

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 986**

51 Int. Cl.:

F25B 5/02 (2006.01)

F25B 41/06 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2013 PCT/BE2013/000039**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.02.2014 WO14019033**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2013 E 13745563 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2880376**

54 Título: **Circuito de enfriamiento, instalación de enfriamiento en seco y método para controlar el circuito de enfriamiento**

30 Prioridad:

03.08.2012 BE 201200528

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

25.04.2017

73 Titular/es:

**ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE
VENNOOTSCHAP (100.0%)
Boomsesteenweg 957
2610 Wilrijk, BE**

72 Inventor/es:

BALTUS, FRITS CORNELIS A.

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 609 986 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

Circuito de enfriamiento, instalación de enfriamiento en seco y método para controlar el circuito de enfriamiento

5 [0001] La presente invención se refiere a un circuito de enfriamiento, una instalación de secado en frío, y un método para controlar un circuito de enfriamiento.

10 [0002] Generalmente el agua tiene que ser eliminado del gas comprimido, tal como aire comprimido, antes de ser suministrado a una red neumática debido a que la humedad en el gas puede ser nociva para los componentes y herramientas en la red neumática, dado que la humedad puede llevar a la corrosión o a la acumulación de agua en las herramientas que no están diseñadas para ello.

15 [0003] Una técnica conocida para el secado del gas es conocida como secado en frío, y esta técnica se basa en el principio de que al enfriar el gas, la humedad es evacuada del gas que es saturado o parcialmente saturado con agua, debido a que la humedad se condensa y se elimina como agua condensada, después de lo cual el gas se calienta nuevamente de modo que ya no se satura y por tanto se seca.

20 [0004] Con el secado en frío se usa un dispositivo que esencialmente consiste en un circuito de enfriamiento cerrado que comprende un refrigerante que se puede conducir alrededor del circuito por uno o más compresor(es) paralelo(s), y que comprende además, sucesivamente en la dirección de flujo del refrigerante, un condensador que de conecta a la salida del compresor; una válvula de expansión seguida por un evaporador que se conecta a la entrada del(los) compresor(es) anteriormente mencionado(s), donde el evaporador forma la sección primaria de un intercambiador de calor, y este intercambiador de calor también comprende una sección secundaria a través de la cual el gas que debe ser secado es guiado.

25 [0005] Por evaporación entera o parcial del refrigerante en el evaporador, como se conoce, el calor es extraído desde el gas que debe ser secado que fluye a través de la sección secundaria, donde este gas que debe ser secado es enfriado de manera que el condensado se libera y se puede separar, después de lo cual el gas es posteriormente secado calentando el mismo nuevamente.

30 [0006] Para prevenir daños en el(los) compresor(es), ningún líquido refrigerante puede entrar porque el refrigerante líquido puede dañar la cámara de compresión y también puede ocupar el sitio del aceite en el compresor, causando un desgaste acelerado o el soporte puede detenerse.

35 [0007] Por esta razón, y con observancia de un margen de seguridad, generalmente se asegura que el refrigerante en la salida del evaporador sea ligeramente sobrecalentado con una temperatura de sobrecalentamiento de aproximadamente 5°C por ejemplo.

40 [0008] Sobrecalentamiento significa que la temperatura del refrigerante en una posición determinada es superior a la temperatura de condensación, donde la presión del vapor del refrigerante es igual a la presión en el circuito de enfriamiento en la misma posición. Esta presión no es constante, y por tanto tampoco lo es dicha temperatura de condensación.

45 [0009] La extensión del sobrecalentamiento debe ser limitada debido a que cuanto mayor es la temperatura promedio en la sección primaria del intercambiador de calor, inferior es la capacidad de intercambio de calor, ya que la temperatura en la salida del evaporador se vuelve más alta.

50 [0010] Con una temperatura más alta del refrigerante la eficiencia de energía del(los) compresor(es) es también inferior, y hay un riesgo de que se excedan los límites del diseño para la temperatura en la salida del(los) compresor(es).

[0011] Para controlar la extensión del sobrecalentamiento, generalmente la válvula de expansión de un evaporador se controla para una extensión limitada del sobrecalentamiento en la salida del evaporador.

55 Si la extensión del sobrecalentamiento llega a ser mayor que un determinado valor objetivo, la válvula de expansión se abre de manera que entra más refrigerante en el evaporador y el sobrecalentamiento se reduce.

Si el sobrecalentamiento es inferior al valor objetivo anteriormente mencionado, la válvula de expansión se controla en la dirección opuesta y por tanto, en otras palabras, se cierra.

60 [0012] Especialmente para instalaciones de secado en frío con una alta capacidad, es deseable dividir el circuito de enfriamiento en varios subcircuitos paralelos y funcionar con más de un intercambiador de calor.

65 [0013] La razón principal para ello es que los intercambiadores de calor solo pueden ser construidos por un precio razonable hasta una determinada capacidad de intercambio de calor, y también que los intercambiadores de calor grandes generalmente no presentan un funcionamiento óptimo porque una buena distribución de refrigerante sobre el(los) intercambiador(es) de calor es difícil de conseguir.

[0014] En este caso puede haber varios intercambiadores de calor, cada uno con su propia válvula de expansión, sección primaria y sección secundaria, colocados en paralelo.

Los diversos subflujos del gas que debe ser secado que fluyen a través de las secciones secundarias respectivas de los intercambiadores de calor, normalmente, pero no necesariamente, vuelven juntos nuevamente tras el enfriamiento.

En la práctica los caudales a través de los diversos circuitos secundarios son aproximadamente iguales entre sí.

[0015] El control del sobrecalentamiento es problemático por ello, debido a que el control de una válvula de expansión, para controlar el sobrecalentamiento en la salida del evaporador que le pertenece, tiene efectos en los caudales refrigerantes a través de las otras válvulas de expansión, y por tanto la extensión del sobrecalentamiento en los otros evaporadores que pertenecen a estas válvulas de expansión.

[0016] Como resultado se obtiene una situación de control inestable que lleva a un nivel de fluctuación del sobrecalentamiento y temperaturas de fluctuación en la salida de las secciones secundarias de los intercambiadores de calor.

Estas temperaturas, que son también llamadas temperatura del aire más baja o "LAT" de un intercambiador de calor, pueden también presentar variaciones mutuas.

También es posible una situación desigual estable con valores de LAT individuales que difieren del punto establecido.

[0017] El gas, enfriado en los diversos circuitos secundarios, por tanto tiene una temperatura variable en el tiempo que tampoco es la misma en los diversos circuitos secundarios.

[0018] La situación inestable tiene un impacto negativo en la temperatura que debe ser alcanzada por el gas que debe ser secado en las secciones secundarias de los intercambiadores de calor, porque una LAT demasiado alta en un circuito secundario no se puede compensar por una LAT inferior en otro circuito secundario.

Esto se debe al hecho de que la LAT deseada está típicamente unos pocos grados por encima del punto de congelación del agua, y por tanto una LAT individual no puede ser normalmente inferior a un valor objetivo para evitar el riesgo de congelación.

[0019] Con un número relativamente pequeño de evaporadores, por ejemplo, cuatro, y con una selección de refrigerantes específicos, el problema de control se limita en la práctica, pero de hecho se puede medir.

[0020] Con una elección amplia de refrigerantes y más de cuatro evaporadores, por ejemplo, sin embargo, este problema previene la aplicación concreta de instalaciones de secado en frío con evaporadores paralelos.

[0021] Un ejemplo de una instalación de refrigeración se puede encontrar en JP H05 79,721 A, a nombre de Matsushita Seiko KK, que describe un sistema de aire acondicionado que controla el caudal refrigerante conforme a las capacidades requeridas.

Dicho sistema comprende una pluralidad de unidades interiores conectadas a una unidad exterior, una pluralidad de válvulas de expansión proporcionadas en los tubos de conexión entre las unidades interiores y la unidad exterior, ello significa transmitir las capacidades requeridas de las unidades interiores, una unidad de procesamiento y una unidad de control para controlar la apertura de la pluralidad de válvulas de expansión eléctrica.

[0022] Otros ejemplos se pueden encontrar en US 2009/133,416 A, a nombre de Hill Phoenix Inc., JP H07 120,091 A, a nombre de Toshiba Ave KK, US 2004/206,094 A, a nombre de Ebara Corporation, JP H01 127,859 A, a nombre de Mitsubishi Electric Corp, US 6,715,304 B, a nombre de Wycoff Lyman W, y en WO 2006/011,789 A, a nombre de Bonte Antonie.

[0023] El objetivo de la presente invención es proporcionar una solución a una o más de las desventajas anteriormente mencionadas y otras mediante un circuito de enfriamiento que se equipa con un refrigerante, un compresor, un condensador y combinaciones de válvula de expansión-evaporador montadas en paralelo en el circuito de enfriamiento donde los evaporadores forman parte de unos intercambiadores de calor separados y donde las salidas de los evaporadores respectivos se conectan a un tubo colector que se conecta con una entrada del compresor anteriormente mencionado, donde este circuito de enfriamiento comprende una conexión de control a las válvulas de expansión anteriormente mencionadas, y donde la unidad de control dispone de un algoritmo para controlar conjuntamente las válvulas de expansión sobre la base de señales de medición procedentes del sensor de temperatura y sensor de presión anteriormente mencionados, para controlar el sobrecalentamiento en el tubo colector anteriormente mencionado, donde los evaporadores forman la sección primaria de los intercambiadores de calor separados que cada uno también comprende una sección secundaria; y la unidad de control anteriormente mencionada se conecta a medios de medición para la determinación de la temperatura de gas más baja de las secciones secundarias de cada uno de los intercambiadores de calor anteriormente mencionados y que esta unidad de control comprende un algoritmo para controlar las temperaturas de gas más bajas de los intercambiadores de calor separados según el mismo valor objetivo, por el control separado de las válvulas de expansión respectivas de cada intercambiador de calor respectivo.

[0024] Esto difiere de un circuito de enfriamiento convencional donde el sobrecalentamiento se controla para cada evaporador.

Con un circuito de enfriamiento según la invención, no se tiene en cuenta el sobrecalentamiento individual después de los evaporadores.

5 [0025] Esto tiene la ventaja de que un funcionamiento estable del circuito de enfriamiento es obtenido por la presente, sin "descontrol" del control, de manera que la calidad del gas seco en cuanto a contenido de humedad y su constancia, y la vida del circuito de enfriamiento, son mejoradas.

10 [0026] Otra ventaja es que, gracias a la invención, un circuito de enfriamiento se puede equipar con un gran número de evaporadores colocados en paralelo, de manera que se pueden construir instalaciones mayores de las que había previamente, y también que se pueden construir instalaciones con una capacidad correspondiente a las instalaciones superiores presentes de forma más rentable.

15 [0027] Debido a un control directo de la temperatura en la entrada del compresor, los compresores son muy bien protegidos contra el exceso de la temperatura del diseño y contra la contaminación del aceite que resultaría en una pérdida de las propiedades de lubricación.

20 [0028] Una ventaja es también que se necesitan menos sensores de presión y temperatura en un circuito de enfriamiento según la invención. Esto reduce el coste y la complejidad.

25 [0029] El mecanismo de control para controlar la LAT de los intercambiadores de calor separados según el mismo valor objetivo, que es preferiblemente igual al promedio de los valores de LAT de los intercambiadores de calor individuales, tiene las ventajas de que las temperaturas de los flujos de gas desde las secciones secundarias son iguales, de manera que el promedio de los valores de LAT de los intercambiadores de calor puede ser igual o muy próximo a su temperatura objetivo, de manera que un bajo contenido de humedad del gas que debe ser secado puede ser obtenido.

30 [0030] La invención también se refiere a una instalación de secado en frío para gases que comprende un circuito de enfriamiento anteriormente descrito, los intercambiadores de calor cuyos evaporadores se incorporan en el circuito de enfriamiento, un tubo de entrada para gases conectado a un intercambiador de calor, y un tubo de salida conectado a un intercambiador de calor para gases.

35 [0031] La invención también se refiere a un método para controlar un circuito de enfriamiento que comprende un refrigerante, un compresor, un condensador y combinaciones de válvula de expansión- evaporador montadas en paralelo en el circuito de enfriamiento, donde los flujos refrigerantes de salida son mezclados entre sí en un flujo refrigerante combinado que es atraído por el compresor, y en el cual cada evaporador forma una sección de un intercambiador de calor separado, donde el sobrecalentamiento del flujo refrigerante combinado se controla según
40 un valor objetivo determinando el mismo y luego controlando conjuntamente las válvulas de expansión, donde los evaporadores forman la sección primaria de los intercambiadores de calor separados que cada uno también comprende una sección secundaria a través de la cual un gas que debe ser secado es guiado; que la temperatura de gas más baja de cada intercambiador de calor separado se controla según el mismo valor objetivo controlando
45 cada válvula de expansión por separado sobre la base de una diferencia entre una temperatura de gas más baja medida del intercambiador de calor perteneciente a la válvula de expansión y el valor objetivo anteriormente mencionado.

[0032] Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, una forma de realización preferida de un circuito de enfriamiento según la invención y un método según la invención para controlar un circuito de enfriamiento es descrito de ahora en adelante a modo de ejemplo, sin naturaleza limitativa, con referencia a los dibujos anexos, donde:

La Figura 1 muestra esquemáticamente un circuito de enfriamiento según el estado de la técnica en una aplicación de secado en frío;

La Figura 2 muestra un circuito de enfriamiento según la invención en la misma aplicación.

55 [0033] La Figura 1 muestra una instalación de secado en frío 1 convencional para el secado en frío de gases que comprende un circuito de enfriamiento con un refrigerante en la misma, que se puede conducir alrededor del circuito por uno o más compresores conectados en paralelo por un accionamiento mediante un motor 4 o similar.

60 [0034] La dirección de flujo del refrigerante en el circuito de enfriamiento 2 se indica en el dibujo por las flechas M.

[0035] Además el circuito de enfriamiento sucesivamente comprende, en la dirección de flujo del refrigerante, un condensador 5 que se conecta a la salida del(los) compresor(es) 3 y que es enfriado, por ejemplo, mediante un ventilador 6 o por medio de agua; válvulas de expansión controlable 7, 7A, 7B, cada una con un evaporador 8, 8A, 8B conectado a cada una de las mismas.

Los evaporadores 8, 8A, 8B se colocan en paralelo en el circuito de enfriamiento y sus salidas respectivas son conectadas, por medio de un tubo colector conjunto 9 y un separador de líquido 10 para cada compresor 3, a la entrada del(los) compresor(es) anteriormente mencionado(s).

5 [0036] Los lados de las válvulas de expansión respectivas 7, 7A, 7B, que no se conectan a un evaporador respectivo 8, 8A, 8B, son conectados entre sí y se conectan al lado de salida del condensador 5, o en otras palabras al lado del condensador a través del cual, durante el funcionamiento del circuito de enfriamiento 2, el refrigerante líquido sale del condensador 5.

10 [0037] Los intercambiadores de calor 11, 11A, 11B consisten en una sección de gas/evaporador (8/13, 8A/13A, 8B/13B) y una sección de gas-gas 12, 12A, 12B.

En el gas/evaporador 8, 8A, 8B forman la sección primaria de los intercambiadores de calor a través de los cuales los flujos refrigerantes, y 13, 13A, 13B forman la sección secundaria a través de la cual fluye el gas que debe ser secado.

15 El gas que debe ser secado es suministrado a través de un tubo de entrada conjunto 14 y tubos de entrada individuales 15, 15A, 15B en la dirección de las flechas L.

[0038] En estos intercambiadores de calor 11, 11A, 11B el gas primero fluye a través de la sección de gas/gas 12, 12A, 12B y luego a través de la sección secundaria 13, 13A, 13B, donde entra en contacto de calor con el evaporador 8, 8A, 8B para ser así enfriado.

[0039] Debido al enfriamiento, tiene lugar la condensación del agua en el gas.
El condensado formado por la presente se puede separar en un separador de condensados 16, 16A, 16B.
La temperatura de la corriente de aire en este separador de condensados 16, 16A, 16B se mide por un punto de medición de temperatura 17, 17A, 17B que se conecta a una unidad de control 18.

[0040] El gas enfriado desprovisto de agua es luego calentado nuevamente en la sección de gas/gas 12, 12A, 12B de los intercambiadores de calor 11, 11A, 11B y es conducido a través de los tubos de salida individuales 19, 19A, 19B a un tubo de salida conjunto 20.

[0041] La sección de gas/gas 12, 12A, 12B anteriormente mencionada de los intercambiadores de calor por la presente forma un intercambiador de calor de recuperación donde el gas caliente que debe ser secado se preenfria por gas ya enfriado en la sección secundaria 13, 13A, 13B que ha sido desprovisto de condensado libre y que por tanto es calentado nuevamente.

[0042] En esta instalación de secado en frío 1 conocida, en la salida de cada evaporador 8, 8A y 8B hay una presión y punto de medición de temperatura 21, 21A, 21B que se conecta a la unidad de control 18.
También es posible que la presión y medición de temperatura esté directamente acoplada a una válvula de expansión mecánica.

[0043] La información de estos puntos de medición 21, 21A, 21B se usa por la unidad de control 18 o por la válvula individual misma para ajustar la posición de las válvulas de expansión respectivas 7, 7A, 7B de manera que la temperatura del refrigerante en la salida de cada evaporador 8, 8A, 8B es tal que el refrigerante es sobrecalentado, de modo que ciertamente no hay más fase líquida.

[0044] Es este el caso de que para controlar una determinada válvula de expansión, por ejemplo 7A, solo se usa la información desde el punto de medición 21A perteneciente al evaporador 8A afectado, y que hay por tanto tres circuitos de control separados 22, 22A, 22B.

50 [0045] El sobrecalentamiento significa que el refrigerante tiene una temperatura más alta que la temperatura a la que la presión del vapor del refrigerante es igual a la presión, por tanto, la temperatura de condensación del refrigerante.

[0046] El nivel del sobrecalentamiento se puede expresar como una temperatura de sobrecalentamiento que es igual a la temperatura real del refrigerante menos la temperatura de condensación del refrigerante.

55 Esta temperatura de sobrecalentamiento tiene un determinado valor objetivo, por ejemplo 5°C, que es elegido de manera que la evaporación incompleta de líquido refrigerante es evitada, y también que se evita una temperatura de sobrecalentamiento innecesariamente alta con un posible impacto negativo en la vida de los componentes del(los) compresor(es) 3 y en su eficiencia energética.

60 [0047] La temperatura de condensación se mide indirectamente por una medición de presión.
La temperatura de condensación a una presión conocida puede después ser calculada o leída a partir de una tabla, de manera que a partir de una medición de presión y temperatura, se puede calcular la temperatura de sobrecalentamiento y controlar la posición de las válvulas de expansión 7, 7A, 7B sobre la base de la diferencia entre el valor calculado y el valor objetivo de la temperatura de sobrecalentamiento.

65

[0048] El punto de condensación en el tubo de salida conjunta 20 del gas que debe ser secado corresponde a la LAT promedio, según se mide por los puntos de medición de temperatura 17, 17A, 17B.

Esta LAT se compara con un valor objetivo sobre la base de que la velocidad del(los) motor(es) de accionamiento 4 del(los) compresor(es) se ajusta si fuera necesario.

5 De esta manera la capacidad del circuito de enfriamiento 2 se puede adaptar a la capacidad de enfriamiento requerida.

[0049] Una instalación de secado en frío 1 que se equipa con un circuito de enfriamiento 2 según la invención se muestra en la figura 2.

10 La realización en la base de esta invención no es evitar la presencia de líquido refrigerante en el evaporador individual 8, 8A, 8B sea crítica, sino evitar la presencia de líquido refrigerante en la entrada del(los) compresor(es) 3, y con el objetivo en una LAT igual en cada uno de los intercambiadores de calor 11, 11A, 11B.

Esto significa que el refrigerante en un evaporador individual 8, 8A, 8B puede ser totalmente o parcialmente líquido para que la mezcla no sea sobrecalentada totalmente.

15 [0050] La instalación de secado en frío 1 con circuito de enfriamiento 2 según la invención, a diferencia de la instalación de secado en frío 1 conocida, no es necesariamente equipada con un punto de medición de presión y de temperatura 21, 21A, 21B en la salida de cada evaporador 8, 8A, 8B.

20 Hay de hecho un punto de medición de presión 23 y un punto de medición de temperatura 24 en la entrada de un compresor 3, donde este punto de medición de presión 23 y punto de medición de temperatura 24 se puede alojar en una unidad de medición combinada de presión y de temperatura, y un punto de medición de temperatura 24 se proporciona en la entrada del otro compresor 3.

[0051] El tubo colector debe ser lo suficientemente largo para asegurar la buena mezcla del refrigerante que sale de los diferentes evaporadores 8, 8A, 8B y/o puede ser provisto de medios para mejorar la mezcla, tal como un mezclador estático u otro.

25 Si la mezcla es muy intensiva, el tubo colector 9 puede también ser muy corto, e in extremis puede incluso estar limitado a solo un punto colector donde los flujos de refrigerante que salen de los evaporadores 8, 8A, 8B concurren.

[0052] El funcionamiento de una instalación de secado en frío 1 con circuito de enfriamiento 2 según la invención es el mismo que la instalación tradicional con respecto a la circulación, compresión, expansión, enfriamiento y calentamiento del refrigerante.

30 La manera en que el funcionamiento del circuito de enfriamiento 2 es controlada es diferente y como se describe abajo.

35 [0053] Como datos de entrada la unidad de control 18 recibe la LAT de cada uno de los intercambiadores de calor separados 11, 11A, 11B y los valores de presión y de temperatura en el tubo colector 9 en la entrada de los compresores 3, donde la temperatura de sobrecalentamiento es calculada.

40 [0054] Estos datos de entrada se procesan como sigue: la posición de todas las válvulas de expansión individuales 7, 7A, 7B, se cambia conjuntamente y en la misma dirección, y preferiblemente en la misma extensión, cuando se encuentra una diferencia entre la temperatura de sobrecalentamiento y un valor objetivo para la misma, y una temperatura de sobrecalentamiento superior a la deseada conduce a la apertura adicional de todas las válvulas de expansión 7, 7A, 7B, y una temperatura de sobrecalentamiento inferior a la deseada conduce al cierre adicional de

45 todas las válvulas de expansión 7, 7A, 7B.

[0055] De esta manera la apertura promedio de las válvulas de expansión 7, 7A, 7B se ajusta para controlar la temperatura de sobrecalentamiento según su valor objetivo, y esto independientemente del control de las válvulas de expansión individuales 7, 7A, 7B sobre la base de otros datos de entrada.

50 [0056] La LAT promedio es también calculada.

Sobre la base de esta LAT promedio calculada y los valores de LAT individuales de los intercambiadores de calor respectivos 11, 11A, 11B la posición de la válvula de expansión 7, 7A, 7B perteneciente a cada intercambiador de calor 11, 11A, 11B es ajustada, y si la LAT individual es superior a la LAT promedio calculada, la válvula de expansión 7, 7A, 7B afectada se abre en menor medida y viceversa.

55 De esta manera las válvulas de expansión separadas 7, 7A, 7B son continuamente controladas con el objetivo de que los valores de LAT individuales se controlen según el valor de LAT promedio.

[0057] De esta manera, los circuitos de control separados ya no se usan, como tradicionalmente, sino que los circuitos de control de las válvulas de expansión 7, 7A, 7B se conectan entre sí.

60 [0058] La velocidad del(los) motor(es) 4 se puede ajustar sobre la base de la LAT promedio, de igual modo que con una instalación tradicional 1.

[0059] Con este fin, es necesario que el controlador de la velocidad del motor comunique con la unidad de control 18, o que éstos sean reunidos en una unidad de control combinada.

65

[0060] La frecuencia de control óptima para la posición promedio de las válvulas de expansión 7, 7A, 7B para el sobrecalentamiento por una parte, y la posición individual para la LAT por otra parte, pueden también ser determinadas por un experto en la técnica a partir de las características de respuesta de una instalación de secado en frío individual 1.

[0061] Resulta que para controlar las posiciones separadas de las válvulas de expansión 7, 7A, 7B en las instalaciones de secado en frío 1 con un mayor número, por ejemplo, ocho, de válvulas de expansión 7, 7A, 7B y evaporadores 8, 8A, 8B, la función siguiente da buenos resultados.

$$V_n = A \cdot \text{ABS}(x_n) x_n^3 + B \cdot x_n^3 + C \cdot \text{ABS}(x_n) x_n + D \cdot x_n$$

[0062] Donde V_n es la extensión a la que la apertura o cierre de la válvula de expansión 7, 7A, 7B con un número n tiene que ser cambiada, como resultado de una diferencia x_n entre la LAT individual en la sección secundaria respectiva 13, 13A, 13B con número n por una parte, y la LAT promedio por otra parte definida como $LAT_n - LAT_{\text{promedio}}$.

El término $\text{ABS}(x_n)$ representa el valor absoluto de x_n .

[0063] La invención no está limitada a esta función específica, sino que otras funciones son también posibles.

[0064] Para controlar las posiciones promedio de las válvulas de expansión 7, 7A, 7B, la función siguiente da buenos resultados.

$$W = E \cdot \text{ABS}(y) y^3 + F \cdot y^3 + G \cdot \text{ABS}(y) y + H \cdot y$$

[0065] Donde W es la extensión a la que la apertura o cierre de todas las válvulas de expansión 7, 7A, 7B tienen que ser cambiadas como resultado de la diferencia y entre la temperatura de sobrecalentamiento y su valor objetivo.

[0066] La invención no está limitada a esta función específica, sino que otras funciones son posibles también.

[0067] Los parámetros A, B, C, D, E, F, G, H son ajustables para obtener una buena característica de control, y dependen de la frecuencia de control entre otros.

[0068] También es posible seleccionar otros parámetros, dependiendo del signo de las variables x_n o y . Esto puede ser útil por ejemplo para el control de la temperatura de sobrecalentamiento, porque un sobrecalentamiento demasiado pequeño es potencialmente una situación de mucho daño que debe ser solventada más estrictamente que un sobrecalentamiento excesivo, que se considera más bien indeseable.

[0069] Un control total donde la suma de los ajustes V_n y W para cada válvula de expansión 7, 7A, 7B se calcula y transmite a una frecuencia determinada es posible también, en vez de dos ajustes separados V_n y W .

[0070] El uso del circuito de enfriamiento 2 según la invención no está limitado al secado en frío de gases, sino que puede también ser utilizado para otras aplicaciones.

[0071] El circuito de enfriamiento 2 mostrado en la figura 2 tiene tres evaporadores paralelos 8, 8A, 8B, cada uno con su propia válvula de expansión 7, 7A, 7B.

Está claro que lo anterior es solo dado como un ejemplo, y que el número de combinaciones de válvula de expansión-evaporador 7-8 se pueden expandir según se desee.

La invención incluso proporciona una ventaja relativamente superior con un mayor número de evaporadores paralelos 8, 8A, 8B.

[0072] El circuito de enfriamiento 2 mostrado en la figura 2 tiene dos compresores paralelos 3.

Tal circuito de enfriamiento 2 puede también ser construido con números diferentes de compresores 3, tal como uno, tres o más.

[0073] En los dibujos cada intercambiador de calor 11, 11A, 11B se equipa con una sección primaria y una sección secundaria, pero un circuito de enfriamiento según la invención también puede usarse para otros fines distintos del secado en frío, en cuyo caso la presencia de una sección secundaria de los intercambiadores de calor 11, 11A, 11B no es siempre necesaria.

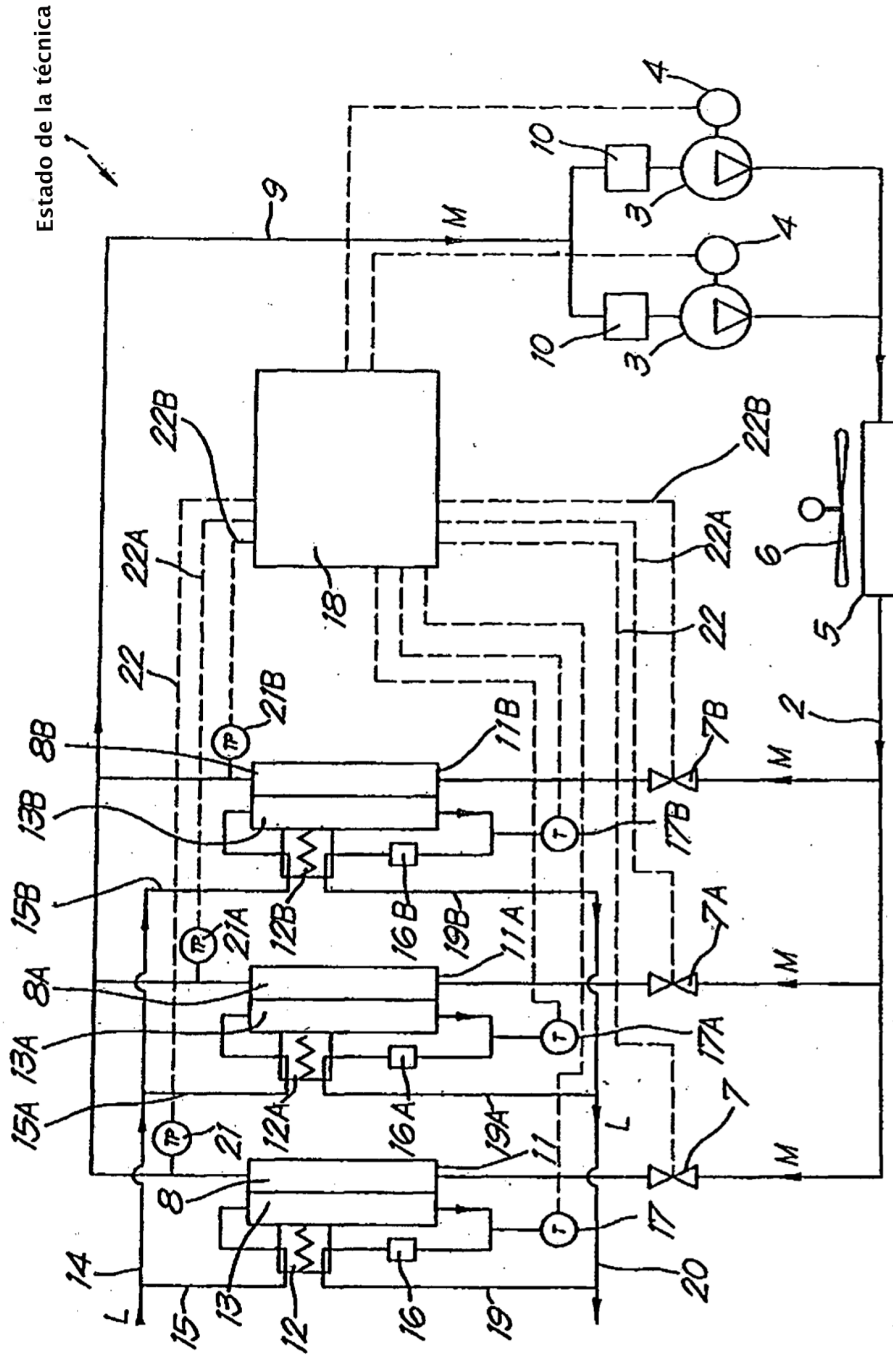
La invención por lo tanto no está limitada en esta manera.

[0074] La presente invención no está de ninguna manera limitada a las formas de realización descritas como un ejemplo y mostradas en los dibujos, sino que un circuito de enfriamiento según la invención y un método para controlar un circuito de enfriamiento se puede realizar en toda clase de variantes, sin apartarse del ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Circuito de enfriamiento que se equipa con un refrigerante, un compresor (3), un condensador (5) y combinaciones de válvula de expansión (7)-evaporador (8) montadas en paralelo en el circuito de enfriamiento donde los evaporadores (8) forman parte de unos intercambiadores de calor separados (11), donde las salidas de los evaporadores respectivos (8) se conectan a un tubo colector (9) que se conecta con una entrada del compresor (3) anteriormente mencionado, donde este circuito de enfriamiento (2) comprende una unidad de control (18) que se conecta al menos a un sensor de temperatura (24) y al menos un sensor de presión (23) que se colocan en el tubo colector (9) anteriormente mencionado y que también se conecta a las válvulas de expansión (7, 7A, 7B) anteriormente mencionadas para controlar las misma; donde la unidad de control (18) dispone de un algoritmo para controlar conjuntamente las válvulas de expansión (7, 7A, 7B) sobre la base de las señales de medición proporcionadas por el sensor de temperatura (24) anteriormente mencionado y sensor de presión (23), para controlar el sobrecalentamiento en el tubo colector (9) anteriormente mencionado, donde los evaporadores (8) forman la sección primaria de los intercambiadores de calor separados (11) que cada uno también comprende una sección secundaria (13); y la unidad de control (18) anteriormente mencionada se conecta con medios de medición (17) para la determinación de la temperatura de gas más baja (LAT) de las secciones secundarias (13) de cada uno de los intercambiadores de calor (11) anteriormente mencionados caracterizado por el hecho de que esta unidad de control (18) comprende un algoritmo para controlar las temperaturas de gas más bajas (LAT) de los intercambiadores de calor separados (11) según el mismo valor asignado, por el control separado de las válvulas de expansión respectivas (7, 7A, 7B) de cada intercambiador de calor respectivo (11).
2. Circuito de enfriamiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el sensor de temperatura (24) anteriormente mencionado y el sensor de presión (23) anteriormente mencionado se fijan entre la entrada del compresor (3) y un separador de líquido (10) que se fija en el tubo colector (9) anteriormente mencionado.
3. Circuito de enfriamiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que el valor objetivo anteriormente mencionado es el promedio de las temperaturas de gas más bajas determinadas (LAT) de los intercambiadores de calor individuales (10).
4. Circuito de enfriamiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que las válvulas de expansión (7, 7A, 7B) anteriormente mencionadas son válvulas controladas electrónicamente.
5. Circuito de enfriamiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que se equipa con dos o más compresores paralelos (3) y que cada compresor (3) dispone de una medición de temperatura individual (24) que se sitúa en una derivación del tubo colector (9) que conduce al compresor (3) afectado.
6. Instalación de secado en frío para gases, caracterizada por el hecho de que comprende un circuito de enfriamiento (2) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprende intercambiadores de calor (11) cuyos evaporadores (8) se incorporan en el circuito de enfriamiento (2), comprende un tubo de entrada (15) acoplado a un intercambiador de calor (11) para los gases, y comprende un tubo de salida (19) para los gases acoplado a un intercambiador de calor (11).
7. Método para controlar un circuito de enfriamiento (2) que comprende un refrigerante, un compresor (3), un condensador (5) y combinaciones de válvula de expansión (7)-evaporador (8) montadas en paralelo en el circuito de enfriamiento, donde los flujos refrigerantes de salida son mezclados entre sí en un flujo refrigerante combinado que es atraído por el compresor (3), donde cada evaporador (8) forma una sección de un intercambiador de calor separado (11), donde el sobrecalentamiento del flujo refrigerante combinado se controla según un valor objetivo determinando el mismo y luego controlando conjuntamente las válvulas de expansión (7, 7A, 7B), donde los evaporadores (8) forman la sección primaria de los intercambiadores de calor separados (11) que cada uno también comprende una sección secundaria (13) a través de la cual un gas que debe ser secado es guiado; caracterizado por el hecho de que la temperatura de gas más baja (LAT) de cada intercambiador de calor separado (11) se controla según el mismo valor objetivo controlando cada válvula de expansión (7, 7A, 7B) por separado sobre la base de una diferencia entre una temperatura de gas más baja medida (LAT) del intercambiador de calor (11) perteneciente a la válvula de expansión (7, 7A, 7B) y el valor objetivo anteriormente mencionado.
8. Método para controlar un circuito de enfriamiento según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que las válvulas de expansión (7, 7A, 7B) son controladas sobre la base de valores de presión y temperatura medidos en el tubo colector (9).
9. Método según la reivindicación 7 o 8, caracterizado por el hecho de que, para controlar el sobrecalentamiento, las posiciones de las válvulas de expansión (7, 7A, 7B) se ajustan en la misma dirección.
10. Método según la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que las posiciones de las válvulas de expansión (7, 7A, 7B) se ajustan hasta la misma extensión.

11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por el hecho de que, en condiciones de funcionamiento normales, el flujo refrigerante de salida de cada uno de los evaporadores (8, 8A, 8B) es parcialmente gaseoso y parcialmente líquido.
- 5 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado por el hecho de que el valor objetivo anteriormente mencionado es el promedio de las temperaturas de gas más bajas determinadas (LAT) de todos los intercambiadores de calor (11).
- 10 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado por el hecho de que no se tiene en cuenta el sobrecalentamiento del flujo refrigerante de salida de un evaporador separado (8) en el control de la LAT de un intercambiador de calor (11) según el valor objetivo.
- 15 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado por el hecho de que el control de la temperatura de gas más baja (LAT) de un intercambiador de calor (11) según el valor objetivo solo se hace sobre la base de la diferencia entre una temperatura de gas más baja medida (LAT) del intercambiador de calor (11) perteneciente a la válvula de expansión (7, 7A, 7B) y el valor objetivo anteriormente mencionado.
- 20 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, caracterizado por el hecho de que los evaporadores (8) forman la sección primaria de los intercambiadores de calor separados (11) que cada uno también comprende una sección secundaria (13) a través de la cual un gas que debe ser secado es guiado; y que un ajuste requerido de la posición de cada válvula de expansión separada (7, 7A, 7B) se calcula mediante al menos dos funciones separadas donde la diferencia entre la temperatura de gas más baja (LAT) del intercambiador de calor (11) perteneciente a una válvula de expansión (7, 7A, 7B) y la temperatura de gas más baja promedio (LAT), y la diferencia entre el valor objetivo y el valor medido del sobrecalentamiento del flujo refrigerante combinado, respectivamente son las variables independientes.
- 25 16. Método según la reivindicación 15, caracterizado por el hecho de que, dependiendo del signo de la diferencia entre el valor objetivo y el valor medido del sobrecalentamiento del flujo refrigerante combinado, una función diferente se selecciona para calcular el ajuste de la posición de las válvulas de expansión (7, 7A, 7B) como resultado de esta diferencia.
- 30



Estado de la técnica

Fig. 1

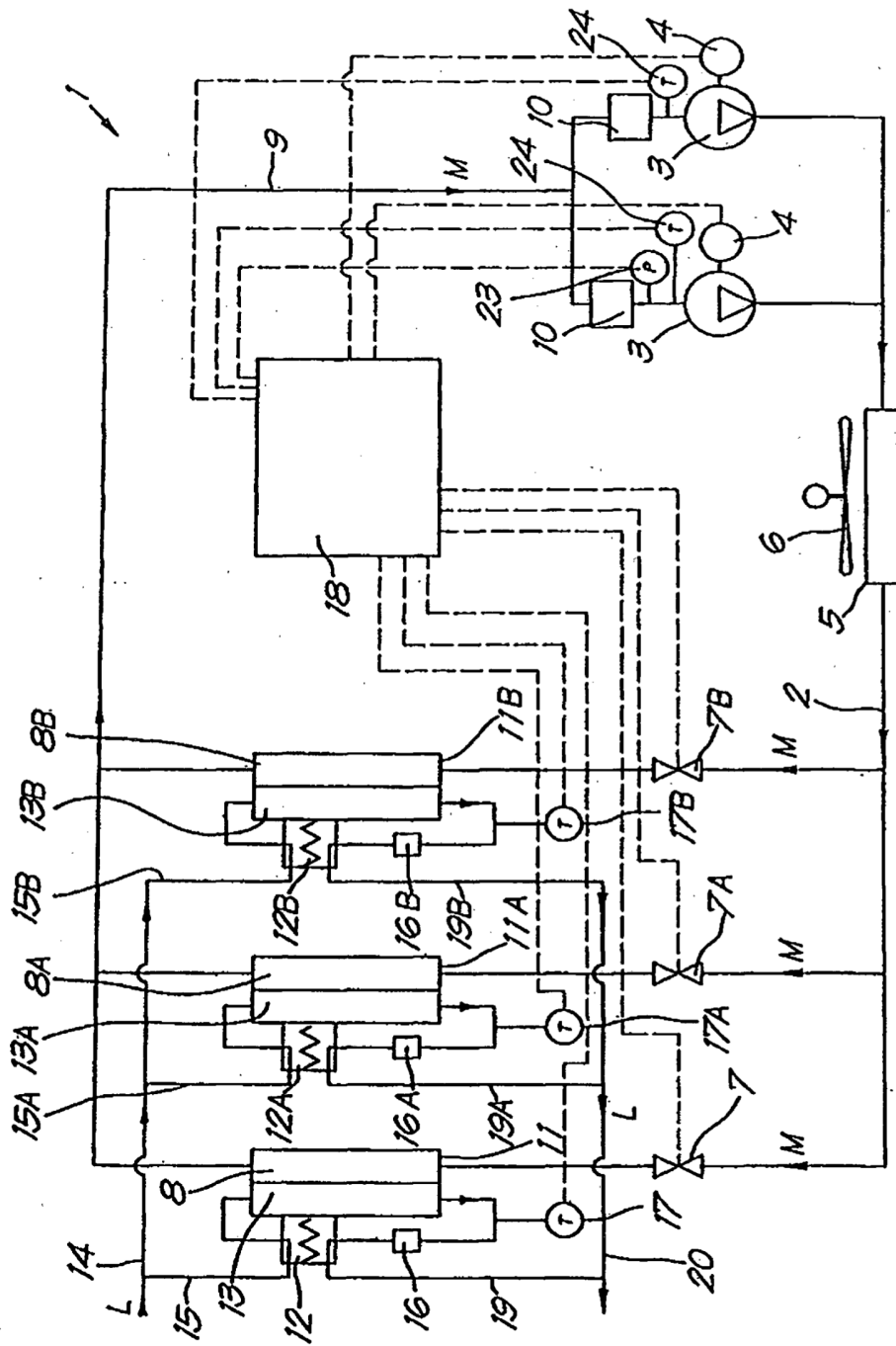


Fig. 2