

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 639**

51 Int. Cl.:

F25D 17/02 (2006.01)

F24F 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2006 PCT/US2006/049370**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2008 WO08079138**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2006 E 06848215 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 2102569**

54 Título: **Métodos y sistemas para controlar un sistema acondicionador de aire que funciona en modo de refrigeración libre**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.09.2017

73 Titular/es:
**CARRIER CORPORATION (100.0%)
CARRIER WORLD HEADQUARTERS, ONE
CARRIER PLACE
FARMINGTON, CT 06034-4015, US**

72 Inventor/es:
**CHESSEL, JULIEN;
DELPECH, PIERRE y
GOUX, JEAN-PHILIPPE**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 632 639 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

Métodos y sistemas para controlar un sistema acondicionador de aire que funciona en modo de refrigeración libre

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente descripción está relacionada con sistemas acondicionadores de aire. Más particularmente, la presente descripción está relacionada con métodos y sistemas para controlar un sistema acondicionador de aire que funciona en un modo de refrigeración libre. Sistemas acondicionadores de aire ejemplares que tienen modos de refrigeración libre se describen en los documentos EP 1134523 y US 5797275.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Durante el funcionamiento típico de sistemas acondicionadores de aire, el sistema acondicionador de aire funciona en un modo de refrigeración en donde se gasta energía al hacer funcionar un compresor para comprimir y hacer circular un refrigerante para enfriar o acondicionar un fluido de trabajo, tal como aire u otro fluido de circuito secundario (p. ej., agua o glicol), de una manera conocida. El fluido de trabajo acondicionado se puede usar luego en un refrigerador, un congelador, un edificio, un coche y otros espacios con ambiente con climatizador.

15 Sin embargo, cuando la temperatura ambiente exterior es baja, existe la posibilidad de que se pueda utilizar el propio aire ambiente exterior para proporcionar refrigeración al fluido de trabajo sin entrar en el modo de refrigeración. Cuando el aire ambiente exterior es usado por un sistema acondicionador de aire para acondicionar el fluido de trabajo, se denomina que el sistema funciona en un modo de refrigeración libre. Como se ha señalado anteriormente, tradicionalmente, incluso cuando la temperatura de aire exterior ambiente es baja, el sistema acondicionador de aire funciona en el modo de refrigeración. Funcionar en modo de refrigeración bajo dichas condiciones proporciona unos medios de bajo rendimiento para acondicionar el fluido de trabajo. En contraste, el sistema acondicionador de aire funcionando bajo dichas condiciones en un modo de refrigeración libre es más eficiente. En el modo de refrigeración libre, se activan uno o más intercambiadores de calor ventilados y bombas de modo que el refrigerante en circulación por todo el sistema acondicionador de aire es enfriado por el aire ambiente exterior y luego el refrigerante enfriado se usa para enfriar el fluido de trabajo.

20 Por consiguiente, mediante la presente descripción se ha determinado que existe la necesidad de métodos y sistemas para controlar sistemas acondicionadores de aire que tienen un modo de refrigeración libre.

Breve compendio de la invención

30 Vista desde un primer aspecto, la presente invención proporciona un método para controlar un sistema acondicionador de aire que funciona en un modo de refrigeración libre, que comprende: medir una primera temperatura de aire ambiente exterior próximo a un condensador; medir una segunda temperatura de un fluido de trabajo que sale de un evaporador; calcular una diferencia de temperaturas entre dichas temperaturas primera y segunda; comparar dicha diferencia de temperaturas con un valor óptimo predeterminado; y ajustar un requisito de energía del sistema acondicionador de aire sobre la base de dicha diferencia de temperaturas, en donde ajustar dicho requisito de energía comprende ajustar una velocidad de una bomba de refrigerante durante el modo de refrigeración libre sobre la base de dicha diferencia de temperaturas.

35 Vista desde un segundo aspecto, la presente invención proporciona un sistema acondicionador de aire que tiene un modo de refrigeración libre y un modo de refrigeración, que comprende: un condensador que pone un refrigerante en relación de intercambio de calor con aire ambiente exterior; un primer sensor de temperatura para medir una primera temperatura de dicho aire ambiente exterior; un evaporador que se configura para colocar dicho refrigerante en relación de intercambio de calor con un fluido de trabajo; un segundo sensor de temperatura para medir una segunda temperatura del fluido de trabajo conforme el fluido de trabajo sale de dicho evaporador; una bomba de refrigerante para bombear refrigerante en el modo de refrigeración libre; y un controlador para calcular una diferencia de temperaturas entre dichas temperaturas primera y segunda, dicho controlador ajusta un requisito de energía del sistema acondicionador de aire sobre la base de dicha diferencia, en donde dicho controlador ajusta dicho requisito de energía encendiendo y apagando intermitentemente una bomba de refrigerante durante el modo de refrigeración libre.

40 Las características y ventajas descritas anteriormente y otras de la presente descripción serán apreciadas y entendidas por los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, dibujos y reivindicaciones adjuntas.

50 Breve descripción de las varias vistas de los dibujos

La figura 1 es una realización ejemplar de un sistema acondicionador de aire en modo de refrigeración según la presente descripción.

La figura 2 es una realización ejemplar de un sistema acondicionador de aire en modo de refrigeración libre según la presente descripción.

La figura 3 ilustra una realización ejemplar de un método según la presente descripción de funcionamiento de un sistema acondicionador de aire que tiene un modo de refrigeración libre y un modo de refrigeración.

La figura 4 es una gráfica que ilustra la capacidad frente a $\Delta T_{\text{refrigeración-libre}}$ y Rendimiento de unidad frente a $\Delta T_{\text{refrigeración-libre}}$.

5 Descripción detallada de la invención

La presente descripción se dirige a un sistema acondicionador de aire que tiene un modo de refrigeración y un modo de refrigeración libre. Más específicamente, la presente descripción se dirige a métodos para controlar el rendimiento de un sistema acondicionador de aire que funciona en un modo de refrigeración libre. En la presente descripción se ha descubierto que si bien se necesitan energías externas iniciales para empezar el modo de refrigeración libre en el sistema acondicionador de aire 10, estas energías se pueden disminuir durante el modo de refrigeración libre conforme el cambio en la temperatura entre el aire ambiente exterior y el fluido de trabajo llega a un valor óptimo. Así, es posible controlar el rendimiento energético del sistema acondicionador de aire. Ventajosamente, al mejorar el rendimiento energético del sistema acondicionador de aire 10, se pueden reducir costes asociados con el funcionamiento del sistema acondicionador de aire 10.

10 Haciendo referencia a los dibujos y en particular a las figuras 1 y 2, se muestran realizaciones ejemplares de un sistema acondicionador de aire ("sistema") que funciona en modo de refrigeración (figura 1) y en modo de refrigeración libre (figura 2) y generalmente se le hace referencia mediante el numeral de referencia 10.

El sistema 10 incluye un compresor 12, una primera válvula 14, un primer sensor de temperatura 16, un condensador 18, una bomba 20 de refrigerante, una segunda válvula 22, un dispositivo de expansión 24, un segundo sensor de temperatura 26, un evaporador 28, un controlador 30, una tercera válvula 32, un refrigerante 34 y un fluido de trabajo 36.

El sistema 10 en modo de refrigeración utiliza el compresor 12 para bombear refrigerante 34 desde el evaporador 28 al condensador 18. Sin embargo, el sistema 10 en modo de refrigeración libre utiliza una bomba 20 de refrigerante para bombear refrigerante por todo el sistema. Mientras el sistema 10 en modo de refrigeración no utiliza la bomba 20 de refrigerante durante el funcionamiento, el sistema en modo de refrigeración libre no utiliza el compresor 12 durante el funcionamiento.

Haciendo referencia a la figura 1, el sistema 10 funciona en modo de refrigeración de una manera conocida. Específicamente, el controlador 30 está en comunicación eléctrica con la tercera válvula 32 de modo que la tercera válvula 32 se ajusta para estar en posición de modo que el refrigerante 34 pueda fluir desde el evaporador 28 al compresor 12. Si el sistema 10 estaba funcionando en modo de refrigeración libre previamente, el controlador 30 apaga la bomba 20 de refrigerante de modo que el refrigerante 34 fluya desde el condensador 18 a través de la segunda válvula 22 a la válvula de expansión 24, evitando de ese modo la bomba de refrigerante. La segunda válvula 22 es una válvula de retención mecánica. Cuando se apaga la bomba 20 de refrigerante, el refrigerante 34 fluye a través de la segunda válvula 22 en lugar de fluir a través de la bomba de refrigerante debido a la resistencia interna de la bomba. En modo de refrigeración, hay mayor caída de presión en la bomba 20 de refrigerante que en la segunda válvula 22. El controlador 30 enciende el compresor 12. El compresor 12 comprime el refrigerante 34 que fluye a través de la primera válvula 14 al condensador 18 en donde hay un intercambio de calor entre el refrigerante y aire ambiente exterior y el refrigerante empieza a enfriarse. En una realización de la presente descripción, la primera válvula 14 es una válvula de retención.

El primer sensor de temperatura 16 mide la temperatura del aire ambiente exterior. El controlador 30 enciende al menos uno de los ventiladores 38 y 40 de condensador de modo que fluya aire ambiente a través del condensador en relación de intercambio de calor con el refrigerante 34 de modo que calor del refrigerante se transfiera al aire ambiente. El refrigerante 34 pasa entonces a través de la segunda válvula 22, evitando la bomba 20 de refrigerante, a la válvula de expansión 24. En una realización de la presente descripción, la segunda válvula 22 es una válvula de retención.

45 Cuando se abre el dispositivo de expansión 24, se expande el refrigerante comprimido 34 conforme el refrigerante pasa a través del dispositivo de expansión al evaporador 28. El evaporador 28 se configura de manera que fluya fluido de trabajo 36 a través del evaporador, permitiendo un intercambio de calor entre el refrigerante 34 y el fluido de trabajo. El segundo sensor de temperatura 26 mide la temperatura del fluido de trabajo 36 que sale del evaporador 28.

Desde el evaporador 28, fluye refrigerante 34 a través de la tercera válvula 32 al compresor 12. En una realización de la presente descripción, la tercera válvula 32 es una válvula de tres vías. A los efectos de la presente descripción, se contempla que el fluido de trabajo 36 pueda ser cualquier tipo conocido adecuado para permitir intercambio de calor entre el refrigerante 34 y el fluido de trabajo. Por ejemplo, el fluido de trabajo 36 puede ser agua o aire.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se muestra el sistema 10 funcionando en modo de refrigeración libre. Cuando se entra al modo de refrigeración libre, el controlador 30 está en comunicación eléctrica con diversos elementos del sistema 10 poniendo cada uno de ellos en configuración apropiada de manera que el sistema pueda funcionar en el modo de refrigeración libre. Por ejemplo, el controlador 30 apaga el compresor 12 y ajusta la tercera válvula 32 de modo que fluye refrigerante 34 desde el evaporador 28 al condensador 18, evitando de ese modo el compresor 12. El

controlador 30 enciende al menos uno de los ventiladores 38 y 40 de condensador de modo que fluya aire ambiente a través del condensador en relación de intercambio de calor con el refrigerante 34 de modo que calor del refrigerante se transfiere al aire ambiente. El controlador 30 también enciende la bomba 20 de refrigerante de modo que fluye refrigerante 34 continuamente desde el condensador 18 a la bomba de refrigerante.

5 La bomba 20 de refrigerante bombea refrigerante 34 desde el condensador 18 a través de la válvula de expansión 24 al evaporador 28 en donde hay una transferencia de calor desde el refrigerante al fluido de trabajo 36 de la misma manera que se ha tratado anteriormente en el modo de refrigeración. El segundo sensor de temperatura 26 mide la temperatura del fluido de trabajo 36 que sale del evaporador 28. El refrigerante 34 fluye entonces a través de la tercera
10 válvula 32, evitando el compresor 12, al evaporador 28 como resultado de migración natural de refrigerante debido a la bomba 20.

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una realización ejemplar de un método para hacer funcionar el sistema 10 que tiene un modo de refrigeración y un modo de refrigeración libre y generalmente referido por el numeral de referencia 50. El método 50 incluye una etapa 54 de determinación de condiciones de refrigeración libre, una etapa 56 de comprobación de capacidad de refrigeración libre disponible, una etapa de conmutación 58, una etapa 60 de comprobación de bomba cebada, una etapa de optimización energética 64, una etapa 66 de comprobación de falta de capacidad cuando se funciona en modo de refrigeración libre, una etapa 68 de comprobación de bomba, en la que se determina si la bomba 20 de refrigerante está desactivada o cavitando.
15

Inicialmente, el sistema 10 se para o funciona en modo de refrigeración en la etapa 52. Cuando el sistema 10 está funcionando en modo de refrigeración, el sistema funciona como se muestra en la figura 1. Preferiblemente, el método 50 comprende un algoritmo informático residente en el controlador 30.
20

En la etapa 54 de determinación de condición de refrigeración libre, el método 50 determina si las condiciones presentes son suficientes para que el sistema 10 funcione en modo de refrigeración libre en lugar de en modo de refrigeración. Si es así, el método 50 determina si hay suficiente capacidad de refrigeración libre 56 disponible para que el sistema 10 funcione en modo de refrigeración libre. Si se determina que hay suficiente capacidad para que el sistema 10 funcione en modo de refrigeración libre en la etapa 56, el sistema conmuta al modo de refrigeración libre en la etapa de conmutación 58.
25

Como se ha indicado previamente, cuando el sistema 10 conmuta al modo de refrigeración libre en la etapa 58, el controlador 30 está en comunicación eléctrica con diversos componentes del sistema acondicionador de aire 10 de modo que cada componente se pone en la posición correcta para refrigeración libre. Después de que se ceba la bomba 20 de refrigerante en la etapa de cebado 60, el sistema 10 empieza a funcionar en el modo de refrigeración libre en la etapa 62. Cuando el sistema 10 empieza a funcionar en modo de refrigeración libre en la etapa 62, el sistema funciona como se muestra en la figura 2.
30

Se requiere energía externa inicial para empezar el modo de refrigeración libre en el sistema 10. La energía externa inicial se requiere al menos para alimentar los ventiladores 38 y 40 del condensador 18 y también para alimentar la bomba 20 de refrigerante. Sin embargo, mediante la presente descripción se ha determinado que la energía inicialmente requerida para alimentar los ventiladores 38 y 40 y la bomba 20 de refrigerante se puede disminuir durante el modo de refrigeración libre ya que el modo 50/controlador 30 monitoriza el cambio en el diferencial de temperaturas entre el aire ambiente exterior y el fluido de trabajo 36 en la etapa de optimización de energía 64.
35

Conforme el sistema 10 funciona en modo de refrigeración libre en la etapa 62, el método 50 y, así, el controlador 30 monitorizan constantemente las temperaturas primera y segunda medidas en los sensores de temperatura primero y segundo 16, 26, respectivamente, y calculan la diferencia entre las dos. La diferencia se calcula sustrayendo la primera temperatura de la segunda temperatura. Conforme la diferencia calculada entre las temperaturas primera y segunda se aproxima a un valor predeterminado óptimo, el controlador 30 reduce la cantidad de energía externa gastada por el sistema 10 en la etapa 64.
40

En una realización de la presente descripción, en la etapa 64, el método 50/controlador 30 apagará el ventilador 38 o 40 de condensador o ambos ventiladores conforme la diferencia calculada entre las temperaturas primera y segunda se aproxime al valor predeterminado óptimo.
45

En una segunda realización de la presente descripción, en la etapa 64, el método 50/controlador 30 controla la velocidad del condensador 38 o 40 de ventilador o la velocidad de ambos ventiladores conforme la diferencia calculada entre las temperaturas primera y segunda se aproxima al valor predeterminado óptimo.
50

En una tercera realización de la presente descripción, en la etapa 64, el método 50/controlador 30 controlará el funcionamiento de la bomba 20 de refrigerante conforme la diferencia calculada entre las temperaturas primera y segunda se aproxime al valor predeterminado óptimo. El controlador 30 lo hace encendiendo y apagando la bomba 20 de refrigerante cuando es necesario y/o controlando la velocidad de la bomba de refrigerante.
55

En incluso otra realización, en la etapa 64, el método 50/controlador 30 controla el funcionamiento de un motor 72 de fluido de trabajo, tal como una bomba o ventilador (figuras 1 y 2), conforme la diferencia calculada entre las

temperaturas primera y segunda se aproxima al valor predeterminado óptimo. El controlador 30 lo hace encendiendo y apagando el motor 72 de fluido de trabajo cuando es necesario y/o controlando la velocidad del motor.

5 Cuando el sistema 10 está funcionando en el modo de refrigeración libre en la etapa 62, el método 50/controlador 30 monitoriza continuamente si hay suficiente capacidad disponible para seguir funcionando en el modo de refrigeración libre en la etapa 66. El método 50/controlador 30 también monitoriza continuamente por medio de la etapa 68 si la bomba 20 de refrigerante está desactivada o cavitando. Si se determina que hay insuficiente capacidad disponible en la etapa 66 y/o que la bomba 20 de refrigerante está desactivada/cavitando en la etapa 68, entonces el sistema conmutará al modo de refrigeración en la etapa de conmutación 70. En dicho momento, el sistema 10 conmuta al modo de refrigeración y funciona como se muestra en la figura 1.

10 Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestra una gráfica de la capacidad y el rendimiento de sistema acondicionador de aire 10 que tiene un condensador 18 con cuatro ventiladores. Como se puede ver, la capacidad en kilovatios está trazada sobre el eje Y izquierdo, el rendimiento de unidad está trazado sobre el eje Y derecho, y la diferencia en las temperaturas entre el aire ambiente exterior y el fluido de trabajo 36 (en grados Celsius) está trazada sobre el eje X (se le hace referencia como $\Delta T_{\text{refrigeración-libre}} \text{ } ^\circ\text{C}$). Tal como se usa en este ejemplo, el término
15 “ventilación total” significa que los cuatro ventiladores de condensador están encendidos a velocidad total, mientras que el término “ventilación parcial” significa que únicamente dos ventiladores están encendidos a velocidad total.

20 Como se ve en figura 4, la diferencia óptima entre las temperaturas primera y segunda es aproximadamente 17,5 grados Celsius. La capacidad 80 muestra la capacidad del sistema 10 cuando funciona en ventilación parcial. La capacidad 82 muestra la capacidad del sistema 10 cuando funciona en ventilación total. Se ve que conforme $\Delta T_{\text{refrigeración-libre}}$ se aproxima a 17,5 grados Celsius, la diferencia en las capacidades de los sistemas acondicionadores de aire con ventilación parcial y total se vuelve más pequeña. A 17,5 grados Celsius y para valores $\Delta T_{\text{refrigeración-libre}}$ que son mayores, las capacidades entre los sistemas acondicionadores de aire con ventilación total y parcial son casi idénticas. Así, en esta realización, el valor predeterminado óptimo de la etapa 64 son
25 17,5 grados Celsius. Sin embargo, se debe reconocer que el valor predeterminado óptimo puede ser mayor o menor que 17,5 grados Celsius dependiendo de una o más variables del sistema 10.

El rendimiento 84 representa el rendimiento del sistema 10 funcionando en ventilación total. El rendimiento 86 representa el rendimiento del sistema 10 funcionando en ventilación parcial. Se ve que conforme $\Delta T_{\text{refrigeración-libre}}$ se aproxima a 17,5 grados Celsius hay una gran mejora en el rendimiento del sistema 10 cuando funciona con ventilación parcial en lugar de con ventilación total.

30 Ventajosamente, la figura 4 demuestra claramente que conforme se aproxima a un valor predeterminado óptimo de la diferencia entre las temperaturas primera y segunda, no únicamente la capacidad del sistema 10 sigue igual si están funcionando dos o cuatro ventiladores de condensador, sino que también hay un aumento mucho mayor en el rendimiento del sistema cuando funcionan dos ventiladores en lugar de cuatro ventiladores.

35 También cabe señalar que los términos “primero”, “segundo”, “tercero”, “superior”, “inferior” y similares se pueden usar en esta memoria para modificar diversos elementos. Estos modificadores no implican orden espacial, secuencial o jerárquico de los elementos modificados a menos que se indique específicamente.

Si bien la presente descripción se ha descrito con referencia a una o más realizaciones ejemplares, los expertos en la técnica entenderán que se pueden hacer diversos cambios y se pueden sustituir equivalentes por elementos de los mismos sin salir del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un sistema acondicionador de aire (10) que funciona en un modo de refrigeración libre, que comprende;
- 5 medir una primera temperatura de aire ambiente exterior próximo a un condensador (18);
- medir una segunda temperatura de un fluido de trabajo que sale de un evaporador (36);
- calcular una diferencia de temperaturas entre dichas temperaturas primera y segunda;
- comparar dicha diferencia de temperaturas con un valor óptimo predeterminado; y
- 10 ajustar un requisito de energía del sistema acondicionador de aire sobre la base de dicha diferencia de temperaturas, el método se caracteriza por que ajustar dicho requisito de energía comprende encender y apagar intermitentemente
- una bomba (20) de refrigerante durante el modo de refrigeración libre sobre la base de dicha diferencia de temperaturas.
2. El método de la reivindicación 1, en donde ajustar dicho requisito de energía comprende encender y apagar intermitentemente al menos un ventilador (38, 40) de condensador durante el modo de refrigeración libre.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en donde ajustar dicho requisito de energía comprende variar una velocidad de al menos un ventilador (38, 40) de condensador durante el modo de refrigeración libre.
4. El método de la reivindicación 1, en donde ajustar dicho requisito de energía comprende encender y apagar intermitentemente la bomba de refrigerante durante el modo de refrigeración libre.
- 20 5. El método de la reivindicación 1, en donde ajustar dicho requisito de energía comprende encender y apagar intermitentemente un motor (72) de fluido de trabajo durante el modo de refrigeración libre.
6. El método de la reivindicación 1, en donde ajustar dicho requisito de energía comprende ajustar una velocidad de un motor (72) de fluido de trabajo durante el modo de refrigeración libre.
7. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde dichas etapas de calcular y comparar son realizadas por un programa de software residente en un controlador (30) del sistema acondicionador de aire.
- 25 8. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- monitorizar continuamente si hay suficiente capacidad disponible para seguir funcionando en el modo de refrigeración libre; y
- conmutar el sistema a un modo de refrigeración si se determina que hay insuficiente capacidad disponible.
- 30 9. Un sistema acondicionador de aire (10) que tiene un modo de refrigeración libre y un modo de refrigeración, que comprende:
- un condensador (18) que pone un refrigerante en relación de intercambio de calor con aire ambiente exterior;
- un primer sensor de temperatura (16) para medir una primera temperatura de dicho aire ambiente exterior;
- un evaporador (28) que se configura para poner dicho refrigerante en relación de intercambio de calor con un fluido de trabajo;
- 35 un segundo sensor de temperatura (26) para medir una segunda temperatura del fluido de trabajo conforme el fluido de trabajo sale de dicho evaporador;
- una bomba de refrigerante (20) para bombear refrigerante en el modo de refrigeración libre; y
- un controlador (30) para calcular una diferencia de temperaturas entre dichas temperaturas primera y segunda, el sistema acondicionador de aire se caracteriza por que dicho controlador (30) ajusta un requisito de energía del sistema acondicionador de aire sobre la base de dicha diferencia, en donde dicho controlador ajusta dicho requisito de energía encendiendo y apagando intermitentemente la bomba de refrigerante (20) durante el modo de refrigeración libre.
- 40 10. El sistema acondicionador de aire de la reivindicación 9, que comprende además una pluralidad de ventiladores (38, 40) de condensador para hacer circular aire ambiente exterior a través de dicho condensador.

11. El sistema acondicionador de aire de la reivindicación 10, en donde dicho controlador ajusta dicho requisito de energía encendiendo y apagando intermitentemente al menos uno de dicha pluralidad de ventiladores de condensador durante el modo de refrigeración libre, y/o variando una velocidad de al menos uno de dicha pluralidad de ventiladores de condensador en el modo de refrigeración libre.
- 5 12. El sistema acondicionador de aire de la reivindicación 9, en donde dicho controlador ajusta dicho requisito de energía variando una velocidad de dicha bomba de refrigerante durante el modo de refrigeración libre.
13. El sistema acondicionador de aire de la reivindicación 9, que comprende además un motor (72) de fluido de trabajo para mover el fluido de trabajo a través de dicho evaporador.
- 10 14. El sistema acondicionador de aire de la reivindicación 13, en donde dicho controlador ajusta dicho requisito de energía encendiendo y apagando intermitentemente dicho motor de fluido de trabajo durante el modo de refrigeración libre, y/o variando una velocidad de dicho motor de fluido de trabajo durante el modo de refrigeración libre.
15. El sistema acondicionador de aire de la reivindicación 9, en donde dicho controlador se dispone para:
- monitorizar continuamente si hay suficiente capacidad disponible para seguir funcionando en el modo de refrigeración libre; y
- 15 conmutar el sistema a un modo de refrigeración si se determina que hay insuficiente capacidad disponible.

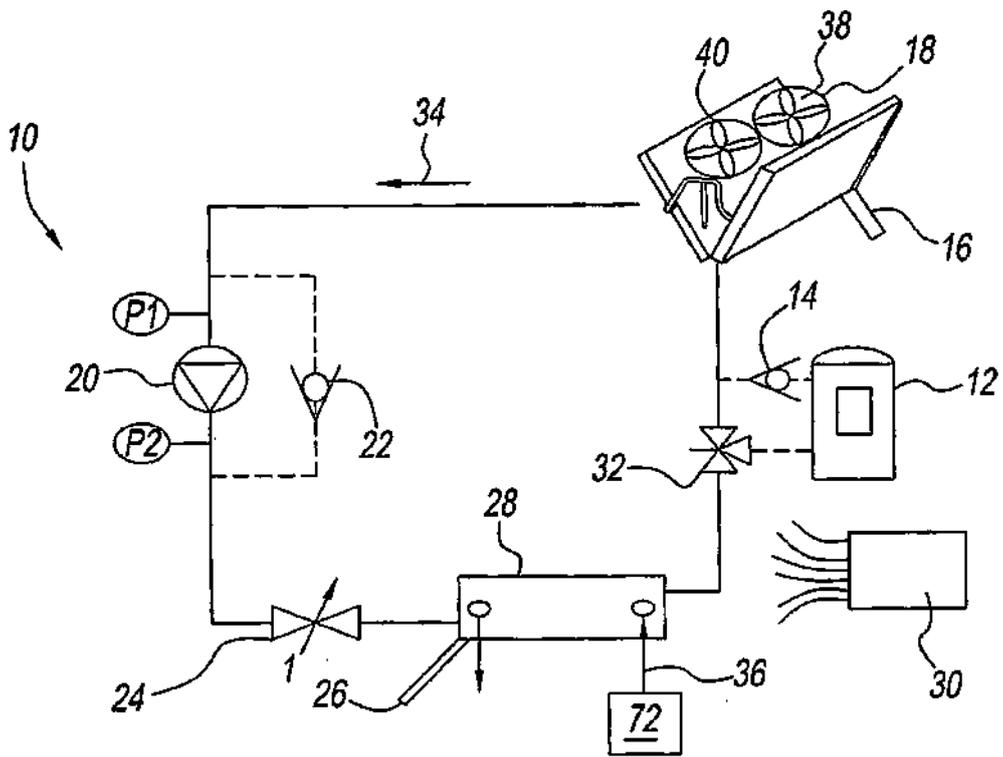


Fig. 1

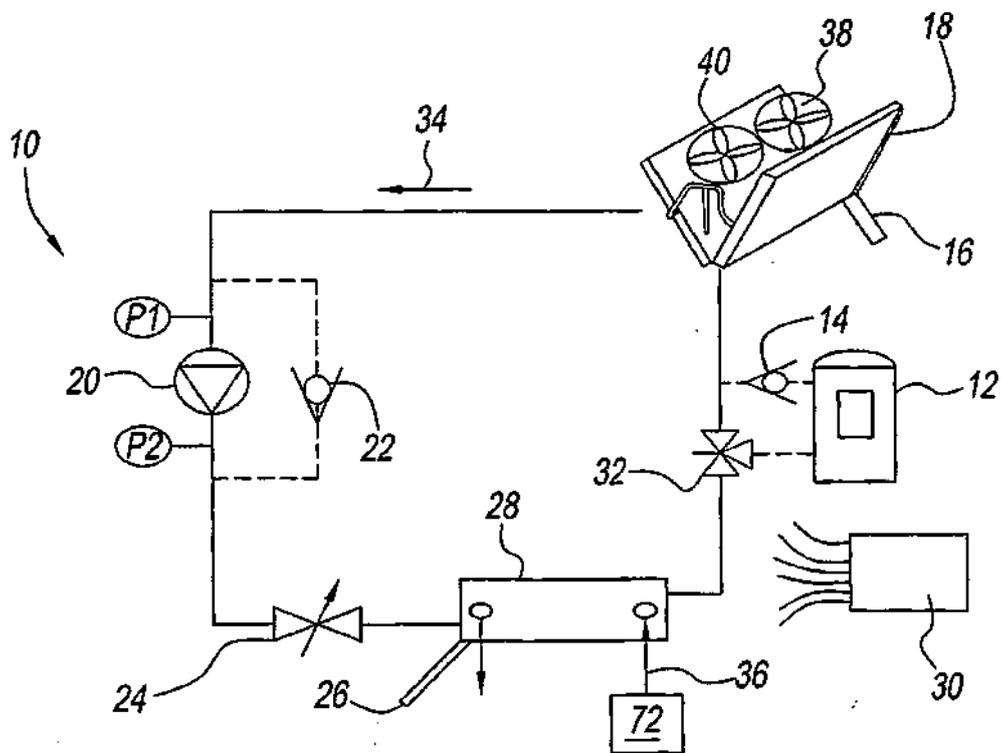


Fig. 2

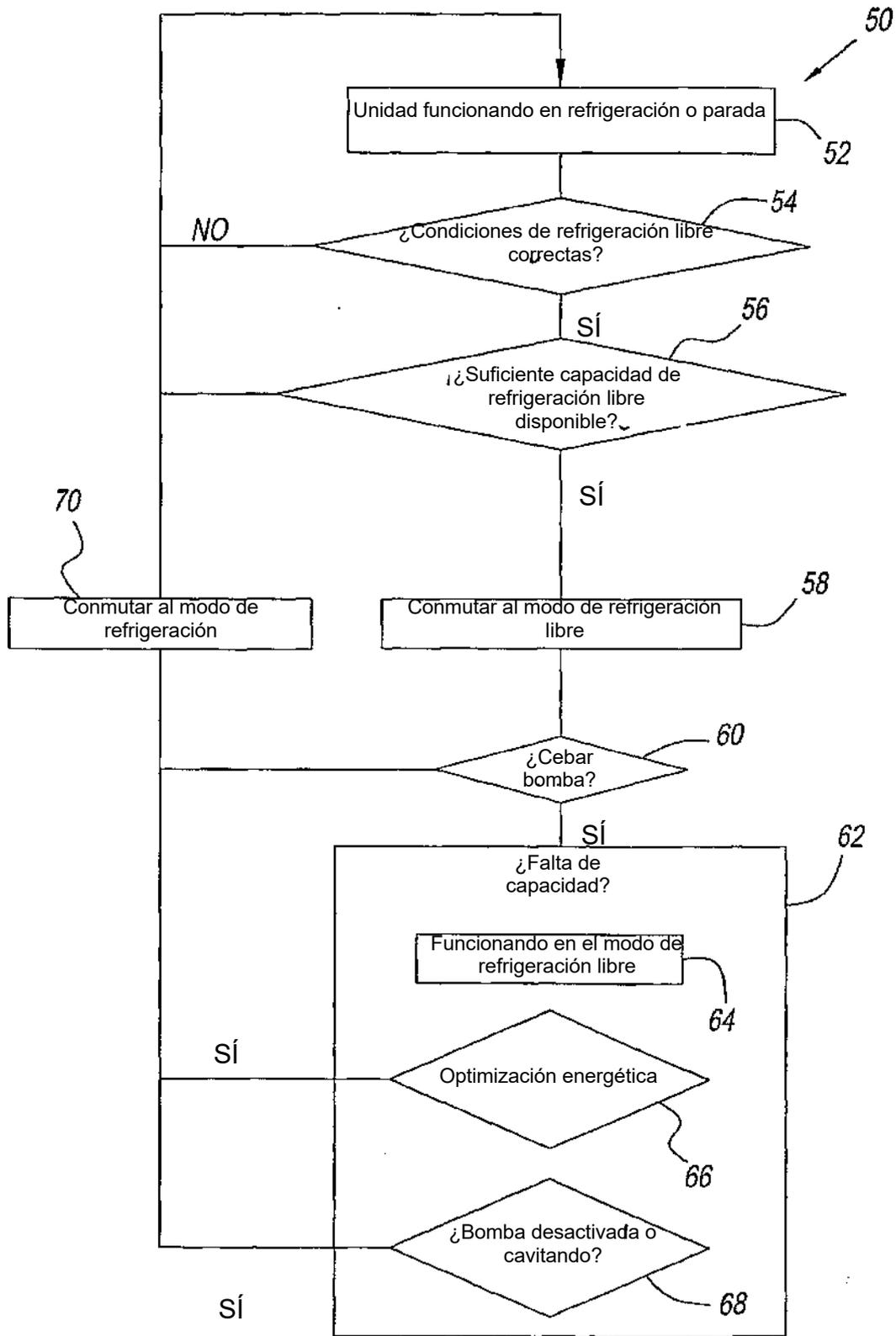


Fig. 3

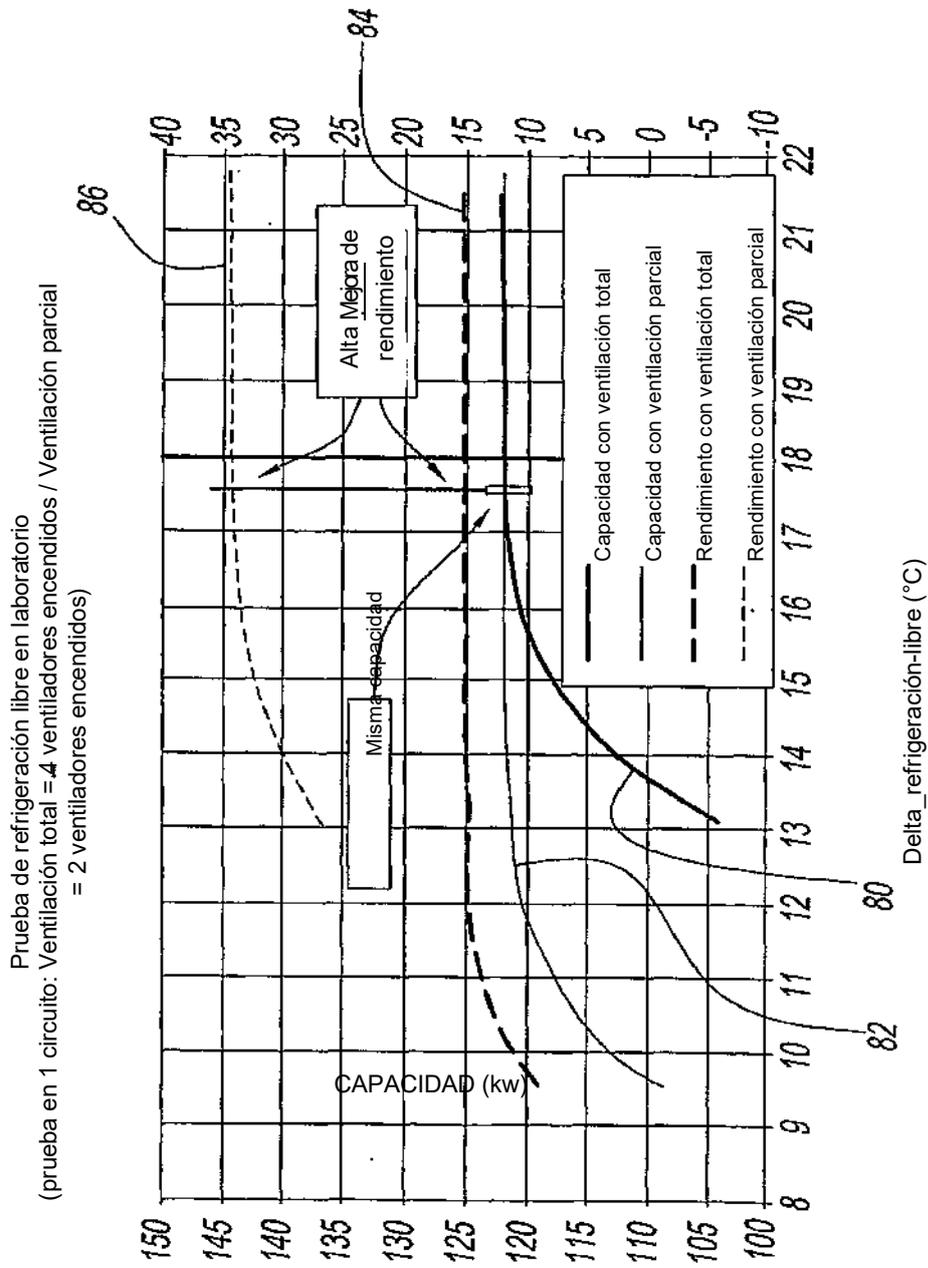


Fig. 4