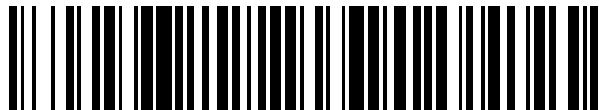


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 371**

51 Int. Cl.:

F25D 17/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2006 PCT/US2006/048910**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2008 WO08076120**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2006 E 06845977 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 2122276**

54 Título: **Control de limitación de enfriamiento libre para sistemas de aire acondicionado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2020

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
Carrier World Headquarters, One Carrier Place,
One Carrier Place
Farmington, CT 06034-4015, US**

72 Inventor/es:

**CHESSEL, JULIEN;
DELPECH, PIERRE y
POUX, DAMIEN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 753 371 T3

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

DESCRIPCIÓN

Control de limitación de enfriamiento libre para sistemas de aire acondicionado

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

1. Campo de la invención

10 La presente descripción se refiere a sistemas de aire acondicionado. Más particularmente, la presente descripción se refiere a procedimientos y sistemas para controlar sistemas de aire acondicionado que tienen un modo de enfriamiento libre y un modo de enfriamiento.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Un sistema de aire acondicionado opera consumiendo energía para enfriar un volumen dado de aire. Normalmente, los sistemas de aire acondicionado funcionan en un modo refrigerador o de enfriamiento, que incluye hacer circular un refrigerante a través de un ciclo termodinámico. Durante el ciclo, se transfieren calor y trabajo al refrigerante. El refrigerante entra en un intercambiador de calor y enfría un fluido de trabajo tal como agua, que a su vez puede usarse para enfriar un espacio acondicionado. El trabajo se transfiere generalmente al refrigerante usando un compresor.

20 Sin embargo, cuando la temperatura del aire ambiente exterior es baja, el aire exterior puede usarse para enfriar el refrigerante sin activar el compresor. Cuando el aire ambiente exterior es usado por un sistema de aire acondicionado para enfriar el refrigerante, se hace referencia al sistema como de funcionamiento en modo de enfriamiento libre. Como hacer funcionar el sistema de aire acondicionado en un modo de enfriamiento libre requiere menos aportación de trabajo, hacer funcionar el sistema en modo de enfriamiento libre es más eficiente que hacer funcionar el sistema en modo de enfriamiento.

30 Tradicionalmente, los sistemas de aire acondicionado se han hecho funcionar en modo de enfriamiento incluso cuando la temperatura del aire ambiente exterior es baja. El funcionamiento en modo de enfriamiento en tales condiciones proporciona un medio de baja eficiencia de acondicionamiento del refrigerante. En cambio, hacer funcionar el sistema de aire acondicionado en tales condiciones en un modo de enfriamiento libre es más eficiente. En el modo de enfriamiento libre, se activan uno o más intercambiadores de calor ventilados y bombas y el refrigerante que circula por todo el sistema de aire acondicionado es enfriado con aire ambiente exterior sin necesidad de un compresor.

35 Las unidades de aire acondicionado pueden configurarse para operar usando un modo de enfriamiento y un modo de enfriamiento libre. Por consiguiente, existe la necesidad de procedimientos y sistemas que mejoren la eficiencia y el control de los sistemas de aire acondicionado que tengan un modo de enfriamiento libre.

40 El documento JP2000193327A describe un equipo de aire acondicionado que usa un compresor y una bomba de líquido para optimizar el funcionamiento para un entorno.

BREVE RESUMEN DE LA INVENCIÓN

45 La invención proporciona un sistema de aire acondicionado como se define en la reivindicación 1. Se proporcionan sistemas de aire acondicionado y procedimientos de control que, cuando operan en modo de enfriamiento libre, incluyen una secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre que varía una abertura de un dispositivo de expansión basándose al menos en una diferencia de temperatura entre el fluido de trabajo que sale del aire acondicionado y el aire ambiente exterior.

50 Se proporciona un sistema de aire acondicionado que tiene un modo de enfriamiento y un modo de enfriamiento libre. El sistema incluye un circuito de refrigeración que tiene un compresor, una bomba, un dispositivo de expansión que tiene una abertura variable, y un controlador. El controlador opera selectivamente el sistema en el modo de enfriamiento haciendo circular y comprimiendo un refrigerante a través del circuito de refrigeración por medio del compresor, o en el modo de enfriamiento libre haciendo circular el refrigerante a través del circuito de refrigeración por medio de la bomba. Una secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre reside en el controlador y varía la apertura variable basándose al menos en una temperatura diferencial.

60 También se proporciona procedimiento de control de un sistema de aire acondicionado que tiene un modo de enfriamiento y un modo de enfriamiento libre. El procedimiento incluye determinar una temperatura diferencial entre un aire ambiente exterior y un fluido de trabajo acondicionado, operar el sistema en el modo de enfriamiento cuando la temperatura diferencial está por debajo de un primer nivel predeterminado, operar el sistema en modo de enfriamiento libre con un dispositivo de expansión de refrigerante completamente abierto cuando la temperatura diferencial está por encima de un segundo nivel predeterminado, y abrir parcialmente el dispositivo de expansión de refrigerante basándose en la temperatura diferencial para operar el sistema en el modo de enfriamiento libre cuando la temperatura diferencial está entre el primer y el segundo niveles predeterminados.

Los expertos en la materia apreciarán y entenderán las características y ventajas descritas anteriormente y otras características y ventajas de la presente descripción a partir de la siguiente descripción detallada, dibujos y reivindicaciones adjuntas.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS VARIAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una realización ejemplar de un sistema de aire acondicionado en modo de enfriamiento libre según la presente descripción;

10 La fig. 2 es una realización ejemplar de un sistema de aire acondicionado en modo de enfriamiento según la presente descripción;

La fig. 3 ilustra una realización ejemplar de un procedimiento de funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado de las figs. 1 y 2; y

15 La fig. 4 es un gráfico que ilustra un intervalo de funcionamiento de enfriamiento libre ejemplar de los sistemas de aire acondicionado de las figs. 1 y 2.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

20 Haciendo referencia ahora a los dibujos y en particular a las figs. 1 y 2, se muestra una realización ejemplar de un sistema de aire acondicionado, al que se hace referencia en general por el número de referencia 10. El sistema 10 está configurado para operar en un modo de enfriamiento libre 12 (fig. 1) y un modo de enfriamiento 14 (fig. 2).

25 El sistema 10 incluye un controlador 16 para cambiar selectivamente entre modos de enfriamiento libre y de enfriamiento 12, 14. Ventajosamente, el controlador 16 incluye una secuencia de control de limitación y variación 18 que monitoriza una o más condiciones en el sistema 10, cuando opera en modo de enfriamiento libre 12, y ajusta el tamaño de una apertura de un dispositivo de expansión para mantener presión suficiente en el sistema 10 y para evitar daños en la bomba. De esta manera, la secuencia de control de limitación y variación 18 mejora el rendimiento del sistema 10 durante el modo de enfriamiento libre 12 en comparación con los sistemas de la técnica anterior.

30 El sistema 10 incluye un circuito de refrigeración 20 que tiene un condensador 22, una bomba 24 un dispositivo de expansión 26, un evaporador 28 y un compresor 30. El controlador 16 está configurado para controlar selectivamente o bien la bomba 24 (cuando está en el modo de enfriamiento libre 12) o bien el compresor 30 (cuando está en el modo de enfriamiento 14) para hacer circular el refrigerante a través del sistema 10 en una dirección de flujo (D). De este modo, el sistema 10, cuando está en el modo de enfriamiento libre 12, controla la bomba 24 para hacer circular el refrigerante en la dirección de flujo D. Sin embargo, el sistema 10, cuando está en el modo de enfriamiento 14, controla el compresor 30 para comprimir y hacer circular el refrigerante en la dirección de flujo D. El modo de enfriamiento libre 12 usa menos energía que el modo de enfriamiento 14 porque el modo de enfriamiento libre 12 no requiere aportación de trabajo adicional para operar el compresor 30.

35 El sistema 10 incluye un circuito de derivación de compresor 32 y un circuito de derivación de bomba 34. El sistema 10 incluye una o más válvulas 36 controladas por el controlador 16, que permiten que el controlador posicione selectivamente las válvulas 36 para abrir y cerrar selectivamente los circuitos de derivación 32, 34 según sea necesario.

40 En el modo de enfriamiento 14, el controlador 16 controla las válvulas 36 de modo que el circuito de derivación de compresor 32 esté cerrado y el circuito de derivación de bomba 34 esté abierto. En esta configuración, el sistema 10 permite que el compresor 30 comprima y haga circular el refrigerante en la dirección de flujo D haciéndolo fluir a través del circuito de derivación de bomba 34.

45 En cambio, el controlador 16, cuando está en el modo de enfriamiento libre 12, controla las válvulas 36 de modo que el circuito de derivación de compresor 32 esté abierto y el circuito de derivación de bomba 34 esté cerrado. En esta configuración, el sistema 10 permite que la bomba 24 haga circular el refrigerante en la dirección de flujo D haciéndolo fluir a través del circuito de derivación de compresor 32.

50 Por consiguiente, el sistema 10 proporciona transferencia de calor entre un refrigerante 44 y un fluido de trabajo 46 en el evaporador 28. El calor se transfiere del fluido de trabajo 46 al refrigerante 44, enfriando el fluido de trabajo 46. El fluido de trabajo enfriado 46 sale del evaporador 28 por una salida 48, circula por toda el área que ha de ser enfriada y regresa al evaporador a través de una entrada 50. Este procedimiento se produce en ambos modos de enfriamiento libre y de enfriamiento 12, 14. El refrigerante 44 puede ser R22, R410A, o cualquier otro refrigerante conocido. El fluido de trabajo 46 puede ser aire, agua, glicol, o cualquier otro fluido conocido en la técnica.

55 En el modo de enfriamiento 14, el sistema 10 opera como un sistema de aire acondicionado de compresión de vapor estándar conocido en la técnica donde la compresión y expansión del refrigerante a través del dispositivo de expansión 26 se usan para acondicionar el fluido de trabajo 46. El dispositivo de expansión 26 puede ser cualquier dispositivo de

expansión conocido tal como, pero no limitado a un dispositivo de expansión controlable (p. ej., una válvula de expansión térmica). En una realización preferida, el dispositivo de expansión 26 es una válvula de expansión controlable electrónicamente. En otra realización preferida, el dispositivo de expansión 26 es una válvula de dos vías. En el ejemplo donde el dispositivo de expansión 26 es un dispositivo de expansión controlable, el dispositivo de expansión es controlado preferentemente por el controlador 16.

En el modo de enfriamiento libre 12, el sistema 10 se aprovecha de la capacidad de eliminación de calor del aire ambiente exterior 40, que está en relación de intercambio de calor con el condensador 22 por medio de uno o más ventiladores 42. La eficacia del modo de enfriamiento libre 12 depende de la diferencia o temperatura diferencial (ΔT) entre la temperatura 52 del aire ambiente exterior 40 y la temperatura del fluido de trabajo 46 cuando sale del evaporador 28 a través de la salida 48 (temperatura de salida 54). Es decir, $\Delta T = (\text{temperatura de salida } 54) - (\text{temperatura del aire exterior } 52)$. Generalmente, el modo de enfriamiento libre 12 es más eficaz a valores elevados de ΔT .

En una realización ejemplar, ΔT se determina usando un primer sensor de temperatura 56 y un segundo sensor de temperatura 58. El primer sensor de temperatura 56 está posicionado para medir la temperatura del aire exterior 52, mientras que el segundo sensor de temperatura 58 está posicionado para medir la temperatura de salida 54. Preferentemente, el controlador 16 interactúa con el primer y segundo sensores de temperatura 56, 58 para calcular ΔT . El primer y segundo sensores de temperatura 56, 58 pueden ser cualquier elemento sensor de temperatura conocido en la técnica, incluyendo, pero no limitado a un termopar y un termistor.

Mientras el sistema 10 opera en modo de enfriamiento libre 12, el refrigerante 44 migra naturalmente hacia el punto más frío del circuito 20. En una realización ejemplar, el condensador 22 es el punto más frío del circuito 20, y el refrigerante 44 se desplaza desde el evaporador 28 hacia el condensador 22, generando un primer caudal (Q1). El fluido de trabajo 44 que sale del condensador 22 es bombeado por la bomba 24 para generar un segundo caudal (Q2) hacia el dispositivo de expansión 26. El fabricante de la bomba 24 define un caudal límite inferior (Q3), que es el límite inferior al que la bomba 24 puede operar con seguridad sin causar daños a la bomba.

Cuando la diferencia ΔT entre la temperatura del aire exterior 52 y la temperatura de salida 54 es pequeña, el primer caudal (Q1) disminuirá y puede llegar a ser inferior al segundo caudal (Q2). Cuando esto se produce, la cantidad de refrigerante 44 almacenado en el condensador 28 se agotará, y hacer funcionar el sistema 10 en modo de enfriamiento libre 12 puede causar daños a la bomba 24. El caudal límite inferior (Q3) define el límite inferior al que puede operar la bomba 24. Para evitar daños a la bomba 24, el segundo caudal (Q2) debe mantenerse a un valor que sea superior al caudal límite bajo (Q3) e inferior al primer caudal (Q1).

Se ha determinado por la presente descripción que el refrigerante que sale del condensador 22 puede estar en una de varias fases diferentes, concretamente una fase gaseosa, una fase líquida-gaseosa, o una fase líquida. Después de que el controlador 16 inicia el modo de enfriamiento libre 14 y durante el tiempo que el sistema 10 tarda en alcanzar el equilibrio, a la bomba 24 se le suministra refrigerante en las fases diferentes. Lamentablemente, cuando a la bomba 24 se le suministra refrigerante en las fases gaseosa o líquida-gaseosa, la bomba no opera como se desea. Además, el refrigerante en fase gaseosa y/o en fase líquida-gaseosa puede hacer que la bomba 24 cavite y/o se difunda, lo que puede dañar la bomba y/o el motor de la bomba (no mostrado).

Ventajosamente, el controlador 16 incluye la secuencia de control de limitación y variación 18 que monitoriza y varía una o más condiciones en el circuito 20 para atenuar y/o evitar daños a la bomba 24.

El modo de enfriamiento libre 12 se inicia sólo cuando existe suficiente caída de presión en el sistema 10. Los sistemas de la técnica anterior no pueden proporcionar suficiente caída de presión en el sistema 10 para valores bajos de ΔT . Ventajosamente, la presente descripción contempla que el sistema 10 funcione en modo de enfriamiento libre 12 cuando ΔT es pequeño. Variando el tamaño de una apertura 25 del dispositivo de expansión 26, el controlador 16 puede mantener una caída de presión deseada dentro del sistema 10, incluso para valores pequeños de ΔT . El controlador 16 controla el tamaño de la abertura 25 a través de la secuencia de limitación y variación de presión 18.

Las figs. 3 y 4 describen en mayor detalle el funcionamiento de la secuencia de limitación y variación 18. La fig. 3 ilustra una realización ejemplar de un procedimiento 60 para operar el sistema 10. La fig. 4 es un gráfico que muestra un intervalo ejemplar donde el sistema 10 puede operar en modo de enfriamiento libre 12.

El procedimiento 60, cuando el sistema 10 está operando en modo de enfriamiento 14, incluye una primera etapa de comparación de temperatura 62. Durante la primera etapa de comparación de temperatura 62, el procedimiento 60 determina si la diferencia ΔT entre la temperatura 52 del aire ambiente exterior 40 y la temperatura de salida 54 del fluido de trabajo 46 es suficiente para que el sistema 10 cambie al modo de enfriamiento libre 12. Si ΔT es inferior a una primera temperatura predeterminada, ilustrada como aproximadamente 6 grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), el sistema 10 continúa funcionando en el modo de enfriamiento 14. Sin embargo, si ΔT es igual o mayor que la primera temperatura predeterminada, el procedimiento 60 realiza una etapa de cambio 64, de modo que el sistema 10 opera en modo de enfriamiento libre 12. Después la etapa de cambio 64, el procedimiento 60 realiza una segunda etapa de comparación de temperatura 66 para determinar si ΔT es inferior a una segunda temperatura predeterminada, ilustrada como

aproximadamente 10 °C. Si ΔT es igual o mayor que la segunda temperatura predeterminada, el sistema 10 continúa funcionando en el modo de enfriamiento libre 12. Si ΔT es inferior a la segunda temperatura predeterminada, el controlador 16 inicia la secuencia 18 para variar el tamaño de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26 para mantener una caída de presión y caudales suficientes en el sistema 10 a la bomba 24.

5 De este modo, el procedimiento 60, debido al inicio de la secuencia 18, controla el sistema 10 basándose al menos en ΔT para restringir selectivamente el flujo a través del dispositivo de expansión 26 para mantener una caída de presión predeterminada a través de la bomba 24. Por debajo de la primera temperatura predeterminada, el procedimiento 60 opera en modo de enfriamiento 14. Por encima de la segunda temperatura predeterminada, el procedimiento 60 opera el sistema 10 en modo de enfriamiento libre no restringido 12, concretamente con el dispositivo de expansión 26 en una posición totalmente abierta. Sin embargo, entre la primera y la segunda temperaturas predeterminadas, el procedimiento 60 opera en un modo de enfriamiento libre restringido o limitado 12, donde el procedimiento 60 varía el dispositivo de expansión 26 en cualquier lugar entre una posición totalmente abierta y una posición sustancialmente cerrada, y cualquier subintervalo entre ellas.

15 El procedimiento 60 continúa operando en modo de enfriamiento libre 12 después de iniciar la secuencia 18 y, en algunas realizaciones, incluye una tercera etapa de comparación de temperatura 68. Al igual que en la primera etapa de comparación 80 analizada anteriormente, la tercera etapa de comparación 80 determina que si ΔT es mayor o igual que la primera temperatura predeterminada, el sistema 10 continúa funcionando en el modo de enfriamiento libre 12. Sin embargo, si ΔT es inferior a la primera temperatura predeterminada, la secuencia 18 pone la bomba 24 en el estado "desactivado" en la etapa de apagado de bomba 70 y cambia el sistema 10 de vuelta al modo de enfriamiento 14 en una etapa de cambio de modo de enfriamiento 90.

25 La fig. 4 es un gráfico que muestra el intervalo de funcionamiento 74 donde el sistema 10 puede operar en modo de enfriamiento libre 12. Aquí, el intervalo de funcionamiento 74 incluye una porción no restringida (74-1) y una porción restringida (74-2). El eje x del gráfico muestra ΔT en grados Celsius; el eje y del gráfico muestra el tamaño de apertura R del dispositivo de expansión 26 como un porcentaje del tamaño de apertura del dispositivo de expansión en su estado totalmente abierto R_{full} .

30 En la realización ilustrada, el tamaño de apertura R está totalmente abierto (p. ej., 100) durante la porción no restringida (74-1) del modo de enfriamiento libre 12. Sin embargo, el tamaño de apertura R es variado por la secuencia 18 entre estar parcialmente cerrada (p. ej., 45) y completamente abierta (por ejemplo, 100). Como se muestra, el cambio en el porcentaje de apertura del dispositivo de expansión 26 es lineal con respecto al cambio en ΔT . Sin embargo, se contempla por parte de la presente descripción que la secuencia 18 para controlar el dispositivo de expansión 26 de una manera, con respecto a los cambios en ΔT , sea lineal, no lineal, y cualquiera de sus combinaciones.

35 La presente descripción ha determinado que para valores bajos de ΔT , especialmente entre la primera y la segunda temperaturas predeterminadas, la bomba 24 no opera como se desea sin controlar la apertura 25 del dispositivo de expansión 26. En algunas realizaciones, el valor mínimo de R (R_{min}) puede ser aproximadamente 45, es decir, para permitir suficientes caudales, el tamaño mínimo de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26 es aproximadamente el 45 % de R_{full} .

40 La secuencia 18 está configurada para ajustar continuamente el tamaño de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26 para mantener una caída de presión deseada dentro del sistema 10 y para mantener los caudales de manera que $Q3 < Q2 < Q1$. Cuando la caída de presión y/o los caudales apropiados no pueden mantenerse a través del ajuste de la apertura del dispositivo de expansión, el controlador 16 cambia el sistema 10 del modo de enfriamiento libre 12 al modo de enfriamiento 14.

50 Cabe destacar que los términos "primero", "segundo", "tercero", "superior", "inferior" y similares pueden usarse en esta solicitud para modificar diversos elementos. Estos modificadores no implican un orden espacial, secuencial o jerárquico de los elementos modificados, a menos que se indique específicamente.

55 Aunque la presente descripción se ha descrito con referencia a una o más realizaciones ejemplares, se comprenderá por parte de los expertos en la materia que pueden efectuarse diversos cambios y los elementos de las mismas pueden sustituirse por equivalentes sin apartarse del alcance de la presente descripción. Además, pueden efectuarse muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la presente descripción sin apartarse del alcance de la misma. Por lo tanto, se pretende que la presente descripción no esté limitada a las realizaciones particulares descritas como el mejor modo contemplado, sino que la descripción incluirá todas las realizaciones que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

60

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de aire acondicionado (10) que tiene un modo de enfriamiento (14) y un modo de enfriamiento libre (12), comprendiendo el sistema:
- 5 un circuito de refrigeración (20) que tiene un compresor (30), una bomba (24), y un dispositivo de expansión (26) que tiene una apertura variable;
- 10 un controlador (16) para operar selectivamente en el modo de enfriamiento haciendo circular y comprimiendo un refrigerante (44) a través de dicho circuito de refrigeración por medio de dicho compresor u operar en el modo de enfriamiento libre haciendo circular dicho refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración por medio de dicha bomba;
- 15 una secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre residente en dicho controlador, variando dicha secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre (18) dicha apertura variable basándose al menos en una temperatura diferencial ΔT
- 20 un intercambiador de calor (28) donde se transfiere calor entre dicho refrigerante y un fluido de trabajo (46); y
- un primer sensor de temperatura (56) y un segundo sensor de temperatura (58), interactuando dicho primer sensor de temperatura y dicho segundo sensor de temperatura con dicho controlador;
- 25 donde dicho primer sensor de temperatura mide una primera temperatura del aire ambiente exterior (40), y dicho segundo sensor de temperatura mide una segunda temperatura de dicho fluido de trabajo que sale de dicho intercambiador de calor;
- donde dicho controlador determina dicha temperatura diferencial basándose en dicha primera temperatura y dicha segunda temperatura;
- 30 donde dicha secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre abre parcialmente dicha apertura variable cuando dicha temperatura diferencial está dentro de un intervalo predeterminado; y
- donde dicha secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre abre totalmente dicha apertura variable cuando dicha temperatura diferencial está por encima de dicho intervalo predeterminado.
- 35
2. El sistema (10) según la reivindicación 1, donde dicha secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre (18) varía dicha apertura variable linealmente con respecto a dicha temperatura diferencial (ΔT).
3. El sistema (10) según la reivindicación 1, donde dicha secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre (18) varía dicha apertura variable no linealmente con respecto a dicha temperatura diferencial (ΔT).
4. El sistema (10) según la reivindicación 1, donde dicha secuencia de limitación y variación de enfriamiento libre (18) cambia el sistema de dicho modo de enfriamiento libre (12) a dicho modo de enfriamiento (14) cuando dicha temperatura diferencial (ΔT) está por debajo de dicho intervalo predeterminado.
- 45
5. Un procedimiento de control de un sistema de aire acondicionado (10) que tiene un modo de enfriamiento (14) y un modo de enfriamiento libre (12), comprendiendo el procedimiento:
- 50 determinar una temperatura diferencial (ΔT) entre un aire ambiente exterior (40) y un fluido de trabajo acondicionado (46), siendo acondicionado el fluido de trabajo acondicionado por refrigerante en un circuito de refrigerante (20) que tiene un compresor (30), una bomba (24) y un dispositivo de expansión (26) que tiene una apertura variable;
- 55 operar el sistema en el modo de enfriamiento cuando dicha temperatura diferencial está por debajo de un primer nivel predeterminado;
- operar el sistema en el modo de enfriamiento libre con el dispositivo de expansión de refrigerante totalmente abierto cuando dicha temperatura diferencial está por encima de un segundo nivel predeterminado; y
- 60 abrir parcialmente dicho dispositivo de expansión de refrigerante basándose en dicha temperatura diferencial para operar el sistema en el modo de enfriamiento libre cuando dicha temperatura diferencia está entre dichos primer y segundo niveles predeterminados.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, donde la etapa de abrir parcialmente dicho dispositivo de expansión de refrigerante (26) basándose en dicha temperatura diferencial (ΔT) se realiza variando una apertura de dicho dispositivo de expansión de refrigerante con respecto a dicha temperatura diferencial de una manera lineal.
- 65

7. El procedimiento según la reivindicación 6, donde dicho primer nivel predeterminado es aproximadamente seis grados Celsius.
- 5 8. El procedimiento según la reivindicación 6, donde dicho segundo nivel predeterminado es aproximadamente diez grados Celsius.
9. El procedimiento según la reivindicación 5, donde la etapa de abrir parcialmente dicho dispositivo de expansión de refrigerante (26) basándose en dicha temperatura diferencial (ΔT) se realiza variando una abertura de dicho dispositivo de expansión con respecto a dicha temperatura diferencial de una manera no lineal.
- 10

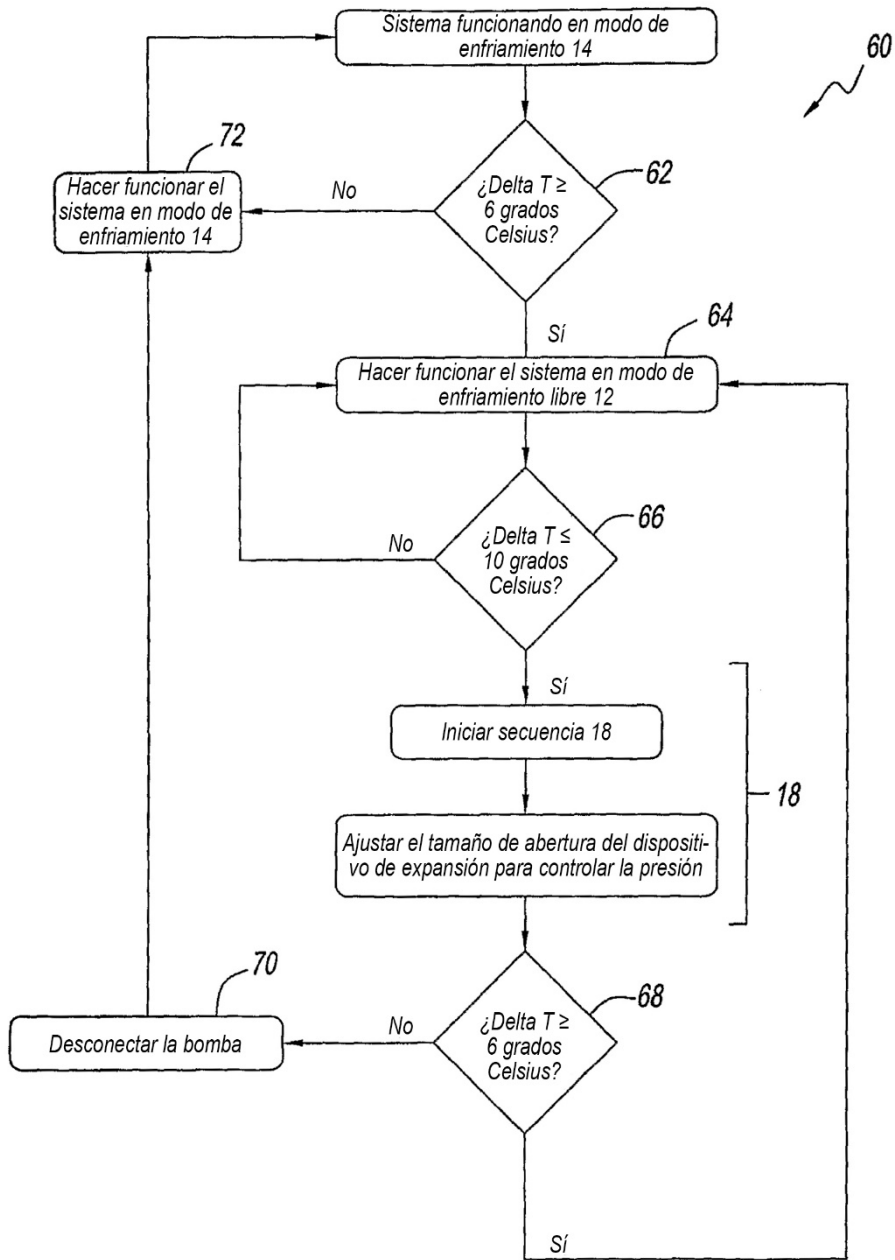


Fig. 3

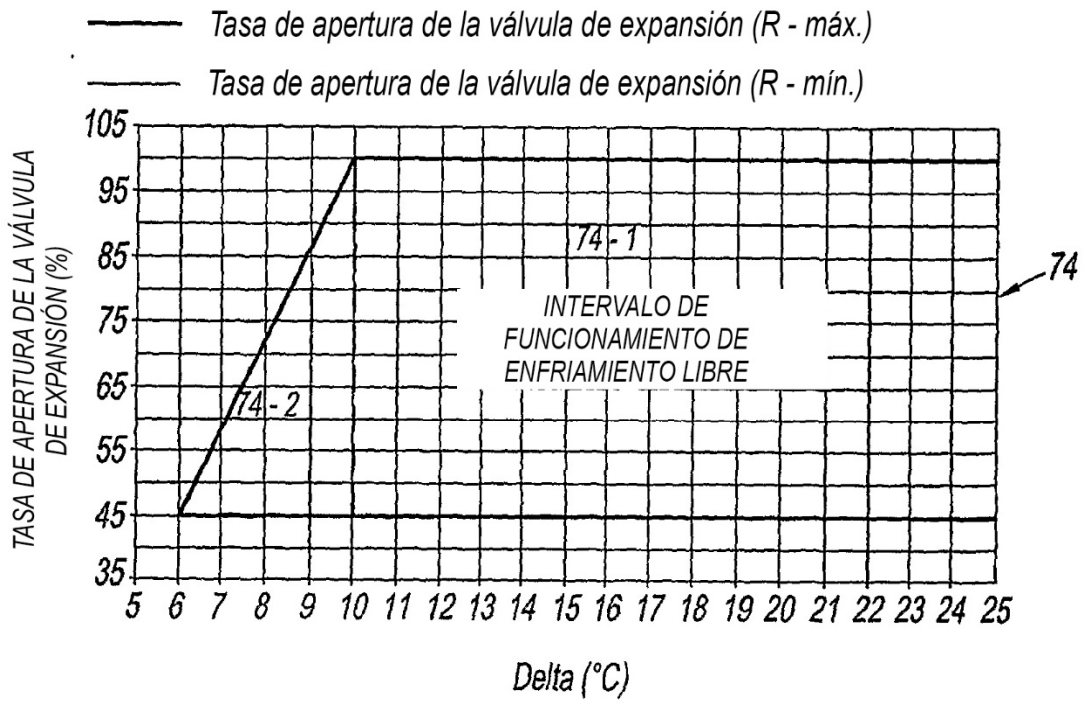


Fig. 4