

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 483**

51 Int. Cl.:

**F25B 7/00** (2006.01)

**F25B 49/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2013 E 13181585 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 2708833**

54 Título: **Sistema de refrigeración en cascada**

30 Prioridad:

**14.09.2012 JP 2012202191**

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

**02.09.2020**

73 Titular/es:

**HITACHI-JOHNSON CONTROLS AIR  
CONDITIONING, INC. (100.0%)  
16-1, Kaigan 1-chome, Minato-ku  
Tokyo 105-0022, JP**

72 Inventor/es:

**UMEHARA, KATSUTOSHI;  
SUGIYAMA, TATSUYA;  
ITO, KOJI y  
AOYAGI, ATSUKI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 781 483 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de refrigeración en cascada

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de refrigeración en cascada que tiene un ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura y un ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura y a un método de control para tal ciclo de refrigeración.

## 10 Antecedentes

La bibliografía de patente 1 describe un sistema de refrigeración en cascada conocido. Más específicamente, la bibliografía de patente 1 describe un dispositivo arrancador para un sistema de refrigeración en cascada provisto de una línea de refrigerante del lado de baja temperatura dotada de una tubería de refrigerante del lado de baja temperatura, un compresor del lado de baja temperatura, un condensador en cascada, una válvula de expansión del lado de baja temperatura y un intercambiador de calor del lado de baja temperatura, y una línea de refrigerante del lado de alta temperatura provista de una tubería de refrigerante del lado de alta temperatura en la que intervienen un compresor del lado de alta temperatura, un condensador, una válvula de expansión del lado de alta temperatura y un intercambiador de calor del lado de baja temperatura, que intercambia calor con el condensador en cascada, en donde un controlador, que está equipado con un termostato para detectar la temperatura del refrigerante que fluye en una parte de baja presión de la tubería de refrigerante del lado de alta temperatura, arranca el compresor del lado de alta temperatura en el momento de comenzar el funcionamiento, arranca el compresor del lado de baja temperatura cuando la temperatura detectada del termostato cae hasta una temperatura establecida o por debajo de ésta y, cuando la temperatura del refrigerante en la parte de baja presión no cae hasta, o por debajo de, la temperatura establecida cuando ha transcurrido un cierto tiempo desde que se arrancó el compresor del lado de alta temperatura, detiene el compresor del lado de alta temperatura.

Por lo tanto, con respecto a la puesta en marcha del sistema de refrigeración en cascada destinado a la refrigeración según la bibliografía de patente 1, el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura se arranca en el momento de comenzar el funcionamiento, y el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura se arranca después de confirmar, a partir de la temperatura del refrigerante, una caída de presión debida a una caída de la baja presión del ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura.

Bibliografía de patente 1: publicación de solicitud de patente japonesa no examinada N.º Hei2 (1990) —143056

35 En el documento US 5 170 639 A, se muestra un sistema de refrigeración por compresión de vapor en cascada que tiene una etapa alta y una etapa baja. Cada etapa tiene un compresor, un evaporador, un condensador y un dispositivo de expansión. El evaporador de etapa alta está en relación de transferencia de calor con el condensador de etapa baja. Se proporcionan unos medios de control que responden a algunas características relacionadas con la temperatura exterior mediante las cuales se permite el funcionamiento del compresor de etapa alta cuando el ambiente exterior está por debajo de una temperatura preestablecida y se impide el funcionamiento del compresor de etapa alta cuando el ambiente exterior está por encima de una temperatura preestablecida. En el documento JP 2004 190 917 A, un dispositivo de refrigeración se constituye conectando para intercambio de calor un vaporizador de un circuito de refrigerante del lado primario y una cascada de condensador del circuito de refrigerante del lado secundario, y utiliza dióxido de carbono como refrigerante en el circuito de refrigerante del lado secundario. Es un objeto permitir la reducción de la presión de diseño en un dispositivo de refrigeración que utiliza dióxido de carbono como refrigerante en un circuito de refrigerante del lado secundario.

## Compendio

50 En el caso del sistema de refrigeración en cascada descrito en la bibliografía citada 1, la baja presión en el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura puede caer demasiado y, dependiendo del nivel de carga, el ciclo de refrigeración puede resultar pobre o ineficiente en lo relativo a la tasa de aumento.

La presente invención está destinada a restringir una caída en la capacidad de calentamiento espacial debido a un deterioro en la tasa de aumento al suprimir las pérdidas en el momento del aumento del ciclo de refrigeración en un sistema de refrigeración en cascada.

Un sistema de refrigeración en cascada según la invención tiene las características de la reivindicación 1.

60 Un método de control para su uso en un sistema de refrigeración en cascada según la reivindicación 1, tiene las características de la reivindicación 3.

En un sistema de refrigeración en cascada según la invención, un ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura en el que un compresor del lado de baja temperatura, un intercambiador de calor en cascada, una válvula de expansión del lado de baja temperatura y un intercambiador de calor del lado de baja temperatura (un evaporador) están conectados por una tubería de refrigerante del lado de baja temperatura y un ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura en el que un compresor del lado de alta temperatura, un condensador para intercambiar calor entre

un refrigerante del lado de alta temperatura y un medio refrigerado, una válvula de expansión del lado de alta temperatura y el intercambiador de calor en cascada están conectados por una tubería de refrigerante del lado de alta temperatura que están conectados térmicamente a través del intercambiador de calor en cascada, y/o el compresor del lado de baja temperatura se arranca cuando se ha de arrancar el sistema de refrigeración en cascada, y posteriormente se arranca el compresor del lado de alta temperatura.

Según la invención, es posible contener una caída de la capacidad de calentamiento espacial debido a un deterioro en la tasa de aumento suprimiendo las pérdidas en el momento del aumento del ciclo de refrigeración en el sistema de refrigeración en cascada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra la configuración de un ciclo de refrigeración cuando un sistema de refrigeración en cascada está en funcionamiento de calentamiento en cascada.

La figura 2 es un diagrama de flujo de control 1.

La figura 3 es un diagrama de flujo de control 2.

Descripción detallada

Al utilizar el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura de un sistema de refrigeración en cascada como lado de servicio, se puede generar agua caliente de alta temperatura. Sin embargo, en un sistema de refrigeración en cascada en el cual un ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura y un ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura están conectados térmicamente a través de un intercambiador de calor en cascada, comenzando en un estado en el cual la temperatura del intercambiador de calor en cascada es baja, los ciclos no se estabilizarán, apareciendo pérdidas en el momento del aumento de los ciclos de refrigeración y el deterioro de la tasa de aumento, y disminuirá la capacidad de calentamiento espacial.

En vista de este problema, en un sistema de refrigeración en cascada de esta realización de la invención, un ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura en el que un compresor del lado de baja temperatura, un intercambiador de calor en cascada, una válvula de expansión del lado de baja temperatura y un intercambiador de calor del lado de baja temperatura (un evaporador) están conectados por una tubería de refrigerante del lado de baja temperatura y un ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura en el que un compresor del lado de alta temperatura, un condensador para intercambiar calor entre un refrigerante del lado de alta temperatura y un medio refrigerado, una válvula de expansión del lado de alta temperatura y el intercambiador de calor en cascada están conectados por una tubería de refrigerante del lado de alta temperatura térmicamente conectado mediante el intercambiador de calor en cascada, el compresor del lado de baja temperatura se arranca cuando se va a arrancar el sistema de refrigeración en cascada, y posteriormente se arranca el compresor del lado de alta temperatura. En esta realización, que es un sistema de refrigeración en cascada en el que el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura y el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura se conectan térmicamente a través del intercambiador de calor en cascada, cuando se va a arrancar este sistema de refrigeración en cascada, el compresor del lado de alta temperatura está se arranca después de arrancar el compresor del lado de baja temperatura y se eleva la temperatura del intercambiador de calor en cascada, con el resultado de que el ciclo en cascada se puede arrancar en un estado en el que la temperatura del intercambiador de calor en cascada es alta, de modo que el funcionamiento cíclica en cascada estable es posible sin incitar a una caída en la baja presión del ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura y, en consecuencia, es posible contener una caída de la capacidad de calentamiento espacial debido a un deterioro en la tasa de aumento del sistema de refrigeración en cascada.

El sistema de refrigeración en cascada de esta realización se describirá a continuación con referencia a los dibujos. La figura 1 es un diagrama de configuración del ciclo de refrigeración cuando el sistema de refrigeración en cascada de esta realización está en funcionamiento de calentamiento en cascada. El sistema de refrigeración en cascada está provisto de un ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 y un ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10. El ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 se configura conectando un compresor del lado de baja temperatura 2, una válvula de expansión 3, un intercambiador de calor del lado de baja temperatura 4, un intercambiador de calor (un condensador) 20 y un intercambiador de calor en cascada 21 mediante una tubería de refrigerante del lado de baja temperatura. El ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10 se configura conectando un compresor del lado de alta temperatura 11, el intercambiador de calor 20, una válvula de expansión del lado de alta temperatura 12 y el intercambiador de calor en cascada 21 mediante una tubería de refrigerante del lado de alta temperatura. Se hace que el medio refrigerado fluya hacia el intercambiador de calor 20 al ser hecho circular por una bomba, y se calienta mediante su intercambio de calor con refrigerante en el intercambiador de calor 20, y el agua caliente así generada se suministra donde se necesite.

La figura 2 es un diagrama de flujo de control del sistema de refrigeración en cascada de esta realización. Con referencia a la figura 2, se describirá a continuación un flujo de control para arrancar un ciclo en cascada a partir de un estado en el que el ciclo en cascada del sistema de refrigeración en cascada se detiene en el funcionamiento de calentamiento en cascada para suministrar agua a alta temperatura.

En el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1, el refrigerante comprimido por el compresor del lado de baja temperatura 2 se convierte en gas a alta presión y fluye hacia el intercambiador de calor en cascada 21, en el

cual el refrigerante de gas a alta presión se condensa intercambiando calor con refrigerante gas-líquido a baja presión del ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10. Después de eso, el refrigerante condensado se evapora en el intercambiador de calor del lado de baja temperatura 4 intercambiando calor con aire absorbido por un ventilador para gasificarse. Este refrigerante de gas ve reducida su presión por la válvula de expansión 3 para convertirse en refrigerante por flujo de gas-líquido, aspirado al interior del compresor 2 para ser comprimido de nuevo como gas de alta presión. En el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1, se repite este proceso cíclico.

En el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10, el refrigerante comprimido en el compresor del lado de alta temperatura 11 se convierte en gas a alta presión, que fluye hacia el intercambiador de calor 20 e intercambia calor con el medio refrigerado 30 para licuarse. El refrigerante líquido es expandido por la válvula de expansión 12 bajo presión reducida para convertirse en refrigerante de flujo gas-líquido y fluye hacia el intercambiador de calor en cascada 21, donde intercambia calor con refrigerante de gas del ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 para gasificarse. Este gas refrigerante es aspirado dentro del compresor 11 para ser comprimido nuevamente como gas a alta presión. En el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10, se repite este proceso cíclico.

Ahora se describirá el inicio del funcionamiento de calentamiento en cascada. En primer lugar, se arranca el sistema de refrigeración en cascada (S1). Si la temperatura del intercambiador de calor en cascada 21 es baja a pesar de que se arranca el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1, disminuirá la presión en el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1. Si el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10 se arranca en un estado caído de la capacidad del ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1, la presión en el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 disminuirá aún más, y la baja presión en el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10 también caerá. Esto significaría una pérdida en el valor calorífico en el momento del aumento, lo que da como resultado un ciclo pobre en la tasa de aumento. Si el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10 se arranca en un estado en el que el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 ya se ha iniciado y se ha elevado la temperatura del intercambiador de calor en cascada 21, se logrará un ciclo de refrigeración estable sin permitir que caiga la presión en el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10. Por lo tanto, para arrancar el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 con el fin de lograr un funcionamiento que eleve la temperatura del intercambiador de calor en cascada 21, primero se arranca el compresor del lado de baja temperatura 2 (S2). Y cuando la temperatura del intercambiador de calor en cascada 21 aumenta hasta un nivel prescrito (C°C) (S3), se arranca (S4) el compresor del lado de alta temperatura 11. Después de eso, se realiza el funcionamiento habitual de calentamiento en cascada (S5). Al arrancar el ciclo descrito hasta ahora, se hace posible un funcionamiento de ciclo estable a una tasa mejorada de aumento del funcionamiento de calentamiento en cascada.

La figura 3 es otro diagrama de flujo de control del sistema de refrigeración en cascada de esta realización. Para el inicio del funcionamiento de calentamiento en cascada, el control trazado en la figura 2 se puede reemplazar por el trazado en la figura 3. Más específicamente, en primer lugar, se arranca el sistema de refrigeración en cascada (S1). A continuación, como en el caso de la figura 2, se arranca el compresor del lado de baja temperatura 2 (S2). Y cuando la temperatura del intercambiador de calor en cascada ha subido hasta el nivel prescrito (C°C) (S3-1), se arranca el compresor del lado de alta temperatura 11 (S4). Por otro lado, incluso si continúa un estado en el que la temperatura del intercambiador de calor en cascada no sube hasta el nivel prescrito (C°C), dado que el intercambiador de calor en cascada 21 ya se ha calentado, si ha transcurrido un período de tiempo prescrito (D segundos) desde el arranque del compresor del lado de baja temperatura 2 para evitar que el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 no alcance la condensación y la temperatura del intercambiador de calor en cascada 21 deje de subir (S3-2), se arranca el compresor del lado de alta temperatura 11 (S4). El control de esta manera permite mejorar la tasa de aumento en el momento del funcionamiento de calentamiento en cascada para que sea posible el funcionamiento de ciclos estables. Después de eso, se realiza el funcionamiento de calentamiento en cascada habitual (S5).

Además, si se detecta alguna anomalía en el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura 1 o en el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura 10 durante el funcionamiento del calentamiento en cascada y el compresor del lado de baja temperatura 2 o se detiene el compresor del lado de alta temperatura 11, se detienen el compresor del lado de baja temperatura 2 y el compresor del lado de alta temperatura 11, seguido de un reintento de arranque. Este reintento de arranque también puede ser un funcionamiento de calentamiento en cascada similar al descrito con respecto a la realización.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de refrigeración en cascada que comprende:

5 un ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura (1) en el que un compresor del lado de baja temperatura (2), un intercambiador de calor en cascada (21), una válvula de expansión del lado de baja temperatura (3) y un intercambiador de calor del lado de baja temperatura (4) están conectados por medio de una tubería de refrigerante del lado de baja temperatura;

10 un ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura (10) en el que un compresor del lado de alta temperatura (11), un intercambiador de calor (20) para intercambiar calor entre un refrigerante del lado de alta temperatura y un medio refrigerado (30), una válvula de expansión del lado de alta temperatura (12) y el intercambiador de calor en cascada (21) están conectados por una tubería de refrigerante del lado de alta temperatura en donde el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura (10) está conectado térmicamente con el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura (1) a través del intercambiador de calor en cascada (21); y un sistema de control (40);

15 **caracterizado por que**

el sistema de control (40) está configurado para arrancar el compresor del lado de baja temperatura (2) cuando se arranca el sistema de refrigeración en cascada, y

20 - para arrancar posteriormente el compresor del lado de alta temperatura (11) a condición de que la temperatura del intercambiador de calor en cascada (21) haya alcanzado una temperatura prescrita; o  
- para arrancar el compresor del lado de alta temperatura (11) a condición de que haya transcurrido un período de tiempo prescrito desde el arranque del compresor del lado de baja temperatura (2), incluso si la temperatura del intercambiador de calor en cascada (21) no ha alcanzado la temperatura  
25 prescrita.

2. El sistema de refrigeración en cascada de la reivindicación 1, en el que el sistema de control (40) está configurado para detener el compresor del lado de baja temperatura (2) y el compresor del lado de alta temperatura (11), seguido de un reintento de arranque, a condición de que se detecte una anomalía durante el funcionamiento en el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura (1) o en el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura (10), y se detenga el compresor del lado de baja temperatura (2) o el compresor del lado de alta temperatura (11).

3. Un método de control para uso en un sistema de refrigeración en cascada que incluye:

35 un ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura (1) en el que un compresor del lado de baja temperatura (2), un intercambiador de calor en cascada (21), una válvula de expansión del lado de baja temperatura (3) y un intercambiador de calor del lado de baja temperatura (4) están conectados por una tubería de refrigerante del lado de baja temperatura; y

40 un ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura (10) en el que un compresor del lado de alta temperatura (11), un intercambiador de calor (20) para intercambiar calor entre un refrigerante del lado de alta temperatura y un medio refrigerado (30), una válvula de expansión del lado de alta temperatura (12) y el intercambiador de calor en cascada (21) están conectados por una tubería de refrigerante del lado de alta temperatura, en donde el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura (10) está conectado térmicamente con el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura (1) a través del intercambiador de calor en cascada (21),

45 **caracterizado por que** el método comprende:

- arrancar el compresor del lado de baja temperatura (2) cuando se arranca el sistema de refrigeración en cascada; y  
50 - determinar si la temperatura del intercambiador de calor en cascada (21) es superior a una temperatura prescrita; y arrancar el compresor del lado de alta temperatura (11) si la temperatura del intercambiador de calor en cascada (21) es superior a la temperatura prescrita; o  
- determinar si ha transcurrido un período de tiempo prescrito desde el arranque del compresor del lado de baja temperatura (2); y arrancar el compresor del lado de alta temperatura (11) si ha transcurrido el tiempo prescrito desde el arranque del compresor del lado de baja temperatura (2), incluso si la  
55 temperatura del intercambiador de calor en cascada (21) no ha alcanzado la temperatura prescrita.

4. El método de control según la realización 3, que comprende además:

60 detener el compresor del lado de baja temperatura (2) y el compresor del lado de alta temperatura (11), seguido de un reintento de arranque si se detecta una anomalía durante el funcionamiento en el ciclo de refrigeración del lado de baja temperatura (1) o en el ciclo de refrigeración del lado de alta temperatura (10) y se detiene el compresor del lado de baja temperatura (2) o el compresor del lado de alta temperatura (11).

FIG. 1

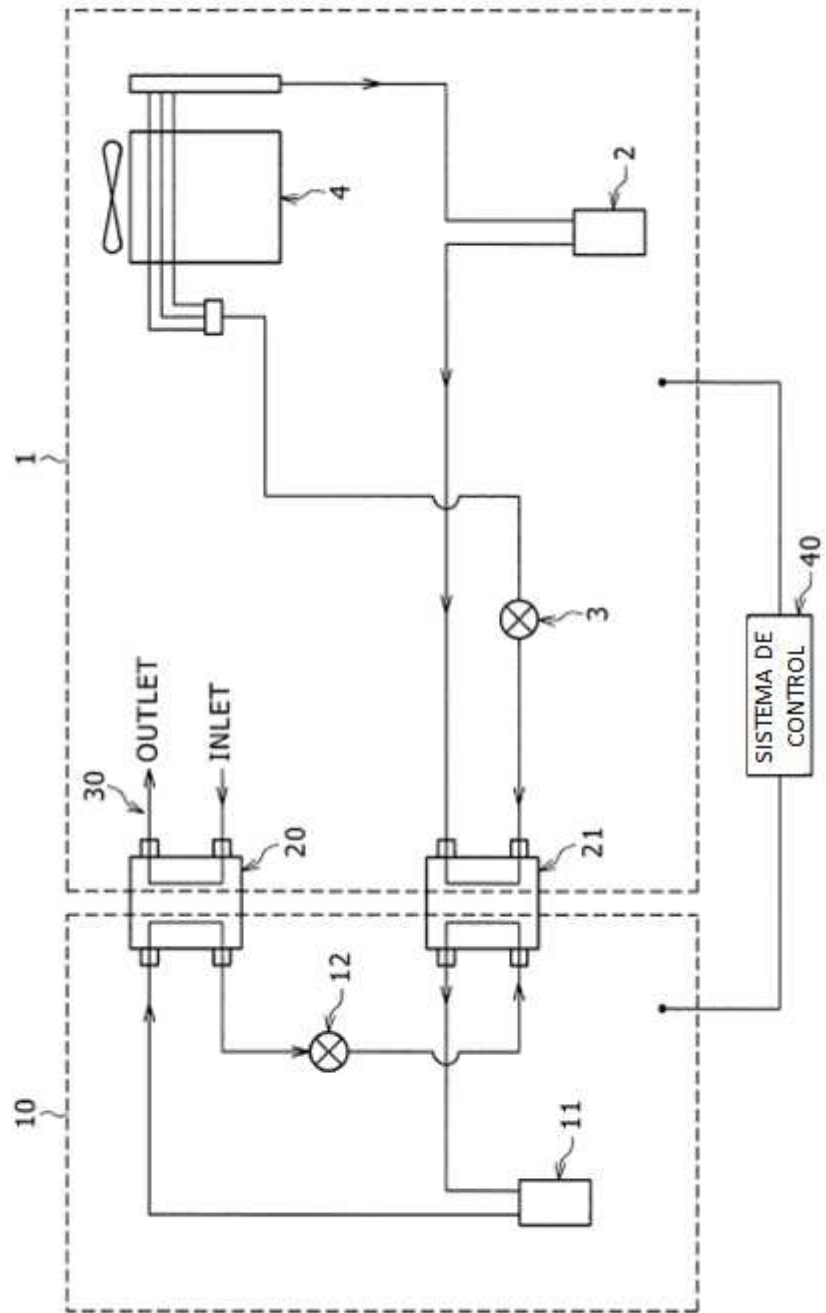


FIG. 2

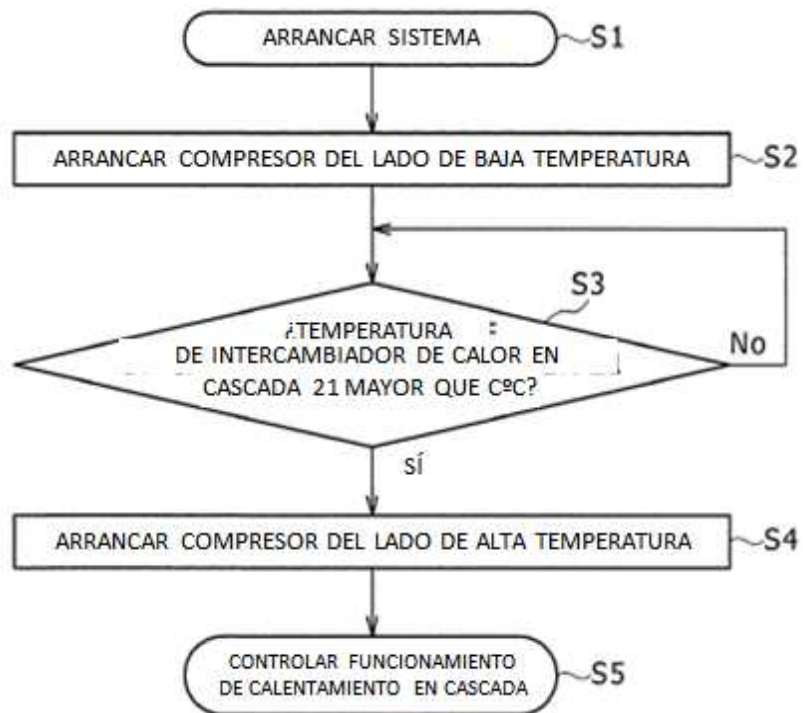


FIG. 3

