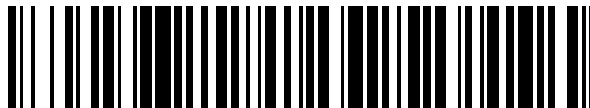


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 424**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/26** (2006.01)

**F25B 41/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.05.2015 PCT/BE2015/000019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15168755**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.05.2015 E 15738818 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3140025**

54 Título: **Método y dispositivo para el secado en frío de un gas con líquido de enfriamiento circulante con línea de derivación**

30 Prioridad:

**09.05.2014 BE 201400343**

**09.05.2014 BE 201400344**

**09.05.2014 BE 201400348**

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

**04.06.2019**

73 Titular/es:

**ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE  
VENNOOTSCHAP (100.0%)**

**Boomsesteenweg 957  
2610 Wilrijk, BE**

72 Inventor/es:

**DE HERDT, JOHAN HENDRIK R.;**  
**BALTUS, FRITS CORNELIS A.;**  
**KOOYMAN, MAARTEN y**  
**ROELANTS, FRANK JACQUES E.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 715 424 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**

Método y dispositivo para el secado en frío de un gas con líquido de enfriamiento circulante con línea de derivación

La presente invención se refiere a un método y dispositivo para secar en frío un gas.

5 Más específicamente, la invención está destinada al gas secado en frío, por el cual el vapor de agua en el gas se condensa guiando el gas a través de la sección secundaria de un intercambiador de calor cuya sección principal forma el evaporador de un circuito de refrigeración cerrado en el que un refrigerante puede circular por medio de un compresor que se instala en el circuito de refrigeración después del evaporador y que es seguido por un condensador y medios de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante.

10 El secado en frío se basa, como se sabe, en el principio de que, al reducir la temperatura del gas, la humedad del gas se condensa, después de lo cual el condensado se separa en un separador de líquidos y luego el gas se calienta de nuevo de manera que este gas ya no esté saturado.

15 Se sabe que, en la mayoría de los casos, el aire comprimido, suministrado por un compresor, por ejemplo, está saturado con vapor de agua o, en otras palabras, tiene una humedad relativa del 100%. Esto significa que en el caso de que la temperatura caiga por debajo del punto de rocío, se produce la condensación. Debido a la condensación del agua, la corrosión se produce en los tubos y herramientas que extraen el aire comprimido del compresor, y el equipo puede presentar un desgaste prematuro.

Por consiguiente, es necesario secar este aire comprimido, que se puede hacer de la manera mencionada anteriormente mediante secado en frío. De este modo, también se puede secar el aire que no sea aire comprimido u otros gases.

20 Al secar aire comprimido, el aire en el intercambiador de calor no puede enfriarse demasiado, de lo contrario el condensado podría congelarse. Normalmente, el aire comprimido seco tiene una temperatura igual a dos o tres grados por encima de cero o 20°C por debajo de la temperatura ambiente. La temperatura del refrigerante en el evaporador se mantiene entre 15°C y -5°C para este propósito.

25 Para evitar que el condensado se congele, como se sabe, la velocidad del compresor se controla en función de la temperatura del gas más baja medida LAT. El LAT es la temperatura más baja del gas a secar que se guía a través de la sección secundaria del intercambiador de calor mencionado anteriormente.

Si el LAT disminuye y el condensado amenaza con congelarse, por ejemplo, debido a la disminución del flujo de gas, la velocidad del compresor se reduce de tal manera que el LAT aumenta nuevamente.

30 Si el LAT aumenta, por ejemplo, debido al aumento del flujo de gas, la velocidad del compresor aumenta de tal manera que la temperatura del evaporador desciende y el LAT también descenderá.

Una desventaja del control sobre la base del LAT es que la temperatura del evaporador puede llegar a ser demasiado baja, de modo que puede producirse una congelación en el evaporador.

35 El control con base en la presión del evaporador, en otras palabras, la presión en el evaporador, también se conoce. En tal caso, la velocidad del compresor se controla de tal manera que la presión del evaporador se mantiene entre ciertos límites.

Una desventaja del control mencionado anteriormente es que, en el caso de una baja carga del circuito de refrigeración, o por ejemplo con un flujo de gas de suministro bajo, el condensado puede congelarse.

Otra desventaja adicional del control mediante el control de la velocidad del compresor es que siempre se debe utilizar un compresor cuya velocidad se pueda ajustar.

40 Además, la velocidad de dicho compresor debe mantenerse siempre dentro de ciertos límites, de manera que en ciertos casos no se pueda evitar la congelación del condensado.

45 Para garantizar que el aire en el intercambiador de calor no se enfríe demasiado, por ejemplo, en el caso de una carga variable del secador frío, otro enfoque ya conocido consiste en mantener la temperatura del refrigerante bajo control al proporcionar al dispositivo al menos un tubo de derivación a través del compresor. Una válvula de control mecánico en un tubo de derivación mencionado anteriormente permite que una cierta cantidad de refrigerante, en forma de gas caliente, se extraiga del circuito de refrigeración si es necesario, y luego se conduzca a través del tubo de derivación mencionado con anterioridad a través del compresor. De esta manera, la capacidad de enfriamiento del dispositivo se puede reducir y evitar que el condensado se congele en el intercambiador de calor o que la temperatura del refrigerante caiga demasiado.

50 La válvula de control mecánico se controla mediante una unidad de control que está conectada de manera conocida a uno o más sensores, por lo que estos sensores determinan el LAT.

Quando los sensores mencionados registran una temperatura (LAT) más baja del gas, por lo que puede ocurrir la congelación del condensado, la unidad de control envía una señal a una válvula de control mecánico para abrir esta última. De esta manera, se guía una cierta cantidad de refrigerante a través del compresor a través de un tubo de derivación mencionada anteriormente para que la capacidad de enfriamiento del circuito de refrigeración disminuya.

- 5 Si la temperatura (LAT) más baja del gas es más de dos o tres grados por encima de cero, la válvula de control mecánico se cierra de manera que se utiliza toda la capacidad del circuito de enfriamiento para enfriar lo suficiente el gas que se va a secar.

Sin embargo, tales instalaciones conocidas también presentan la desventaja de que la válvula de control mecánico solo se puede configurar en un estado completamente abierto o completamente cerrado.

- 10 En consecuencia, el suministro de refrigerante y, en consecuencia, la disminución de la capacidad de refrigeración no se puede ajustar a la situación específica del tiempo ni a la carga en ese momento.

Una desventaja de esto es que es posible que la temperatura del refrigerante aumente demasiado, de modo que la capacidad de enfriamiento disminuya demasiado y que la válvula de control mecánico se abra y cierre repetidamente.

- 15 Además, debido al uso de una válvula de control mecánico, se producen grandes fluctuaciones en la temperatura del refrigerante, de modo que se producen fluctuaciones en el punto de rocío o en la temperatura más baja del gas.

En el método conocido para secado en frío, los medios de expansión mencionados anteriormente se controlan con base en las mediciones de la presión del evaporador y la temperatura del evaporador.

- 20 Como se sabe, la función de los medios de expansión consiste en expandir solo el refrigerante suficiente para que el refrigerante entre siempre en el compresor de enfriamiento con el grado deseado de sobrecalentamiento.

Debido a este sobrecalentamiento, el líquido refrigerante presente puede evaporarse antes de ser guiado al compresor de refrigeración para brindar al compresor de refrigeración una protección óptima contra el líquido refrigerante.

- 25 El sobrecalentamiento del refrigerante puede determinarse sobre la base de las mediciones de la presión del evaporador y la temperatura del evaporador, y se puede determinar si la válvula de expansión debe abrirse más o menos para poder controlar el sobrecalentamiento del refrigerante.

Para realizar un cálculo preciso del sobrecalentamiento, ambas mediciones deben realizarse exactamente en el mismo lugar. De esta manera, una pérdida de presión en el circuito de refrigeración y/o las curvas del circuito de refrigeración no tiene efecto en la medición de presión.

- 30 La temperatura del evaporador se mide en el exterior del circuito de enfriamiento de una manera conocida.

Tales instalaciones conocidas presentan la desventaja de que la medición es muy lenta y retrasa un posible cambio en la temperatura del evaporador.

- 35 Esto tiene la desventaja de que el cálculo del sobrecalentamiento también es lento y no es preciso, ya que no se detecta de inmediato un cambio en el sobrecalentamiento. Como resultado, la válvula de expansión no está bien controlada y no controla lo suficientemente rápido el sobrecalentamiento del refrigerante.

El documento US 2002/0174665 describe un dispositivo y un método para maximizar el enfriamiento que se realiza en un secador de gas para un intercambiador de calor de longitud determinada ajustando la temperatura de aproximación del refrigerante en respuesta a los cambios en el sistema de carga de gas. Las posiciones de los sensores de presión y/o temperatura en ubicaciones particulares en el sistema proporcionan retroalimentación para controlar los ajustes en la temperatura de acercamiento dependiendo de la carga de gas.

- 40 El propósito de la presente invención es proporcionar una solución a al menos una de las desventajas mencionadas anteriormente y a otras.

El objeto de la presente invención es un método para secar en frío un gas mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa guiando el gas a través de la sección secundaria de un intercambiador de calor cuya sección primaria forma el evaporador de un circuito de enfriamiento cerrado en el cual un refrigerante puede circular por medio de un compresor que está instalado en el circuito de enfriamiento aguas abajo del evaporador y al que le sigue un condensador y medios de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante, por lo que el método comprende los siguientes pasos:

- 50 - almacenando una serie de curvas características que muestran el punto de ajuste de la temperatura del evaporador o la presión del evaporador para una cierta carga del circuito de refrigeración en función de la temperatura (LAT<sub>ajuste</sub>) del gas más baja deseada;

- determinar la temperatura del evaporador y/o la presión del evaporador;
  - determinar la carga del circuito de refrigeración;
- 5 - determinar una curva correspondiente en función de la carga específica, y para esta curva la determinación del punto de ajuste para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador que se requiere para poder enfriar el gas a secar a la temperatura ( $LAT_{ajuste}$ ) más baja deseada del gas;
- controlar un suministro de refrigerante desde la salida del compresor hasta un punto de inyección en el circuito de enfriamiento aguas abajo de los medios de expansión y aguas arriba del compresor para hacer que la temperatura del evaporador o la presión del evaporador sea igual o prácticamente igual al punto de ajuste para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador.
- 10 En un método de acuerdo con la invención, se determina un punto de ajuste para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador que se requiere para enfriar el gas suministrado a una temperatura ( $LAT_{ajuste}$ ) del gas más baja deseada.
- 15 Cuando la carga cambia debido a un cambio de un parámetro en el gas suministrado, como por ejemplo el flujo, la humedad, la presión o la temperatura, luego el punto de ajuste de la temperatura del evaporador o la presión del evaporador que se requiere para enfriar el gas a la temperatura ( $LAT_{ajuste}$ ) más baja deseada del gas también cambia.
- Al abrir o cerrar más la válvula electrónica de derivación de gas caliente, la temperatura del evaporador o la presión del evaporador pueden aumentarse o disminuirse respectivamente para garantizar que se alcance el punto de ajuste para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador.
- 20 Lo anterior también implica que no se consume energía innecesariamente ya que la temperatura del evaporador o la presión del evaporador no se mantienen por más tiempo del estrictamente necesario.
- 25 Está claro que para una temperatura ( $LAT_{ajuste}$ ) de gas más baja deseada, el punto de ajuste de la temperatura del evaporador o la presión del evaporador aumenta a medida que el circuito de refrigeración se carga menos, o de lo contrario, a medida que disminuye el flujo de gas a secar. De esta manera, un método de acuerdo con la invención hace uso de un mínimo de energía para enfriar un cierto flujo de gas a una temperatura ( $LAT_{ajuste}$ ) de gas más baja deseada.
- 30 Otra ventaja es que el suministro de refrigerante al punto de inyección utilizando la válvula electrónica de derivación de gas caliente se puede ajustar infinitamente entre un valor mínimo, correspondiente al no suministro de refrigerante y un valor máximo, que corresponde a la totalidad o casi a la totalidad del refrigerante que se guía desde la salida del compresor hasta el punto de inyección.
- Esto tiene la ventaja de que la temperatura del evaporador o la presión del evaporador se pueden ajustar dentro de un amplio rango, de modo que, independientemente de la carga del circuito de enfriamiento, el gas a secar siempre se enfría a la temperatura ( $LAT_{est}$ ) más baja deseada, de modo que no se puede congelar el condensado.
- 35 Como existe un vínculo inequívoco entre la temperatura del evaporador y la presión del evaporador, una medición de uno de los dos es suficiente para determinar la carga en combinación con la temperatura ( $LAT$ ) del gas más baja medida.
- Está claro que los pasos del método de acuerdo con la invención pueden ser realizados por una unidad de control o "controlador"
- 40 Preferiblemente, el método comprende la etapa de determinar la temperatura ( $LAT$ ) más baja del gas a secar, y para determinar la carga, se utilizan curvas características que muestran la relación entre la temperatura ( $LAT$ ) más baja del gas y la temperatura del evaporador o la presión del evaporador a una cierta carga.
- 45 Esto tiene la ventaja de que el nivel de carga del circuito de enfriamiento se determina sobre la base de solo dos mediciones, es decir, la temperatura ( $LAT$ ) más baja del gas y la temperatura del evaporador o la presión del evaporador. Los datos externos, como el flujo, la temperatura, la presión, la humedad relativa, el agua libre y similares, no son necesarios para poder ajustar el circuito de refrigeración a la carga.
- Este método tiene la ventaja de que puede implementarse fácilmente, por ejemplo, al ingresar estas curvas de antemano, en un controlador.
- Preferiblemente, el punto de ajuste para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador no se selecciona por debajo de un valor preestablecido.
- 50 Una ventaja de esto es que la congelación no puede ocurrir en el evaporador en ninguna circunstancia. Es posible que este valor preestablecido dependa de la carga del circuito de refrigeración.

Preferiblemente el método comprende los siguientes pasos:

- la medida de la temperatura del evaporador;
  - el control de los medios de expansión sobre la base de la temperatura del evaporador medida;
- caracterizado porque la temperatura del evaporador se mide directamente en el flujo del refrigerante.

5 Una ventaja es que esta medida es precisa y tampoco hay retraso.

Esto tiene la ventaja adicional de que un cambio en el sobrecalentamiento se puede detectar inmediatamente, de manera que la válvula de expansión se ajusta de manera rápida y precisa.

El resultado es que el sobrecalentamiento deseado, es decir, el grado de sobrecalentamiento para el cual se controlará el refrigerante, puede ser elegido para ser más bajo.

10 Preferiblemente, el sobrecalentamiento deseado se mantiene lo más bajo posible con un margen de seguridad limitado con respecto al punto de saturación del refrigerante.

Esto significa que el compresor tiene una temperatura de salida más baja, de modo que el sistema de enfriamiento es más eficiente y se puede ahorrar energía.

15 La presente invención también se refiere a un dispositivo para secar en frío un gas, mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa enfriando el gas, por lo que este dispositivo está provisto de un intercambiador de calor con una sección secundaria a través de la cual se guía el gas a secar para enfriar el gas y con una sección primaria que forma el evaporador de un circuito de refrigeración cerrado en el que un refrigerante puede circular por medio de un compresor aguas abajo del evaporador, en donde corriente abajo entre el compresor y el evaporador, el circuito de enfriamiento comprende sucesivamente un condensador y medios de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante, por lo que:

20 - se proporcionan medios para determinar la temperatura del evaporador y/o la presión del evaporador, por lo que los medios mencionados anteriormente están conectados a una unidad de control para controlar los medios de expansión,

25 - la unidad de control está configurada para almacenar una serie de curvas características que muestran el punto de ajuste para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador para una cierta carga del circuito de refrigeración en función de la temperatura del gas más baja deseada,

- dicha unidad de control está configurada además para determinar una curva correspondiente en función de la carga específica, y para que esta curva determine el punto de ajuste para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador que se requiere para poder enfriar el gas a secar a la temperatura más baja deseada del gas, y

30 - el dispositivo está provisto de un tubo de derivación que conecta la salida del compresor a un punto de inyección en el circuito de enfriamiento, aguas abajo de los medios de expansión y aguas arriba del compresor para hacer que la temperatura del evaporador o la presión del evaporador sea igual o prácticamente igual al valor establecido para la temperatura del evaporador o la presión del evaporador, por lo que se proporciona una válvula electrónica de derivación de gas caliente en este tubo de derivación que es continuamente ajustable o ajustable en varios pasos.

35 Una ventaja es que la válvula electrónica de derivación de gas caliente se puede abrir más o menos. Como resultado, la cantidad de refrigerante que se inyecta a través del tubo de derivación se puede ajustar en función de la temperatura (LAT) más baja del gas, por ejemplo, la carga del secador frío o la temperatura del refrigerante.

Esto tiene la ventaja adicional de que el dispositivo es más estable y se producen menos fluctuaciones grandes en la temperatura del gas y del refrigerante.

40 Otra ventaja es que una válvula electrónica de derivación de gas caliente permite que el refrigerante se inyecte en el circuito de refrigeración nuevamente aguas arriba de la salida del intercambiador de calor.

Esto tiene la ventaja de que el flujo de refrigerante suministrado por el compresor se impulsa completamente a través del intercambiador de calor, de modo que el flujo de retorno de aceite hacia el compresor de enfriamiento siempre está garantizado.

45 Como resultado, el control del intercambiador de calor durante una carga parcial es más estable, ya que se puede usar una mezcla variable de líquido y refrigerante gaseoso en lugar de un flujo de líquido refrigerante exclusivamente.

Además, el gas caliente que se inyecta en o antes del intercambiador de calor tendrá más tiempo para evaporarse y calentar el líquido refrigerante hasta que se realice la medición del sobrecalentamiento después de que se realice el intercambio de calor, de modo que esta medición sea más estable y más precisa.

50

Preferiblemente, los medios de expansión están formados por una válvula de expansión electrónica que es ajustable.

Ajustable aquí significa que la válvula de expansión se puede ajustar en diferentes pasos entre un estado mínimo y máximo o es infinitamente ajustable entre el estado mínimo y máximo antes mencionado.

5 Esto tiene la ventaja de que la expansión del líquido refrigerante hacia el evaporador se puede dosificar con mucha precisión según la carga, por ejemplo, de modo que se obtenga un dispositivo más estable. La válvula de expansión electrónica se puede controlar sobre la base de la medición de sobrecalentamiento mencionada anteriormente, por ejemplo.

10 Además, el rango de control de una válvula de expansión electrónica es mayor que la variante mecánica convencional, de modo que el dispositivo se puede usar en un rango de condiciones más amplio.

Preferiblemente se proporcionan medios para determinar la temperatura del evaporador, por lo que los medios mencionados anteriormente están conectados a una unidad de control para controlar los medios de expansión, caracterizado porque al menos una sección de medición de los medios para medir la temperatura del evaporador está fijada directamente en el flujo del refrigerante.

15 Esto tiene la ventaja de que esta medida es precisa y, además, no hay demora.

Se describe un método para secar en frío un gas, por lo que se utiliza un dispositivo de acuerdo con la invención y el método comprende los siguientes pasos:

- la conducción del compresor;

20 - la determinación de la temperatura (LAT) más baja del gas o el punto de rocío del gas en la sección secundaria del intercambiador de calor y/o la determinación de la temperatura o presión del refrigerante en el evaporador;

- ajustar la válvula electrónica de derivación de gas caliente, que es infinitamente ajustable o ajustable en varios pasos, según esta determinación, para la inyección de una cantidad adecuada de refrigerante desde la salida del compresor hasta un punto de inyección en el circuito de enfriamiento entre los medios de expansión y el compresor de tal manera que la temperatura (LAT) más baja del gas no descienda por debajo de cierto valor predeterminado.

25 Las ventajas del método mencionado anteriormente son similares a las ventajas asociadas con un dispositivo de acuerdo con la invención.

Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, a continuación, se describen algunas aplicaciones preferidas del método para secar en frío un gas de acuerdo con la invención a modo de ejemplo, sin ninguna naturaleza limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

30 la figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de acuerdo con la invención para el secado en frío que puede usarse para aplicar un método de acuerdo con la invención;

la figura 2 muestra un punto de ajuste para la temperatura del evaporador que se calcula con un método de acuerdo con la invención para enfriar el gas a secar a una temperatura (LAT<sub>ajuste</sub>) del gas más baja deseada;

las figuras 3 y 4 muestran realizaciones alternativas del dispositivo de la figura 1;

35 la figura 5 muestra esquemáticamente la sección indicada por F5 en la figura 1 en una escala mayor;

la figura 6 muestra esquemáticamente un diagrama de T-s del refrigerante.

El dispositivo que se muestra en la figura 1 para el secado en frío consiste esencialmente en un intercambiador 2 de calor cuya sección primaria forma el evaporador 3 de un circuito 4 de enfriamiento cerrado, en el que también se colocan en sucesión un primer separador 5 de líquido, un compresor 6, un condensador 7 y medios 8 de expansión.

40 En este caso, el compresor 6 es accionado por un motor 9 y se usa para hacer circular un refrigerante a través del circuito 4 de enfriamiento según la flecha A. El compresor 6 puede ser un compresor volumétrico, por ejemplo, mientras que el motor 9 es un motor eléctrico, por ejemplo.

El refrigerante puede ser R404a, pero la invención, por supuesto, no está limitada como tal.

45 En este caso, los medios 8 de expansión están, pero no necesariamente, formados por una válvula de expansión electrónica que es ajustable. En este caso, la válvula 8 de expansión es infinitamente ajustable entre un estado mínimo y un estado máximo.

## ES 2 715 424 T3

La sección 10 secundaria del intercambiador 2 de calor forma parte de un tubo 11 para secar el aire húmedo cuya dirección de flujo se indica con la flecha B. La entrada de este tubo 11 se puede conectar, por ejemplo, a una salida de un compresor para el suministro de aire comprimido a secar u otro gas a secar que se origina en un compresor.

5 Después de la sección 10 secundaria del intercambiador 2 de calor, más específicamente en su salida, se instala un segundo separador 12 de líquido en el tubo 11.

En este caso, una sección 13 de este tubo 11, antes de que llegue a la sección 10 secundaria del intercambiador 2 de calor, se extiende a través de un refrigerador previo o un intercambiador 14 de calor de recuperación. Después de la sección 10 secundaria, una sección 15 de este tubo 11 también se extiende a través de este intercambiador 14 de calor de recuperación, con la dirección de flujo opuesta a la sección 13 mencionada anteriormente.

10 La salida del tubo 11 mencionado anteriormente se puede conectar, por ejemplo, a una red de aire comprimido (que no se muestra en los dibujos) a la que están conectados los consumidores de aire comprimido, como herramientas impulsadas por aire comprimido.

En este caso, el compresor 6 se desvía por un tubo 16 de derivación que conecta la salida del compresor 6 al punto P de inyección, que en este caso está ubicado aguas abajo de la salida 17a del evaporador 3.

15 El tubo 16 de derivación está construido con una válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente para extraer el refrigerante del circuito 4 de refrigeración.

En este caso, la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente es infinitamente ajustable entre un estado mínimo o cerrado y un estado máximo por el cual está completamente abierta.

20 La válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente está conectada a una unidad 19 de control a la que, en este caso, también están conectados varios medios 20, 21 y 22 para determinar la temperatura y/o la presión del gas y/o del refrigerante.

Los primeros medios 20 se colocan en la sección 10 secundaria del intercambiador 2 de calor para determinar la temperatura (LAT) más baja del gas.

25 El segundo medio 21 y el tercer medio 22 se instalan después del evaporador 3 para determinar la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador respectivamente del refrigerante en el evaporador 3.

Está claro que no es necesario que ambos medios 21 y 22 estén presentes en vista del enlace inequívoco entre la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador.

También está claro que no todos los medios 20, 21 y 22 tienen que estar necesariamente presentes y que estos medios se pueden implementar de diferentes maneras.

30 La unidad 19 de control también está conectada al condensador 7, a la válvula 8 de expansión y al motor 9 para su control.

El método de secado en frío por medio de un dispositivo 1 según la figura 1 es muy simple y se describe a continuación.

35 El aire por secar se transporta a través del tubo 11 y, por lo tanto, a través de la sección 10 secundaria del intercambiador 2 de calor de acuerdo con la flecha B.

En este intercambiador 2 de calor, el aire húmedo se enfría bajo la influencia del refrigerante que fluye a través de la sección primaria del intercambiador 2 de calor o, por lo tanto, del evaporador 3 del circuito 4 de enfriamiento.

Como resultado, se forma un condensado que se separa en el segundo separador 12 de líquido.

40 El aire frío que contiene menos humedad en términos absolutos después de este segundo separador 12 de líquido, pero que todavía tiene una humedad relativa del 100%, se calienta en el intercambiador 14 de calor de recuperación bajo la influencia del aire recién suministrado para secarse, de modo que la humedad relativa cae preferiblemente por debajo del 50%, mientras que el nuevo aire a secar ya está parcialmente enfriado en el intercambiador 14 de calor de recuperación antes de ser llevado al intercambiador 2 de calor.

45 El aire en la salida del intercambiador 14 de calor de recuperación es por lo tanto más seco que en la entrada del intercambiador 2 de calor.

Para permitir que el aire húmedo se enfríe en la sección 10 secundaria del intercambiador de calor, el refrigerante se guía a través del circuito de enfriamiento en la dirección de la flecha A, a través del evaporador 3 o la sección primaria del intercambiador 2 de calor.

## ES 2 715 424 T3

El refrigerante caliente que sale del evaporador 3 está en la fase gaseosa y el compresor 6 lo elevará a una presión más alta, luego se enfriará en el condensador 7 y se condensará.

El líquido refrigerante frío se expandirá luego por la válvula 8 de expansión y se enfriará aún más, antes de dirigirse al evaporador 3 para enfriar el aire que se va a secar allí.

- 5 Bajo la influencia de la transferencia de calor, el refrigerante se calentará en el evaporador 3, se evaporará y será guiado nuevamente al compresor 6.

Cualquier refrigerante líquido aún presente después del evaporador 3 será retenido por el primer separador 5 de líquido.

- 10 Para evitar la congelación del condensado, el aire comprimido suministrado no se enfría a menos de 2 a 3°C en el intercambiador 2 de calor.

- 15 El método según la invención enfría el aire comprimido suministrado a una temperatura  $LAT_{ajuste}$  de gas más baja deseada por determinar un punto de ajuste para la temperatura  $T_{ajuste}$  del evaporador o el de la presión  $p_{ajuste}$  del evaporador y controlar la válvula electrónica de derivación de gas caliente de tal manera que la temperatura  $T_{evaporador}$  del evaporador o la presión  $p_{evaporador}$  del evaporador sea igual o prácticamente igual al punto de ajuste  $T_{ajuste}$  o  $p_{ajuste}$  mencionado anteriormente.

Esto se hace determinando la carga C del circuito 4 de refrigeración en un primer paso.

En este caso, la carga C está determinada por la unidad 19 de control en la que se almacenan una serie de curvas características que proporcionan el enlace entre la temperatura más baja del gas LAT y, en este caso, la temperatura  $T_{evaporador}$  del evaporador a una carga específica C.

- 20 Tales curvas características pueden determinarse experimentalmente. Una fórmula posible pero no limitativa que muestra el enlace puede ser, por ejemplo:

$$T_{20} = (LAT - A) / S + B + C;$$

donde B y S son parámetros que están determinados por el refrigerante y A es un valor preestablecido.

- 25 A partir de las señales de los medios 20 y los medios 21, la unidad de control puede determinar en qué curva característica está el dispositivo 1 y, por lo tanto, la carga C.

Una serie de curvas también se almacenan en la unidad 19 de control que muestra, para una cierta carga C del circuito 4 de enfriamiento, el punto de ajuste para la temperatura  $T_{evaporador}$  del evaporador como una función de la temperatura  $LAT_{ajuste}$  del gas más baja deseada.

La figura 2 muestra una serie de curvas de este tipo como un ejemplo no exhaustivo.

- 30 La curva  $C_{min}$  superior corresponde a la carga más baja posible C del circuito 4 de refrigeración, la curva  $C_{max}$  inferior se utiliza para cuando la carga C es máxima.

Las curvas C' entre la curva  $C_{min}$  superior y la curva  $C_{max}$  inferior se calculan para una carga C que varía entre la carga mínima y máxima C del circuito 4 de enfriamiento.

- 35 Sobre la base de la carga C determinada y la temperatura LAT de gas más baja medida y la temperatura  $T_{evaporador}$  del evaporador, los medios 20 o 21 respectivamente pueden determinar en qué curva y en qué punto de referencia de la curva está el dispositivo en ese momento. En el ejemplo de la figura 2, el dispositivo 1 está en el punto X de la curva C'.

- 40 Cuando la unidad 18 de control haya determinado la curva C' aplicable en ese momento, la unidad 19 de control determinará el punto de ajuste para el de la temperatura  $T_{ajuste}$  del evaporador con base en la temperatura  $LAT_{ajuste}$  del gas más baja deseada especificada.

En la figura 2, esto se muestra mediante el punto Y con una de temperatura  $LAT_{ajuste}$  del gas más baja deseada.

Un punto de ajuste para la prueba de temperatura del evaporador  $T_{ajuste}$  corresponde a esta temperatura  $LAT_{ajuste}$  de gas más baja deseada.

- 45 Luego, en función de la diferencia entre  $T_{evaporador}$  y  $T_{ajuste}$ , la unidad 19 de control controlará la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente y, en este caso, abra la válvula 18 más para que pueda fluir más refrigerante a través del tubo 16 de derivación al punto P de inyección de acuerdo con la flecha A'.



De esta manera, el  $T_{\text{evaporador}}$  aumentará hasta que sea igual o prácticamente igual al  $T_{\text{ajuste}}$  del punto de ajuste, de modo que el circuito 4 de enfriamiento enfriará el aire comprimido hasta que tenga una temperatura LAT más baja que la correspondiente a  $LAT_{\text{ajuste}}$ .

5 Preferiblemente, la unidad 19 de control determina la carga periódicamente de acuerdo con un intervalo de tiempo preestablecido.

Esto tiene la ventaja de que se pueden acomodar fluctuaciones o cambios en la carga C porque la unidad 19 de control asegurará que la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente se abrirá más o menos cuando se encuentre, durante un intervalo de tiempo posterior, la carga C y, por lo tanto, el punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{ajuste}}$  del evaporador ha cambiado.

10 La forma de las curvas de la figura 2, que se utilizan para determinar el punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{ajuste}}$  del evaporador, se puede determinar experimentalmente y depende de las propiedades del refrigerante utilizado y del circuito 4 de enfriamiento y del dispositivo 1.

Preferiblemente las curvas se describen mediante la siguiente fórmula:

$$T_{\text{ajuste}} = \text{Max} (B, (LAT_{\text{ajuste}} - A) / S + B + C) .$$

15 Aquí B y S son parámetros que están determinados por el refrigerante. A es un parámetro preseleccionado, y en el ejemplo de la figura 2 se establece en 3°C.

La fórmula anterior se aplica cuando la temperatura LAT del gas más baja es mayor que A.

Cuando la temperatura LAT del gas más baja medida es menor que A, o en este caso 3°C, la curva tiene la siguiente fórmula:

20 
$$T_{\text{ajuste}} = (LAT - A) / S + B + \text{máximo} (0, C) ;$$

de modo que la curva presente una torsión en el nivel del punto Z correspondiente a  $LAT = 3^\circ\text{C}$ .

25 Cuando la temperatura LAT del gas más baja medida es más baja que A, la curva aumentará, de manera que la unidad 19 de control determinará un punto de ajuste más alto para la temperatura  $T_{\text{ajuste}}$  del evaporador. De esta manera, la temperatura LAT más baja del gas no caerá más, de modo que se evitará la congelación del condensado.

Como se puede ver en la figura 2, la curva inferior está delimitada por debajo de tal manera que en ninguna circunstancia el punto de ajuste de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador debe ser inferior a la temperatura mínima permitida del evaporador, que en este caso se establece igual a -5°C. De esta manera se evita la congelación en el intercambiador de calor.

30 Aunque en el ejemplo descrito se usaron curvas y fórmulas que muestran el vínculo entre la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y la temperatura LAT más baja del gas, no se excluye que se utilicen curvas y fórmulas análogas que muestren la relación entre el evaporador de presión del evaporador y la temperatura más baja del gas en vista del vínculo inequívoco entre la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador.

35 Por el mismo motivo, para determinar la carga C también es posible utilizar curvas características que muestran la relación entre la presión  $p_{21}$  del evaporador y la temperatura LAT del gas más baja, en lugar de hacerlo entre la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y la temperatura LAT más baja del gas.

Un método alternativo de acuerdo con la invención para el secado en frío por medio de un dispositivo 1 de acuerdo con la figura 1 es muy simple y como sigue.

40 Como ya se ha indicado, para evitar la congelación del condensado en el intercambiador 2 de calor, el aire en el intercambiador 2 de calor no se enfría por debajo de la LAT, por lo que esta LAT es típicamente de 2 a 3°C, o 20°C por debajo de la temperatura ambiente.

Sin embargo, si el LAT es demasiado alto, la refrigeración es insuficiente y, por lo tanto, la humedad es insuficiente para que el aire esté lo suficientemente seco.

45 Las condiciones LAT mencionadas anteriormente se satisfacen con la unidad 19 de control que controla la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente con base en la temperatura LAT más baja del gas determinada por los medios 20, de manera que una cierta cantidad de refrigerante es conducida a través del tubo 16 de derivación a

través del compresor 6 de acuerdo con la flecha A'. De este modo, la capacidad de refrigeración del circuito 4 de refrigeración se puede variar o configurar y la LAT se puede ajustar al nivel deseado.

5 La cantidad de refrigerante que se inyecta se puede ajustar abriendo la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente más o menos, de modo que se inyecte la cantidad adecuada para evitar grandes fluctuaciones en la LAT. Como resultado, las variaciones en la carga del dispositivo 1 se pueden acomodar y se evitan grandes fluctuaciones.

En este caso, la unidad 18 de control también puede controlar la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente con base en la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  o de presión  $p_{\text{evaporador}}$  respectivamente del refrigerante en el evaporador 3, según lo determinado por los medios 21 y 22.

10 La unidad 19 de control preferiblemente aplicará dicho control a una carga cero, es decir, cuando ningún gas a secar, o solo un mínimo, pase a través del intercambiador de calor para evitar la congelación del evaporador 3.

De hecho, a una carga cero, la temperatura del refrigerante es demasiado baja, generalmente por debajo de  $-5^{\circ}\text{C}$ , después de lo cual la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente se coloca en un estado abierto y la temperatura del refrigerante aumentará.

15 De esta manera, con una carga cero, esto evita que la temperatura del refrigerante sea demasiado baja y que se produzca la congelación en el evaporador 3 porque el refrigerante gaseoso caliente se inyecta en el evaporador 3.

En el ejemplo de la figura 1, el punto P de inyección está aguas abajo de la salida 17a del evaporador 3.

Sin embargo, este punto P de inyección puede ubicarse en cualquier lugar aguas abajo de la válvula 8 de expansión y aguas arriba del compresor 6.

20 Debido a que la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente es infinitamente ajustable, también es posible, por ejemplo, colocar el punto P de inyección aguas arriba de la salida 17a del evaporador 3, o incluso aguas arriba de la entrada 17b del evaporador 3.

La figura 3 muestra una variante de la figura 1, donde en este caso el tubo 16 de derivación conecta la salida del compresor 6 al punto Q que está ubicado aguas arriba de la salida 17a del evaporador 3, pero después de la entrada 17b del evaporador 3. El funcionamiento del dispositivo 1 es análogo a la realización descrita anteriormente.

25 La figura 4 muestra otra variante, por lo que, en este ejemplo, el tubo 16 de derivación conecta la salida del compresor 6 a un punto P de inyección que está ubicado aguas arriba de la entrada 17b del evaporador 3, pero aguas abajo de la válvula 8 de expansión.

30 Debido a que el refrigerante se inyecta en el punto de inyección P antes del evaporador por medio del tubo 16 de derivación, el gas caliente tendrá tiempo para evaporar el refrigerante líquido en el evaporador 3. Esto significa que la determinación de  $T_{\text{evaporador}}$  y/o  $p_{\text{evaporador}}$  será rápida y precisa, de modo que la válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente se pueda controlar de manera rápida y precisa.

35 La figura 5 muestra una realización preferida con más detalle de los medios 21 para determinar la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y los medios 22 para determinar la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador. Tanto el medio 21 como el medio 22 están fijados en el circuito 4 de enfriamiento, aguas abajo del evaporador 3. Aunque en las figuras 1, 3 y 4 están situadas aguas abajo del primer separador de líquidos 5, también es posible que estos medios 21 y 22 estén aguas arriba del primer separador de líquidos 5 y aguas abajo del evaporador 3.

Los medios 22 para medir la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador pueden ser un sensor 23 de presión, por ejemplo, y los medios 21 para medir la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador pueden ser un sensor de temperatura 24 por ejemplo.

40 En esta realización, los medios 21 para medir la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador se fijan directamente en el flujo del refrigerante de manera que los medios 21 pueden medir la temperatura en el flujo de refrigerante.

Ambos sensores 23, 24 están fijados al nivel de una curva en el circuito 4 de enfriamiento de manera que tanto la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador como la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador se miden en la misma ubicación.

45 El sensor de temperatura 24 tiene una sección 25 de medición que se fija en el circuito 4 de enfriamiento en el flujo del refrigerante, de modo que la sección 25 de medición puede medir directamente la temperatura del refrigerante en el flujo de refrigerante.

De este modo, la unidad 19 de control del dispositivo 1 se conectará al sensor 23 de presión y al sensor 24 de temperatura.

50 La unidad 19 de control, además de controlar el motor 9, la válvula 8 de expansión, el condensador 7 y la válvula 18 de derivación de gas caliente, También leerá la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador medida y la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y calculará el sobrecalentamiento del refrigerante basándose en esto.

- Como ya se indicó anteriormente, si es necesario, se puede conducir una cantidad de refrigerante a través del tubo 16 de derivación de acuerdo con la flecha A' a través del compresor 6 utilizando la válvula 18 de derivación de gas caliente, de manera que la capacidad de enfriamiento del circuito 4 de enfriamiento se puede variar o configurar, teniendo en cuenta las variaciones en la carga del dispositivo 1. De este modo, se evitarán grandes fluctuaciones y la congelación del condensado en el intercambiador 2 de calor también se puede evitar debido a que el aire en el intercambiador 2 de calor se enfría demasiado.
- 5
- Para garantizar que la mayor parte posible del líquido refrigerante pueda evaporarse, la válvula 8 de expansión será ajustada por la unidad 19 de control de tal manera que la cantidad correcta de refrigerante se expanda de modo que se obtenga el sobrecalentamiento deseado del refrigerante en la entrada del compresor 6, de modo que cualquier líquido refrigerante todavía presente después del intercambiador 2 de calor puede evaporarse.
- 10
- El control por la unidad 19 de control se realiza con base en las mediciones del sensor 23 de presión y del sensor 24 de temperatura del evaporador de presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador y la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador respectivamente.
- Más específicamente, la unidad 19 de control ajustará el sobrecalentamiento deseado para obtener el sobrecalentamiento más bajo posible.
- 15
- Debido a que la sección 25 de medición del sensor 24 de temperatura está en el flujo de refrigerante, las mediciones de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador serán rápidas y precisas. Como resultado, la unidad 19 de control puede determinar el sobrecalentamiento del refrigerante de forma rápida y precisa y, en consecuencia, también puede ajustar de forma rápida y precisa la válvula 8 de expansión. Como resultado, solo se requiere un margen de seguridad limitado con respecto al punto de saturación del refrigerante, por lo que el refrigerante se sobrecalienta preferiblemente a menos de 15°C, e incluso mejor a menos de 10°C.
- 20
- Esto significa que el compresor 6 tiene una temperatura de salida más baja, de modo que el sistema de enfriamiento es más eficiente y se puede ahorrar energía.
- La figura 6 muestra esquemáticamente un diagrama T-s del refrigerante freón R404a. Se distinguen tres zonas: en la zona I el refrigerante es líquido, en la zona II el refrigerante es tanto gaseoso como líquido, y en la zona III el refrigerante es gaseoso.
- 25
- El ciclo V-W-X-Y-Z muestra el ciclo de enfriamiento del refrigerante que sigue el refrigerante cuando fluye a través del circuito 4 de enfriamiento. La curva  $p_v$  mostrada se aplica a la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador =  $p_v$  y la curva  $p_c$  se aplica a la presión del compresor  $p = p_c$ .
- 30
- Después del compresor 6, el refrigerante está en el punto Z de la figura 3, es gaseoso, tiene una presión de  $p_c$  y una temperatura  $T_z$ .
- Cuando luego fluye a través del condensador 7, se enfriará a una temperatura  $T_v$ , por lo que el líquido refrigerante es líquido. Aquí se sigue la curva  $p_c$  desde el punto Z al punto V.
- 35
- Cuando el refrigerante fluye a través de la válvula 8 de expansión, se expandirá a una presión  $p_v$ . El refrigerante sigue el ciclo de enfriamiento desde el punto V hasta el punto W ubicado en la zona II.
- En el evaporador 3, el refrigerante absorberá calor, de manera que el líquido refrigerante presente se evaporará. El refrigerante seguirá la curva  $p_v$  hacia la derecha en la dirección del punto X
- 40
- Cuando se alcanza este punto de saturación X, correspondiente a la temperatura  $T_x$ , todo el líquido refrigerante se habrá evaporado.
- 40
- Para garantizar que el compresor 6 esté protegido contra la absorción de líquido refrigerante, debe asegurarse de que el refrigerante en el evaporador 3 pueda absorber suficiente calor para que pueda pasar el punto X en la curva  $p_v$ , por ejemplo, hasta el punto Y correspondiente a una temperatura  $T_y$ . En otras palabras, el refrigerante está entonces en la zona III y, por lo tanto, es gaseoso y está sobrecalentado.
- 45
- En este caso, controlando adecuadamente la válvula 8 de expansión, la unidad 19 de control puede ajustar el sobrecalentamiento a la temperatura  $T_y$  con un margen de seguridad máximo de 15°C con respecto a  $T_x$ , como la medición del sobrecalentamiento del refrigerante se puede realizar de forma rápida y precisa, de modo que solo se requiere un pequeño margen de seguridad.
- 50
- De hecho, debido a que la medición de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador es rápida y precisa, la unidad 19 de control también puede determinar rápidamente el sobrecalentamiento del refrigerante y, sobre la base de este control, la válvula 8 de expansión para que se pueda conservar el sobrecalentamiento deseado del refrigerante.
- Está claro que el control de la válvula 8 de expansión con base en las mediciones del sensor 23 de presión y del sensor 24 de temperatura para establecer el sobrecalentamiento deseado lo más bajo posible, también se puede

aplicar en otros dispositivos 1, en particular en dispositivos sin un tubo 16 de derivación con una válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente.

Aunque en el ejemplo mostrado el dispositivo 1 está provisto de un solo intercambiador 2 de calor, está claro que también se proporcionan varios intercambiadores 2 de calor.

- 5 También está claro que, aunque en los ejemplos descritos anteriormente, el gas a secar es aire comprimido, cada gas o mezcla de gases se puede secar usando un dispositivo 1 o método de acuerdo con la invención.

La invención también se refiere a un método para el gas secado en frío de mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa, guiando el gas a través de la sección 10 secundaria de un intercambiador 2 de calor cuya sección principal forma el evaporador 3 de un circuito 4 de enfriamiento cerrado en el que un refrigerante puede circular por medio de un compresor 6 que está instalado en el circuito 4 de enfriamiento aguas abajo del evaporador 3 y que es seguido por un condensador 7 y medios 8 de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante, caracterizado porque el método comprende los siguientes pasos:

10

15 - almacenando una serie de curvas características que muestran el punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador o la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador de para una cierta carga C del circuito 4 de enfriamiento en función de la temperatura  $LAT_{\text{ajuste}}$  del gas más baja deseada;

- determinar la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y/o la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador;

- determinar la carga C del circuito 4 de refrigeración;

20 - determinar una curva correspondiente en función de la carga C específica, y para esta curva, la determinación del punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{ajuste}}$  del evaporador o la presión  $p_{\text{ajuste}}$  del evaporador que se requiere para poder enfriar el gas a secar a la temperatura  $LAT_{\text{ajuste}}$  más baja deseada;

- controlar un suministro de refrigerante desde la salida del compresor 6 hasta un punto de inyección P, Q en el circuito 4 de enfriamiento aguas abajo de los medios 8 de expansión y aguas arriba del compresor 6 con el fin de hacer que la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador o la presión  $p_{\text{evaporador}}$  sea igual o prácticamente igual al punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{ajuste}}$  del evaporador o la presión  $p_{\text{ajuste}}$  del evaporador,

25 el método comprende los siguientes pasos:

- la medida de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador;

- el control de los medios 8 de expansión con base en la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  medida del evaporador;

por lo que la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador se mide directamente en el flujo de refrigerante.

30 Preferiblemente, además de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador, también se mide la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador el de y los medios 8 de expansión se controlan en función de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y del evaporador de presión del evaporador, por lo que la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador se miden en la misma ubicación en el circuito de refrigeración.

De acuerdo con una variante preferida, los medios de expansión 8 se controlan para obtener el sobrecalentamiento deseado del refrigerante en la entrada del compresor 6.

35 Preferiblemente, los medios 8 de expansión están formados por una válvula 8 de expansión electrónica que se controla en función de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador medida, y la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador para obtener el sobrecalentamiento deseado.

40 En otra variante preferida, el sobrecalentamiento deseado se establece en una unidad 19 de control que está configurada para realizar el sobrecalentamiento más bajo posible, por lo que preferiblemente el refrigerante se sobrecalienta a menos de 15°C, e incluso mejor a menos de 10°C.

Preferiblemente, el gas a secar se origina en un compresor.

45 La invención también se refiere a un dispositivo para secar en frío un gas, mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa enfriando el gas, por lo que este dispositivo 1 está provisto de un intercambiador 2 de calor con una sección 10 secundaria a través de la cual el gas a secar se guía para enfriar el gas y con una sección primaria que forma el evaporador 3 de un circuito 4 de enfriamiento cerrado en el que un refrigerante puede circular por medio de un compresor 6 aguas abajo del evaporador 3, por lo que aguas abajo entre el compresor 6 y el evaporador 3, el circuito 4 de enfriamiento comprende sucesivamente un condensador 7 y medios 8 de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante, por lo que:

## ES 2 715 424 T3

- se proporcionan medios 21, 22 para determinar la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador y/o la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador, mediante el cual los medios 21, 22 mencionados anteriormente están conectados a una unidad 19 de control para controlar los medios 8 de expansión,
- 5 - la unidad 19 de control está configurada para almacenar una serie de curvas características que muestran el punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador o la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador para una cierta carga C del circuito 4 de enfriamiento en función de la temperatura  $LAT_{\text{ajuste}}$  del gas más baja deseada,
- dicha unidad 19 de control se configura además para determinar una curva correspondiente en función de la carga C específica, y para que esta curva determine el punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{ajuste}}$  del evaporador o la presión  $p_{\text{ajuste}}$  del evaporador que se requiere para poder enfriar el gas a secar a la temperatura  $LAT_{\text{ajuste}}$  más baja deseada, y
- 10 - el dispositivo 1 está provisto además de un tubo 16 de derivación que conecta la salida del compresor 6 a un punto P, Q de inyección en el circuito 4 de enfriamiento, aguas abajo de los medios 8 de expansión y aguas arriba del compresor 6 para hacer que la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador o la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador igual o prácticamente igual al punto de ajuste para la temperatura  $T_{\text{ajuste}}$  del evaporador o  $p_{\text{ajuste}}$  de presión del evaporador,
- 15 por lo que se proporciona una válvula 18 electrónica de derivación de gas caliente en este tubo 16 de derivación que es continuamente ajustable o ajustable en una serie de pasos,
- por lo que al menos una sección 25 de medición de los medios 21 para medir la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador se fija directamente en el flujo de refrigerante.
- 20 En una realización preferida, se proporcionan medios 22 para determinar la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador que están en la misma ubicación en el circuito 4 de enfriamiento que los medios 21 para determinar la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador, por lo que los medios 22 mencionados anteriormente están conectados a la unidad 19 de control para controlar los medios 8 de expansión con base en la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador medida y la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador.
- 25 Preferiblemente, la unidad 19 de control es tal que los medios 8 de expansión se controlan para obtener el sobrecalentamiento deseado del refrigerante en la entrada del compresor 6.
- Preferiblemente, los medios 8 de expansión están formados por una válvula 8 de expansión electrónica, por lo que la unidad 19 de control es tal que la válvula 8 de expansión electrónica se controla en función de la temperatura  $T_{\text{evaporador}}$  del evaporador medida y la presión  $p_{\text{evaporador}}$  del evaporador para obtener el sobrecalentamiento deseado.
- 30 En otra realización preferida, la unidad 19 de control establece el sobrecalentamiento deseado para realizar el sobrecalentamiento más bajo posible, por lo que el refrigerante se sobrecalienta preferiblemente a menos de 15°C, e incluso mejor a menos de 10°C.
- Preferiblemente, el gas a secar se origina en un compresor.

## REIVINDICACIONES

1. Método para secar en frío un gas mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa guiando el gas a través de la sección (10) secundaria de un intercambiador (2) de calor cuya sección primaria forma el evaporador (3) de un circuito (4) de refrigeración cerrado en el que un refrigerante puede circular por medio de un compresor (6) que se instala en el circuito (4) de enfriamiento aguas abajo del evaporador (3) y que es seguido por un condensador (7) y medios (8) de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante, caracterizado porque el método comprende los siguientes pasos:
- 5
- almacenando una serie de curvas características que muestran el punto de ajuste para la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador para una cierta carga (C) del circuito (4) de enfriamiento en función de la temperatura ( $LAT_{\text{ajuste}}$ ) más baja deseada del gas,
  - 10
  - determinar la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador y/o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador;
  - determinar la carga (C) del circuito (4) de refrigeración;
  - determinar una curva correspondiente en función de la carga (C) específica, y para esta curva, la determinación del punto de ajuste para la temperatura ( $T_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador que se requiere para poder enfriar el gas a secar a la temperatura ( $LAT_{\text{ajuste}}$ ) más baja deseada del gas;
  - 15
  - controlar un suministro de refrigerante desde la salida del compresor (6) hasta un punto (P, Q) de inyección en el circuito (4) de refrigeración aguas abajo de los medios (8) de expansión y aguas arriba del compresor (6) para hacer que la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador sea igual o prácticamente igual al punto de ajuste de la temperatura ( $T_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador.
- 20
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque para el suministro de refrigerante se utiliza un tubo (16) de derivación que conecta la salida del compresor (6) al punto (P, Q) de inyección mencionado anteriormente, donde el tubo (16) de derivación está provisto de una válvula (18) electrónica de derivación de gas caliente esto se controla sobre la base de la diferencia entre la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador y el punto de ajuste de la temperatura ( $T_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador.
- 25
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el método comprende la etapa de determinar la temperatura (LAT) más baja del gas del gas a secar, y que, para determinar la carga (C), se utilizan curvas características que muestran la relación entre la temperatura (LAT) más baja del gas y la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador con una cierta carga.
- 30
4. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el punto de ajuste para la temperatura ( $T_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador no se selecciona por debajo de un valor predeterminado.
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la carga (C) se determina periódicamente de acuerdo con un intervalo de tiempo preestablecido.
- 35
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 2 a 5, caracterizado porque el punto (P, Q) de inyección está situado aguas arriba de la salida (17a) del evaporador (3).
7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque el punto (P, Q) de inyección está situado aguas arriba de la entrada (17b) del evaporador (3).
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los medios (8) de expansión están formados por una válvula de expansión electrónica que es ajustable.
- 40
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas a secar se origina en un compresor.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 9, caracterizado porque el método comprende los siguientes pasos:
- la medida de la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador;
  - 45
  - el control de los medios (8) de expansión sobre la base de la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador medida;
- por lo que la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador se mide directamente en el flujo de refrigerante.
11. Método según la reivindicación 10, caracterizado porque además de la temperatura del evaporador ( $T_{\text{evaporador}}$ ), la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador también se mide y los medios de expansión (8) se controlan en función de la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador y la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador, por lo que la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ )

- del evaporador y la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador se miden en la misma ubicación en el circuito (4) de enfriamiento.
12. Método según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque los medios (8) de expansión se controlan para obtener el sobrecalentamiento deseado del refrigerante en la entrada del compresor (6).
- 5 13. Método según la reivindicación 12, caracterizado porque los medios (8) de expansión están formados por una válvula de expansión electrónica que se controla en función de la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador medida y la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador para obtener el sobrecalentamiento deseado.
- 10 14. Método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, caracterizado porque el sobrecalentamiento deseado se establece en una unidad (19) de control que está configurada para ser lo más baja posible para realizar el sobrecalentamiento, por lo que el refrigerante se sobrecalienta preferiblemente a menos de 15°C, e incluso mejor a menos de 10°C.
- 15 15. Dispositivo para secar en frío un gas, mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa enfriando el gas, por lo que este dispositivo (1) está provisto de un intercambiador de calor (2) con una sección (10) secundaria a través del cual el gas a secar se guía para enfriar el gas y con una sección primaria que forma el evaporador (3) de un circuito (4) de enfriamiento cerrado en donde un refrigerante puede circular por medio de un compresor (6) aguas abajo del evaporador (3), por lo que aguas abajo entre el compresor (6) y el evaporador (3), el circuito (4) de enfriamiento comprende sucesivamente un condensador (7) y un medio (8) de expansión a través del cual puede circular el refrigerante, caracterizado porque:
- 20 - se proporcionan medios (21, 22) para determinar la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador y/o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador, por lo que los medios (21, 22) antes mencionados están conectados a una unidad (19) de control para controlar los medios (8) de expansión,
- la unidad (19) de control está configurada para almacenar una serie de curvas características que muestran el punto de ajuste para la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador para una cierta carga (C) del circuito (4) de refrigeración en función de la temperatura ( $LAT_{\text{ajuste}}$ ) de gas más baja deseada,
- 25 - dicha unidad (19) de control está configurada además para determinar una curva correspondiente en función de la carga (C) específica, y para que esta curva determine el punto de ajuste para la temperatura ( $T_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador o la presión del evaporador ( $p_{\text{ajuste}}$ ) que se requiere para poder enfriar el gas a secar a la temperatura ( $LAT_{\text{ajuste}}$ ) más baja deseada, y
- 30 - el dispositivo (1) está provisto además de un tubo (16) de derivación que conecta la salida del compresor (6) a un punto (P, Q) de inyección en el circuito (4) de refrigeración, aguas abajo de los medios (8) de expansión y aguas arriba del compresor (6) para que la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador igual o prácticamente igual al punto de ajuste para la temperatura ( $T_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador o la presión ( $p_{\text{ajuste}}$ ) del evaporador, por lo que se proporciona una válvula (18) electrónica de derivación de gas caliente en este tubo (16) de derivación que es continuamente ajustable o ajustable en varios pasos.
- 35 16. Dispositivo según la reivindicación 15, caracterizado porque el punto (P, Q) de inyección mencionado anteriormente está situado aguas arriba de la salida (17a) del evaporador (3).
17. Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado porque el punto (P, Q) de inyección mencionado anteriormente está situado aguas arriba de la entrada (17b) del evaporador (3).
- 40 18. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 15 a 17, caracterizado porque la unidad de control (19) controla la válvula (18) electrónica de derivación de gas caliente en función de las señales recibidas desde los medios (20, 21, 22) para determinar la temperatura y/o la presión del gas y/o del refrigerante.
- 45 19. Dispositivo según la reivindicación 18, caracterizado porque los medios (20, 21, 22) mencionados anteriormente comprenden al menos medios (20) para determinar la "temperatura más baja del gas" (LAT) o el punto de rocío del gas en la sección (10) secundaria del intercambiador (2) de calor y/o al menos comprende medios (21, 22) para determinar la temperatura o la presión del refrigerante en el evaporador (3).
20. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 19 anteriores, caracterizado porque los medios (8) de expansión están formados por una válvula de expansión electrónica que es ajustable.
21. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 20 anteriores, caracterizado porque al menos una sección (25) de medición de los medios (21) para medir la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador se fija
- 50 directamente en el flujo de refrigerante.
22. Dispositivo según la reivindicación 21, caracterizado porque los medios (22) se proporcionan para determinar la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador que se encuentra en la misma ubicación en el circuito (4) de refrigeración que los medios (21) para determinar la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador, por lo que los medios (22) mencionados

anteriormente se conectan a la unidad (19) de control para controlar los medios (8) de expansión sobre la base de la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador medida y la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador

- 5 23. Dispositivo según la reivindicación 21 o 22, caracterizado porque la unidad (19) de control es tal que los medios (8) de expansión se controlan para obtener el sobrecalentamiento deseado del refrigerante en la entrada del compresor (6).
24. Dispositivo según la reivindicación 23, caracterizado porque los medios (8) de expansión están formados por una válvula de expansión electrónica, por lo que la unidad (19) de control es tal que la válvula de expansión electrónica se controla en función de la temperatura ( $T_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador medida y la presión ( $p_{\text{evaporador}}$ ) del evaporador para obtener el sobrecalentamiento deseado.
- 10 25. Dispositivo según la reivindicación 23 ó 24, caracterizado porque la unidad (19) de control establece el sobrecalentamiento deseado para realizar el sobrecalentamiento más bajo posible, por lo que el refrigerante se recalienta preferiblemente a menos de 15°C, e incluso mejor a menos de 10°C.



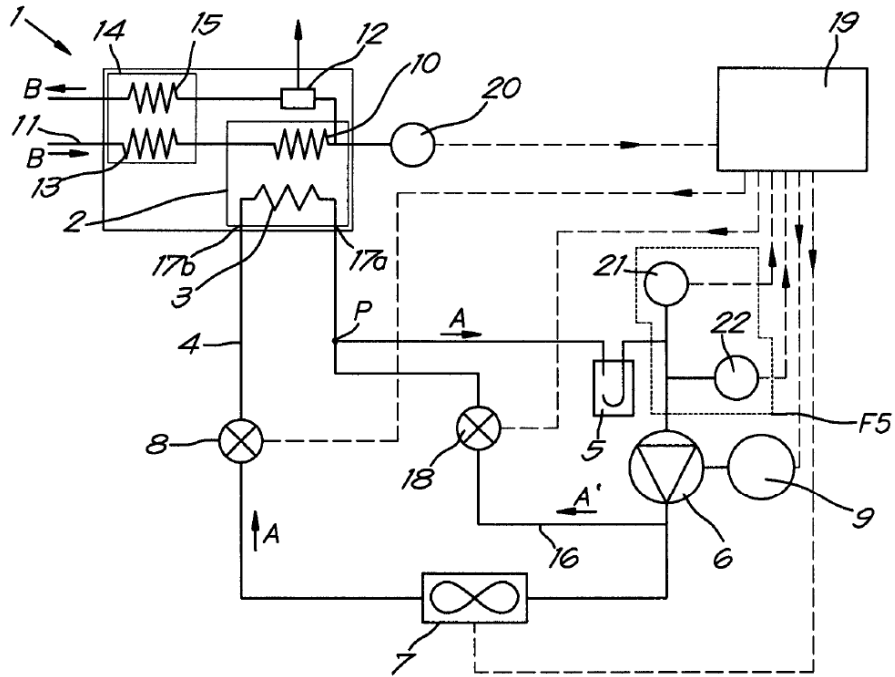


Fig. 1

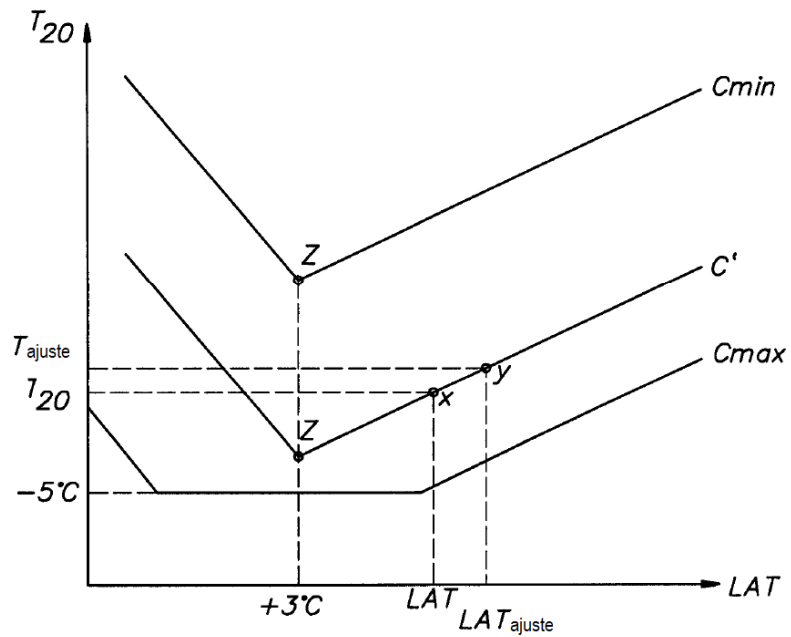
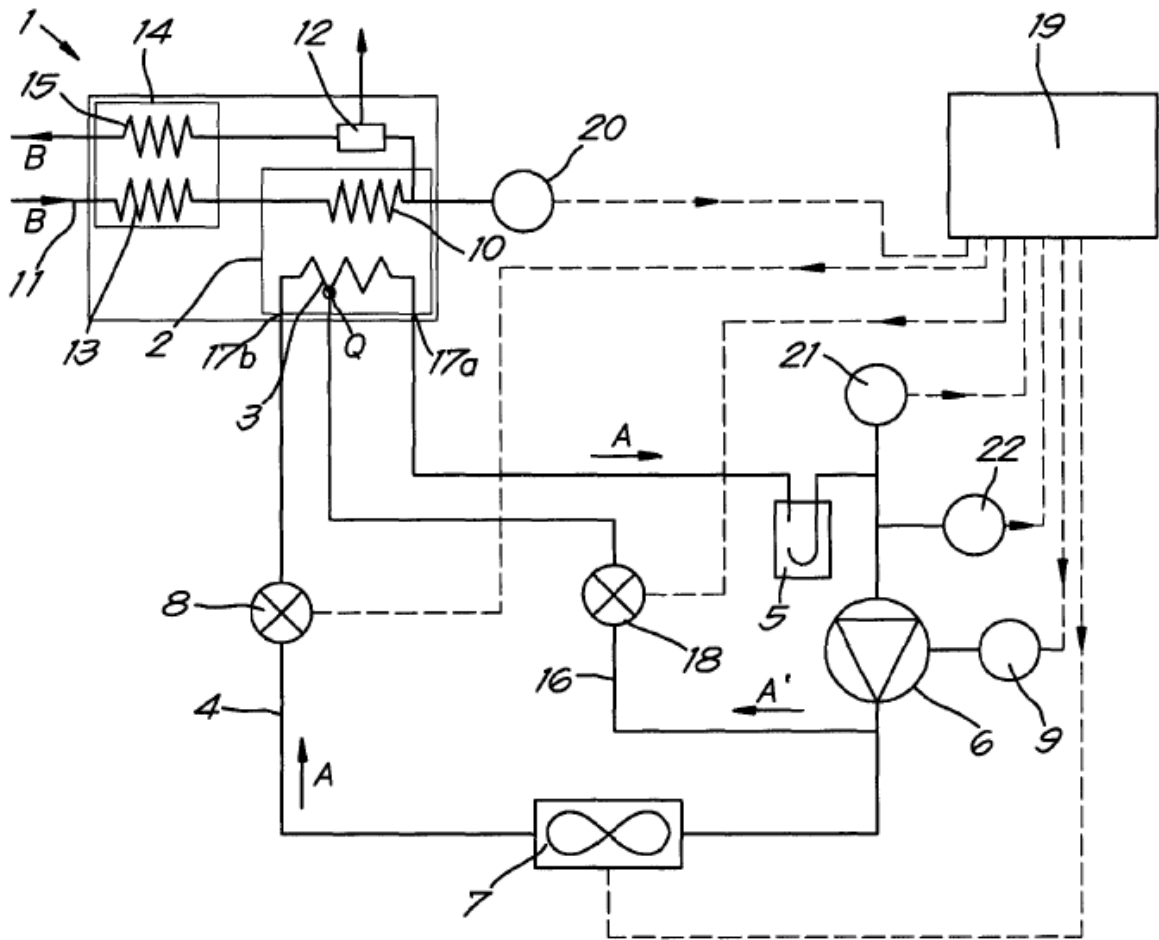
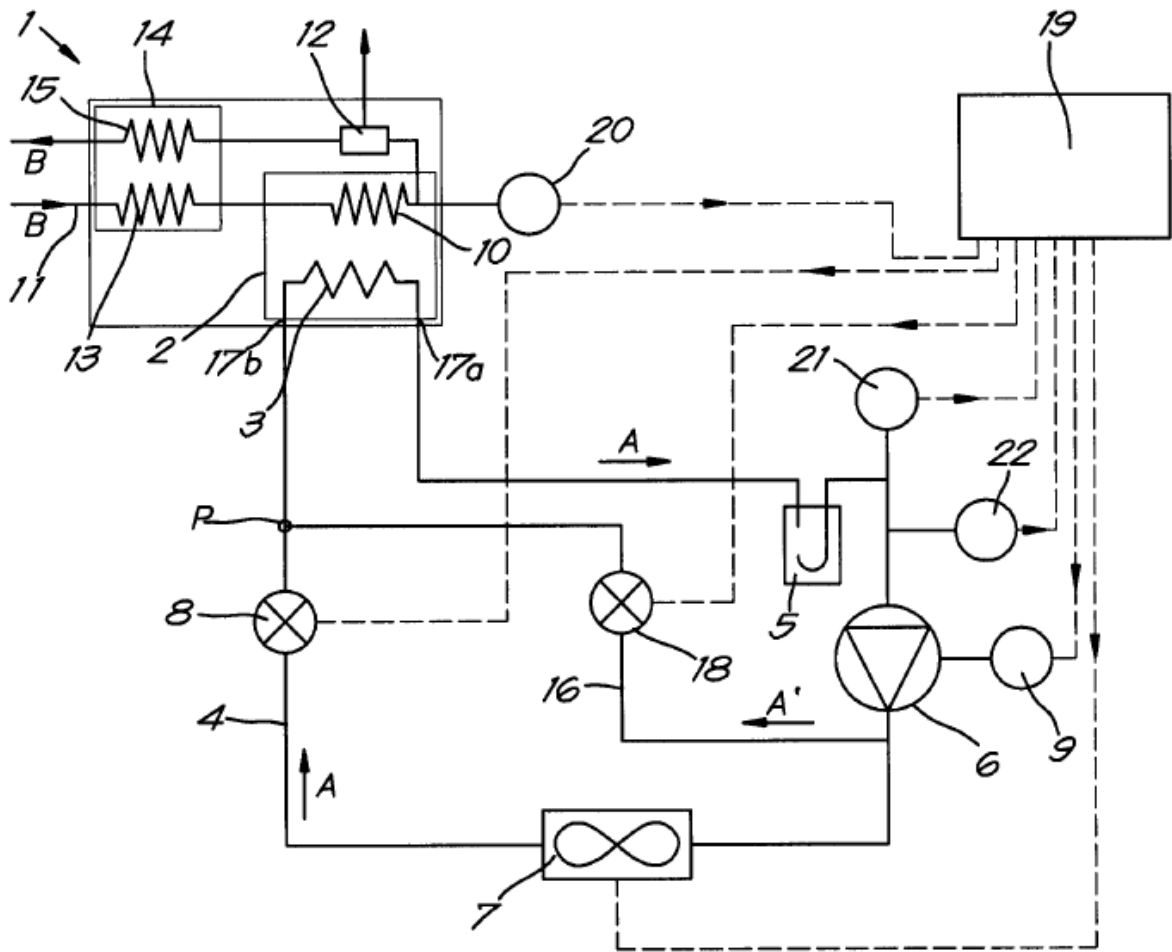


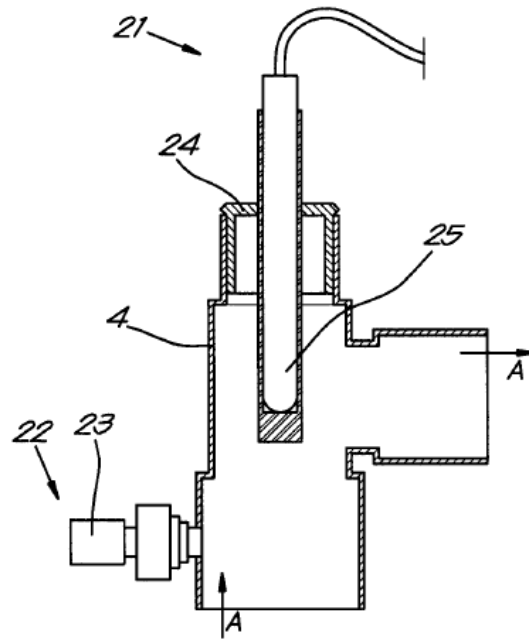
Fig. 2



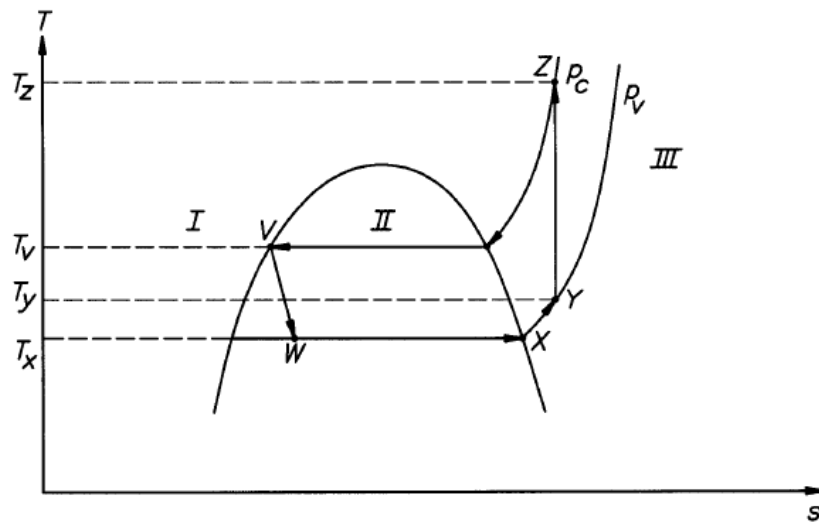
*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5*



*Fig. 6*