

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 796**

51 Int. Cl.:

F25D 17/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.12.2006 PCT/US2006/049447**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.07.2008 WO08082379**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2006 E 06848258 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2102571**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

RIGAL, PHILIPPE;
DELPECH, PIERRE y
PHAM, BATUNG

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 685 796 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 capacidad de enfriamiento libre para sistemas de aire acondicionado

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente descripción se refiere a sistemas de aire acondicionado. Más particularmente, la presente descripción se refiere a métodos 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

10 Un sistema de aire acondicionado funciona gastando energía para enfriar un volumen de aire dado. Típicamente, los sistemas de aire acondicionado funcionan en un modo enfriador o de enfriamiento, que incluye la circulación de un refrigerante a través de un ciclo termodinámico. Durante el ciclo, el calor y trabajo se transfieren al refrigerante. El refrigerante entra en un intercambiador de calor y enfría un fluido de trabajo como agua, aire o glicol, que a su vez se puede usar para enfriar un espacio acondicionado. El trabajo generalmente se transfiere al refrigerante usando un compresor.

15 No obstante, cuando la temperatura del aire exterior ambiente es baja, el aire exterior se puede usar para enfriar el refrigerante sin acoplar el compresor. Cuando se usa aire exterior ambiente por un sistema de aire acondicionado para enfriar el refrigerante, el sistema se conoce como que opera en modo de enfriamiento libre. Debido a que el funcionamiento del sistema de aire acondicionado en modo de enfriamiento libre requiere menos entrada de trabajo, el funcionamiento del sistema en modo de enfriamiento libre es más eficiente que hacer funcionar el sistema en modo de enfriamiento.

25 Tradicionalmente, los sistemas de aire acondicionado se han hecho funcionar en modo de enfriamiento incluso cuando la temperatura del aire exterior ambiente es baja. El funcionamiento en modo enfriamiento bajo tales condiciones proporciona un medio de baja eficiencia de acondicionamiento del refrigerante. Por el contrario, hacer funcionar el sistema de aire acondicionado bajo 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 se enfría mediante aire ambiente exterior sin la necesidad de un compresor.

Por consiguiente, existe una necesidad de métodos y sistemas para controlar la capacidad de enfriamiento de sistemas de aire acondicionado cuando esos sistemas están operando en modo de enfriamiento libre.

30 El documento US 2004/0065099 describe un sistema de aire acondicionado con un modo de enfriamiento libre, el sistema que comprende: un circuito de refrigeración que tiene una bomba, un compresor y un dispositivo de expansión con una abertura variable; y un controlador para operar selectivamente dicho circuito de refrigeración en el modo de enfriamiento libre haciendo circular un refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración a través de dicha bomba pero no de dicho compresor.

35 **Breve compendio de la invención**

La invención proporciona un sistema de aire acondicionado que tiene un modo de enfriamiento libre, el sistema que comprende: un circuito de refrigeración que tiene una bomba, un compresor y un dispositivo de expansión con una abertura variable; un controlador para operar selectivamente dicho circuito de refrigeración en el modo de enfriamiento libre haciendo circular un refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración a través de dicha bomba pero no de dicho compresor; y una secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre residente en dicho controlador, dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre ajustando una capacidad de enfriamiento de dicho circuito de refrigeración, en el modo de enfriamiento libre, al menos ajustando dicha abertura variable en base a una diferencia de temperatura entre temperatura del fluido de trabajo que sale de un evaporador del circuito y una temperatura de punto de ajuste; en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre está configurada para reducir un tamaño de dicha abertura variable cuando dicha temperatura de fluido de trabajo es menor que dicha temperatura de punto de ajuste; en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre aumenta un tamaño de dicha abertura variable cuando dicha temperatura del fluido de trabajo es mayor que dicha temperatura de punto de ajuste; y en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre está configurada para conmutar dicho circuito de refrigeración fuera del modo de enfriamiento libre cuando dicha abertura variable alcanza un límite predeterminado.

La invención proporciona además un método de control de un sistema de aire acondicionado que tiene un circuito de refrigeración y un modo de enfriamiento libre, el método que comprende: determinar la temperatura de un fluido de trabajo acondicionado cuando está en el modo de enfriamiento libre; basado en una diferencia de temperatura entre la temperatura del fluido de trabajo que sale de un evaporador y una temperatura de punto de ajuste, aumentando una abertura de un dispositivo de expansión de refrigerante en el circuito de refrigeración cuando dicha temperatura

está por encima del punto de ajuste cuando está en el modo de enfriamiento libre y disminuir dicha abertura de dicho dispositivo de expansión de refrigerante cuando dicha temperatura está por debajo del punto de ajuste cuando está en el modo de enfriamiento libre; y cuando dicha abertura alcanza un límite predeterminado, conmutar dicho circuito de refrigeración fuera del modo de enfriamiento libre.

- 5 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.

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

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

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

La FIG. 3 ilustra una realización ejemplar de un método para controlar la capacidad en modo de enfriamiento libre de un sistema de aire acondicionado según la presente descripción.

15 **Descripción detallada de la invención**

Con referencia ahora a los dibujos y en particular a las FIG. 1 y 2, se muestra una realización ejemplar de un sistema de aire acondicionado ("sistema"), referido de manera 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).

20 El sistema 10 incluye un controlador 16 para conmutar selectivamente entre los modos de enfriamiento libre y de enfriamiento 12, 14. Ventajosamente, el controlador 16 incluye una secuencia de control de capacidad ("secuencia") 18 que monitoriza una o más condiciones en el sistema 10, cuando se opera en modo de enfriamiento libre 12, y ajusta el tamaño de una abertura de un dispositivo de expansión para ajustar la capacidad de enfriamiento del sistema 10. En comparación con los sistemas de la técnica anterior, la secuencia 18 mejora el rendimiento del sistema 10 al tiempo que opera en el modo de enfriamiento libre 12 permitiendo un mayor control sobre la capacidad de enfriamiento del sistema 10.

25 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 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 esta manera, el sistema 10, cuando está en modo de enfriamiento libre 12, controla la bomba 24 para hacer circular el refrigerante en la dirección de flujo D. No obstante, 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 debido a que el modo de enfriamiento libre 12 no requiere una entrada de trabajo adicional para operar el compresor 30.

30 El sistema 10 puede incluir cualquier número de circuitos de refrigeración 20 dependiendo de los requisitos de enfriamiento para una aplicación dada. Ventajosamente, esto permite mayor control de la capacidad de enfriamiento del sistema 10.

35 El sistema 10 incluye un bucle de derivación del compresor 32 y un bucle de derivación de la bomba 34. El sistema 10 incluye una válvula de tres vías 35 controlada por el controlador 16 y una o más válvulas 36, que permiten que el controlador coloque selectivamente la válvula 35 para abrir y cerrar selectivamente el bucle de derivación del compresor 32 según sea necesario. Las válvulas 36 son preferiblemente válvulas de retención que solamente permiten el flujo en una dirección dentro del sistema 10. En una realización, las válvulas 36 son válvulas mecánicas sin ningún control. En otra realización, las válvulas 36 están controladas por el controlador 16. Las válvulas 36 impiden que el refrigerante fluya de vuelta al compresor cuando el bucle de derivación 32 está cerrado, y también evitan que el refrigerante fluya de vuelta al lado de succión de la bomba 24 cuando la bomba está operando.

40 En el modo de enfriamiento 14, el controlador 16 controla la válvula 35 de modo que el bucle de derivación del compresor 32 está cerrado. En esta configuración, la bomba 24 no opera, y el sistema 10 permite que el compresor 30 comprima y haga circular el refrigerante en la dirección de flujo D fluyendo a través del bucle de derivación de la bomba 34.

45 Por el contrario, el controlador 16, cuando está en el modo de enfriamiento libre 12, controla la válvula de tres vías 35 de modo que el bucle de derivación del compresor 32 está abierto. En esta configuración, el sistema 10 permite que la bomba 24 haga circular el refrigerante en la dirección de flujo D fluyendo a través del bucle de derivación del compresor 32.

5 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 desde el fluido de trabajo 46 al refrigerante 44, enfriando el fluido de trabajo 46. El fluido de trabajo enfriado 46 sale del evaporador 28 a una salida 48, circula a través del área a ser enfriada, y vuelve al evaporador a través de una entrada 50. Este proceso ocurre tanto en el modo de enfriamiento libre como en el 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 de trabajo conocido en la técnica.

10 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 (por ejemplo, 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 se controla preferiblemente por el controlador 16. De esta manera, el dispositivo de expansión 26 incluye una abertura 25 que se puede controlar entre, por ejemplo, una posición completamente abierta y una posición sustancialmente cerrada.

15 En el modo de enfriamiento libre 12, el sistema 10 aprovecha la capacidad de eliminación de calor del aire ambiente exterior 40, que está en relación de intercambio de calor con el condensador 22 a través de uno o más ventiladores 42.

20 El sistema 10 incluye un sensor de temperatura 54 colocado para medir una temperatura 52 del fluido de trabajo 46 a medida que el fluido de trabajo sale del condensador 28. El sensor de temperatura 54 puede ser cualquier elemento sensible a la temperatura conocido en la técnica, incluyendo, pero no limitado a, un dispositivo térmico de resistencia, un termopar, un termistor y otros.

25 El sistema 10 mantiene la temperatura de salida 52 del fluido de trabajo 46 cerca de una temperatura establecida (punto de ajuste), estando el punto de ajuste almacenado dentro del controlador 16 y estando determinado por los requisitos de enfriamiento para una aplicación dada bajo un conjunto de circunstancias dado. En una realización preferida, el punto de ajuste se puede determinar automáticamente por el controlador 16. En otra realización preferida, el punto de ajuste se introduce por un usuario. Cuando el punto de ajuste se aumenta o disminuye por el controlador 16, el sistema 10 disminuye o aumenta su capacidad de enfriamiento de modo que la temperatura de salida 52 del fluido de trabajo 46 coincide con el nuevo punto de ajuste.

30 En una realización ejemplar, la temperatura de salida 52 se determina usando un sensor de temperatura 54. Preferiblemente, el controlador 16 interconecta con el primer sensor de temperatura 54 para determinar cuándo se debería ajustar la capacidad de enfriamiento del sistema 10 en base a la temperatura de salida 52 y el punto de ajuste.

35 Cada circuito de refrigeración 20 puede incluir múltiples compresores 30. En el modo de enfriamiento 14, la capacidad de enfriamiento del sistema 10 se puede ajustar aumentando el número de compresores 30 que están en servicio. Por ejemplo, en un circuito de refrigeración que tiene cuatro compresores, se puede utilizar un compresor cuando los requisitos de enfriamiento son bajos (punto de ajuste más alto), y se pueden usar todos de los cuatro compresores cuando los requisitos de enfriamiento son más altos (punto de ajuste inferior). No obstante, en el modo de enfriamiento libre 12, los compresores 30 se derivan usando el bucle de derivación del compresor 32 y, así, este mecanismo no se puede usar para controlar la capacidad de enfriamiento en el sistema 10.

40 Ventajosamente, el controlador 16 incluye una secuencia 18 que monitoriza y varía una o más condiciones en el sistema 10 para ajustar la capacidad de enfriamiento del sistema mientras está en el modo de enfriamiento libre 12.

45 En una realización preferida, el controlador 16 es un controlador derivativo integral proporcional (PID). El controlador 16 implementa la secuencia 18, que toma el valor medido de temperatura de salida 52 y la compara con el punto de ajuste. La diferencia entre estos dos valores se usa entonces para ajustar la capacidad de enfriamiento de sistema 10 hasta que la temperatura de salida 52 sea aproximadamente igual al punto de ajuste. De esta manera, la secuencia 18 monitoriza y ajusta continuamente la capacidad de enfriamiento del sistema 10.

50 La FIG. 3 describe en mayor detalle la operación de la secuencia 18. El método 60, cuando el sistema 10 está operando en el modo de enfriamiento 14, incluye un primer paso de determinación de enfriamiento libre 62. Durante el primer paso de determinación de enfriamiento libre 62, el método 60 determina si el sistema 10 puede operar en el modo de enfriamiento libre 12. Si la diferencia de temperatura entre la temperatura de salida 52 y la temperatura del aire ambiente exterior 40 no es suficiente para hacer funcionar el sistema 10 en el modo de enfriamiento libre 12, el sistema 10 continuará funcionando en el modo de enfriamiento 14. No obstante, si se cumplen las condiciones necesarias para el enfriamiento libre, el método 60 realiza un primer paso de conmutación 64, de modo que el sistema 10 opera en el modo de enfriamiento libre 12.

55 Después del primer paso de conmutación 64, el controlador 16 inicia la secuencia 18. La secuencia 18 incluye un primer paso de comparación de temperatura 66. En el primer paso de comparación de temperatura 66, el método 60

determina si la temperatura de salida 52, mostrada como temperatura de agua de salida o LWT, es aproximadamente igual al punto de ajuste.

Si la temperatura de salida 52 es aproximadamente igual al punto de ajuste en el primer paso de comparación de temperatura 66, la secuencia 18 determina que la capacidad de enfriamiento del sistema 10 es suficiente y no es necesario ningún ajuste. De esta manera, el controlador 16, a través de la secuencia 18, monitoriza continuamente el sistema 10 para asegurar que la temperatura de salida 52 permanezca aproximadamente igual al punto de ajuste. Si la secuencia 18 determina que la temperatura de salida 52 no es aproximadamente igual al punto de ajuste en el primer paso de comparación de temperatura 66, el método 60 realiza un segundo paso de comparación de temperatura 68.

En el segundo paso de comparación de temperatura 68, cuando el método 60 determina que la temperatura de salida 52 es menor que el punto de ajuste, el método 60 realiza un primer paso de ajuste del dispositivo de expansión 70, en donde el controlador 16 disminuye el tamaño de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26. Disminuyendo el tamaño de la abertura 25, el flujo de refrigerante 44 disminuye, y de esta manera también disminuye la capacidad de enfriamiento del sistema 10. El controlador 16 puede variar el tamaño de la abertura 25 de cualquier manera conocida. Por ejemplo, el tamaño de la abertura 25 se puede ajustar linealmente con respecto a la diferencia entre la temperatura de salida 52 y el punto de ajuste. Alternativamente, el tamaño de la abertura 25 se puede ajustar de forma no lineal con respecto a la diferencia entre la temperatura de salida 52 y el punto de ajuste. El dispositivo de expansión 26 tiene un límite superior, cuando la abertura del dispositivo de expansión 25 está completamente abierta, y un límite inferior, cuando el dispositivo de expansión está sustancialmente cerrado. En algunas realizaciones, el controlador 16 está configurado para variar continuamente el tamaño de la abertura 25 para ajustar continuamente la capacidad de enfriamiento del sistema 10. En otras realizaciones, el controlador 16 está configurado para variar periódicamente el tamaño de la abertura 25 para ajustar periódicamente la capacidad de enfriamiento del sistema 10.

Después del primer paso de ajuste del dispositivo de expansión 70, el método 60 realiza un paso de comprobación del límite inferior del dispositivo 72. El paso de comprobación del límite inferior del dispositivo 72 determina si se ha alcanzado el límite inferior del dispositivo de expansión 26. El límite inferior del dispositivo de expansión 26 se alcanza cuando el tamaño de la abertura 25 ya no puede disminuir más mientras se mantiene aún el sistema 10 en condiciones operativas en el modo de enfriamiento libre 12. Si no se ha alcanzado el límite inferior del dispositivo de expansión 26, el sistema 10 continúa operando en modo de enfriamiento libre 12 y la secuencia 18 continúa monitorizando la temperatura de salida 52 y ajustando la abertura 25 para asegurar que el sistema 10 tenga suficiente capacidad de enfriamiento.

En realizaciones donde el sistema 10 incluye más de un circuito de refrigeración 20, y si, después de realizar el paso de ajuste 70, se ha alcanzado el límite inferior del dispositivo de expansión 26, el método 60 puede realizar un primer paso de comprobación de circuito 74. En el primer paso de comprobación de circuito 74, el método 60 determina si hay más circuitos de refrigeración 20 disponibles en el sistema 10. El sistema 10 puede incluir múltiples circuitos de refrigeración 20. No obstante, dependiendo de los requisitos de enfriamiento del espacio a ser enfriado, el sistema 10 pueden no utilizar todos los circuitos de refrigeración 20. De esta manera, cuando los requisitos de enfriamiento no requieren todos los circuitos de refrigeración 20, uno o más circuitos de refrigeración 20 se pueden apagar o desconectar o descargar del sistema 10. Por el contrario, si aumentan los requisitos de enfriamiento, uno o más circuitos de refrigeración 20 se pueden conectar o cargar en el sistema 10.

Si el método 60 determina en el primer paso de comprobación de circuito 74 que hay más de un circuito en funcionamiento, el método 60 realiza entonces un paso de descarga 76 en donde uno de los circuitos de refrigeración 20 se descarga del sistema 10, reduciendo de esta manera la capacidad de enfriamiento del sistema 10. Después de realizar el paso de descarga 76, el sistema 10 continúa operando en el modo de enfriamiento libre 12 y el controlador 16 continúa monitorizando y ajustando el tamaño de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26 en cualquier circuito de refrigeración 20 cargado restante en el sistema 10.

Si la capacidad de enfriamiento del sistema 10 es demasiado alta, y el método 60 no puede reducir suficientemente la capacidad de enfriamiento ajustando la válvula de expansión y descargando circuitos de refrigeración, el sistema 10 se detiene en el paso de detención 78. El sistema 10 ahora está listo para reiniciarse en el modo de enfriamiento libre 12 si se necesita más capacidad de enfriamiento y si el paso de determinación de enfriamiento libre 62 determina que el sistema 10 puede operar en el modo de enfriamiento libre 12.

Con referencia de nuevo al segundo paso de comparación de temperatura 68, cuando el método 60 determina que la temperatura de salida 52 es mayor que el punto de ajuste, el método 60 realiza un segundo paso de ajuste del dispositivo de expansión 80, en donde el controlador 16 aumenta el tamaño de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26. El aumento del tamaño de la abertura 25 aumenta el flujo de refrigerante 44, y de esta manera aumenta la capacidad de enfriamiento del sistema 10. Después del segundo paso de ajuste del dispositivo de expansión 80, el método 60 realiza un paso de comprobación del límite superior del dispositivo 82. El paso de comprobación del límite superior del dispositivo 82 determina si se ha alcanzado el límite superior del dispositivo de expansión 26, o en otras palabras, si la abertura 25 del dispositivo de expansión 26 está completamente abierta.

Si el método 60 determina que el dispositivo de expansión 26 está menos que completamente abierto en el paso de comprobación del límite superior del dispositivo 82, el sistema 10 continúa funcionando en el modo de enfriamiento libre y el controlador 16 continúa monitorizando y ajustando el tamaño de abertura 25 para mantener suficiente capacidad de enfriamiento en el sistema.

5 En realizaciones donde el sistema 10 incluye más de un circuito de refrigeración 20, y si el método 60 determina que el dispositivo de expansión 26 está completamente abierto, se puede realizar un segundo paso de comprobación de
10 circuito 84 para determinar si hay más circuitos de refrigeración 20 que se pueden cargar en el sistema 10 para proporcionar una mayor capacidad de enfriamiento. Si el método 60 determina que hay uno o más circuitos de refrigeración 20 disponibles, se carga un circuito de refrigeración 20 adicional en el sistema 10 en el paso de carga 86.

Después del paso de carga 86, el sistema 10 continúa funcionando en el modo de enfriamiento libre 12 y el controlador 16 continúa monitorizando y ajustando el tamaño de la abertura 25 para mantener una capacidad de enfriamiento suficiente en el sistema. Por el contrario, si el método 60 determina que el sistema 10 no tiene circuitos de refrigeración 20 adicionales disponibles, se realiza el segundo paso de conmutación 88, conmutando el sistema
15 10 fuera del modo de enfriamiento libre 12 y dentro del modo de enfriamiento 14.

De esta manera, el método 60, debido al inicio de la secuencia 18, controla el sistema 10 en base al menos a la diferencia entre la temperatura de salida 52 y una temperatura de punto de ajuste para controlar selectivamente el flujo a través del dispositivo de expansión 26 para mantener un nivel deseado de capacidad de enfriamiento. El método 60 varía el dispositivo de expansión 26 en cualquier lugar entre una posición completamente abierta y una
20 posición sustancialmente cerrada, y cualquier subrango entre las mismas. Cuando la capacidad de enfriamiento del sistema 10 está por debajo del nivel deseado, es decir, cuando la temperatura de salida 52 es mayor que el punto de ajuste, el controlador 16 aumenta el tamaño de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26 y/o carga circuitos de refrigeración 20 adicionales en el sistema 10. Cuando la capacidad de enfriamiento del sistema 10 está por encima del nivel deseado, es decir, cuando la temperatura de salida 52 es menor que el punto de ajuste, el controlador 16 disminuye el tamaño de la abertura 25 del dispositivo de expansión 26 y/o descarga el circuito de refrigeración 20 adicional del sistema 10. El controlador 16 entonces continúa monitorizando la temperatura de salida 52 y ajusta el tamaño de la abertura 25 y/o el número de circuitos de refrigeración que se cargan en el sistema 10.

Si no se puede alcanzar la capacidad de enfriamiento deseada en el modo de enfriamiento libre 12 ajustando la válvula de expansión y añadiendo más circuitos de refrigeración 20 al sistema 10, el método 60 conmuta el sistema
30 10 al modo de enfriamiento 14.

Se debería señalar que los términos “primero”, “segundo”, “tercero”, “superior”, “inferior” y similares se pueden usar en la presente memoria para modificar diversos elementos. Estos modificadores no implican un orden espacial, secuencial o jerárquico para los elementos modificados a menos que se indique específicamente.

35 Aunque la presente descripción se ha descrito con referencia a una o más realizaciones ejemplares, se entenderá por los expertos en la técnica que se pueden hacer diversos cambios y se pueden sustituir equivalentes por elementos de los mismos sin apartarse del alcance de la presente descripción. Además, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación particular o material a las enseñanzas de la descripción sin apartarse del alcance de las mismas. Por lo tanto, se pretende que la presente descripción no esté limitada a la realización o las
40 realizaciones particulares descritas como el mejor modo contemplado, sino que la descripción incluirá todas las realizaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de aire acondicionado que tiene un modo de enfriamiento libre, el sistema que comprende:
- un circuito de refrigeración (20) que tiene una bomba (24), un compresor (30) y un dispositivo de expansión (26) con una abertura variable (25);
- 5 un controlador (16) para operar selectivamente dicho circuito de refrigeración en el modo de enfriamiento libre (12) haciendo circular un refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración a través de dicha bomba pero no de dicho compresor; y
- una secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre residente en dicho controlador, dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre que ajusta una capacidad de enfriamiento de dicho circuito de refrigeración, en el modo de enfriamiento libre (12), al menos ajustando dicha abertura variable en base a una diferencia de temperatura entre una temperatura de fluido de trabajo que sale de un evaporador (28) del circuito y una temperatura de punto de ajuste;
- 10 en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre está configurada para reducir un tamaño de dicha abertura variable (25) cuando dicha temperatura del fluido de trabajo es menor que dicha temperatura de punto de ajuste;
- 15 en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre aumenta un tamaño de dicha abertura variable (25) cuando dicha temperatura del fluido de trabajo es mayor que dicha temperatura de punto de ajuste; y
- 20 en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre está configurada para conmutar dicho circuito de refrigeración (20) fuera del modo de enfriamiento libre (12) cuando dicha abertura variable (25) alcanza un límite predeterminado.
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho circuito de refrigeración (20) comprende múltiples circuitos de refrigeración; en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre está configurada para cargar y descargar dichos múltiples circuitos de refrigeración a dicho circuito de refrigeración.
- 25 3. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre varía dicha abertura variable (25) linealmente con respecto a dicha diferencia de temperatura.
4. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicha secuencia de control de capacidad de enfriamiento libre varía dicha abertura variable (25) de forma no lineal con respecto a dicha diferencia de temperatura.
- 30 5. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho controlador (16) es un controlador derivativo integral proporcional.
6. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además: un sensor de temperatura (54) que mide dicha temperatura del fluido de trabajo, en donde dicho controlador (16) interconecta con dicho sensor de temperatura y calcula dicha diferencia de temperatura.
- 35 7. Un método para controlar un sistema de aire acondicionado que tiene un circuito de refrigeración (20) y un modo de enfriamiento libre (12), el método que comprende:
- determinar la temperatura de un fluido de trabajo acondicionado cuando está en el modo de enfriamiento libre;
- en base a una diferencia de temperatura entre la temperatura del fluido de trabajo que sale de un evaporador (28) y una temperatura de punto de ajuste, aumentar una abertura (25) de un dispositivo de expansión de refrigerante (26) en el circuito de refrigeración cuando dicha temperatura está por encima del punto de ajuste cuando está en el modo de enfriamiento libre y disminuir dicha abertura de dicho dispositivo de expansión de refrigerante cuando dicha temperatura está por debajo del punto de ajuste cuando está en el modo de enfriamiento libre; y
- 40 cuando dicha abertura (25) alcanza un límite predeterminado, conmutar dicho circuito de refrigeración (20) fuera del modo de enfriamiento libre (12).
- 45 8. El método de la reivindicación 7, en donde el circuito de refrigeración (2) comprende una pluralidad de circuitos de refrigeración; el método que comprende además cargar un segundo circuito de refrigeración en dicho circuito de refrigeración.
9. El método de la reivindicación 8, que comprende además:
- 50 determinar si se ha alcanzado un límite superior de dicha abertura (25) de dicho dispositivo de expansión de refrigerante (26);

cargar dicho segundo circuito de refrigeración cuando se ha alcanzado dicho límite superior.

10. El método de la reivindicación 7, en donde el circuito de refrigeración (20) comprende una pluralidad de circuitos de refrigeración; el método que comprende además descargar un segundo circuito de refrigeración de dicho circuito de refrigeración.

5 11. El método de la reivindicación 10, que comprende además:

determinar si se ha alcanzado un límite inferior de dicha abertura de dicho dispositivo de expansión de refrigerante (26);

descargar dicho segundo circuito de refrigeración cuando se ha alcanzado dicho límite inferior.

12. El método de la reivindicación 7, que comprende además:

10 determinar si se ha alcanzado un límite inferior de dicha abertura de dicho dispositivo de expansión de refrigerante (26);

descargar dicho circuito de refrigeración (20) y parar dicho sistema cuando se ha alcanzado dicho límite inferior.

FIG. 1

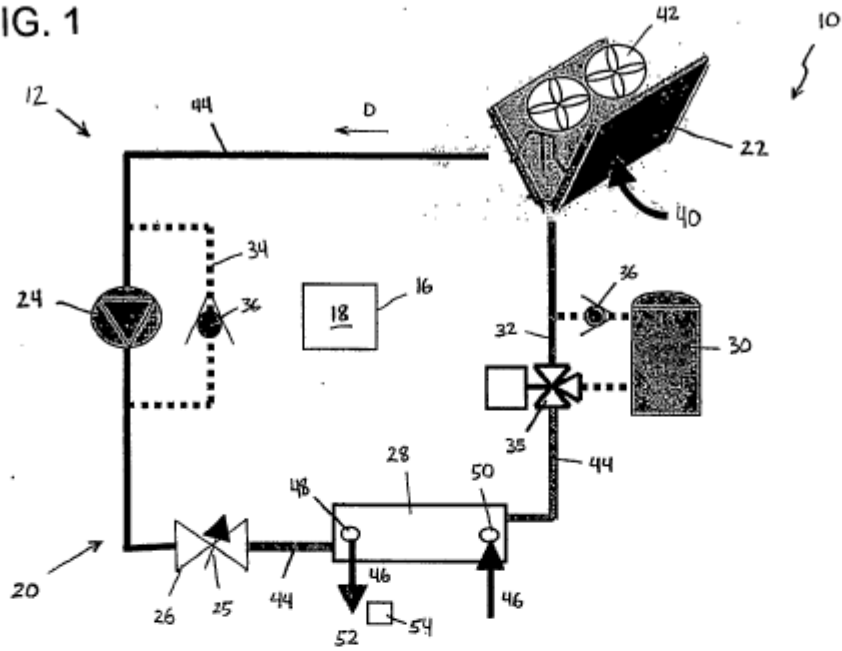
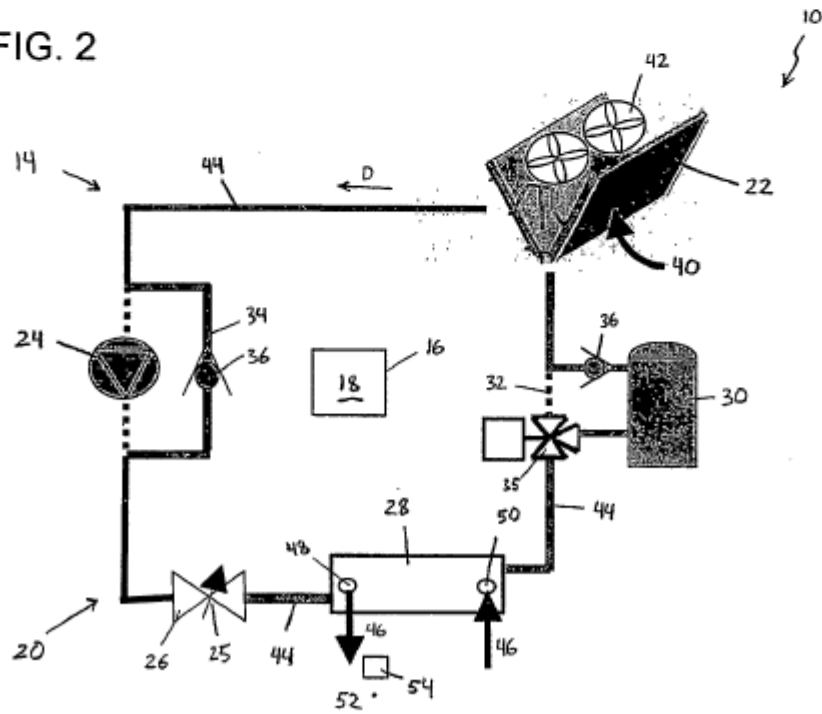


FIG. 2



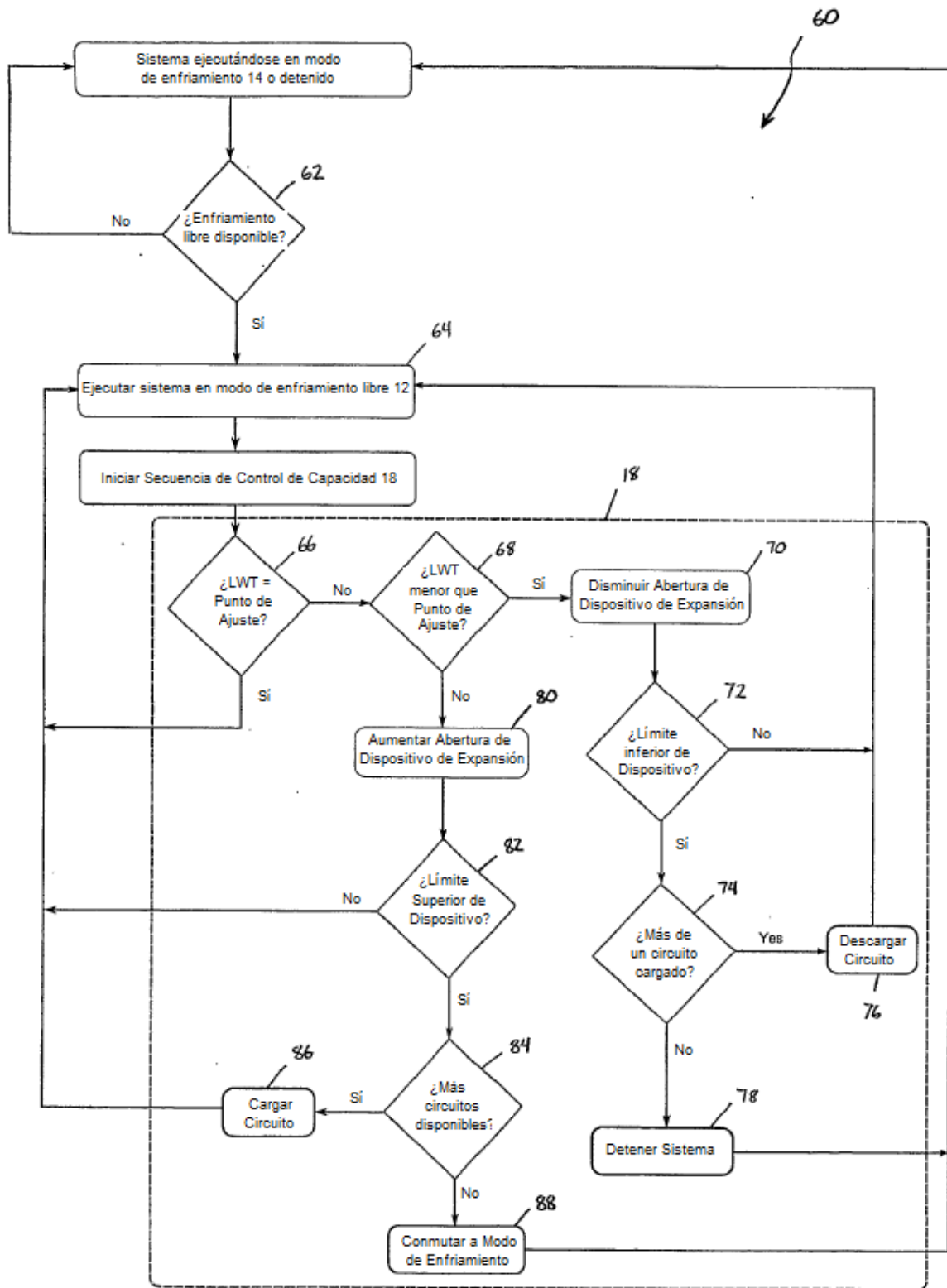


FIG. 3