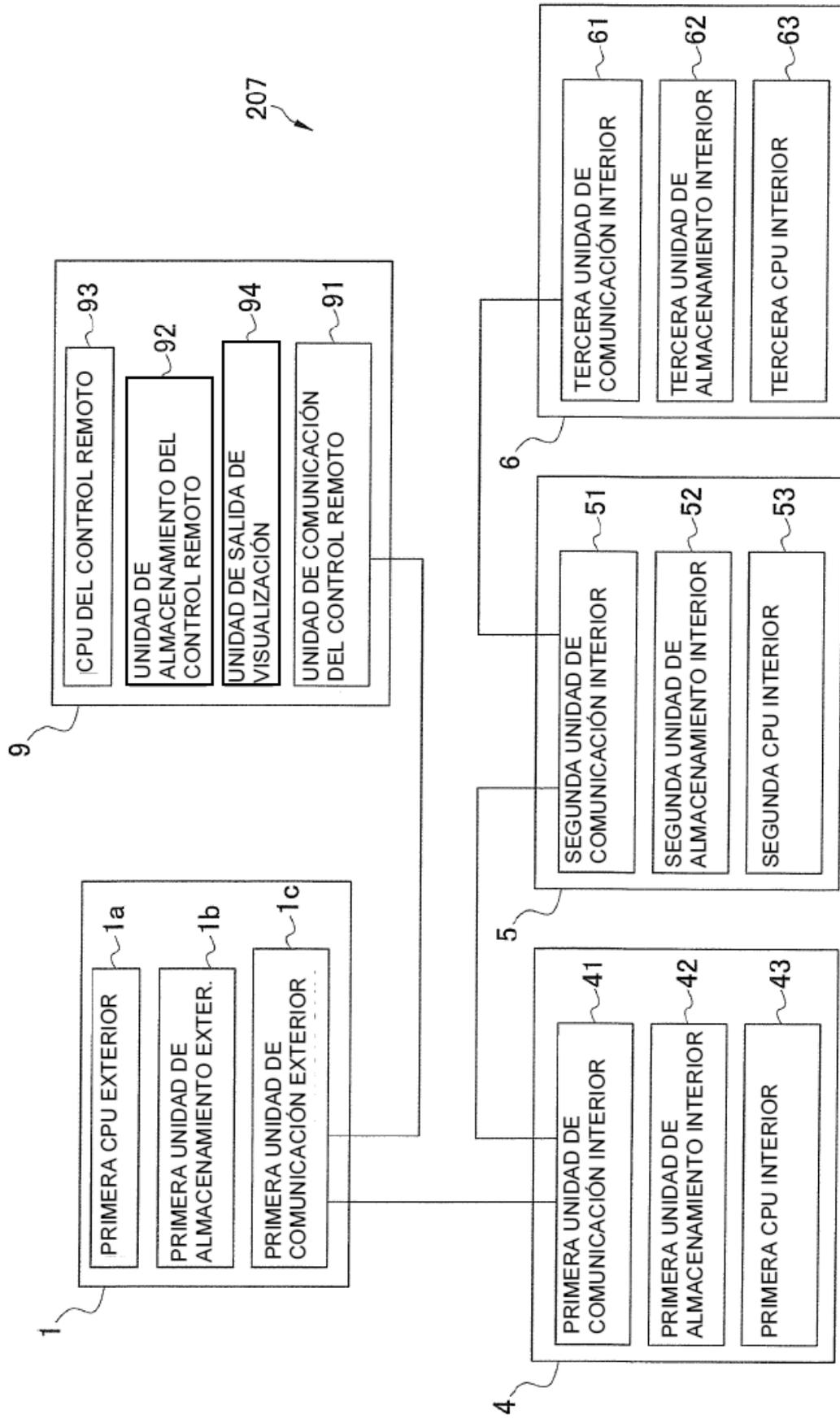


FIGURA 8



207

FIGURA 9

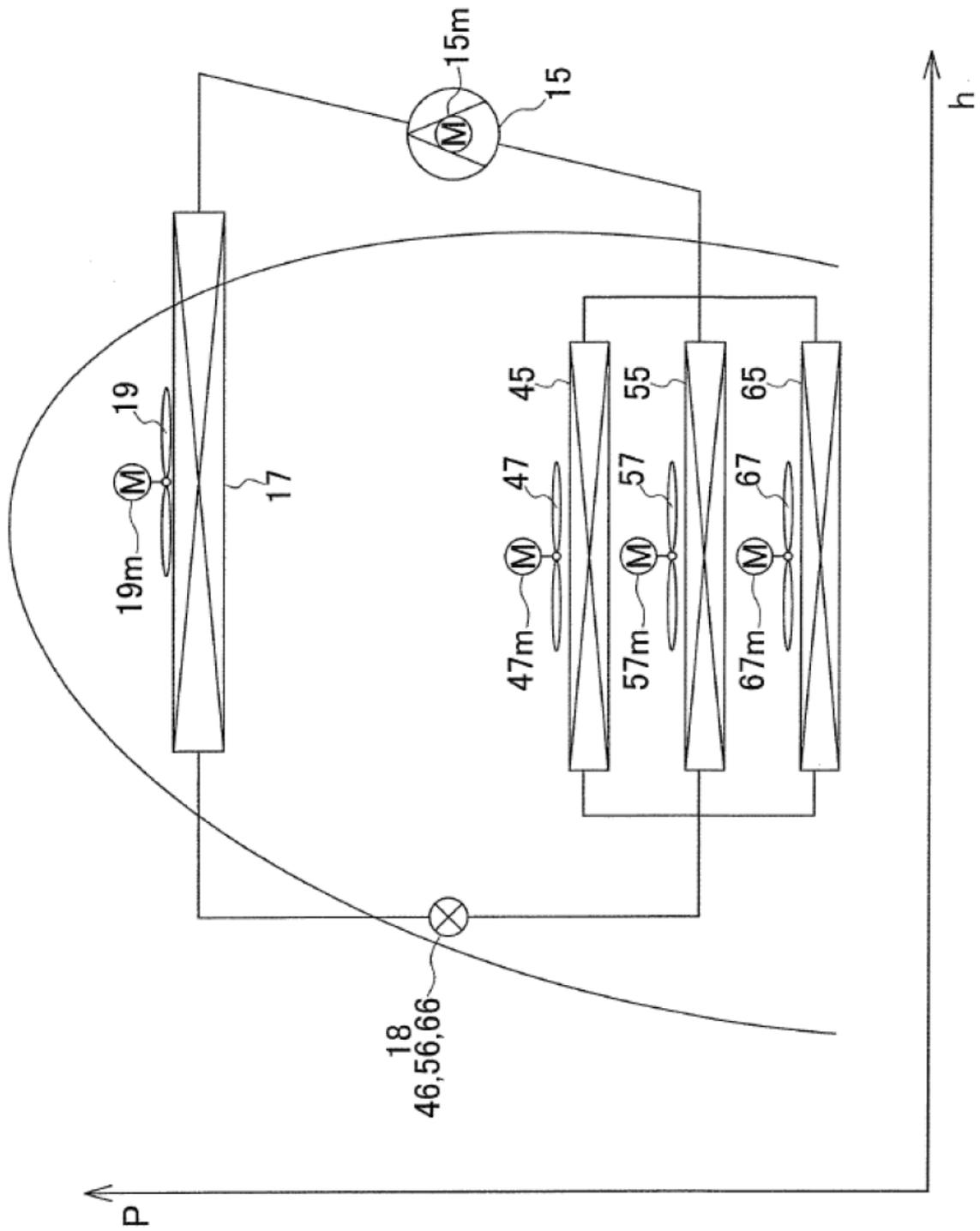


FIGURA 10

FIGURA 11

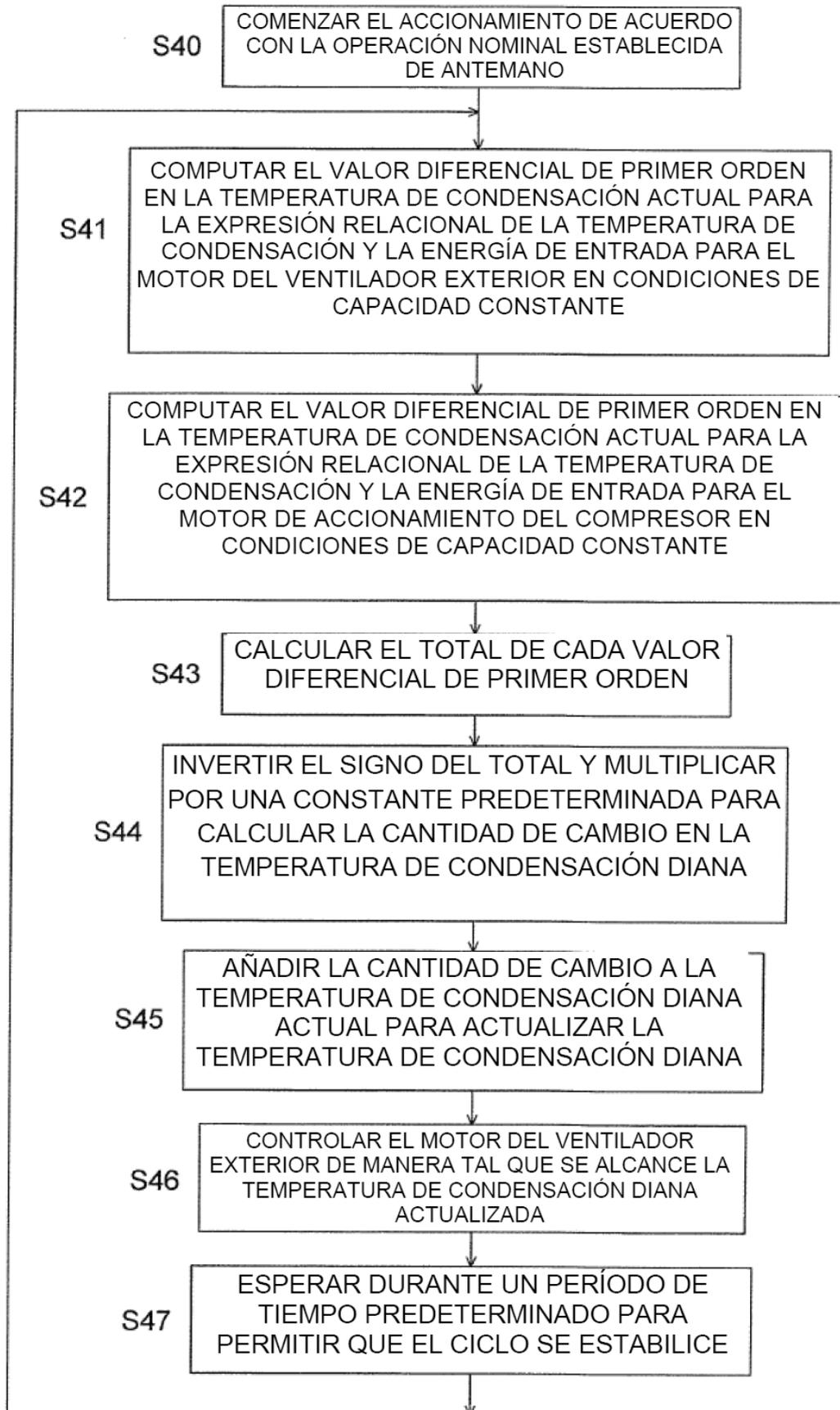
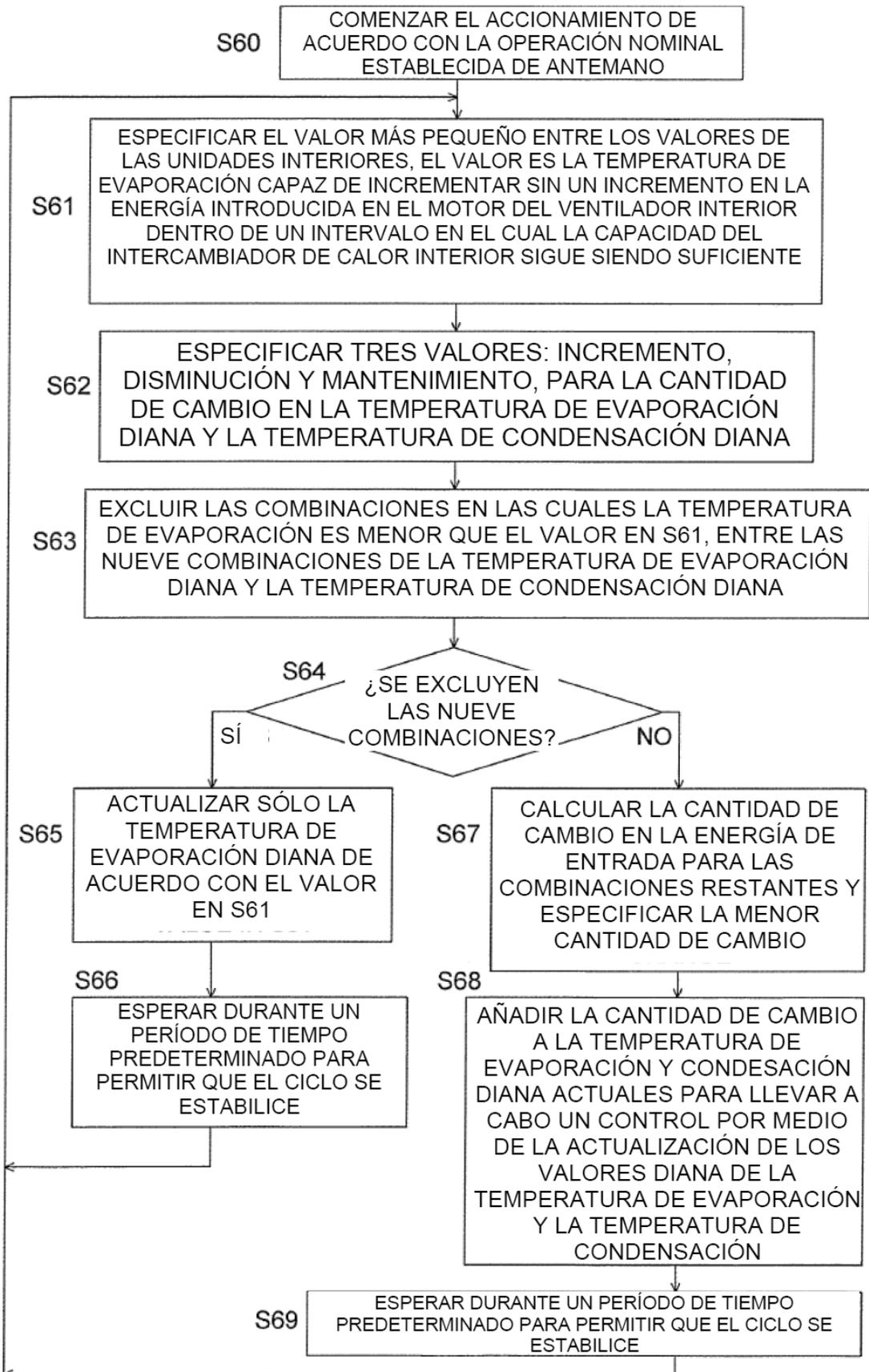


FIGURA 12



FIGURA 13



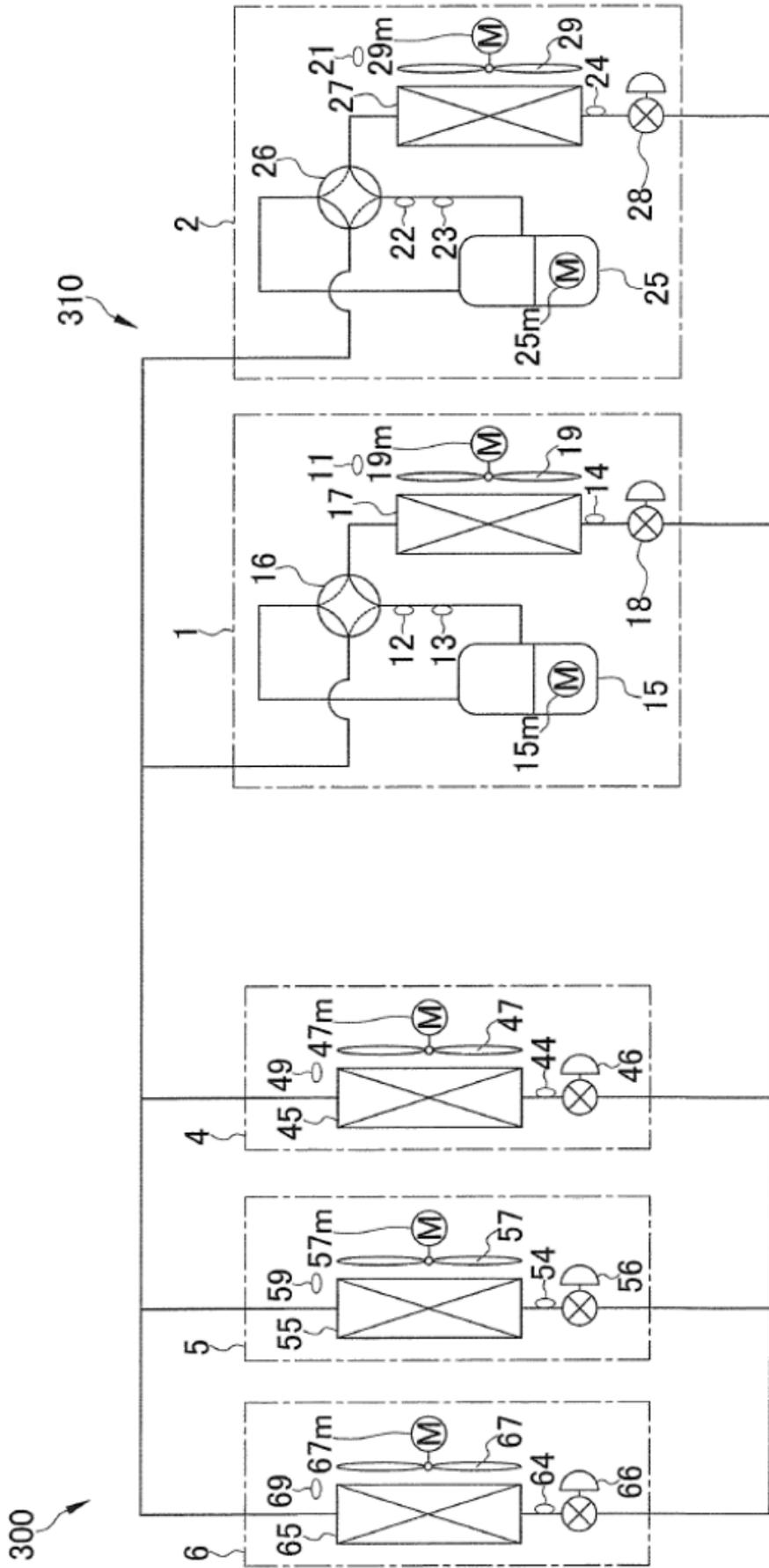


FIGURA 14

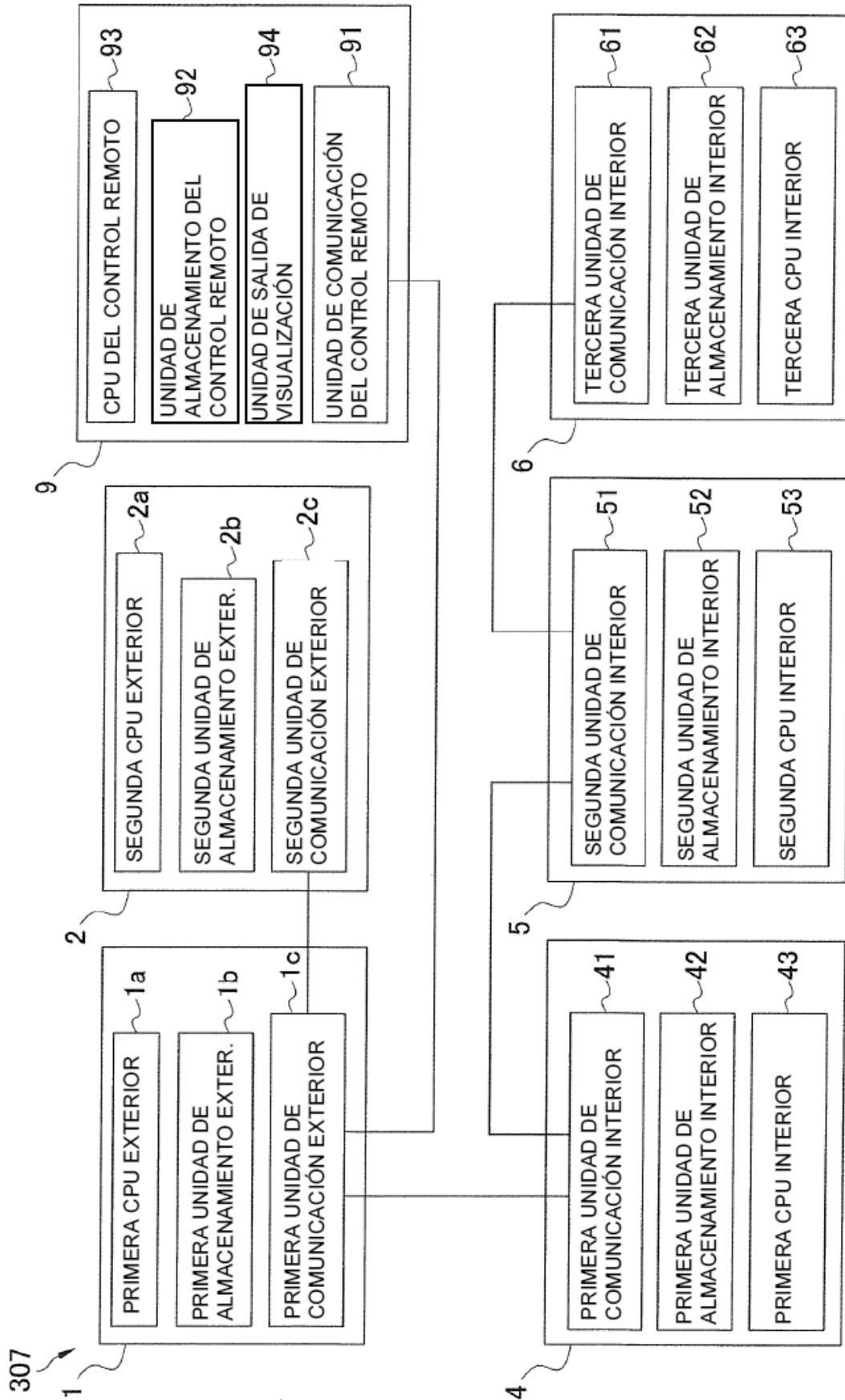


FIGURA 15

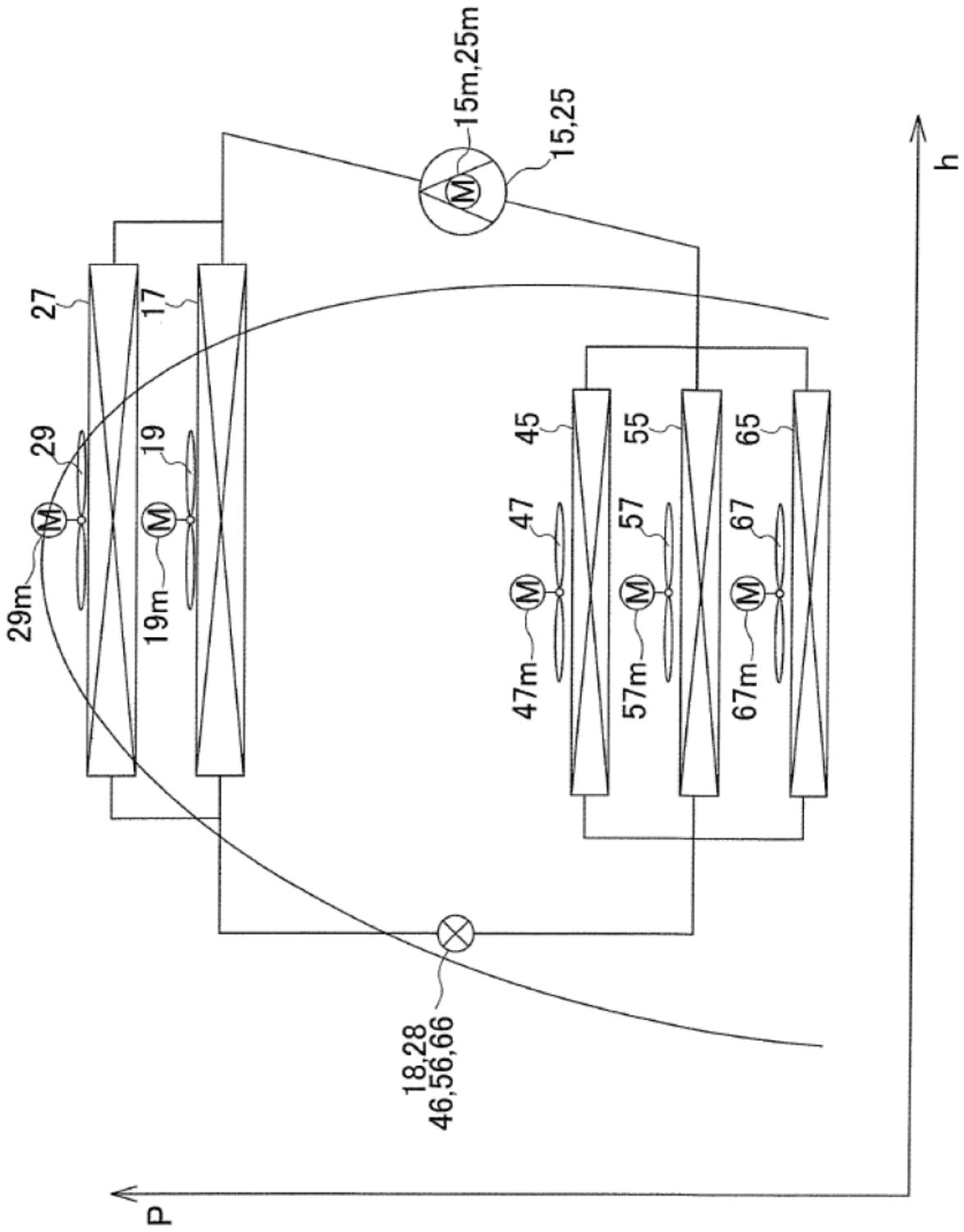


FIGURA 16

FIGURA 17

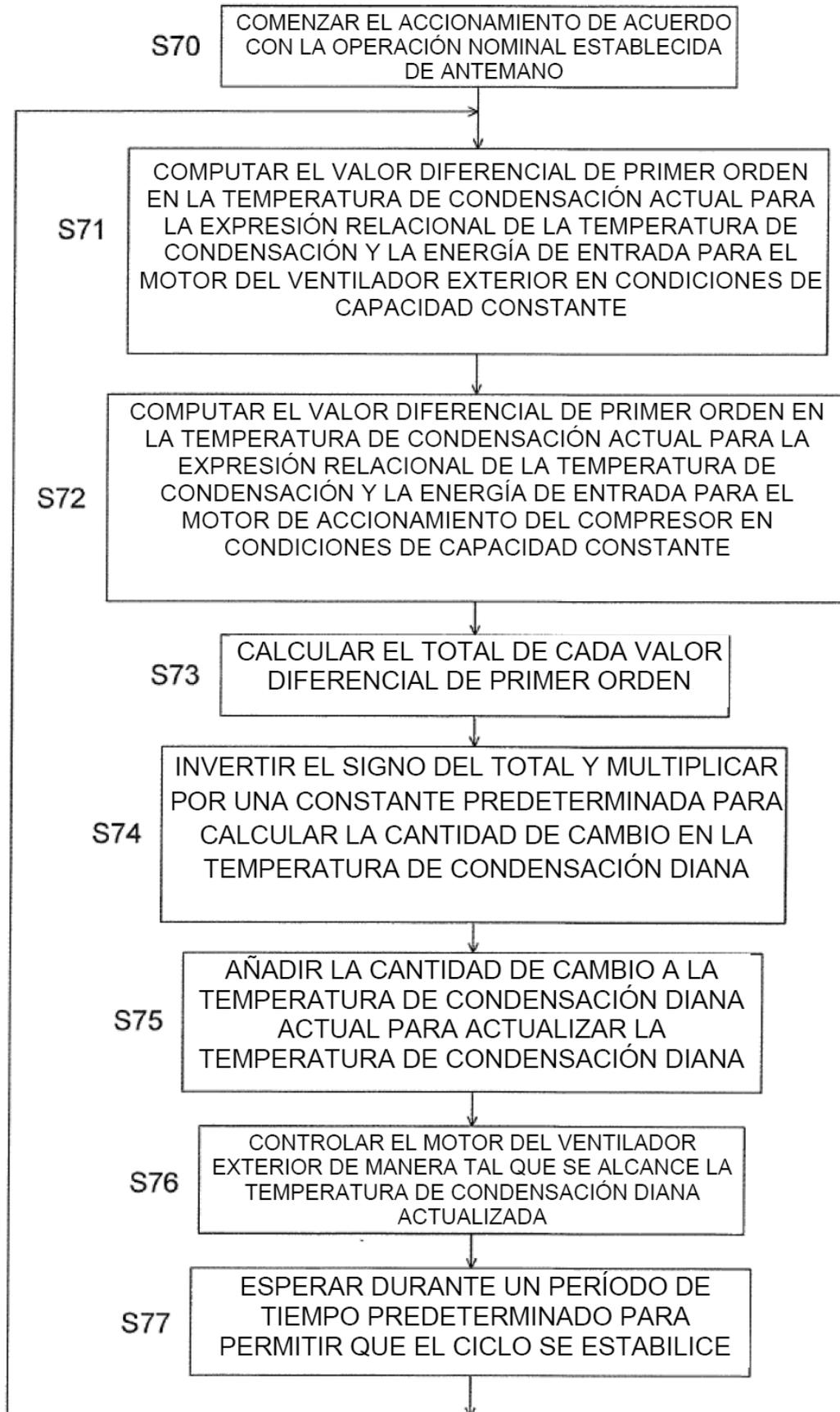


FIGURA 18

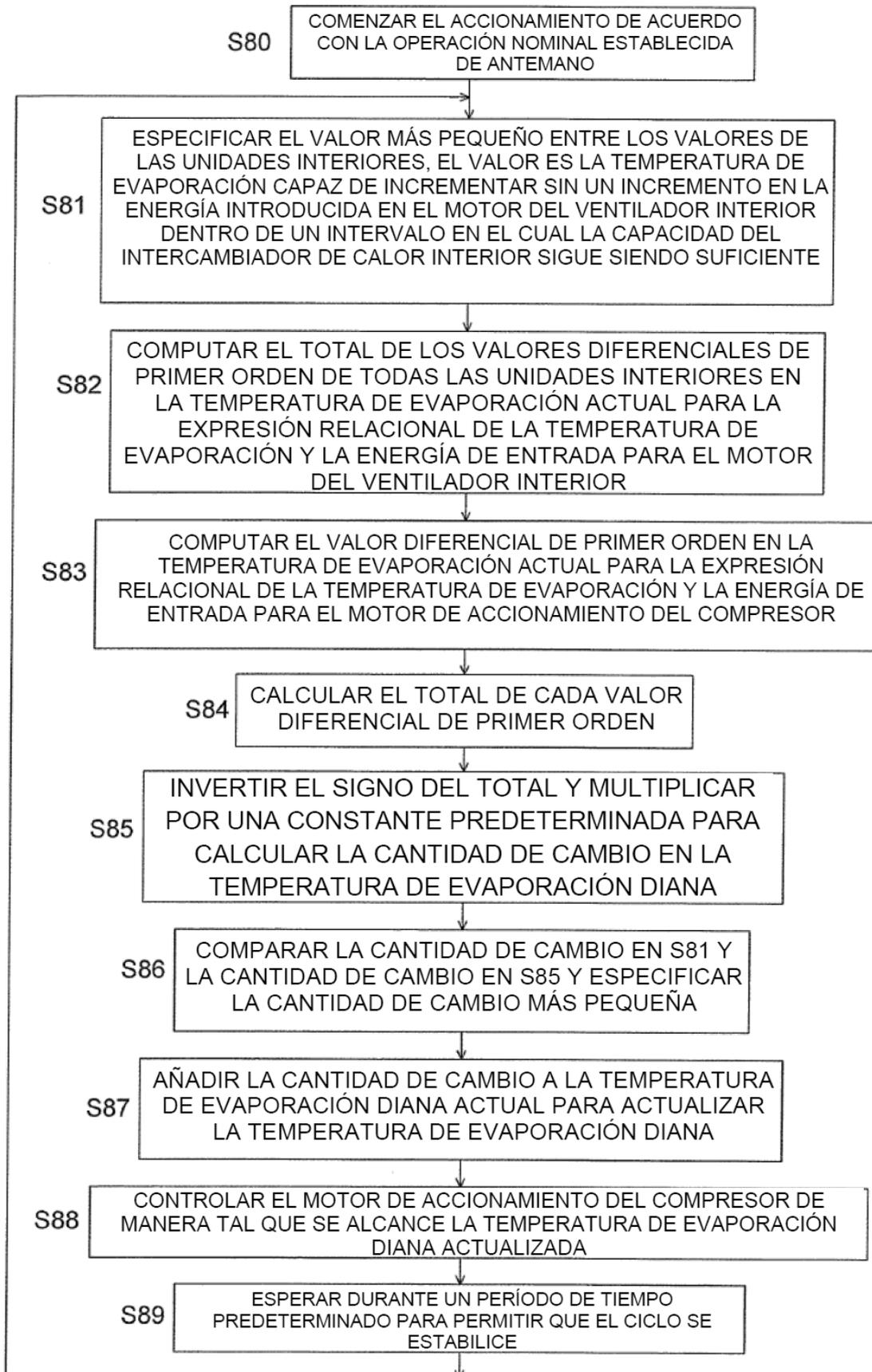


FIGURA 19

