

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 888**

51 Int. Cl.:

**F24D 19/10** (2006.01)

**F24F 11/00** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2016** E 16166129 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020** EP 3115703

54 Título: **Control de calefacción, ventilación y aire acondicionado**

30 Prioridad:

**03.07.2015 EP 15175298**

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

**06.11.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS SCHWEIZ AG (100.0%)  
Freilagerstrasse 40  
8047 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**PETRY, KARL-HEINZ y  
VOGT, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 791 888 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**

Control de calefacción, ventilación y aire acondicionado

Antecedentes

5 La presente divulgación se refiere a un dispositivo de control para instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Más particularmente, la presente divulgación se centra en un dispositivo de control capaz de realizar un equilibrio hidrónico. La presente divulgación también se refiere a instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado con un dispositivo de control como se describe a continuación.

10 Las instalaciones para calefacción, ventilación y/o aire acondicionado (HVAC) se componen comúnmente de una pluralidad de circuitos. Cada circuito comprende una o varias unidades terminales para proporcionar calefacción y/o refrigeración a varias partes de un edificio. Las unidades terminales generalmente son dispositivos de calefacción o dispositivos de refrigeración. Una unidad terminal de un sistema de calefacción doméstica puede ser, por ejemplo, un radiador.

15 En las instalaciones de HVAC, numerosos factores como las secciones transversales de las tuberías, las características de las válvulas, las posiciones de las unidades terminales dentro de la red de distribución, etc., afectan el flujo a través de los circuitos. Estos factores producen resistencias hidráulicas que varían en todo el sistema. Las resistencias hidráulicas generalmente relacionan la caída de presión y el flujo de un medio de calentamiento o el flujo de un refrigerante.

20 Las instalaciones HVAC, en particular los sistemas de calefacción, requieren un equilibrio hidrónico. El equilibrio hidrónico supera los problemas debidos a las diferentes resistencias hidráulicas de los circuitos de una instalación de HVAC. El equilibrio hidrónico de las instalaciones de calefacción de centros comerciales, residenciales y/o industriales garantiza que cada circuito de un sistema experimente un flujo adecuado.

25 La disposición real de una red de distribución a menudo ya no se puede establecer en edificios existentes o históricos. Entonces se deben utilizar estimaciones de las resistencias hidráulicas de las diversas partes de una instalación de HVAC. Además, se deben usar estimaciones de la cantidad de calefacción requerida para mantener la comodidad en cada habitación. Debido a esas incertidumbres, el equilibrio hidrónico será difícil de lograr en los edificios existentes y/o históricos.

30 Las dificultades prácticas mencionadas anteriormente pueden conducir a estimaciones conservadoras de la cantidad de calefacción requerida para mantener la comodidad. Esas estimaciones conservadoras generalmente involucran radiadores con valores de temperaturas de suministro que son excesivos. En consecuencia, las pérdidas térmicas de las calderas en la instalación son innecesariamente elevadas.

En ausencia de un equilibrio hidrónico adecuado, partes de un edificio tienen un suministro excesivo o insuficiente de calor. Es decir, el sistema HVAC no podrá suministrar el calentamiento o el enfriamiento necesarios. Por lo tanto, el sistema HVAC funcionará de manera ineficiente. Además, partes de un edificio experimentarán un flujo excesivo.

35 El flujo excesivo generalmente implica válvulas ruidosas y/o radiadores ruidosos. Además, el flujo excesivo aumenta el desgaste de piezas mecánicas, como válvulas electromecánicas, válvulas de membrana y/o bombas. En cuanto a las bombas eléctricas, el flujo excesivo implica además un desperdicio de energía eléctrica.

La presente divulgación mejora los dispositivos de control para instalaciones de HVAC. La presente divulgación tiene como objetivo proporcionar un equilibrio hidrónico sin conocimiento previo de la resistencia hidráulica de cada circuito individual de una instalación.

40 El modelo de utilidad alemán DE202012012915U1 se presentó el 24 de septiembre de 2012. DE202012012915U1 muestra un aparato de calefacción y/o refrigeración con una unidad de calor central.

Resumen

45 La presente descripción proporciona un dispositivo de control que lleva a cabo un equilibrio hidrónico sin conocimiento (exacto) de los detalles de la red de distribución. Un dispositivo de control, según esta invención, es particularmente útil junto con instalaciones en edificios existentes o en edificios históricos. Un dispositivo de control según esta descripción es generalmente parte de una instalación de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

50 El dispositivo de control de la presente invención puede comunicarse con (al menos dos de) las válvulas de una instalación de HVAC. Estas válvulas pueden transmitir, a modo de ejemplo no limitativo, la temperatura ambiente efectiva (y/o las posiciones de las válvulas) al dispositivo de control. El dispositivo de control puede comunicar una posición objetiva a las válvulas de una instalación y ajustar el flujo a través de una bomba del sistema. Para lograr el equilibrio hidrónico, el dispositivo de control, en un primer paso, determina y registra las posiciones máximas para cada válvula. El dispositivo de control también determina las constantes de tiempo de aumento de temperatura y/o de disminución de temperatura para (al menos dos de) las habitaciones de una instalación. El dispositivo de control, en un segundo paso, ajusta, en particular baja, el flujo a través de la bomba del sistema. El dispositivo de control continúa

ajustando el flujo a través de la bomba de la instalación de HVAC hasta que la posición de la válvula se aproxima o sustancialmente se aproxima al 100%.

5 Los problemas antes mencionados se resuelven mediante un dispositivo de control y mediante un procedimiento según las principales reivindicaciones de esta divulgación. Las realizaciones preferentes de la presente divulgación se describen en las reivindicaciones dependientes.

En otras palabras, la presente divulgación proporciona un procedimiento para el control de una instalación de HVAC con una fuente de calor y con al menos dos intercambiadores de calor conectados a una bomba que pueden generar una presión que hace que un fluido fluya a través de dichos intercambiadores de calor, en el que cada uno de los intercambiadores de calor tiene una válvula electromecánica ajustable, cada una conectada a un sensor de temperatura, y en el que cada una de las válvulas puede modular el flujo a través de su intercambiador de calor entre una posición abierta en la que puede fluir un fluido a través del intercambiador de calor y una posición cerrada en la que no es posible el flujo, en la que las válvulas y la bomba se conectan a un controlador de modo que el controlador está configurado para ajustar y monitorizar las posiciones de cada una de las válvulas y está configurado para ajustar la presión generada por la bomba, el procedimiento comprende los pasos de ajustar cada una de las válvulas electromecánicas a una posición diferente de su posición cerrada, cada una de las válvulas efectúa una primera medición y después de la primera medición efectúa una segunda medición, preferiblemente una segunda medición de temperatura, determinando para cada una de las válvulas una cantidad de aumento de temperatura en función de los resultados de la primera medición y de la segunda medición, determinando y registrando una posición límite para cada válvula en función de al menos una de dichas cantidades de aumento de temperatura, ajustando cada una de las válvulas electromecánicas a su posición límite, elevando los límites para las posiciones de cada una de las válvulas a una posición límite superior, bajando dicha presión generada por la bomba, mientras se monitoriza, por el controlador, las posiciones de la válvula de cada válvula hasta que una de las válvulas se aproxima o sustancialmente se aproxima a su posición límite superior.

25 Se prevé que la fuente de calor puede ser positiva o negativa. Es decir, la fuente de calor se puede usar para calefacción y para refrigeración.

La presente divulgación también proporciona un controlador para una instalación de HVAC con una fuente de calor y con al menos dos intercambiadores de calor conectados a una bomba que puede generar una presión que hace que un fluido fluya a través de dichos intercambiadores de calor, en el que cada uno de los intercambiadores de calor tiene una válvula electromecánica ajustable, cada una conectada a un sensor de temperatura, y en el que cada una de las válvulas puede modular el flujo a través de su intercambiador de calor entre una posición abierta en la que puede fluir un fluido a través del intercambiador de calor y una posición cerrada en la que no es posible el flujo, en el que el controlador está configurado para conectarse a las válvulas y a la bomba y está configurado para ajustar y monitorizar las posiciones de cada una de las válvulas y está configurado para ajustar la presión generada por la bomba, en el que el controlador está configurado para ajustar cada una de las válvulas electromecánicas a una posición diferente de su posición cerrada, en el que el controlador está configurado para leer de cada una de las válvulas el resultado de la primera medición y el resultado de la segunda medición, realizada después de la primera medición, preferentemente después de la primera medición de temperatura, en el que el controlador está configurado para determinar para cada una de las válvulas una cantidad de aumento de temperatura en función de los resultados de dicha primera medición y de dicha segunda medición, en el que el controlador está configurado para determinar y registrar una posición límite para cada una de las válvulas en función de al menos una de dichas cantidades de aumento de temperatura, en el que el controlador está configurado para ajustar cada una de las válvulas electromecánicas a su posición límite, en el que el controlador está configurado para elevar los límites de las posiciones de cada una de las válvulas a una posición límite superior, en el que el controlador está configurado para bajar dicha presión generada por la bomba mientras se monitorizan las posiciones de la válvula para cada válvula hasta que una de las válvulas se acercan o se aproximan sustancialmente a su posición límite superior.

Es objeto de la presente divulgación proporcionar un dispositivo de control que cambie las posiciones de las válvulas de acuerdo con los cambios de configuración del sistema. Estos cambios de configuración incluyen, aunque no lo limita, fuentes de calor adicionales debido a la radiación solar incidente y/o a las personas presentes en una habitación. De este modo, el dispositivo de control puede ajustar iterativamente el flujo a través de la bomba del sistema.

50 También es objeto de la presente divulgación proporcionar un dispositivo de control que sea económico, duradero y fiable. Se prevé que un controlador defectuoso (proporcional, integral y/o derivado) de una válvula ya no implica el fallo del sistema en su conjunto. Un dispositivo de control central tiene preferentemente un control proporcional, integral y/o derivado incorporado para al menos una válvula.

55 Otro objeto de la presente divulgación es proporcionar un dispositivo de control, en el que los dispositivos de control determinan las cantidades relacionadas con el aumento de temperatura y/o la disminución de temperatura de una habitación a partir de al menos dos mediciones de temperatura posteriores.

Otro objeto más de la presente divulgación es proporcionar un dispositivo de control que determine las cantidades relacionadas con el aumento de temperatura y/o la disminución de temperatura de una habitación a partir de al menos dos mediciones subsiguientes de la posición de la válvula y/o de la carrera de la válvula.

Otro objeto de la presente divulgación es proporcionar un dispositivo de control, en el que el dispositivo de control lee una posición de la válvula de una instalación de HVAC y/o se comunica con al menos un medidor de flujo de una instalación de HVAC.

5 La presente descripción proporciona además una instalación de calefacción y/o ventilación, y/ o aire acondicionado con un dispositivo de control de acuerdo con la presente descripción.

En otras palabras, la presente descripción proporciona una instalación de HVAC con un controlador de acuerdo con la presente descripción.

10 La presente divulgación también proporciona una instalación de HVAC con un controlador de acuerdo con cualquier de las presentes divulgaciones, que proporciona al menos una pila de combustible y/o al menos una planta de cogeneración como fuente de calor.

La presente divulgación proporciona además un edificio con una instalación de calefacción y/ o ventilación y/o aire acondicionado con un controlador según la presente divulgación.

En otras palabras, la presente divulgación enseña un edificio comercial y/o residencial y/o industrial con un controlador según la presente divulgación.

15 Breve descripción de los dibujos

Para los expertos en la técnica serán evidentes varias características a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones no limitativas descritas. El dibujo que acompaña a la descripción detallada se puede describir brevemente de la siguiente manera:

La figura 1 es un dibujo esquemático de una instalación HVAC de la técnica anterior.

20 La figura 2 muestra las características hidráulicas de la instalación de la figura 1 en detalle.

La figura 3 es un dibujo esquemático de una instalación de HVAC con una unidad de control.

Descripción detallada

25 El dispositivo de control de la presente descripción es normalmente parte de una instalación de calefacción, ventilación y/o aire acondicionado. Una instalación de HVAC, como la que se muestra en la Fig. 1, consta de una fuente de calor 1 como una bomba de calor, un quemador de gas, un quemador de aceite, una planta de cogeneración, una pila de combustible (membrana de electrolito polimérico), una pila de combustible de óxido de silicón, etc. Una bomba 2 hace circular un medio adecuado, como un medio de calentamiento o un refrigerante, a través del circuito cerrado 3. El medio puede ser, a modo de ejemplo no limitativo, agua, una mezcla de R-401A, R-404A, R406A, R-407A, R-407C, R-408A, R-409A, R-410A, R-438A, R-500 o R-502. La bomba 2 es preferentemente una bomba eléctrica. Se prevé que la bomba 2 sea una bomba de velocidad variable. En una realización particular, una unidad de modulación de ancho de pulso alimenta el o los bobinados de un motor de la bomba 2 de acuerdo con un ciclo de trabajo.

30 En otras palabras, la presente descripción muestra un controlador 15 que está configurado para ajustar la presión generada por la bomba 2 alimentando un motor de la bomba 2 con una señal modulada por ancho de pulso.

35 El circuito de lazo cerrado 3 de la Fig. 3 está formado por una pluralidad de lazos 4, 5 y 6. Una válvula 7, 8 y 9 está dispuesta en cada lazo 4, 5 y 6. Las válvulas 7, 8 y 9 se utilizan para ajustar el flujo a través de sus respectivos lazos 4, 5 y 6. Al menos una de las válvulas 7, 8 y 9 es una válvula electromecánica. Se prevé que todas las válvulas 7, 8 y 9 sean válvulas electromecánicas. Cada uno de los lazos 4, 5 y 6 que se muestran en la Fig. 1 tiene una válvula 7, 8 y 9. En una realización especial, hay al menos un lazo sin válvula. En otra realización, al menos un lazo 4, 5 o 6 comprende una pluralidad de válvulas. Al menos una de las válvulas 7, 8 o 9 de la instalación mide preferiblemente la temperatura y/o ajusta el flujo de acuerdo con la temperatura.

40 En otras palabras, el controlador 15 de la presente descripción está configurado para conectarse a las válvulas 7, 8, 9, y está configurado para leer de cada una de las válvulas 7, 8, 9 el resultado de la primera medición y el resultado de la segunda medición realizada después de la primera medición de temperatura, en donde la primera medición es una primera medición de temperatura y la segunda medición es una segunda medición de temperatura.

45 Los lazos 4, 5, 6 también proporcionan cada uno una unidad de intercambio de calor 10, 11,12. Si el sistema HVAC de la figura 1 es una instalación de calefacción, la unidad de intercambio de calor 10, 11, 12 será, por ejemplo, un radiador. Cada unidad de intercambio de calor 10, 11, 12 también puede comprender una pluralidad de intercambiadores de calor, como una pluralidad de radiadores.

50 Se prevé que cada lazo 4, 5 y 6 suministre a una parte de un edificio con calor o frío. En una realización particular, estas partes son habitaciones de un edificio. El edificio puede, por ejemplo, ser un centro comercial, industrial y/o residencial. El edificio puede, en particular, ser un lugar existente y/o histórico.

5 Cada uno de los lazos 4, 5, 6 mostrados en la Fig. 2 tiene una resistencia hidráulica. Se supone que  $b_4$  es la resistencia hidráulica del lazo 4,  $b_5$  la resistencia hidráulica del lazo 5 y  $b_6$  la resistencia hidráulica del lazo 6. Debido a la simetría de la red de distribución, las resistencias hidráulicas de las ramas P → Q y R → S se pueden combinar en una sola resistencia  $b_{14}$ . Asimismo, un valor de resistencia  $b_{13}$  describe las contribuciones de todas las ramas y lazos a la izquierda de los puntos P y Q.

La figura 2 muestra tres lazos en total. El primer lazo 4 comprende las ramas y los lazos con resistencias  $b_{13}$ ,  $b_{14}$  y  $b_4$ . El segundo lazo 5 comprende las ramas y los lazos con las resistencias  $b_{13}$ ,  $b_{14}$  y  $b_5$ . El tercer lazo 6 comprende las 30 ramas y los lazos con resistencias  $b_{13}$  y  $b_6$ .

10 Se supone que  $\dot{V}_4$  es el flujo a través del lazo 4,  $\dot{V}_5$  es el flujo a través del lazo 5 y  $\dot{V}_6$  es el flujo a través del lazo 6. La rama con resistencia  $b_{13}$  experimenta entonces un flujo  $\dot{V}_{13}$  que es la suma de todos los valores de flujo =  $\dot{V}_4$ ,  $\dot{V}_5$  y  $\dot{V}_6$  a través de los lazos 4, 5 y 6:

$$\dot{V}_{13} = \dot{V}_4 + \dot{V}_5 + \dot{V}_6$$

El flujo  $\dot{V}_{13}$  a través de la rama con resistencia  $b_{13}$  produce una caída de presión  $\Delta p_{13}$  que comúnmente se puede aproximar de la siguiente manera:

15 
$$\Delta p_{13} = b_{13} \cdot \dot{V}_{13}^2$$

Los valores  $\Delta p_4$ ,  $\Delta p_5$ ,  $\Delta p_6$  de la caída de presión en los lazos 4, 5 y 6 se aproximan de manera análoga a:

$$\Delta p_4 = b_4 \cdot \dot{V}_4^2$$

$$\Delta p_5 = b_5 \cdot \dot{V}_5^2$$

$$\Delta p_6 = b_6 \cdot \dot{V}_6^2$$

La caída general de presión  $\sum \Delta p_{L4}$  a través del lazo 4 es entonces:

$$\sum \Delta p_{L4} = \Delta p_{13} + \Delta p_{14} + \Delta p_4$$

20 La caída general de presión  $\sum \Delta p_{L5}$  a través del lazo 5 es entonces:

$$\sum \Delta p_{L5} = \Delta p_{13} + \Delta p_{14} + \Delta p_5$$

Del mismo modo, la caída general de presión  $\sum \Delta p_{L6}$  a través del lazo 6 es entonces:

$$\sum \Delta p_{L6} = \Delta p_{13} + \Delta p_6$$

25 El siguiente ejemplo asume las resistencias hidráulicas  $b_{13}$  y  $b_{14}$  de  $0.4 \text{ Pa} / (\text{l/h})^2$ . Además, las resistencias hidráulicas  $b_4$ ,  $b_5$  y  $b_6$  de los lazos 4, 5 y 6 son todas  $1.2 \text{ Pa} / (\text{l/h})^2$ . Los valores de flujo  $\dot{V}_4 = 150 \text{ l/h}$ ,  $\dot{V}_5 = 150 \text{ l/h}$  y  $\dot{V}_6 = 229 \text{ l/h}$  a través de los lazos 4, 5 y 6 producen un flujo

$$\dot{V}_{13} = \dot{V}_4 + \dot{V}_5 + \dot{V}_6 = 529 \text{ l/h.}$$

Del mismo modo, el flujo  $\dot{V}_{14}$  a través de la rama con la resistencia  $b_{14}$  es

$$\dot{V}_{14} = \dot{V}_4 + \dot{V}_5 = 300 \text{ l/h.}$$

30 La caída de presión  $\Delta p_{13}$  es

$$\Delta p_{13} = b_{13} \cdot \dot{V}_{13}^2 = 111936 \text{ Pa.}$$

y la caída de presión  $\Delta p_{14}$  es

$$\Delta p_{14} = b_{14} \cdot \dot{V}_{14}^2 = 36000 \text{ Pa.}$$

Las caídas de presión  $\Delta p_4, \Delta p_5, \Delta p_6$  en los lazos 4, 5 y 6 son

5 
$$\Delta p_4 = b_4 \cdot \dot{V}_4^2 = 27000 \text{ Pa,}$$

$$\Delta p_5 = b_5 \cdot \dot{V}_5^2 = 27000 \text{ Pa y}$$

$$\Delta p_6 = b_6 \cdot \dot{V}_6^2 = 62929 \text{ Pa.}$$

Los valores  $\sum \Delta p_{L4}, \sum \Delta p_{L5}$  y  $\sum \Delta p_{L6}$  para la caída total de presión dentro de los lazos 4, 5 y 6 se leen así

$$\sum \Delta p_{L4} = \Delta p_{13} + \Delta p_{14} + \Delta p_4 = 174936 \text{ Pa}$$

10 
$$\sum \Delta p_{L5} = \Delta p_{13} + \Delta p_{14} + \Delta p_5 = 174936 \text{ Pa}$$

$$\sum \Delta p_{L6} = \Delta p_{13} + \Delta p_6 = 174936 \text{ Pa}$$

En otras palabras, la caída total de presión dentro del lazo 4 es 174936 Pa. La caída total de presión dentro del lazo 5 es 174936 Pa y la caída total de presión dentro del lazo 6 es 174936 Pa. Todos los valores de la caída total de presión son los mismos.

15 Ahora se supone que la bomba 2 de la instalación genera una presión de 200000 Pa cuando se pone en servicio. Además, se supone que todas las válvulas 7, 8 y 9 están en sus posiciones completamente abiertas. De esto se deduce que

$$\sum \Delta p_{L4} = \sum \Delta p_{L5} = \sum \Delta p_{L6} = 200000 \text{ Pa.}$$

Como las resistencias hidráulicas  $b_{13} = b_{14} = 0.4 \text{ Pa} / (\text{l/h})^2$  y  $b_4 = b_5 = b_6 = 1.2 \text{ Pa} / (\text{l/h})^2$

20 permanecen iguales, los flujos de volumen  $V_{13} = V_4 + V_5 + V_6$  se convierte en

$$\dot{V}_4 = \dot{V}_5 = 160 \text{ l/h y}$$

$$\dot{V}_6 = 244 \text{ l/h.}$$

25 El flujo ideal a través del lazo 6 es el flujo que mantiene la temperatura objetivo en la habitación que corresponde al lazo 6. El presente ejemplo supone que el flujo ideal es 60 l/h para el lazo 6, 120 l/h para el lazo 5 y 100 l/h para el lazo 4. El flujo real a través del lazo 6 es de 244 l/h y excede al flujo ideal en más de un factor de cuatro. La habitación que corresponde al lazo 6 será la primera habitación que alcance (se acerque) a su temperatura objetivo. Después del inicio del sistema, las posiciones de estado estables y/o los valores de flujo  $s_4, s_5$  y  $s_6$  para los lazos 4, 5 y 6 se convierten en

$$s_4 = 62,5 \% \text{ para el lazo 4,}$$

30 
$$s_5 = 75 \% \text{ para el lazo 5 y}$$

$$s_6 = 25 \% \text{ para el lazo 6.}$$

35 La instalación, como se muestra en la Fig. 3, agrega una unidad de control 15 a la instalación. La unidad de control 15 de la Fig. 3 puede comunicarse con la bomba 2 y puede ajustar la presión ejercida por la bomba 2. La unidad de control 15 también funciona para comunicarse con las válvulas 7, 8 y/o 9 de la instalación y viceversa. Es decir, las válvulas 7, 8, 9 comunican sus posiciones de estado estacionario y/o los valores de flujo  $s_4, s_5$  y  $s_6$  a la unidad de control (central) 15. Las posiciones de estado estacionario y/o los valores de flujo  $s_4, s_5$  y  $s_6$  corresponden a las posiciones de la válvula (carreras), como completamente abierto o completamente cerrado.

El sistema entonces entra en un modo de control en el que la unidad de control 15 reduce la presión ejercida por la bomba 2. Se prevé que la unidad de control 15 reduzca iterativamente la presión ejercida por la bomba en pasos tales como el 2%, 3%, 5 % o 10%. Después de cada paso, la unidad de control 15 registra las posiciones y/o los valores de flujo de las válvulas 7, 8 y/o 9. Después de varias iteraciones, la presión ejercida por la bomba alcanza (se aproxima) a 115000 Pa. La posición de estado permanente correspondiente y/o el valor de flujo  $s_5$  para el lazo 5 se convierte en  $s_5 = 99\%$ .

Del mismo modo, los valores de estado estacionarios para los lazos 4 y 6 se convierten en  $s_4 = 83\%$  y

$$s_6 = 76\%.$$

La posición de estado estacionario y/o el valor de flujo  $s_5$  está cerca del 100%. Un valor de estado permanente del 99% está en realidad dentro del 5% del 100%. Por lo tanto, la unidad de control 15 deja de iterar.

La habitación y/o la parte del edificio que corresponde al lazo 6 será la primera en alcanzar (aproximarse) a la temperatura objetivo. A medida que la primera habitación y/o parte del edificio alcance (se aproxime) a su temperatura objetivo, el sistema cambiará del modo de inicio al modo de control. Se prevé que la unidad de control 15 estime la duración de la fase de arranque. Para ese fin, la unidad de control 15 se basa en un modelo matemático de aumento de temperatura y/o disminución de temperatura. Según la invención, el modelo matemático asume una función de aumento de temperatura  $r(t)$  en función del tiempo  $t$  que es

$$r(t) = T_0(1 - e^{-t/\tau}).$$

indica la temperatura objetiva y  $\tau$  indica la constante de tiempo de aumento de temperatura. El aumento de temperatura en el tiempo  $t = 0$  según este modelo es

$$r'(0) = \frac{T_0}{\tau}.$$

La unidad de control 15 determina así la constante de tiempo  $\tau$  de aumento de temperatura obteniendo al menos dos mediciones subsiguientes de la temperatura en relación con la posición de la válvula y/o el flujo. Se prevé que las válvulas 7, 8 y 9 de la instalación comuniquen las temperaturas a la unidad de control 15 al comienzo  $t \approx 0$  de la fase de arranque. También se prevé que las válvulas 7, 8 y 9 comuniquen el resultado de una segunda medición de temperatura unos segundos o minutos después. En una realización especial, la segunda medición de temperatura se realiza después de 30 segundos, preferiblemente después de 1 minuto o después de 2 minutos, también está prevista después de 3 minutos, después de 5 minutos, después de 7 minutos o después de 10 minutos.

En otras palabras, el controlador 15 de la presente divulgación está configurado para determinar para cada una de las válvulas 7, 8, 9 una cantidad de aumento de temperatura en función de los resultados de dicha primera medición y de dicha segunda medición, en la que la cantidad de aumento de temperatura es una función de la diferencia entre la primera medición y la segunda medición.

El experto en la materia comprende fácilmente que los aumentos de temperatura pueden ser positivos y/o negativos. Un aumento de temperatura negativo corresponde a una disminución de temperatura. El experto en la materia modifica las fórmulas anteriores en consecuencia.

En otras palabras, el controlador 15 de la presente divulgación está configurado para determinar para cada una de las válvulas 7, 8, 9 una cantidad de aumento de temperatura en función de los resultados de dicha primera medición y de dicha segunda medición, en la que la cantidad de aumento de temperatura es una función de la diferencia entre la primera medición y la segunda medición y en el que la cantidad de aumento de temperatura es una constante de tiempo  $\tau$ .

Se prevé que la unidad de control 15 proporcione una función de control para las válvulas 7, 8 y/o 9. Es decir, la unidad de control 15 proporciona un control proporcional, integral y/o derivado (PID) para las válvulas 7, 8 y/o 9. Con ese fin, las válvulas 7, 8 y/o 9 envían mediciones de temperatura y/o posiciones de la válvula a la unidad de control 15. La unidad de control 15 deriva una señal de control de las mediciones de temperatura y proporciona la señal de control a las válvulas 7, 8 y/o 9 de la instalación. La integración de la funcionalidad de control en la unidad de control 15 da como resultado un sistema que es menos propenso a fallos. El sistema, en particular, ya no fallará en su conjunto debido a una válvula con un controlador PI (D) defectuoso. La integración de la funcionalidad de control en la unidad de control 15 también ofrece ventajas en términos de costo, ya que la instalación prescinde de controladores separados en cada válvula.

En otras palabras, el controlador (15) que muestra la presente divulgación está configurado para ajustar la posición de al menos una válvula 7, 8, 9 según una salida de control derivada y/o determinada y/o calculada por el controlador 15 utilizando control proporcional y/o integral y/o derivado.

5 Hay una amplia gama de buses de comunicación y protocolos que proporcionan funciones de comunicación entre válvulas y unidades de control. Por lo general, se emplean soluciones inalámbricas como WLAN, KNX® RF y/o EnOcean®. Las soluciones cableadas también están en el mercado. Con frecuencia se basan en cables Ethernet® o en cables KNX®. La elección de cualquier solución inalámbrica o cableada en particular también está influenciada por los requisitos de ancho de banda.

10 Se prevé que las válvulas 7, 8 y/o 9 puedan comunicarse con la unidad de control 15 utilizando diversos protocolos. Hay casos en los que los dispositivos de una instalación dependen de un solo protocolo, como KNX®, Modbus, LON o BACnet®. Además, existen varios protocolos propietarios.

15 La unidad de control 15 tiene una memoria y un controlador de memoria para registrar valores tales como constantes de tiempo, parámetros proporcionales, integrales, derivados para el control, etc. Las válvulas 7, 8 y/o 9 preferentemente también comprenden una memoria y un controlador de memoria. La memoria puede, a modo de ejemplo no limitativo, ser una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria flash, un registro, un disco duro, un disco extraíble o similar.

20 Se prevé que el dispositivo de control 15 y/o las válvulas funcionen con un sistema operativo. El sistema operativo puede ser, por ejemplo, un sistema operativo Android®, un sistema operativo Windows® o un sistema operativo Linux® como Meego®. El sistema operativo puede ser un sistema específicamente adaptado a sistemas integrados y/o a controladores de instalaciones de HVAC. El sistema operativo también puede ser de uso general.

25 Partes del dispositivo de control 15 o partes de un método según la presente divulgación pueden estar incorporadas en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o por una computadora en la nube, o por una combinación de los mismos. El software puede incluir un firmware, un controlador de hardware ejecutado en el sistema operativo o un programa de aplicación. Por lo tanto, la divulgación también se refiere a un producto de programa informático para realizar las operaciones aquí presentadas. Si se implementa en el software, las funciones descritas pueden almacenarse como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Algunos ejemplos de medios de almacenamiento que pueden usarse incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria RAM magnética, memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, otros discos ópticos, un dispositivo Millipede®, o cualquier medio disponible al que se pueda acceder a través de un ordenador o cualquier otro equipo o aparato de TI.

30 Debe entenderse que lo anterior se refiere solo a ciertas realizaciones de la invención y que se pueden realizar numerosos cambios en la misma sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones. También debe entenderse que la invención no se limita a las realizaciones ilustradas y que pueden realizarse diversas modificaciones dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

Números de referencia

	1	fuelle de calor
	2	bombas (eléctricas)
	3	circuitos
5	4, 5, 6	lazos
	7, 8, 9	válvulas (electromecánicas)
	10, 11, 12	intercambiadores de calor o grupos de intercambiadores de calor
	13, 14	ramas
	15	unidad de control (central)

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para controlar una instalación de HVAC con una fuente de calor (1) y con al menos dos intercambiadores de calor (10, 11, 12) que están conectados a una bomba (2) que puede generar una presión que da lugar a un fluido que fluye a través de dichos intercambiadores de calor (10, 11, 12),

5 en el que los intercambiadores de calor (10, 11, 12) tienen cada uno una válvula electromecánica ajustable (7, 8, 9) cada una asociada con un sensor de temperatura, y

en el que cada una de las válvulas (7, 8, 9) puede modular el flujo a través de su intercambiador de calor (10, 11, 12) entre una posición abierta en la que un flujo puede fluir a través del intercambiador de calor (10, 11, 12) y una posición cerrada en la que no es posible el flujo,

10 en el que las válvulas (7, 8, 9) y la bomba (2) están conectadas a un controlador (15) de modo que el controlador (15) está configurado para ajustar y monitorear las posiciones de cada una de las válvulas (7, 8, 9) y está configurado para ajustar la presión generada por la bomba (2),

el procedimiento comprende los pasos siguientes:

ajustar cada una de las válvulas electromecánicas (7, 8, 9) a una posición diferente de su posición cerrada,

15 cada una de las válvulas (7, 8, 9) efectúa una primera medición de temperatura y después de la primera medición de temperatura efectúa una segunda medición de temperatura,

determinar para cada una de las válvulas (7, 8, 9) una cantidad de aumento de temperatura en función de los resultados de la primera medición de temperatura y de la segunda medición de temperatura,

20 determinar y registrar una posición límite para cada válvula (7, 8, 9) en función de al menos una de dichas cantidades de aumento de temperatura,

ajustar cada una de las válvulas electromecánicas (7, 8, 9) a su posición límite,

elevar los límites de las posiciones de cada una de las válvulas (7, 8, 9) a una posición de límite superior,

25 bajar dicha presión generada por la bomba (2) mientras se monitorean las posiciones de la válvula de cada válvula (7, 8, 9) por el controlador (15) hasta que una de las válvulas (7, 8, 9) se aproxima o sustancialmente se aproxima a su posición límite superior,

caracterizado porque,

la cantidad de aumento de temperatura se determina usando un modelo matemático en el que se asume una función de aumento de la temperatura  $T(t) = T_0(1 - e^{-t/\tau})$  en función del tiempo t, en el que  $T_0$  denota una temperatura objetiva y  $\tau$  denota una constante de tiempo de aumento de temperatura, en el que la constante de tiempo  $\tau$  de aumento de temperatura se determina obteniendo al menos la primera medición de temperatura y la segunda medición de temperatura en relación con la posición de la válvula y/o el flujo.

2. Un controlador (15) para una instalación de HVAC con una fuente de calor (1) y con al menos dos intercambiadores de calor (10, 11, 12) que están conectados a una bomba (2) que puede generar una presión que da como resultado un fluido que fluye a través de dichos intercambiadores de calor (10, 11, 12),

35 en el que los intercambiadores de calor (10, 11, 12) tienen cada uno una válvula electromecánica ajustable (7, 8, 9) cada una conectada con un sensor de temperatura, y

en el que cada una de las válvulas (7, 8, 9) puede modular el flujo a través de su intercambiador de calor (10, 11, 12) entre una posición abierta, en la que un fluido puede fluir a través del intercambiador de calor (10, 11, 12), y una posición cerrada en la que no es posible el flujo,

40 en el que el controlador (15) está configurado para conectarse a las válvulas (7, 8, 9) y a la bomba (2) y está configurado para ajustar y monitorear las posiciones de cada una de las válvulas (7, 8, 9) y está configurado para ajustar la presión generada por la bomba (2),

en el que el controlador (15) está configurado para ajustar cada una de las válvulas electromecánicas (7, 8, 9) a una posición diferente de su posición cerrada,

en el que el controlador (15) está configurado para leer de cada una de las válvulas (7, 8, 9) el resultado de una primera medición de temperatura y el resultado de una segunda medición de temperatura tomada después de la primera medición de temperatura,

5 en el que el controlador (15) está configurado para determinar para cada una de las válvulas (7, 8, 9) una cantidad de aumento de temperatura en función de los resultados de dicha primera medición de temperatura y de dicha segunda medición de temperatura,

en el que el controlador (15) está configurado para determinar y registrar para cada una de las válvulas (7,8,9) una posición límite en función de al menos una de dichas cantidades de aumento de temperatura,

10 en el que el controlador (15) está configurado para ajustar cada una de las válvulas electromecánicas (7, 8, 9) a su posición límite,

en el que el controlador (15) está configurado para elevar los límites de las posiciones de cada una de las válvulas (7, 8, 9) a una posición de límite superior,

15 en el que el controlador (15) está configurado para reducir dicha presión generada por la bomba (2) mientras se monitorizan las posiciones de las válvulas para cada válvula (7, 8, 9) hasta que una de las válvulas (7, 8, 9) se aproxima o sustancialmente se aproxima a su posición límite superior,

caracterizada porque,

20 el controlador (15) está configurado para determinar la cantidad de aumento de temperatura utilizando un modelo matemático en el que se asume una función de aumento de temperatura  $T(t) = T_0 (1 - e^{-t/\tau})$  como una función del tiempo  $t$ , en el que  $T_0$  denota una temperatura objetivo y  $\tau$  denota una constante de tiempo de aumento de temperatura,

en el que el controlador (15) está configurado además para determinar la constante de tiempo  $\tau$  de aumento de temperatura obteniendo al menos la primera medición de temperatura y la segunda medición de temperatura en relación con la posición de la válvula y/o flujo.

25 3. El controlador (15) según la reivindicación 2,

en el que el controlador (15) está configurado para determinar una posición límite al obtener una lectura de cada una de las válvulas después de un intervalo de tiempo que depende de al menos una de dichas cantidades de aumento de temperatura.

4. El controlador (15) según la reivindicación 3,

30 en el que al menos una de las lecturas obtenidas es una posición de la válvula y/o una carrera de la válvula y/o un flujo de un fluido.

5. El controlador (15) según la reivindicación 2,

en el que el controlador (15) está configurado para asignar una cantidad de aumento de temperatura a una posición límite para al menos una de las válvulas (7, 8, 9).

35 6. El controlador (15) según una de las reivindicaciones 2 a 5,

en el que el controlador (15) está configurado para ajustar la posición de al menos

una válvula (7, 8, 9) de acuerdo con una salida de control derivada por el controlador (15) utilizando un control proporcional e integral.

7. El controlador (15) según una de las reivindicaciones 2 a 5,

40 en el que el controlador (15) está configurado para ajustar la posición de al menos una válvula (7, 8, 9) de acuerdo con una salida de control derivada por el controlador (15) utilizando un control proporcional, integral y derivado.

8. El controlador (15) según una de las reivindicaciones 2 a 7,

en el que el controlador (15) está configurado para elevar los límites de las posiciones de cada una de las válvulas (7, 8, 9) a sus posiciones completamente abiertas.

9. El controlador (15) según una de las reivindicaciones 2 a 8,  
en el que el controlador (15) está configurado para ajustar la presión generada por la bomba (2) alimentando un motor de la bomba (2) con una señal modulada por ancho de pulso.
10. Instalación de HVAC con un controlador (15) según una de las reivindicaciones 2 a 9.
- 5 11. Instalación HVAC según la reivindicación 10 que proporciona al menos una pila de combustible y/o al menos una planta de cogeneración como fuente de calor.

FIG 1

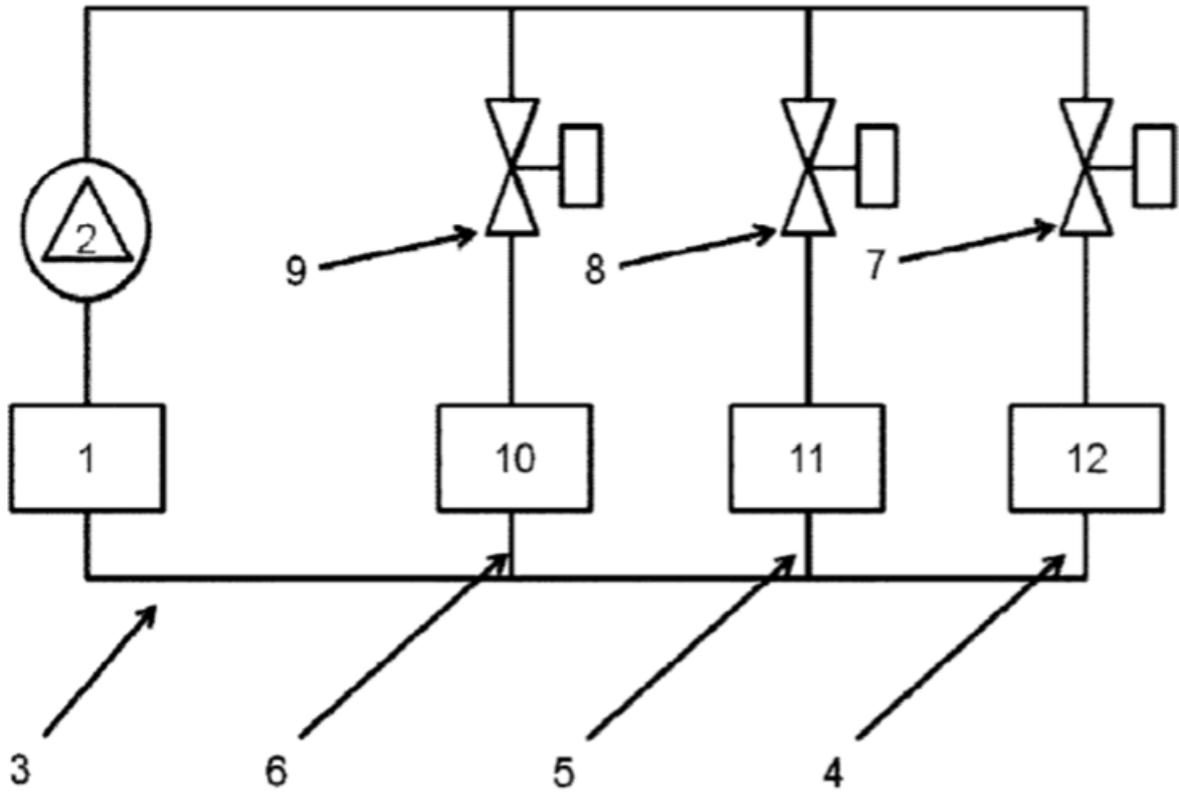


FIG 2

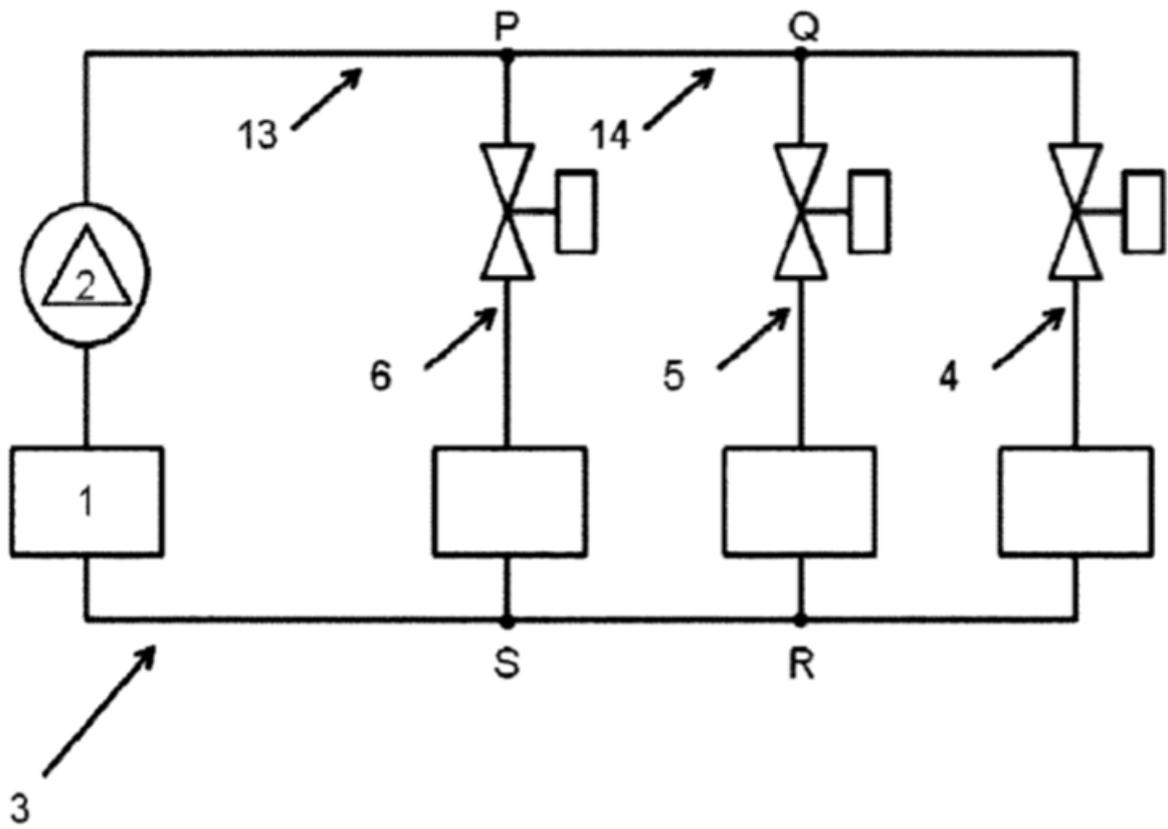


FIG 3

