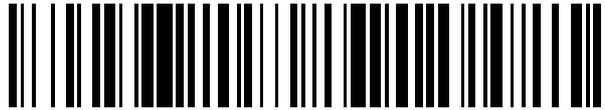


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 031**

51 Int. Cl.:

**F25B 41/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2006** **E 06848077 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015** **EP 2122273**

54 Título: **Sistemas de aire acondicionado y métodos que tienen secuencias de arranque de bomba de enfriamiento natural**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.05.2015**

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, JEANPHILIPPE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 535 031 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

Sistemas de aire acondicionado y métodos que tienen secuencias de arranque de bomba de enfriamiento natural

### Antecedentes de la invención

#### Campo de la invención

- 5 La presente descripción está relacionada con los sistemas de aire acondicionado. Más particularmente, la presente descripción está relacionada con métodos y sistemas para controlar sistemas de aire acondicionado que tienen un modo de enfriamiento natural y un modo de enfriamiento.

#### Descripción de la técnica relacionada

- 10 Durante el funcionamiento típico de los sistemas de aire acondicionado, el sistema se ejecuta en un modo de enfriamiento en donde se gasta energía por hacer funcionar un compresor. El compresor comprime y hace circular un refrigerante para enfriar o acondicionar un fluido de trabajo, tal como aire u otro fluido secundario de circunvalación (por ejemplo, agua o glicol enfriados), de una manera conocida. El fluido de trabajo acondicionado puede utilizarse entonces en un frigorífico, un congelador, un edificio, un automóvil y en otros espacios con climatizador de ambiente.

- 15 Sin embargo, cuando la temperatura ambiente exterior es baja, existe la posibilidad de que el mismo aire ambiente exterior pueda utilizarse para proporcionar enfriamiento al fluido de trabajo sin acoplar el compresor. Cuando un sistema de aire acondicionado utiliza el aire ambiente exterior para acondicionar el fluido de trabajo, se denomina que el sistema funciona en un modo de enfriamiento natural.

- 20 Como se ha indicado arriba, tradicionalmente, incluso cuando la temperatura del aire ambiente exterior es baja, el sistema de aire acondicionado funciona en el modo de enfriamiento. El funcionamiento en el modo de enfriamiento bajo tales condiciones proporciona unos medios de bajo rendimiento para acondicionar el fluido de trabajo. Por contra, la ejecución del sistema de aire acondicionado bajo tales condiciones en un modo de enfriamiento natural es más eficiente. En el modo de enfriamiento natural, se activa uno o más intercambiadores de calor ventilados y bombas de modo que las bombas hagan circular el refrigerante y es enfriado por el aire ambiente exterior. De esta manera, el refrigerante, enfriado por el aire ambiente exterior, puede utilizarse para enfriar el fluido de trabajo sin necesidad del compresor de bajo rendimiento.

- 25 Por consiguiente, con la presente descripción se ha determinado que existe la necesidad de unos métodos y unos sistemas que mejoren el rendimiento de los sistemas de aire acondicionado que tienen un modo de enfriamiento natural. Los documentos JP 2000 193327 A y JP 2001 263835 A describen unos sistemas de aire acondicionado que pueden conmutar entre un modo de enfriamiento y un modo de enfriamiento natural dependiente de la temperatura ambiente exterior.

#### Breve compendio de la invención

- 35 Se proporcionan unos sistemas de aire acondicionado y unos métodos de control que incluyen una secuencia de arranque de bomba para alternar una bomba de refrigerante de enfriamiento natural entre un estado activo y un estado inactivo basándose por lo menos en un diferencial de presión a través de la bomba.

- 40 En un aspecto, la invención proporciona un sistema de aire acondicionado que tiene un modo de enfriamiento y un modo de enfriamiento natural, que comprende: un circuito de refrigeración que tiene un compresor y una bomba; un primer sensor de presión en una entrada de dicha bomba; un segundo sensor de presión en una salida de dicha bomba; un controlador para hacer funcionar selectivamente en el modo de enfriamiento haciendo circular y comprimiendo un refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicho compresor o hacer funcionar en el modo de enfriamiento natural haciendo circular dicho refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicha bomba; y una secuencia de arranque de bomba residente en dicho controlador, dicha secuencia de arranque de bomba alterna dicha bomba entre un estado activo y un estado inactivo basándose en por lo menos una presión diferencial determinada por dicho controlador a partir de las presiones detectadas por dicho primer y dicho

- 45 segundo sensor de presión.
- 50 En otro aspecto la invención proporciona un método para controlar un sistema de aire acondicionado que tiene un modo de enfriamiento y un modo de enfriamiento natural, el sistema comprende: un circuito de refrigeración que tiene un compresor y una bomba; un primer sensor de presión en una entrada de dicha bomba; un segundo sensor de presión en una salida de dicha bomba; un controlador para hacer funcionar selectivamente en el modo de enfriamiento haciendo circular y comprimiendo un refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicho compresor o hacer funcionar en el modo de enfriamiento natural haciendo circular dicho refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicha bomba; y una secuencia de arranque de bomba residente en dicho controlador, dicha secuencia de arranque de bomba alterna dicha bomba entre un estado activo y un estado inactivo basándose en por lo menos una presión diferencial determinada por dicho controlador a partir de las presiones detectadas por dicho primer y dicho segundo sensor de presión; y el método comprende las etapas de: conmutar el

sistema de aire acondicionado al modo de enfriamiento natural; iniciar, en respuesta a la conmutación del sistema de aire acondicionado al modo de enfriamiento natural, una secuencia de puesta en marcha de bomba para alternar una bomba de refrigerante entre un estado activo y un estado inactivo; y mantener el sistema de aire acondicionado en el modo de enfriamiento natural después de que se complete dicha secuencia de puesta en marcha de bomba.

- 5 Las características y las 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, los dibujos y las reivindicaciones adjuntas.

**Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos**

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

La FIG. 2 es un ejemplo de realización de un sistema de aire acondicionado en el modo de enfriamiento natural según la presente descripción;

La FIG. 3 ilustra un ejemplo de realización de un método para hacer funcionar el sistema de aire acondicionado de las FIGS. 1 y 2 según la presente descripción; y

15 La FIG. 4 es un gráfico que ilustra la secuencia de arranque de bomba de la FIG. 3.

**Descripción detallada de la invención**

Haciendo referencia ahora a los dibujos, y en particular a las FIGS. 1 y 2, se muestra un ejemplo de realización de un sistema de aire acondicionado ("sistema") según la presente descripción, al que se hace referencia generalmente con el número de referencia 10. El sistema 10 se configura para funcionar en un modo de enfriamiento 12 (FIG. 1) y en un modo de enfriamiento natural 14 (FIG. 2).

El sistema 10 incluye un controlador 16 para la conmutación selectiva entre el modo de enfriamiento y de enfriamiento natural 12, 14. Ventajosamente, el controlador 16 incluye una secuencia 18 de arranque de bomba residente en el mismo que monitoriza la presión en el sistema 10 durante la iniciación del modo de enfriamiento natural 14 para mitigar los casos de cavitación de bomba. De esta manera, el sistema 10 mejora la fiabilidad de la bomba durante la iniciación del modo de enfriamiento natural 14 en comparación con los sistemas de la técnica anterior.

El sistema 10 también incluye un circuito de refrigeración 20 que incluye un condensador 22, una bomba 24, un dispositivo de expansión 26, un evaporador 28 y un compresor 30. El controlador 16 se configura para controlar selectivamente ya sea el compresor 30 (cuando se está en el modo de enfriamiento 12) o la bomba 24 (cuando se está en el modo de enfriamiento natural 14) para hacer circular un refrigerante a través del sistema 10 en una dirección de flujo (D). De este modo, el sistema 10, cuando se está en el modo de enfriamiento 12, controla el compresor 30 para comprimir y hacer circular el refrigerante en la dirección de flujo D. Sin embargo, el sistema 10, cuando se está en el modo de enfriamiento natural 14, controla la bomba 24 para hacer circular el refrigerante en la dirección de flujo D. Como tal, el modo de enfriamiento natural 14 usa menos energía que el modo de enfriamiento 12 dado que el modo de enfriamiento natural no requiere la energía gastada por el compresor 30.

El sistema 10 incluye una circunvalación de baipás 32 de compresor y una circunvalación de baipás 34 de bomba. La circunvalación de baipás 32 de compresor es controlada por una primera válvula de retención 36-1 y una válvula de tres vías 36-2, que es controlada por el controlador 16. La circunvalación de baipás 34 de bomba incluye una segunda válvula de retención 36-3. De esta manera, el controlador 16 puede posicionar selectivamente las válvulas 36-2 para abrir y cerrar selectivamente la circunvalación de baipás 32 de compresor según se desee.

En el modo de enfriamiento 12, el controlador 16 controla la válvula 36-3 de modo que la circunvalación de baipás 32 de compresor se cierre y la circunvalación de baipás 34 de bomba se abra naturalmente por el flujo de refrigerante a través de la segunda válvula de retención 36-3. De esta manera, el sistema 10 se configura para permitir al compresor 30 comprimir y hacer circular el refrigerante en la dirección de flujo D al fluir a través de la circunvalación de baipás 34 de bomba.

Por contra, el controlador 16, cuando se está en el modo de enfriamiento natural 14, controla la válvula 36-2 de modo que se abra la circunvalación de baipás 32 de compresor. De esta manera, el sistema 10 se configura para permitir a la bomba 24 hacer circular el refrigerante en la dirección de flujo D al fluir a través de la circunvalación de baipás 32 de compresor. Tan pronto como se arranca la bomba 24, la presión inducida en el circuito 20 por la bomba cierra la válvula de retención 36-3, que cierra la circunvalación de baipás 34, así como cierra la válvula de retención 36-1 para impedir un flujo de refrigerante hacia atrás al compresor 30.

Por consiguiente, el sistema 10 puede acondicionar (es decir, enfriar y/o deshumedecer) un fluido de trabajo 38 en comunicación de intercambio de calor con el evaporador 28 en el modo de enfriamiento y de enfriamiento natural 12,

14. El fluido de trabajo 38 puede ser aire ambiente interior o un fluido secundario de circunvalación, tal como, pero no limitado a, agua o glicol enfriados.

En el modo de enfriamiento 12, el sistema 10 funciona como un sistema estándar de aire acondicionado de compresión de vapor conocido en la técnica, en el que se utiliza la compresión y expansión de refrigerante a través de un dispositivo de expansión 26 para acondicionar un fluido de trabajo 38. El dispositivo de expansión 26 puede ser cualquier dispositivo conocido de expansión, tal como, pero no limitado a, dispositivo de expansión fijo (p. ej., un orificio) o un dispositivo de expansión controlable (p. ej., una válvula de expansión térmica). En el ejemplo en el que el dispositivo de expansión 26 es un dispositivo de expansión controlable, el dispositivo de expansión es controlado preferiblemente por el controlador 16.

En el modo de enfriamiento natural 14, el sistema 10 se aprovecha de la capacidad de extraer calor que tiene el aire ambiente exterior 40, que está en relación de intercambio de calor con el condensador 22 a través de uno o más ventiladores 42, para acondicionar el fluido de trabajo 38.

Mediante la presente descripción se ha determinado que el refrigerante que deja el condensador 22 puede estar en una de varias fases diferentes, a saber una fase gaseosa, una fase de líquido-gas, o una fase líquida. Cuando el controlador 16 conmuta el sistema 10 al modo de enfriamiento natural 14, la bomba 24 recibe el suministro de refrigerante en las diferentes fases hasta que el sistema alcanza un estado de equilibrio en todo el circuito. El tiempo para alcanzar el estado de equilibrio en todo el circuito depende de varios aspectos del sistema 10. En muchos sistemas 10, el estado de equilibrio puede alcanzarse de 1 a 3 minutos después de que el controlador 16 inicie el modo de enfriamiento natural 14.

Después de que el controlador 16 inicie el modo de enfriamiento natural 14 y durante el tiempo que el sistema 10 tarda en alcanzar el equilibrio, la bomba 24 recibe suministro de refrigerante en las diferentes fases. Desafortunadamente, cuando la bomba 24 recibe suministro de refrigerante en la fase gaseosa o de líquido-gas, la bomba no funciona como se desea. Además, el refrigerante en fase gaseosa y/o fase de líquido-gas puede hacer que la bomba 24 cavite, lo que puede dañar la bomba y/o el motor de la bomba (no se muestra).

Si se apaga la bomba 24 se detendría el daño potencial de tal cavitación, pero también tendría como resultado un retraso en la capacidad del sistema 10 para cambiar fácilmente del modo de enfriamiento 12 al modo de enfriamiento natural 14. Ventajosamente, el controlador 16 incluye una secuencia 18 de arranque de bomba que selectivamente alterna la bomba 24 entre un estado activo y un estado inactivo durante el período de tiempo después de cambiar al modo de enfriamiento natural 14 desde el modo de enfriamiento 12. De este modo, el controlador 16 hace funcionar la bomba 24, durante la secuencia 18 de arranque de bomba, de tal manera que se crea una succión de líquido y descarga de gas de la tubería de bomba.

El sistema 10 incluye un primer sensor de presión 44 y un segundo sensor de presión 46 en comunicación eléctrica con el controlador 16. El primer sensor de presión 44 se coloca en una entrada 48-1 de la bomba 24, mientras el segundo sensor de presión 46 se coloca en una salida 48-2 de la bomba. El controlador 16 utiliza las presiones medidas por el primer y el segundo sensor 44, 46 para determinar una diferencia de presión de bomba en tiempo real. Además, el controlador 16 alterna la bomba 24 entre el estado activo y el inactivo basándose en el diferencial de presión de bomba durante la secuencia 18 de arranque de bomba.

El funcionamiento de la secuencia 18 de arranque de bomba se describe con más detalle haciendo referencia a la FIG. 3. La FIG. 3 ilustra un ejemplo de realización de un método 50 para controlar el sistema 10 que tiene la secuencia 18 de arranque de bomba, así como un ejemplo de realización de la secuencia de arranque de bomba según la presente descripción.

El método 50, cuando el sistema 10 está funcionando en el modo de enfriamiento 12, incluye una primera etapa 52 de determinación de enfriamiento natural. Durante la primera etapa 52 de determinación de enfriamiento natural, el método 50 determina si la temperatura del aire ambiente 40 es suficiente para que el sistema 10 conmute al modo de enfriamiento natural 14. Si está disponible el enfriamiento natural, el método 50 conmuta el sistema 10 al modo de enfriamiento natural 14 en una etapa 54 de conmutación de enfriamiento natural. Si no está disponible el enfriamiento natural, el método 50 continúa haciendo funcionar el sistema 10 en el modo de enfriamiento 12.

Se debe reconocer que el método 50 describe en esta memoria a modo de ejemplo durante el uso, mientras el sistema 10 está funcionando en el modo de enfriamiento 12. Por supuesto, la presente descripción contempla que el método 50 tenga igual uso cuando el sistema 10 está detenido de tal manera que la secuencia 18 de arranque de bomba evite la cavitación de bomba durante la puesta en marcha del sistema 10 al modo de enfriamiento natural 14 desde un estado detenido.

Después de la etapa 54 de conmutación de enfriamiento natural, el método 50 incluye una etapa 56 de iniciación de bomba, en la que el método 50 inicia la secuencia 18 de arranque de bomba. La secuencia 18 de arranque de bomba incluye una etapa 58 de restablecimiento de contador. La etapa 58 de restablecimiento de contador pone un primer contador C1, un segundo contador C2 y un estado de bomba a cero (0). El estado de bomba es un estado binario, en el que en estado-cero (0) la bomba 24 está inactiva y en estado-uno (1) la bomba está preparada.

- 5 La secuencia 18 de arranque de bomba también incluye una primera etapa 60 de alternancia de bomba. La primera etapa 60 de alternancia de bomba conmuta la bomba 24 al estado activo durante un primer período de tiempo predeterminado. En la realización ilustrada, el primer período de tiempo predeterminado se establece en diez (10) segundos. Sin embargo, se contempla que el primer período de tiempo predeterminado se pueda establecer a un período de tiempo más corto o más largo, como sea necesario.
- 10 Cuando se alterna la bomba 24 al estado activo mediante la primera etapa 60 de alternancia de bomba, el controlador 16 compara continuamente el diferencial de presión (DP) de bomba con un umbral predeterminado (DP\_threshold) de diferencial de presión durante una etapa de comparación 62. Tal como se emplea en esta memoria, la presión diferencial (DP) de bomba es la diferencia de las presiones medidas por el primer y el segundo sensor 44, 46.
- 15 Si DP es mayor que DP\_threshold en la primera etapa de comparación 62, entonces la secuencia 18 deja la bomba 24 en el estado activo durante un segundo período de tiempo predeterminado 64-1. En la realización ilustrada, el segundo período de tiempo predeterminado 64-1 se establece en cuatro (4) segundos. Sin embargo, se contempla que el segundo período de tiempo predeterminado se pueda establecer a un período de tiempo más corto o más largo, como sea necesario.
- 20 Después del segundo período de tiempo predeterminado 64-1, la secuencia 18 incluye una primera etapa 66 de incremento de contador. La primera etapa 66 de incremento de contador aumenta el primer contador C1 y el segundo contador C2 en una (1) unidad.
- Si el segundo contador C2 es mayor que la segunda constante de carga (L2) en una segunda etapa de comparación 68, entonces la secuencia 18 establece el estado de bomba a uno (1) y sale de la secuencia 18 para ejecutar la etapa de modo de enfriamiento natural 70 de tal manera que el sistema 10 funcione en el modo de enfriamiento natural 14.
- 25 La segunda constante de carga L2 se basa en un tamaño del sistema 10. Además, la segunda constante de carga L2 es menor que una primera constante de carga (L1), que también se basa en un tamaño del sistema 10. La primera y la segunda constante de carga L1 y L2 se basan en varias variables de la bomba 24.
- Si el segundo contador C2 es menor o igual que la segunda constante de carga (L2) en la segunda etapa de comparación 68, entonces la secuencia 18 retorna a la primera etapa 60 de alternancia de bomba y repite la secuencia.
- 30 Sin embargo, si DP es igual a o menor que DP\_threshold en la primera etapa de comparación 62, entonces la secuencia 18 conmuta la bomba 24 al estado inactivo durante el segundo período de tiempo predeterminado 64-2. En la realización ilustrada, el segundo período de tiempo predeterminado 64-2 también se establece en cuatro (4) segundos.
- 35 Debe reconocerse que los segundos períodos de tiempo predeterminados 64-1 y 64-2 se establecen a cuatro (4) segundos solo a modo de ejemplo. Por supuesto, la presente descripción contempla que los segundos períodos de tiempo predeterminados 64-1 y 64-2 sean mayores o menores que cuatro (4) segundos. Adicionalmente, el segundo período de tiempo predeterminado para el estado activo (es decir, 64-1) y el estado inactivo (es decir, 64-2) de la bomba 24 se ilustran a modo de ejemplo iguales entre sí. Sin embargo, también se contempla que los segundos períodos de tiempo predeterminados 64-1 y 64-2 sean iguales o diferentes entre sí.
- 40 Después del segundo período de tiempo predeterminado 64-2, la secuencia 18 incluye una segunda etapa 72 de incremento de contador. La segunda etapa 72 de incremento de contador aumenta el primer contador C1 en una (1) unidad pero establece el segundo contador C2 a cero (0).
- Si el primer contador C1 es mayor que la primera constante de carga (L1) en una tercera etapa de comparación 74, entonces la secuencia 18 establece el estado de bomba a cero (0) y sale de la secuencia 18 para ejecutar la etapa de modo de enfriamiento natural 70 de tal manera que el sistema 10 funcione en el modo de enfriamiento natural 14.
- 45 Si el primer contador C1 es menor o igual que la primera constante de carga (L1) en la tercera etapa de comparación 74, entonces la secuencia 18 vuelve a la primera etapa 60 de alternancia de bomba y repite la secuencia.
- 50 De esta manera, la secuencia 18 se configura para alternar la bomba 24 entre activa e inactiva hasta que el refrigerante en el sistema 10 alcance un estado de equilibrio. En el estado de equilibrio, el refrigerante en el sistema 10 se presenta predominantemente a la bomba 24 en una fase líquida.
- También cabe señalar que, durante la secuencia 18 de arranque de bomba, el método 50 hace funcionar el sistema 10 de modo que el controlador 16 desactive el compresor 30 y abra el baipás 32 de compresor. Una vez que la bomba 24 ha arrancado, la presión inducida en el circuito 20 por la bomba cierra automáticamente la válvula de retención 36-3 en el baipás 34 de bomba y la válvula de retención 36-1 en el compresor 30.

Cuando se completa la secuencia 18 de arranque de bomba, el método 50 hace funcionar el sistema 10 en el modo de enfriamiento natural 14 en la etapa 70 de enfriamiento natural, en la que la bomba 24 se mantiene en el estado activo.

5 Mientras funciona en el modo de enfriamiento natural 14, el método 50 puede, en algunas realizaciones, incluir una segunda etapa 76 de determinación de enfriamiento natural. Durante la segunda etapa 76 de determinación de enfriamiento natural, el método 50 determina si la temperatura del aire ambiente 40 es suficiente para que el sistema 10 permanezca en el modo de enfriamiento natural 14. Si está disponible el enfriamiento natural, el método 50 mantiene el sistema 10 en el modo de enfriamiento natural 14. Si no está disponible el enfriamiento natural, el método 50 conmuta el sistema 10 al modo de enfriamiento 12 en una etapa 78 de conmutación de refrigeración.

10 La FIG. 4 es un gráfico que ilustra el diferencial de presión a través de la bomba 24 antes, durante y después de la secuencia 18 de arranque de bomba. En la realización ilustrada, el umbral predeterminado (DP\_threshold) de diferencial de presión fue establecido en 35 kilopascales (kPa), la primera constante de carga (L1) se estableció en 20, y la segunda constante de carga (L2) se estableció en 4. Sin embargo, debe reconocerse que la presente descripción no está limitada por este ejemplo de realización de umbral predeterminado de diferencial de presión,  
15 primera constante de carga (L1) o segunda constante de carga (L2).

Empezando en el instante cero (0), el sistema 10 ha determinado en la etapa 52 que hay disponible suficiente capacidad de enfriamiento natural y en la etapa 54 ha conmutado al modo de enfriamiento natural 14, de este modo la FIG. 4 empieza en la etapa 56 del método 50.

20 Como se muestra, la secuencia 18 conmuta la bomba 24 al estado activo en una primera etapa 60 de alternancia de bomba durante aproximadamente diez (10) segundos. Entonces, la secuencia 18 continúa para alternar la bomba 24 entre el estado activo y el inactivo durante el primer y el segundo período de tiempo predeterminado 60, 64-1, 64-2 como se ha tratado arriba. Una vez que la secuencia 18 determina que la bomba 24 cumple las condiciones, el método 60 se mueve para ejecutar la etapa de modo de enfriamiento natural 70 y pone a funcionar el sistema 10 en el modo de enfriamiento natural 14.

25 Por consiguiente, el sistema 10 y el método 50 de la presente descripción, que tienen la secuencia 18 de arranque de bomba, pueden utilizarse para conmutar fácilmente desde el modo de enfriamiento 12 al modo de enfriamiento natural 14 al tiempo que se mitiga el funcionamiento de la bomba 24 durante el tiempo en el que el refrigerante está en una fase gaseosa y/o una fase de mezcla gas-fluido. Como tal, el sistema 10 y el método 50 de la presente descripción previenen daños a la bomba 24 debidos a la cavitación de la bomba.

30 También cabe señalar que los términos “primero”, “segundo”, “tercero”, “superior”, “inferior” y similares puede utilizarse en esta memoria para modificar diversos elementos. Estos modificantes no implican un orden espacial, secuencial o jerárquico en los elementos modificados a menos que se indique específicamente.

35 Si bien la presente descripción se ha descrito haciendo referencia a uno o más ejemplos de realización, los expertos en la técnica entenderán que pueden hacerse diversos cambios sin apartarse del alcance de la presente descripción. Además, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación o material particulares a las enseñanzas de la descripción sin apartarse del alcance de la misma. Por lo tanto, se pretende que la presente descripción no se limite a las realizaciones particulares descritas como el mejor modo contemplado, sino que la descripción incluirá todas las realizaciones que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de aire acondicionado (10) que tiene un modo de enfriamiento (12) y un modo de enfriamiento natural (14), que comprende:
- un circuito de refrigeración (20) que tiene un compresor (30) y una bomba (24);
- 5 un primer sensor de presión (44) en una entrada (48-1) de dicha bomba;
- un segundo sensor de presión (46) en una salida (48-2) de dicha bomba;
- un controlador (16) para hacer funcionar selectivamente en el modo de enfriamiento haciendo circular y comprimiendo un refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicho compresor o hacer funcionar en el modo de enfriamiento natural haciendo circular dicho refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicha bomba; y
- 10 una secuencia (18) de arranque de bomba residente en dicho controlador, dicha secuencia de arranque de bomba alterna dicha bomba entre un estado activo y un estado inactivo basándose en por lo menos una presión diferencial determinada por dicho controlador a partir de las presiones detectadas por dicho primer y dicho segundo sensor de presión.
- 15 2. El sistema de aire acondicionado según la reivindicación 1, en donde dicha secuencia de arranque de bomba alterna dicha bomba entre dicho estado activo e inactivo cuando dicho controlador conmuta al modo de enfriamiento natural desde un estado detenido del sistema de aire acondicionado o desde el modo de enfriamiento del sistema de aire acondicionado.
- 20 3. El sistema de aire acondicionado según la reivindicación 1, en donde dicha secuencia de arranque de bomba alterna dicha bomba entre dicho estado activo e inactivo basándose en por lo menos una comparación de dicha presión diferencial con un umbral predeterminado de diferencial de presión.
4. El sistema de aire acondicionado según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde dicho circuito de refrigeración comprende además un evaporador (28) en comunicación de intercambio de calor con dicho refrigerante y un fluido de trabajo (38).
- 25 5. El sistema del aire acondicionado según la reivindicación 4, en donde dicho fluido de trabajo comprende aire ambiente interior.
6. El sistema de aire acondicionado según cualquier reivindicación precedente 4, en donde dicho fluido de trabajo comprende un fluido secundario de circunvalación.
- 30 7. El sistema de aire acondicionado según cualquier reivindicación precedente, en donde dicho circuito de refrigeración comprende además un dispositivo de expansión (26) seleccionado del grupo que consiste en un dispositivo de expansión fijo y un dispositivo de expansión controlable.
8. Un método (50) para controlar un sistema de aire acondicionado (10) que tiene un modo de enfriamiento (12) y un modo de enfriamiento natural (14), el sistema comprende:
- un circuito de refrigeración (20) que tiene un compresor (30) y una bomba (24);
- 35 un primer sensor de presión (44) en una entrada (48-1) de dicha bomba;
- un segundo sensor de presión (46) en una salida (48-2) de dicha bomba;
- un controlador (16) para hacer funcionar selectivamente en el modo de enfriamiento haciendo circular y comprimiendo un refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicho compresor o hacer funcionar en el modo de enfriamiento natural haciendo circular dicho refrigerante a través de dicho circuito de refrigeración mediante dicha bomba; y
- 40 una secuencia (18) de arranque de bomba residente en dicho controlador, dicha secuencia de arranque de bomba alterna dicha bomba entre un estado activo y un estado inactivo basándose en por lo menos una presión diferencial determinada por dicho controlador a partir de las presiones detectadas por dicho primer y dicho segundo sensor de presión; y
- 45 el método comprende las etapas de:
- conmutar (54) el sistema de aire acondicionado al modo de enfriamiento natural;

- iniciar (56), en respuesta a la conmutación del sistema de aire acondicionado al modo de enfriamiento natural, la secuencia de puesta en marcha de bomba (18) para alternar la bomba de refrigerante entre el estado activo y el estado inactivo; y
- 5 mantener el sistema de aire acondicionado en el modo de enfriamiento natural después de que se complete dicha secuencia de puesta en marcha de bomba.
9. El método según la reivindicación 8, en donde la iniciación de dicha secuencia de puesta en marcha de bomba comprende:
- alternar (60) dicha bomba de refrigerante entre dicho estado activo e inactivo basándose en una comparación de un diferencial de presión a través de dicha bomba con una presión de umbral.
- 10 10. El método según la reivindicación 9, en donde dicha etapa de alternancia comprende:
- alternar dicha bomba de refrigerante a dicho estado activo durante un primer tiempo predeterminado;
- mantener dicha bomba de refrigerante en dicho estado activo durante un segundo tiempo predeterminado si dicho diferencial de presión es mayor que dicha presión de umbral; y
- 15 alternar dicha bomba de refrigerante a dicho estado inactivo durante dicho segundo tiempo predeterminado si dicho diferencial de presión es menor que dicha presión de umbral.
11. El método según la reivindicación 10, en donde dicho segundo tiempo predeterminado, si dicho diferencial de presión es mayor que dicha presión de umbral, es igual a dicho segundo tiempo predeterminado si dicho diferencial de presión es menor que dicha presión de umbral.
- 20 12. El método según la reivindicación 10, en donde dicha iniciación de dicha secuencia de puesta en marcha de bomba comprende establecer un primer contador C1, un segundo contador C2 y un estado de bomba a un estado nulo.
13. El método según la reivindicación 12, en donde dicho estado de bomba es un estado binario que comprende dicho estado-cero en el que dicha bomba está inactiva y un estado-uno en el que dicha bomba está preparada.
- 25 14. El método según la reivindicación 12, en donde, si dicho diferencial de presión es mayor que dicha presión de umbral, dicha etapa de alternancia comprende además:
- indexar dicho primer contador C1 una unidad;
- indexar dicho segundo contador C2 una unidad;
- comparar dicho segundo contador C2 con una segunda constante de carga L2;
- 30 repetir dicha etapa de alternancia si dicho segundo contador C2 es menor que dicha segunda constante de carga L2; y
- completar dicha secuencia de puesta en marcha de bomba si dicho segundo contador C2 es mayor que dicha segunda constante de carga L2 de modo que el sistema de aire acondicionado se mantenga en el modo de enfriamiento natural.
- 35 15. El método según la reivindicación 12, en donde, si dicho diferencial de presión es menor que dicha presión de umbral, dicha etapa de alternancia comprende además:
- indexar dicho primer contador C1 una unidad;
- poner dicho segundo contador C2 a cero;
- comparar dicho primer contador C1 con una primera constante de carga L1;
- repetir dicha etapa de alternancia si dicho primer contador C1 es menor que dicha primera constante de carga L1; y
- 40 completar dicha secuencia de puesta en marcha de bomba si dicho primer contador C1 es mayor que dicha primera constante de carga L1 de modo que el sistema de aire acondicionado se mantenga en el modo de enfriamiento natural.

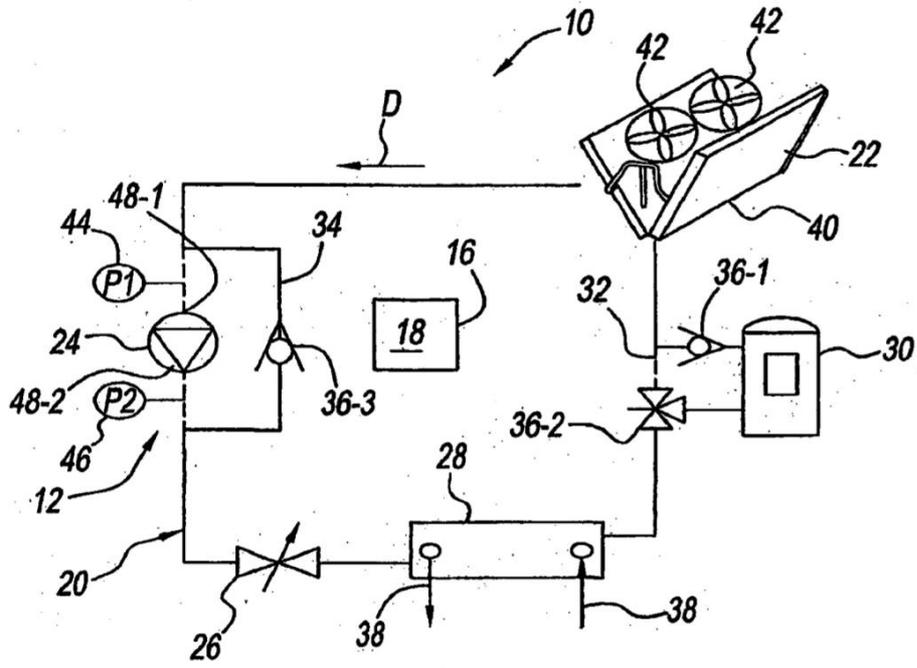


Fig. 1

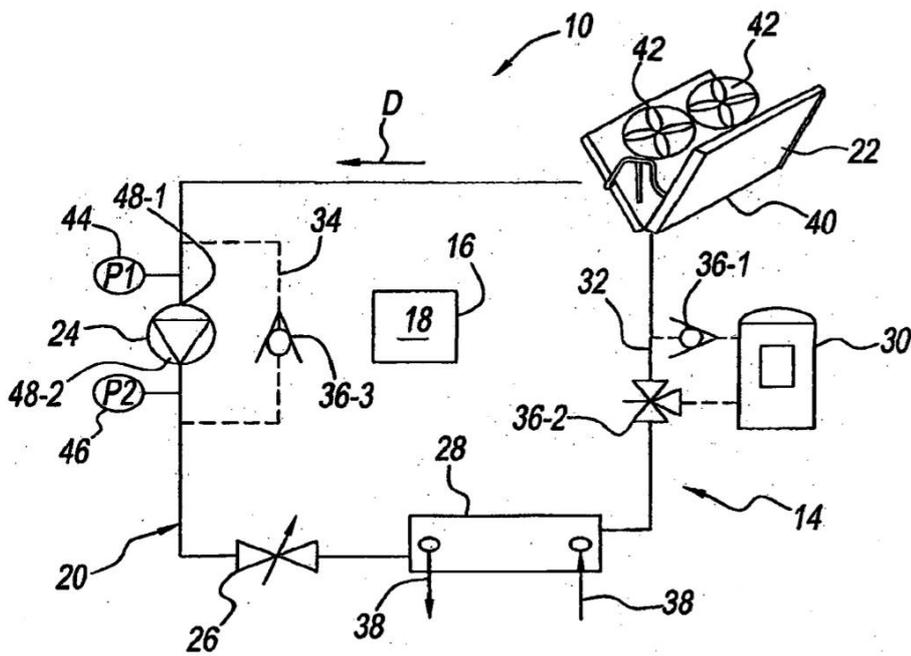


Fig. 2

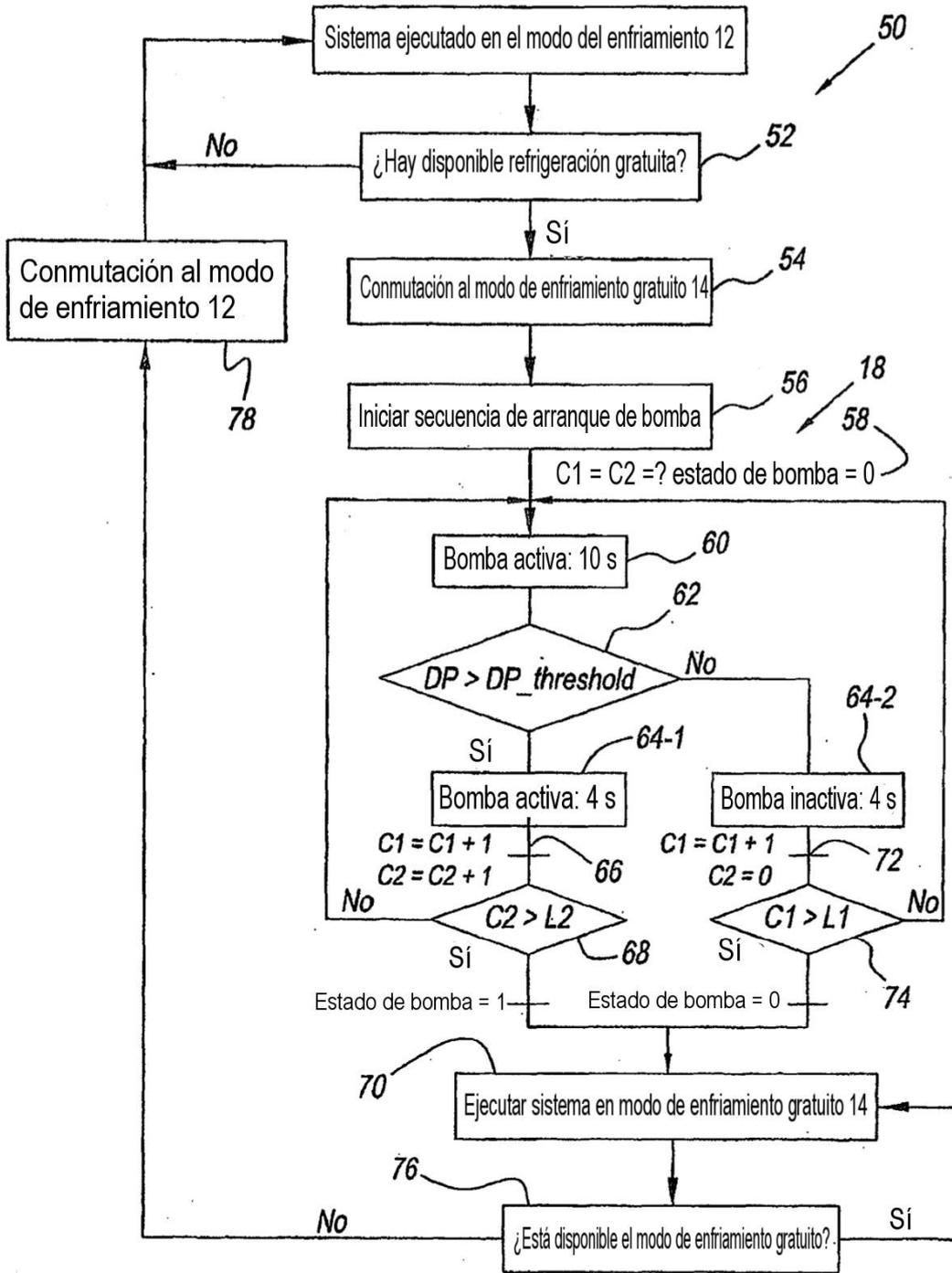


Fig. 3

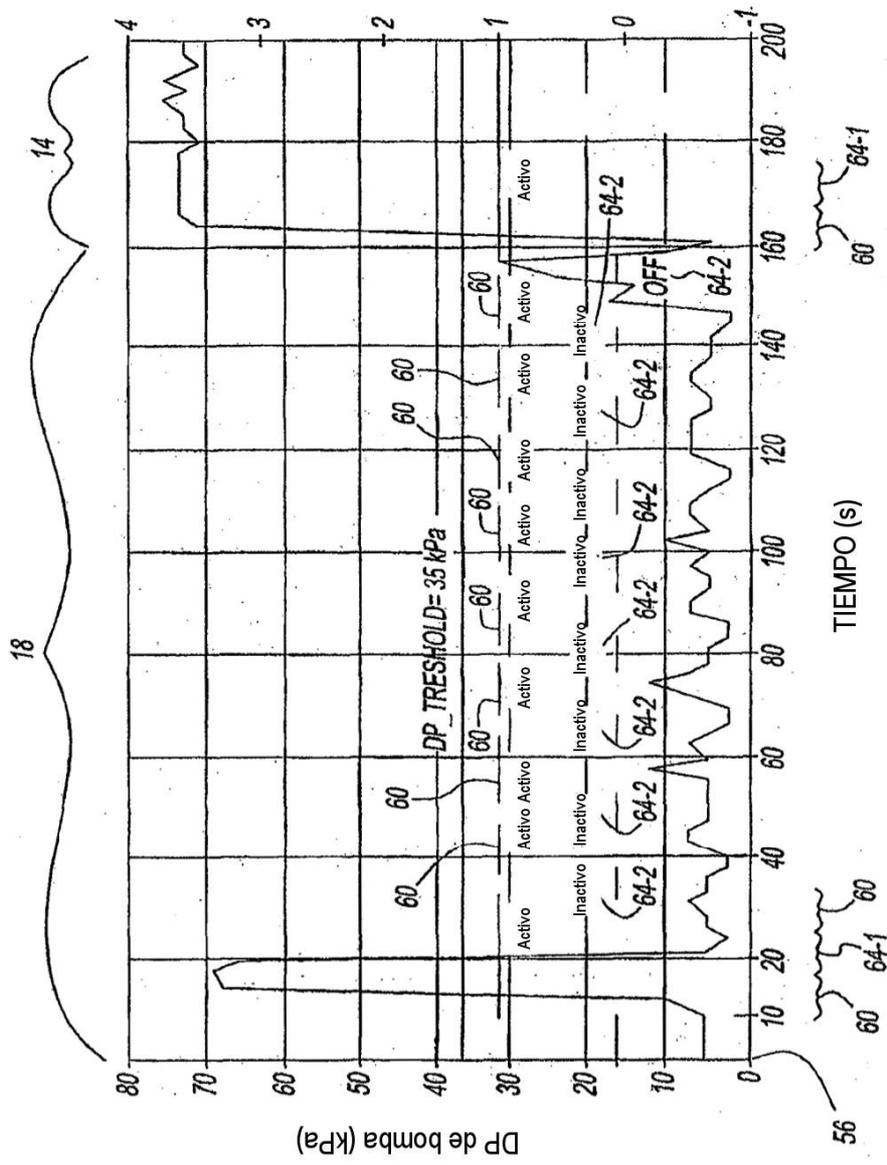


Fig. 4