

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 736 475**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2015 PCT/BE2015/000014**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15168753**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2015 E 15736774 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019 EP 3140023**

54 Título: **Método y dispositivo para liofilizar un gas usando un intercambiador de calor con circuito de refrigeración cerrado**

30 Prioridad:

**09.05.2014 BE 201400347**

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

**02.01.2020**

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 2 736 475 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 liofilizar un gas usando un intercambiador de calor con circuito de refrigeración cerrado

La presente invención se refiere a un método para liofilizar un gas.

5 De manera más específica, La invención está pensada para liofilizar un gas, mediante lo 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 refrigeración cerrado en el cual un refrigerante puede circular por medio de un compresor que está instalado en el circuito de refrigeración aguas abajo del evaporador y al que le sigue un condensador y medios de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante.

10 Un ejemplo de un sistema conocido se puede encontrar en el documento GB 2.183.320 A mediante el cual se desvela un dispositivo para la compresión de gases, comprendiendo el dispositivo dos deshumidificadores por congelación conectados a un compresor. Cada uno de los dos deshumidificadores por congelación comprende un intercambiador de calor por el cual el refrigerante gaseoso se extrae a través del intercambio de calor y, si corresponde, a través de un separador de líquido por medio de un compresor de refrigerante.

15 La refrigeración, como se sabe, se basa en el principio de que al disminuir la temperatura del gas, la humedad del gas se condensa, después de lo cual el condensado se separa en un separador de líquidos y después el gas se calienta de nuevo de manera que este gas ya no esté saturado.

20 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 condensación. Debido al agua condensada, la corrosión se produce en las tuberías y herramientas que extraen el aire comprimido del compresor, y el equipo puede presentar un desgaste prematuro.

En consecuencia, es necesario secar este aire comprimido, lo cual se puede hacer de la manera mencionada anteriormente mediante liofilización. De este modo, también se puede secar el aire que no sea aire comprimido u otros gases.

25 Ya se conoce un método para la liofilización, mediante el cual el condensador es un condensador enfriado por aire que está equipado con uno o más ventiladores.

Estos ventiladores pueden encenderse y apagarse dependiendo del enfriamiento requerido para el condensador y el refrigerante.

Estos ventiladores se encenderán en un determinado valor umbral y se apagarán de nuevo en otro valor umbral.

30 De este modo, a menudo se hace más refrigeración de la estrictamente necesaria para tener una cierta reserva, de modo que el consumo de energía de un ventilador de este tipo es a menudo más alto de lo que realmente es necesario.

La conexión o desconexión del ventilador variará la presión del condensador.

Esto tiene la desventaja de que cuando la presión del condensador aumenta, el compresor consumirá más energía.

35 Un ejemplo de un sistema que intenta superar tal desventaja se puede encontrar en el documento US 6.516.622 B que desvela un secador de aire refrigerante que comprende un evaporador, un compresor, un condensador que tiene un ventilador y un motor de ventilador, un dispositivo de estrangulamiento y una válvula de derivación de gas caliente. El documento que desvela un método de control para el motor del ventilador de modo que si la presión de condensación es mayor que un umbral preestablecido, la velocidad del motor aumenta y, si la presión de condensación es menor que el umbral preestablecido, la velocidad del motor disminuye.

40 Sin embargo, variando la presión del condensador, los medios de expansión y otras válvulas en el circuito de refrigeración se ven afectados, y en consecuencia también la presión del evaporador y la capacidad de refrigeración del circuito de refrigeración.

45 En consecuencia, los medios de expansión y otras válvulas se deben ajustar para evitar fluctuaciones de la presión del evaporador.

Esto lleva a un control muy complejo del sistema.

Otro sistema conocido se puede encontrar en el documento WO 2006.050.132 A, mediante el cual, un controlador para un sistema de refrigeración, el controlador que comprende una primera entrada indicativa de un consumo de energía de un compresor, una segunda entrada indicativa del consumo de energía de al menos un ventilador del condensador y una salida que proporciona una señal de control al ventilador del condensador. El controlador  
5 almacena un punto de ajuste del condensador y modula dicho punto de ajuste para minimizar el consumo de energía. Este ejemplo no es la solución más eficaz en el tiempo para un ajuste preciso de la velocidad del ventilador del condensador.

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

10 El objeto de la presente invención es un método para liofilizar 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 refrigeración cerrado en el cual un refrigerante puede circular por medio de un compresor que está instalado en el circuito de refrigeración aguas abajo del evaporador, y que es seguido por un condensador y medios de expansión a través de los cuales puede circular el refrigerante, mediante el cual se hace  
15 uso de un condensador enfriado por aire con un ventilador controlado por frecuencia, y el método comprende la etapa de controlar la velocidad del ventilador mencionado anteriormente para que la presión del condensador se mantenga igual al valor objetivo calculado o establecido, en que el valor objetivo calculado o establecido para la presión del condensador se elige de tal manera que la energía combinada absorbida por el compresor y el ventilador sea mínima, y en que se haga uso de una matriz predeterminada que muestre la energía combinada absorbida por  
20 el compresor y el ventilador en función de la presión del evaporador y la presión del condensador, por lo que el método comprende las etapas de:

- la determinación de la presión del evaporador;
  - basándose en la matriz mencionada anteriormente, la determinación del valor objetivo para la presión del condensador, lo que garantiza una energía combinada mínima a la presión del evaporador determinada de este modo.
- 25

Una ventaja es que dicho método que hace uso de un ventilador de frecuencia controlada permite que la presión del condensador se mantenga constante ajustando adecuadamente la velocidad del ventilador.

Esto tiene la ventaja de que la presión del evaporador no variará y de que las válvulas en el circuito de refrigeración no tienen que ajustarse o casi no tienen que ajustarse como resultado de los cambios en la presión del condensador.

30 Esto significa que el control y ajuste de tal dispositivo es mucho más simple.

Otra ventaja es que un ventilador controlado por frecuencia durará más que un ventilador que solo se puede encender y apagar.

Las válvulas en el circuito de refrigeración también durarán más ya que no tienen que ajustarse constantemente.

35 Se sabe que la energía consumida por el ventilador se puede determinar a partir de la velocidad del ventilador. La velocidad del ventilador determinará la presión del condensador. La energía del compresor se puede determinar basándose en la presión del condensador y la presión del evaporador.

En consecuencia, al elegir adecuadamente la presión del condensador, la energía combinada se puede mantener al mínimo, de modo que el dispositivo consumirá muy poca energía.

40 La invención también se refiere a un dispositivo para liofilizar 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 cual un refrigerante puede circular por medio de un compresor aguas abajo del evaporador, por lo tanto, aguas abajo entre el compresor y el evaporador, el circuito de refrigeración comprende sucesivamente un condensador y medios de expansión a través de los cuales puede  
45 circular el refrigerante, por lo que el condensador comprende un ventilador controlado por frecuencia, por lo que el dispositivo comprende una unidad de control mediante la cual, la unidad de control controla la velocidad del ventilador mencionado anteriormente de modo que la presión del condensador se mantenga igual al valor objetivo calculado o establecido, por lo que la unidad de control cuenta con un algoritmo de control que permite, variando la velocidad del ventilador, una variación acompañante de la energía combinada absorbida por el compresor y el ventilador que se determinará y la velocidad del ventilador que se ajustará a la velocidad a la que la energía  
50 combinada mencionada anteriormente es mínima, y la unidad de control cuenta con una matriz predeterminada que muestra la energía combinada absorbida por el compresor y el ventilador en función de la presión del evaporador y la presión del condensador y que la unidad de control también está conectada a medios para determinar la presión

del evaporador, por lo que la unidad de control determina el valor objetivo para la presión del condensador utilizando la matriz mencionada anteriormente basándose en la señal de los medios mencionados anteriormente, de modo que la energía combinada es mínima y ajusta la velocidad del ventilador para que la presión del condensador sea igual a este valor objetivo mencionado anteriormente.

5 Las ventajas de un dispositivo según la invención son análogas a las ventajas mencionadas anteriormente.

Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, algunas variantes preferidas de un método y dispositivo de acuerdo con la invención se describen a continuación a modo de ejemplo, sin ninguna naturaleza limitante, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

la figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo según la invención;

10 la figura 2 muestra esquemáticamente una matriz que muestra la energía combinada absorbida por el compresor y el ventilador en función de la presión del evaporador y la presión del condensador.

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

15 En este caso, el compresor 5 está dirigido por un motor 8 y se utiliza para hacer circular un refrigerante a través del circuito de refrigeración 4 de acuerdo con la flecha A. El compresor 5 puede ser un compresor volumétrico, por ejemplo, mientras que el motor 8 es un motor eléctrico, por ejemplo.

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

En este caso, y preferentemente, los medios de expansión 7 están formados por una válvula de expansión 7.

20 La sección secundaria 9 del intercambiador de calor 2 forma parte de una tubería 10 para secar aire húmedo cuya dirección de flujo se indica con la flecha B. La entrada de esta tubería 10 se puede conectar a una salida de un compresor, por ejemplo, para el suministro del aire comprimido que se va a secar.

Después de la sección secundaria 9 del intercambiador de calor 2, más específicamente en su salida, un primer separador de líquido 11 está instalado en la tubería 10.

25 En este caso una sección 12 de este tubo 10, antes de que llegue a la sección secundaria 9 del intercambiador de calor 2, se extiende a través de un prerrefrigerador o un intercambiador de calor de recuperación 13. Después de la sección secundaria 9, una sección 14 de esta tubería 10 también se extiende a través de este intercambiador de calor de recuperación 13, con el flujo opuesto a la mencionada sección 12.

30 El intercambiador de calor 2 es un intercambiador de calor de aire refrigerante de líquido y, de manera constructiva, puede formar una unidad con cualquier intercambiador de calor de recuperación 13 que sea un intercambiador de calor de aire-aire.

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

35 En este caso, el compresor 5 se desvía por una tubería de derivación 15 que conecta la salida del compresor 5 al punto de inyección P que se encuentra aguas arriba del compresor, pero aguas abajo de la salida 16 del evaporador.

El tubo de derivación 15 está construido con una válvula de derivación de gas caliente 17 para extraer el refrigerante del circuito de refrigeración 4.

40 Aguas abajo del punto de inyección P y aguas arriba del compresor, un segundo separador de líquido 18 está incorporado en el circuito de refrigeración cerrado 4.

Según la invención, el condensador 6 es un condensador enfriado por aire que está equipado con un ventilador controlado por frecuencia 19, cuya velocidad es infinitamente ajustable en este caso.

El dispositivo 1 está provisto además de una unidad de control 20. La unidad de control 20 está conectada al motor 8 y al ventilador 19 para controlarlos.

## ES 2 736 475 T3

La unidad de control 20 también está conectada a los medios 21 para determinar la presión del condensador y a los medios 22 para determinar la presión del evaporador.

Está claro que no se excluye que se proporcionen medios para determinar la temperatura más baja del gas (LAT) del gas a secar.

- 5 Está claro que los medios 22 determinan la temperatura del evaporador en lugar de la presión del evaporador en vista del vínculo inequívoco entre las dos.

El método de liofilizado por medio de un dispositivo 1 de acuerdo con la figura 1 es muy simple y es como sigue.

El aire a secar se transporta a través de la tubería 10 y, por lo tanto, a través de la sección secundaria 9 del intercambiador de calor 2 de acuerdo con la flecha B.

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

Como resultado, se forma un condensado que se separa en el primer separador de líquido 11.

- 15 El aire frío que contiene menos humedad en términos absolutos después de este primer separador de líquido 11, pero todavía tiene una humedad relativa del 100 %, se calienta en el intercambiador de calor de recuperación 13 bajo la influencia del aire recién suministrado para ser secado, de tal manera que la humedad relativa esté preferentemente por debajo del 50 %, mientras que el nuevo aire a secar ya está parcialmente enfriado en el intercambiador de calor de recuperación 13 antes de ser llevado al intercambiador de calor 2.

El aire en la salida del intercambiador de calor de recuperación 13 es por lo tanto más seco que en la entrada del intercambiador de calor 2.

- 20 Para permitir que el aire húmedo se enfríe en la sección secundaria 9 del intercambiador de calor, el refrigerante es guiado a través del circuito de refrigeración en la dirección de la flecha A a través del evaporador 3 o la sección primaria del intercambiador de calor 2.

El refrigerante caliente que sale del evaporador 3 está en la fase gaseosa y se elevará a una presión más alta por el compresor 5, después se enfría en el condensador 6 por el ventilador 19 y se condensa.

- 25 Cualquier líquido refrigerante aún presente después del evaporador 3 será retenido por el segundo separador de líquido 18.

El líquido refrigerante frío se expandirá luego por la válvula de expansión 7 y se enfriará más, antes de ser conducido al evaporador 3 para enfriar el aire a secar allí.

- 30 Bajo la influencia de la transferencia de calor, el refrigerante se calentará en el evaporador 3, se evaporará y se volverá a guiar al compresor 5.

- 35 La válvula de derivación de gas caliente 17 en la tubería de derivación 15 asegurará que cuando el aire en el intercambiador de calor 2 se enfríe demasiado, por ejemplo, en el caso de una carga variable del liofilizador, una cierta cantidad de refrigerante en forma de gas caliente se impulsará sobre el compresor a través de la tubería de derivación 15 mencionada anteriormente en la dirección de la flecha A'. De esta manera, la capacidad de refrigeración del dispositivo 1 puede disminuir y evitar que el condensado en el intercambiador de calor se congele o que la temperatura del refrigerante caiga demasiado.

Para mantener el control del circuito de refrigeración 4 lo más simple posible, el ventilador 19 será controlado por la unidad de control 20 de tal manera que la presión del condensador  $p_c$  se mantenga constante en un valor objetivo calculado o establecido.

- 40 Para determinar este valor objetivo, en este caso, se utiliza una matriz que se almacena en la unidad de control 20, por ejemplo.

Un ejemplo de dicha matriz se muestra en la figura 2.

La matriz proporciona la energía combinada que es absorbida por el compresor y el ventilador en función de la presión del evaporador  $p_v$  y la presión del condensador  $p_c$ .

La unidad de control 20 recibe el valor  $P_{vn}$  para la presión del evaporador  $p_v$  de los medios 22. Basándose en este valor  $P_{vn}$ , la unidad de control 20 determina un valor objetivo para la presión del condensador  $p_c$  en el que la energía combinada conjunta es un mínimo.

5 En el ejemplo de la figura 2, la energía mínima combinada es igual a  $x_{nn}$  y el valor objetivo que acompaña a la presión del condensador es igual a  $p_{cn}$ .

La unidad de control 20 ajustará la velocidad del ventilador de tal manera que la presión del condensador  $p_c$  alcance y mantenga el valor objetivo determinado  $p_{cn}$ .

10 De esta manera, la presión del condensador  $p_c$  se mantiene constante y a un valor objetivo tal que la energía combinada absorbida por el compresor 5 y el ventilador 19 sea mínima, lo que tiene la ventaja de que el dispositivo 1 funcionará en condiciones óptimas de eficiencia energética, ya que el compresor 5 y el ventilador 19 son los principales consumidores de energía en el circuito de refrigeración 4.

15 Es posible que la unidad de control 20 sea tal que el valor objetivo de la presión del condensador  $p_c$  se determine periódicamente, en otras palabras, la unidad de control 20 determina periódicamente un valor objetivo para la presión del condensador  $p_c$  de la matriz basándose en la señal de los medios 22. El intervalo con el que se determina el valor objetivo se puede elegir en función de la variación de la carga del dispositivo 1, por ejemplo.

En lugar de usar una matriz, el valor objetivo para la presión del condensador  $p_c$  también se puede determinar por medio de un algoritmo de control preprogramado en la unidad de control 20.

20 De este modo, la unidad de control 20 determinará la energía absorbida por el compresor 5 basándose en la señal de los medios 21 y 22, y determinará la energía absorbida por el ventilador 19 basándose en la velocidad actual del ventilador 19 para que se pueda determinar la energía combinada.

Después, la unidad de control 20 aumentará o disminuirá la velocidad del ventilador 19 en una determinada etapa y, de nuevo, determinará la energía combinada.

La unidad de control 20 determinará para qué velocidad del ventilador 19, fue mínima la energía combinada y ajustará el ventilador 19 a esta velocidad.

25 Si es necesario, los pasos anteriores se repiten de forma iterativa hasta que se alcanza una energía combinada mínima.

Este algoritmo de control garantiza que la unidad de control 20 sea autoaprendible e independiente del dispositivo 1 y del circuito de refrigeración y, por lo tanto, se pueda aplicar en diferentes dispositivos 1 y circuitos de refrigeración 4.

30 En otra realización preferida, la velocidad del ventilador 19 se ajusta a la velocidad mínima, por lo que se alcanza el valor objetivo calculado o establecido para la presión del condensador  $p_c$  o la presión del condensador  $p_c$  es tan buena como o igual al valor objetivo.

Este valor objetivo puede determinarse basándose en los métodos descritos anteriormente, o de otra manera.

Esto tiene la ventaja de que la velocidad del ventilador no es superior a la estrictamente necesaria.

35 Cuando a una determinada velocidad se alcanza el valor objetivo para la presión del condensador  $p_c$  dentro de una cierta tolerancia permitida, no es necesario aumentar aún más la velocidad para alcanzar realmente el valor objetivo. De hecho, es posible que, con el fin de alcanzar realmente el valor objetivo, La velocidad todavía tendrá que aumentar muy sustancialmente. Esto se combinará con un fuerte aumento en la energía consumida del ventilador 19, mientras que la variación de la presión del condensador  $p_c$  solo estará limitada.

40 Está claro que el valor objetivo calculado o establecido puede determinarse de muchas maneras diferentes para que la energía combinada absorbida por el compresor 5 y el ventilador 19 sea mínima.

También está claro que se puede controlar o ajustar la velocidad del ventilador 19 de muchas maneras diferentes por la unidad de control 20 para que la presión del condensador  $p_c$  se mantenga igual al valor objetivo.

45 Aunque en el ejemplo mostrado, el dispositivo 1 está provisto de un solo intercambiador de calor 2, está claro que también se pueden proporcionar una serie de intercambiadores de calor 2.

La presente invención no está limitada de ninguna manera a la realización descrita como ejemplo y mostrada en los dibujos, pero tal método y dispositivo pueden realizarse en diferentes variantes sin apartarse del alcance de la invención.

## REIVINDICACIONES

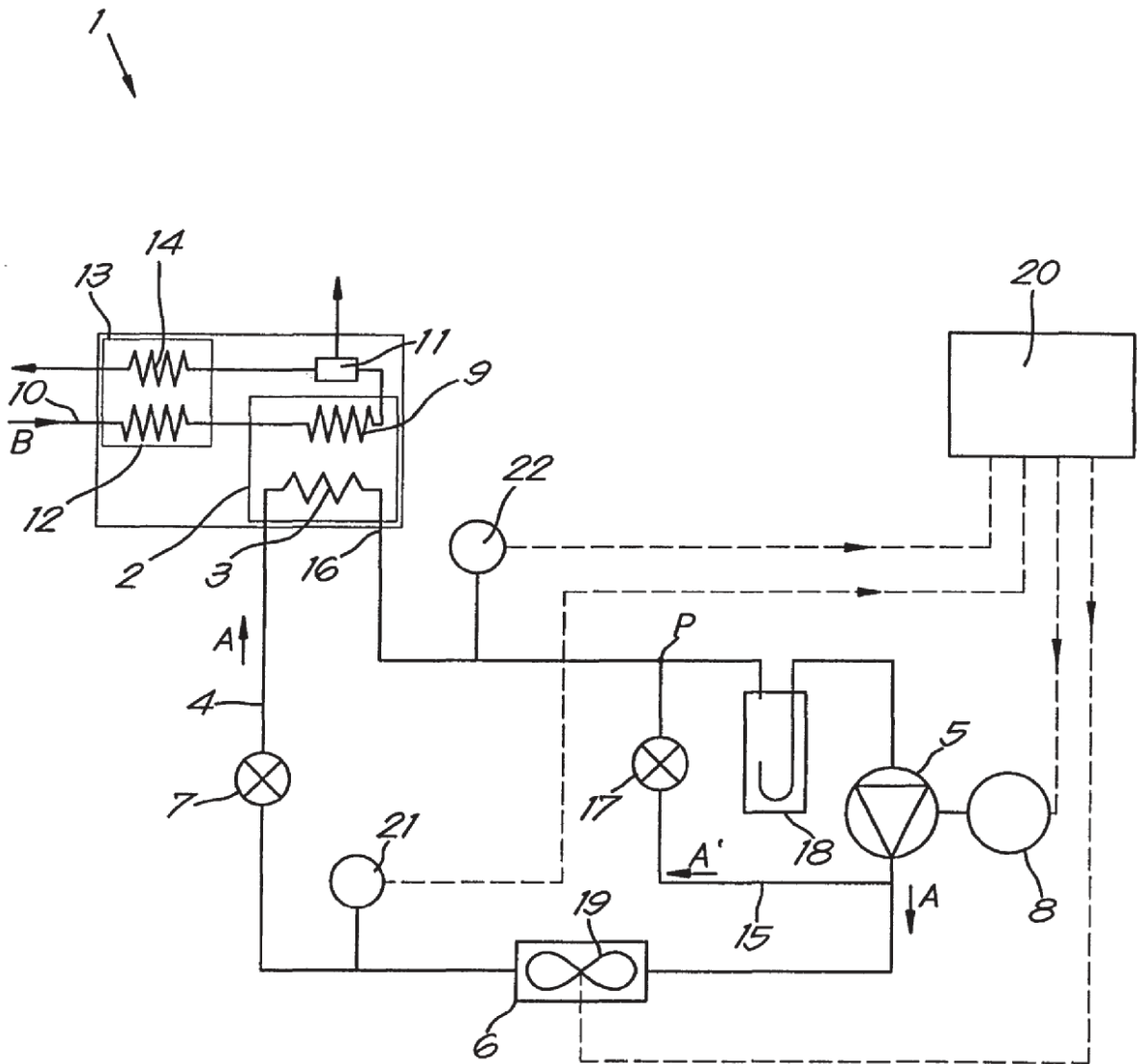
1. Método para liofilizar un gas, mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa guiando el gas a través de la sección secundaria (9) de un intercambiador de calor (2) cuya sección primaria forma el evaporador (3) de un circuito de refrigeración cerrado (4) en el que un refrigerante puede circular por medio de un compresor (5) que está  
5 instalado en el circuito de refrigeración (4) aguas abajo del evaporador (3), y que está seguido por un condensador (6) y un medio de expansión (7) a través del cual puede circular el refrigerante, **caracterizado por que** se hace uso de un condensador enfriado por aire (6) con un ventilador controlado por frecuencia (19), **por que** el método comprende la etapa de controlar la velocidad del ventilador (19) mencionado anteriormente de modo que la presión del condensador ( $p_c$ ) se mantiene igual a un valor objetivo calculado o establecido, **por que** el valor objetivo  
10 calculado o establecido para la presión del condensador ( $p_c$ ) se elige de modo que la energía combinada absorbida por el compresor (5) y el ventilador (19) sea mínima, y **por que** se utiliza una matriz predeterminada que muestra la energía combinada absorbida por el compresor (5) y el ventilador (19) en función de la presión del evaporador ( $p_v$ ) y la presión del condensador ( $p_c$ ), por lo que el método comprende las etapas de:
- la determinación de la presión del evaporador ( $p_v$ );
  - 15 - basándose en la matriz mencionada anteriormente, la determinación del valor objetivo para la presión del condensador ( $p_c$ ), lo que asegura una energía combinada mínima a la presión del evaporador ( $p_v$ ) determinada de esta manera.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el método comprende las siguientes etapas iterativas:
- 20 - la determinación de la energía combinada actual absorbida por el compresor (5) y el ventilador (19);
  - el aumento o la disminución de la velocidad del ventilador (19) en una etapa determinada;
  - la determinación de la nueva potencia combinada actual absorbida por el compresor (5) y el ventilador (19);
  - el ajuste de la velocidad del ventilador (19) a la velocidad para la cual la energía combinada determinada es la más baja;
  - 25 - si es necesario, la repetición iterativa de las etapas anteriores.
3. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** durante la etapa de ajustar la velocidad del ventilador, la velocidad se ajusta a la velocidad mínima, por lo que el valor objetivo calculado o establecido para la presión del condensador ( $p_c$ ) alcanza la presión del condensador ( $p_c$ ) o es aproximadamente igual al valor objetivo.
- 30 4. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el valor objetivo calculado o establecido para la presión del condensador ( $p_c$ ) se determina periódicamente.
5. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el método se utiliza para liofilizar el gas que se origina en un compresor.
6. Dispositivo para el liofilizado de un gas, mediante el cual el vapor de agua en el gas se condensa enfriando el gas,  
35 por lo que este dispositivo (1) está provisto de un intercambiador de calor (2) con una sección secundaria (9) a través de la cual se guía el gas a secar para enfriar el gas, y con una sección primaria que forma el evaporador (3) de un circuito de refrigeración cerrado (4) en el que un refrigerante puede circular por medio de un compresor (5) aguas abajo del evaporador (3), por lo que el circuito de refrigeración (4) aguas abajo entre el compresor (5) y el evaporador (3) comprende sucesivamente un condensador (6) y medios de expansión (7) a través de los cuales  
40 puede circular el refrigerante, **caracterizado por que** el condensador (6) comprende un ventilador controlado por frecuencia (19) y el dispositivo (1) comprende una unidad de control (20), por lo que la unidad de control (20) controla la velocidad del ventilador (19) mencionada anteriormente de manera que la presión del condensador ( $p_c$ ) se mantiene igual a un valor objetivo calculado o establecido, por lo que la unidad de control (20) está provista de un algoritmo de control que permite, variando la velocidad del ventilador (19), una variación acompañante de la energía  
45 combinada absorbida por el compresor (5) y el ventilador que se determinará y la velocidad del ventilador que se ajustará a la velocidad a la cual la energía combinada mencionada anteriormente es mínima, y por lo que se proporciona la unidad de control (20) con una matriz predeterminada que muestra la energía combinada absorbida por el compresor (5) y el ventilador (19) en función de la presión del evaporador ( $p_v$ ) y la presión del condensador ( $p_c$ ) y que la unidad de control (20) también está conectada a los medios (22) para determinar la presión del  
50 evaporador ( $p_v$ ), por lo que la unidad de control (20) determina el valor objetivo para la presión del condensador ( $p_c$ ) utilizando la matriz mencionada anteriormente basándose en a la señal de los medios (22) mencionados, anteriormente, de modo que la energía combinada sea mínima y se ajuste la velocidad del ventilador (19) para que la presión del condensador ( $p_c$ ) sea igual a este valor objetivo mencionado anteriormente.
7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** la unidad de control (20) ajusta la velocidad  
55 del ventilador (19) a la velocidad mínima, por lo que el valor objetivo calculado o establecido para la presión del



condensador ( $p_c$ ) alcanza la presión del condensador ( $p_c$ ) o es aproximadamente igual al valor objetivo.

8. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **caracterizado por que** la unidad de control (20) determina periódicamente el valor objetivo calculado o establecido para la presión del condensador ( $p_c$ ).

5 9. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6 a 8, **caracterizado por que** el gas a secar proviene de un compresor.



*Fig. 1*

$P_C \backslash P_V$	$P_{V1}$	$P_{V2}$	$P_{V3}$	...	$P_{Vn}$	...
$P_{C1}$	$x_{11}$	$x_{21}$	$x_{31}$	...	$x_{n1}$	...
$P_{C2}$	$x_{12}$	$x_{22}$	$x_{32}$	...	$x_{n2}$	...
$P_{C3}$	$x_{13}$	$x_{23}$	$x_{33}$	...	$x_{n3}$	...
...	...	...	...	...	...	...
$P_{Cn}$	$x_{1n}$	$x_{2n}$	$x_{3n}$	...	$x_{nn}$	...
...	...	...	...	...	...	...

*Fig. 2*