



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 133**

51 Int. Cl.:
F25B 49/02 (2006.01)
F25B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07425351 .9**
96 Fecha de presentación : **04.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2000758**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.12.2008**

54 Título: **Dispositivo de control para una máquina de refrigeración.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.06.2011

73 Titular/es: **Rhoss S.p.A.**
Via delle Industrie, 211
45031 Arquà Polesine, IT

72 Inventor/es: **Zen, Alessandro;**
Cecchinato, Luca;
Beghi, Alessandro;
Bodo, Cristian;
Scodellaro, Alessandro y
Albieri, Michele

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 362 133 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

Dispositivo de control para una máquina de refrigeración

La presente descripción está relacionada con un dispositivo de control para una máquina de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1.

5 En particular, la presente invención encuentra una aplicación útil, aunque no exclusiva, en la regulación de la temperatura de suministro de un fluido de servicio que sale de un enfriador de agua para los sistemas de aire acondicionado centralizados, para los cuales la siguiente descripción hará referencia explícita sin no obstante ninguna pérdida de generalidad.

10 Tal como es conocido, el sistema de aire acondicionado centralizado para el control de la temperatura ambiente en un edificio comprende una pluralidad de serpentines con ventiladores, distribuidos oportunamente dentro del edificio y conectados entre sí por medio de un circuito hidráulico, y una máquina de refrigeración centralizada adecuada para enfriar un fluido de servicio, en particular un líquido refrigerante substancialmente compuesto por agua, y para transportar este fluido de servicio a las distintas serpentinas de ventiladores por medio del mencionado circuito hidráulico.

15 La máquina de refrigeración, normalmente indicada por el término "enfriador", comprende un circuito interno en el cual circula un fluido de trabajo que comprende un refrigerante, un circuito de salida que conecta el circuito hidráulico del sistema de aire acondicionado con la entrada y salida de la unidad para formar, conjuntamente con el mencionado circuito hidráulico, el denominado circuito hidrónico, un intercambiador de calor a través del cual el circuito interno y el circuito de salida pasan por el intercambio de calor entre el fluido de trabajo y el fluido de servicio, y uno o más compresores para implementar un ciclo de refrigeración en el fluido de trabajo a través de la compresión del propio fluido de trabajo.

20 Los dispositivos de control electrónico son conocidos también para controlar el encendido y apagado de los compresores sobre la base de una comparación directa entre una medida de la temperatura del fluido de servicio en la salida de la máquina de refrigeración, o más bien la temperatura de suministro del fluido de servicio, y un par de umbrales de temperatura, de forma tal que la temperatura de suministro pueda converger con un valor del punto de configuración predeterminado. Por ejemplo, la solicitud de la patente de los EE.UU., publicada con el número US 2005/0235669 A1 expone un dispositivo de control de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para controlar la conmutación de encendido y apagado del compresor, como una función de la comparación entre la temperatura detectada de una tubería de evaporación y un par de temperaturas de umbral.

30 Además de ello, la máquina de refrigeración está equipada típicamente con un depósito de almacenamiento aplicado en la rama de suministro del circuito hidrónico a una corta distancia del intercambiador de calor para producir una inercia térmica en el circuito hidrónico que ralentice las dinámicas del sistema de aire acondicionado en los términos de velocidad de la variación de la temperatura en el fluido de servicio, con el fin de evitar los fenómenos que podrían inducir una inestabilidad en el sistema, tal como unos fenómenos de oscilaciones no deseables en las válvulas del regulador de los serpentines con ventiladores. La temperatura de suministro, sobre cuya base se controla la conmutación de encendido y apagado de los compresores, se toma típicamente en la zona de aguas abajo del depósito de almacenamiento.

40 El depósito de almacenamiento está alojado usualmente dentro de armazón de metal que encierra varios componentes mecánicos de la máquina de refrigeración, y por tanto la dimensión y el costo de la máquina de refrigeración dependen en gran medida de su presencia. En consecuencia, por razones de costo y de las dimensiones globales, se intenta con frecuencia reducir o incluso eliminar el depósito de almacenamiento, fabricando en consecuencia una máquina de refrigeración potencialmente capaz de inducir los inconvenientes antes mencionados.

45 El objeto de la presente invención es crear un dispositivo de control para una máquina de refrigeración y una máquina de refrigeración que permita que puedan solucionarse los inconvenientes provocados por la ausencia del depósito de almacenamiento, y que al mismo tiempo sea simple y económica de fabricar.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo de control para una máquina de refrigeración y una máquina de refrigeración de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

50 La presente invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, los cuales ilustran un ejemplo no limitante de la realización, en donde:

- la figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de acondicionamiento de aire que comprende una máquina de refrigeración equipada con un dispositivo de control de acuerdo con la presente invención, y
- la figura 2 muestra una tabla de valores con los cuales se configuran ciertos parámetros del dispositivo del dispositivo de control en la figura 1.

55 En la figura 1, el numeral de referencia 1 designa en general un diagrama de bloques que muestran los principios de un sistema de acondicionamiento de aire, que comprende una pluralidad de serpentines con ventiladores 2

distribuidos oportunamente dentro de un edificio (no mostrado) para el cual se desea controlar la temperatura ambiente, y una maquina de refrigeración 3 adecuada para enfriar un fluido de servicio 5, en particular un liquido refrigerante compuesto substancialmente por agua, y hacer que circule por un circuito hidráulico 4 que conecte los serpentines con ventilador 2 con la maquina de refrigeración 3.

5 La maquina de refrigeración 3 comprende un circuito interno 6, en donde circula un fluido de trabajo 7 que comprende un refrigerante, y un circuito de salida 8, el cual conecta con el circuito hidráulico 4 del sistema 1 en correspondencia con una entrada 9 y una salida 10 de la maquina de refrigeración 3. Una serie de dispositivos se encuentran dispuestos a lo largo del circuito interno 6 para implementar un ciclo de refrigeración del fluido de trabajo 7, y en particular un primer intercambiador de calor 11 a través del cual pasan el circuito interno 6 y el circuito de salida 8 y que funcionan como un evaporador para hacer que el fluido de trabajo 7 se evapore a baja presión, absorbiendo calor del fluido de servicio 5; un compresor 12, preferiblemente del tipo de desplazamiento para llevar a cabo la compresión adiabática sobre el fluido de trabajo 7 en el estado de vapor; un segundo intercambiador de calor 13 que funcione como un condensador, es decir para que el fluido de trabajo 7 se condense para liberar el calor absorbido previamente hacia el exterior, y una válvula de expansión 14 para enfriar el fluido de trabajo 7 y hacer que parcialmente se evapore, de forma que esté preparado para otro ciclo.

10 El circuito hidráulico 4 del sistema 1 y el circuito de salida 8 de la maquina de refrigeración 3 forman el denominado circuito hidrónico 15, que comprende una rama de suministro 16, a lo largo de la cual circula el fluido de servicio 5 en una direccion D desde el intercambiador de calor 11 hacia los serpentines 2 con ventilador, y una rama de retorno 17, a lo largo de la cual el fluido 5 de servicio retorna al intercambiador de calor 11. La circulación del fluido de servicio 5 en la direccion D está garantizada por una bomba 18 colocada a lo largo de la rama de retorno 17.

15 Además de ello, la maquina de refrigeración 3 comprende un dispositivo de control 19 para controlar la conmutación de puesta en marcha y parada del compresor 12 basándose en la temperatura de suministro TLDV del fluido de servicio 5. Con un mayor detalle, el dispositivo de control 19 comprende un sensor de temperatura 20 colocado a lo largo de la rama de suministro 16 en la salida 10 de la maquina de refrigeración 3, para proporcionar una primera señal SDLV que representa la temperatura de suministro TDLV y una unidad 21 de control electrónico adecuada para poder conmutar el compresor 12 para la puesta en marcha y la parada, sobre la base de una comparación entre una medida de la temperatura de suministro TDLV provista por medio de una señal SDLV, y un par de umbrales de temperatura, tal que la temperatura de suministro TDLV converja a un punto de ajuste de la temperatura de suministro entre los dos umbrales de temperatura.

20 De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de control 19 comprende un filtro 22 conectado en la entrada con el sensor 20 para recibir la señal SDLV y en la salida con la unidad 21 de control electrónico para suministrar una señal correspondiente SCTRL obtenida por la amortiguación de las dinámicas de la señal SDLV de acuerdo con un modelo que reconstruya el comportamiento dinámico de un depósito de almacenamiento común. La señal SCTRL representa una temperatura de suministro con dinámicas amortiguadas en el dominio del tiempo, sobre la base de la cual se ejecuta el control del compresor 12.

25 En otras palabras, extrae una medida de la temperatura de suministro de la señal SCTRL y se compara con los umbrales de temperatura antes mencionados, para conmutar el compresor 12 a la puesta en marcha o para la parada del mismo.

30 Con más precisión, el filtro 22 se modela como un primer sistema de orden con retardo, en donde la función de transferencia para el dominio de la transformada de Laplace está dada por:

$$F(s) = \frac{e^{-sT}}{1 + s \cdot P} \quad (1)$$

35 en donde T define un retardo entre la señal de entrada SDLV y la señal de salida SCTRL, y en donde P representa un polo de la función de transferencia.

40 En consecuencia, mediante el dimensionado oportuno de los parámetros T y P de la función (1), es posible definir un depósito de almacenamiento virtual que simule la presencia de un depósito de almacenamiento de las características deseadas.

45 En realidad tienen lugar dos distintos fenómenos, con unas extensiones distintas, dentro de un depósito de almacenamiento: estratificación, el cual consiste en una división del fluido de servicio en capas de acuerdo con la temperatura, y mezclado, el cual consiste en el hecho de que esa parte del fluido de servicio de entrada está típicamente más fría que el interior, y que absorbe parte del calor de la última, convergiendo a una temperatura que puede definirse como la de equilibrio. En consecuencia, el retardo T representa el retardo debido a la estratificación y en donde el parámetro P es proporcional a un coeficiente de mezclado, el cual define el porcentaje de volumen del fluido de servicio 5 en el depósito, el cual está afectado por los fenómenos de mezclado, a la densidad del fluido de servicio 5 en el circuito hidrónico 15 expresado en kg/m³, y con un volumen de almacenamiento expresado en m³

50 que se desee simular, y que es inversamente proporcional al flujo masivo del fluido de servicio expresado en kg/s.

- La figura 2 muestra una tabla en donde se da el listado de una serie de valores que los parámetros T y P tienen que asumir con el fin de simular una serie correspondiente de los valores del volumen del depósito expresados en L/kW, es decir, expresados en litros con referencia a la potencia nominal del compresor 12. Estos valores han sido determinados a través de pruebas experimentales, aplicando un método conocido, el cual permite que un sistema pueda ser identificado por su respuesta a una señal de entrada, tal como una etapa unitaria por ejemplo. El mejor compromiso entre la amortiguación de las dinámicas del sistema 1 y la velocidad de regulación de la temperatura de suministro TDLV se obtiene por el dimensionado del filtro 22 para los volúmenes del depósito intermedios, entre 4 y 6 L/kW por ejemplo, y preferiblemente para un valor del volumen del depósito igual a 5 L/kW, para el cual existe un retardo T correspondiente, substancialmente igual a 32,6 s y un parámetro P substancialmente igual a 70,8 s.
- 5
- 10 Vale la pena observar que el diagrama del principio de la maquina de refrigeración 3 mostrado en la figura 1 puede describir genéricamente una maquina adecuada para calentar el fluido de servicio 5 para el fin de calentar los entornos en los cuales se coloquen los serpentines con ventiladores 2, por ejemplo una maquina 3 de refrigeración del tipo que opere como una bomba de calor. En este tipo de maquina de refrigeración 3, el compresor 12 está configurado de forma que ejecute el ciclo de refrigeración en el sentido opuesto al descrito previamente, tal que el intercambiador de calor 11 pueda funcionar como un condensador para transferir calor desde el fluido de trabajo 7 al fluido de servicio 5, y en donde el intercambiador de calor 13 funcione como un evaporador. Además de ello, el dimensionado del filtro 22 es virtualmente independiente del hecho de enfriar o calentar el fluido de servicio 5. Así pues, el dispositivo de control 19 provisto con el filtro 22 es aplicable también a una maquina de refrigeración adecuada para calentar el fluido de servicio 5.
- 15
- 20 La ventaja principal del dispositivo de control 19 anteriormente descrito para una maquina de refrigeración 3 es permitir la eliminación del depósito de almacenamiento en la rama de suministro 16 del circuito hidráulico 15, mientras que se garantiza la estabilidad necesaria del sistema 1 de acondicionamiento de aire, gracias a la presencia del filtro 22, el cual define un depósito de almacenamiento virtual.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control para una maquina de refrigeración (3) que comprende un compresor (12), en donde el dispositivo de control (19) comprende unos medios (20) de sensores de temperatura para proporcionar una primera señal (SDLV), que representa la temperatura de suministro (TLDV) de un fluido de servicio (5) en la salida de la maquina de refrigeración (3), una unidad de control (21) adecuada para conmutar el compresor (12) a la puesta en marcha y a la parada de acuerdo con la primera señal (SDLV), unos medios de amortiguación de la señal (22) para recibir la primera señal (SDLV), y para suministrar una segunda señal amortiguada correspondiente (SCTRL) obtenida por el amortiguamiento de las dinámicas de la primera señal (SDLV) y adecuada para ser alimentada en la entrada de la unidad de control (21) para controlar la mencionada conmutación a la puesta en marcha y para la parada del compresor (12), caracterizado porque los mencionados medios de amortiguación comprenden un filtro de primer orden (22) con retardo para simular una acumulación del mencionado fluido de servicio (5).

2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el mencionado filtro (22) tiene una función de transferencia en el dominio de la transformada de Laplace dada por:

$$F(s) = \frac{e^{-sT}}{1 + s \cdot P}$$

en donde T define un retardo entre la mencionada primera señal (SDLV) en la entrada al filtro y la mencionada segunda señal (SCTRL) en la salida del filtro (22), y en donde P es un parámetro de acumulación proporcional al volumen de almacenamiento del fluido de servicio (5), que se desea simular y a un coeficiente de mezcla del fluido de servicio (5) en el mencionado volumen de almacenamiento.

3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el mencionado filtro (22) está dimensionado para un valor del mencionado volumen de almacenamiento para simular en el rango de 4 a 6 L/kW.

4. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, en donde el mencionado retardo (T) entre la mencionada primera señal (SDLV) y la mencionada segunda señal (SCTRL) es igual a 32,6 s y el mencionado parámetro (P) de acumulación es igual a 70,8 s.

5. Una máquina de refrigeración (3) que comprende un compresor (12) y un dispositivo de control (19) para conmutar el compresor (12) a la puesta en marcha o a la parada de acuerdo con una medida de la temperatura de suministro (TDLV) de un fluido de servicio (5) en la salida de la maquina de refrigeración (3), y caracterizada porque el dispositivo de control (19) es del tipo expuesto en una de las reivindicaciones 1 a 4.

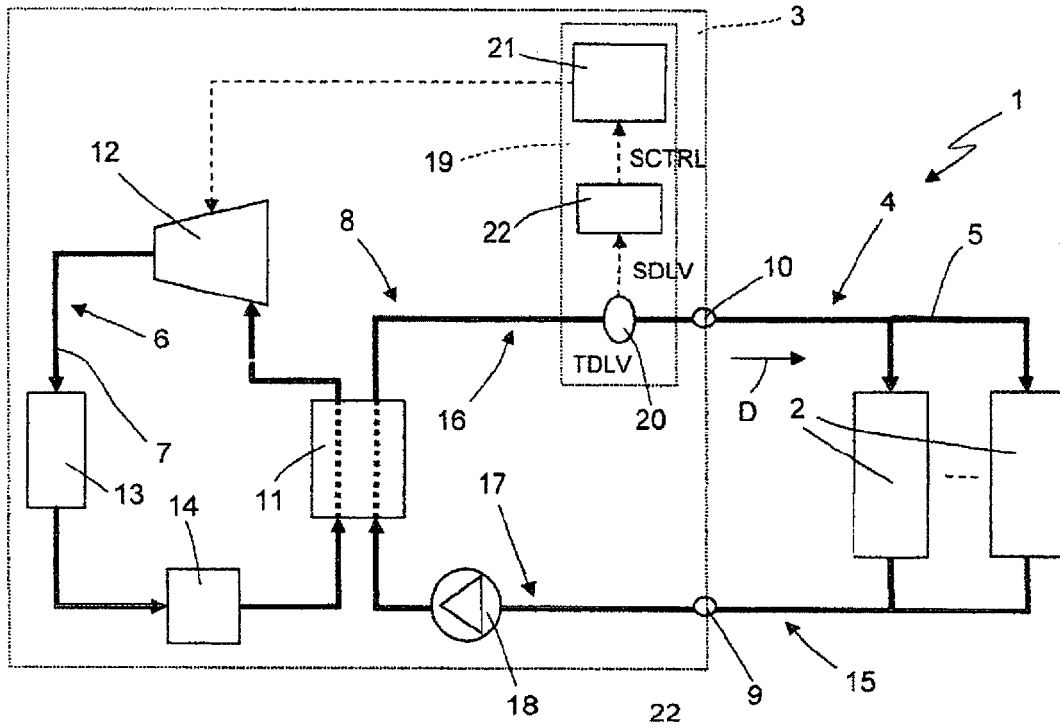


Fig. 1

L/kW	T	P
1	7.69	13.99
2	13.71	28.41
3	19.73	42.82
4	26.61	56.38
5	32.62	70.79
6	38.64	85.21
7	44.66	99.63
8	50.67	114.05
9	56.67	128.47
10	62.64	142.89

Fig. 2