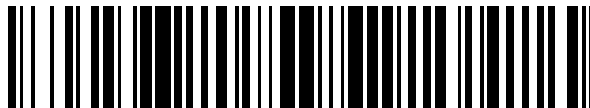


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 868**

51 Int. Cl.:

**F24D 19/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2013 E 13188426 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016 EP 2728269**

54 Título: **Procedimiento de tarado hidráulico de un sistema de calefacción**

30 Prioridad:

**30.10.2012 AT 11652012**

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

**15.09.2016**

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)  
Berghauser Strasse 40  
42859 Remscheid, DE**

72 Inventor/es:

**FISCHER, CHRISTIAN y  
WRISKE, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 582 868 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

Procedimiento de tarado hidráulico de un sistema de calefacción

5 La invención concierne a un procedimiento de tarado hidráulico de un sistema de calefacción. Un sistema de calefacción consiste generalmente en una fuente de calor, por ejemplo una caldera de calefacción, y varios radiadores. La fuente de calor y los radiadores están unidos entre ellos a través de un sistema de tuberías hidráulicas de conducción de agua en el que se hace circular agua por medio de una bomba del circuito de calefacción.

10 En el diseño del sistema de calefacción se determina la demanda de calor de las distintas habitaciones del edificio y se refiere esta demanda a los distintos radiadores. En un segundo paso se taran hidráulicamente los radiadores uno con relación a otro de modo que, a una temperatura dada del circuito de alimentación, cada radiador sea suministrado con un caudal volumétrico de agua caliente que sea adecuado para transportar la cantidad de calor necesaria. Un tarado hidráulico deficiente conduciría a que tendría que aumentarse la temperatura del circuito de alimentación para suministrar la cantidad de calor necesaria a cada habitación. Sin embargo, únicamente se consigue un alto rendimiento total del sistema de calefacción cuando la temperatura del circuito de alimentación es lo más pequeña posible. Por tanto, se tiene que prestar una atención particular al tarado hidráulico. El tarado hidráulico se efectúa durante la elaboración del proyecto mediante la fijación de un valor  $k_v$  individual para cada radiador. El valor  $k_v$  es el valor inverso de la resistencia hidráulica. Puede ajustarse por medio de una válvula de estrangulación delante del radiador o en el mismo. Dado que una medición de las magnitudes necesarias está ligada a un alto coste, los ajustes necesarios del valor  $k_v$  se calculan durante la elaboración del proyecto y se ajustan una sola vez como valores fijos durante la instalación. En general, no se realiza una verificación del ajuste.

25 En la práctica, puede ocurrir que, debido a desviaciones entre el proyecto y la ejecución constructiva, por ejemplo diámetros de tubos más pequeños o tuberías más largas, los valores  $k_v$  reales se desvíen de los proyectados. Cuando un elemento calefactor recibe una corriente de calor demasiado pequeña debido a una resistencia hidráulica demasiado alta o un valor  $k_v$  demasiado pequeño, este elemento calefactor se mantiene frío y puede no calentar suficientemente la habitación, con lo que tiene que aumentarse la temperatura del circuito de alimentación.

Esto puede evitarse solamente cuando, después de cada instalación o de cada variación del sistema de calefacción, se realiza un tarado hidráulico que tenga el objetivo de sintonizar óptimamente las distintas resistencias hidráulicas una con otra. El procedimiento del tarado hidráulico asegura entonces que se proporcionen a los sitios de toma de calor los caudales volumétricos que éstos necesitan de conformidad con la demanda de calor de las habitaciones.

30 Se conoce por la solicitud de patente EP 1 074 795 A2 un procedimiento de tarado hidráulico de un sistema de calefacción según el preámbulo de la reivindicación 1. A este fin, se ajustan sucesivamente las válvulas de los elementos calefactores de modo que los distintos elementos calefactores sean recorridos con el caudal deseado.

35 La solicitud de patente EP 2 085 707 A2 describe también un procedimiento en el que se ajustan todos los elementos calefactores en un modo de funcionamiento en solitario y con un caudal volumétrico nominal, empleándose unos medios de detección del caudal volumétrico proporcionado por el aparato de calefacción y unos medios para detectar la diferencia de presión entre la acometida de alimentación y la de retorno.

En el documento DE 10 2010 022 763 A1 se revela un procedimiento de tarado hidráulico automático en el que se taran hidráulicamente como un grupo varios elementos calefactores agrupados formando respectivos ramales.

40 Por tanto, el cometido de la invención consiste en proporcionar un procedimiento sencillo y barato con el que puedan comprobarse y corregirse los valores  $k_v$  en un sistema de calefacción existente y el cual prescinda de costosos equipos de medida que deben instalarse adicionalmente y tenga suficiente con unas pocas maniobras de las válvulas.

Este problema se resuelve según la invención con un procedimiento conforme a la reivindicación independiente. Las reivindicaciones subordinadas describen perfeccionamientos y variantes del procedimiento según la invención.

45 El procedimiento según la invención hace uso del hecho de que en el circuito de calefacción está previsto un aparato de calefacción con un caudalímetro integrado. En este caso, la señal del caudalímetro y una magnitud característica adicional, que correlaciona la caída de presión en el circuito de calefacción y a partir de la cual puede determinarse la caída de presión, es empleada para determinar los valores  $k_v$  de los radiadores. A este fin, se realizan los pasos del procedimiento según la reivindicación 1, determinándose la resistencia hidráulica o los valores  $k_v$  de una manera indirecta por la resolución de un sistema de ecuaciones con varias incógnitas. Seguidamente, se repiten estos pasos para los demás radiadores abiertos hasta que se hayan determinado las resistencias hidráulicas o los valores  $k_v$  de todos los radiadores que se deben medir. En este caso, un radiador puede comprender un elemento calefactor, un ramal de elementos calefactores, una calefacción de suelo, una calefacción de techo y/o una calefacción de pared. Esto tiene la ventaja de que se puede reducir la suma de las maniobras de las válvulas.

En un perfeccionamiento de la invención se hace funcionar la bomba del circuito de calefacción en un primer paso del procedimiento en varios estados de funcionamiento diferentes. Por medio de un análisis regresivo se promedia entonces la resistencia hidráulica o el valor  $k_v$  respecto de la función  $\dot{V} = k_v \cdot \sqrt{(\Delta p / 1 \text{ bar})}$ .

5 En una realización ventajosa del procedimiento según la invención se calcula entonces la presión diferencia con ayuda del número de revoluciones de la bomba y las curvas características de la bomba del circuito de calefacción en combinación con un caudalímetro integrado.

La válvula con la que se cierra el radiador puede ser una válvula termostática que se utiliza para regular la cantidad de calor del radiador, o bien puede ser una válvula de estrangulación o de bloqueo dispuesta en la tubería de alimentación del radiador.

10 En general, la apertura y el cierre de las válvulas se realizan manualmente por un usuario. A través de un terminal de cable o inalámbrico, el usuario recibe instrucciones del sistema de control del aparato de calefacción que hace que funcione la bomba de calefacción en los puntos de funcionamiento necesarios para el procedimiento según la invención y que calcula los valores  $k_v$ .

En una variante del procedimiento la apertura y el cierre de la válvula se efectúan de manera automatizada.

15 Después de la aplicación sucesivamente repetida de los pasos descritos del procedimiento según la invención, se determinan de manera especialmente ventajosa todos los valores  $k_v$ , y en caso de desviaciones respecto de los valores teóricos proyectados, se calculan nuevos valores teóricos para los valores  $k_v$  de los distintos radiadores, de modo que la relación entre los valores  $k_v$  corresponda a los requisitos del proyecto. Son necesarios nuevos valores teóricos para todos los radiadores cuando el valor  $k_v$  de un radiador individual no puede ser incrementado  
20 adicionalmente por apertura de la válvula. Esto es lo que ocurre cuando la resistencia hidráulica del radiador o de la tubería de alimentación es demasiado alta y/o cuando se trata del radiador con la demanda máxima de calor. En este caso, se tienen que incrementar los valores  $k_v$  de todos los radiadores de modo que la relación entre los valores  $k_v$  corresponda al valor teórico proyectado. El punto de funcionamiento de la bomba del circuito de calefacción durante el servicio de calefacción tiene que adaptarse a los valores  $k_v$  variados.

25 Finalmente, se establece también de manera especialmente ventajosa un protocolo de medición y determinación de los valores  $k_v$ .

Se explicará ahora detalladamente la invención con ayuda de las figuras.

Representan:

La figura 1, un circuito de calefacción para realizar el procedimiento según la invención y

30 La figura 2, un diagrama para explicar la determinación de la caída de presión.

La figura 1 muestra un sistema de calefacción para realizar el procedimiento según la invención. Un aparato de calefacción 2 está unido con radiadores 11, 21, 31 a través de un circuito de calefacción 1. Una bomba 5 del circuito de calefacción bombea el agua de calefacción a través de un intercambiador de calor 4, en donde dicha agua pueda calentarse durante el servicio normal. Un caudalímetro 6 determina el caudal volumétrico. Por medio de válvulas 12, 22, 32 se puede suprimir el flujo del agua a través de los radiadores 11, 21, 31. Un sistema de control 3, que puede estar integrado en el aparato de calefacción 2 o que puede conectarse externamente, coordina los pasos del  
35 procedimiento. A través de un aparato de comunicación 9, que se comunica con un terminal 8 por vía inalámbrica o por cable, se dan instrucciones a un usuario 7 para que cierre o abra determinadas válvulas 12, 22, 32. Siempre que estén disponibles válvulas automáticamente maniobrables 12, 22, 32, éstas pueden maniobrarse también  
40 automáticamente a instancias del sistema de control 3.

El procedimiento según la invención puede desarrollarse, por ejemplo, de la manera siguiente. En primer lugar, se le invita al usuario 7 a cerrar todas las válvulas y a abrir, por ejemplo, la válvula 32. Se hace que funciona ahora la válvula 5 del circuito de calefacción en uno o varios puntos de funcionamiento y se determina el valor  $k_v$ . En el paso siguiente el usuario 7 cierra la válvula 32 y abre la válvula 22, y se repiten los pasos anteriormente citados del  
45 procedimiento. Asimismo, es posible que no se cierre la válvula 32 y que se determinen conjuntamente los valores  $k_v$  de los radiadores 21 y 32, siendo ya conocido el valor  $k_v$  del radiador 31, con lo que el valor  $k_v$  del radiador 21 puede determinarse por sustracción del valor  $k_v$  común y el valor  $k_v$  del radiador 31. Es posible también cualquier otra combinación en tanto se pueda resolver unívocamente el sistema de ecuaciones de los valores  $k_v$ .

En un paso siguiente del procedimiento se determinan de nuevo los valores teóricos de los valores  $k_v$ , a cuyo fin se determina primero el radiador crítico con el valor  $k_v$  más pequeño. En un paso inmediato siguiente se comprueba de antemano si el valor  $k_v$  del radiador crítico puede ser incrementado eventualmente abriendo una válvula de estrangulación. Si ocurre esto, se abre la válvula de estrangulación y se repite el procedimiento descrito. Si no ocurre esto, se determinan nuevos valores  $k_v$  para todos los demás radiadores, a cuyo fin se multiplica el respectivo valor  $k_v$  teórico por el cociente del valor  $k_v$  real y el valor  $k_v$  teórico del radiador crítico. En un ejemplo ficticio se ha

determinado un valor  $k_v$  real de 0,2 para el radiador 21, para el cual se había fijado un valor  $k_v$  teórico de 0,4. La relación entre el valor  $k_v$  real y el valor  $k_v$  teórico asciende a 0,5. Por tanto, los valores  $k_v$  teóricos de los radiadores 11 y 31 se multiplican por el factor 0,5. Esto se representa seguidamente a modo de ejemplo en una tabla.

Radiador	Valor $k_v$ real	Valor $k_v$ teórico	Valor $k_v$ teórico corregido
11	0,8	0,6	0,3
21	0,2	0,4	0,2
31	0,5	0,5	0,25

- 5 El cálculo puede ser efectuado por el sistema de control 3 o por un ordenador externo, por ejemplo el terminal 8 del usuario 7.

Dado que, debido a la corrección de los valores  $k_v$ , se ha incrementado netamente la resistencia hidráulica del circuito de calefacción, la bomba 5 del circuito de calefacción tiene que hacerse funcionar en otro punto de trabajo para transportar el mismo caudal volumétrico. Esto se representa en la figura 2.

- 10 Asimismo, se establece un protocolo de la medición y eventualmente de la corrección.

En la figura 2 se han registrado en el eje de abscisas el caudal volumétrico  $\dot{V}$  y en el eje de ordenadas la caída de presión  $\Delta p$ . Con un caudal volumétrico  $\dot{V}$  creciente se representa descendiendo la familia 40 de curvas características de la bomba para diferentes números de revoluciones de dicha bomba. La vertical 41 representa una línea de igual caudal volumétrico  $\dot{V}$  según el diseño de la instalación de calefacción. Con un caudal volumétrico

- 15  $\dot{V}$  creciente se representan ascendiendo las curvas características de la instalación según el diseño 44, según la medición 45 y según el diseño corregido 46. Con 42 se representa el punto de diseño original de la instalación. Debido a los valores  $k_v$  variados según se ha descrito anteriormente se aumenta la resistencia hidráulica del circuito de calefacción 1 con respecto a la curva característica 46 de la instalación. Para que la bomba del circuito de calefacción transporte el caudal volumétrico proyectado se tiene que aumentar el número de revoluciones de la bomba del circuito de calefacción de tal manera que se ajuste el punto de diseño corregido 43.
- 20

En el procedimiento según la invención esto se efectúa en un paso del procedimiento de tal manera que se incremente sucesivamente el número de revoluciones de la bomba del circuito de calentamiento hasta que el caudal volumétrico medido por el caudalímetro 6 corresponda al caudal volumétrico de diseño según el cálculo de la red de calefacción.

25 **Lista de símbolos de referencia**

- 1 Circuito de calefacción
- 2 Aparato de calefacción
- 3 Sistema de control
- 4 Intercambiador de calor
- 30 5 Bomba del circuito de calefacción
- 6 Caudalímetro
- 7 Usuario
- 8 Terminal
- 9 Aparato de comunicación
- 35 11 Radiador
- 12 Válvula
- 21 Radiador
- 22 Válvula
- 31 Radiador

	32	Válvula
	40	Familia de curvas características de la bomba
	41	Caudal volumétrico teórico
	42	Punto de diseño original
5	43	Punto de diseño corregido
	44	Curva característica de la instalación según diseño
	45	Curva característica de la instalación según medición
	46	Curva característica de la instalación según diseño corregido

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de tarado hidráulico de un sistema de calefacción que comprende al menos un bomba (5) del circuito de calefacción, un caudalímetro (6) y varios radiadores (11, 21, 31) con válvulas (12, 22, 32) dispuestos en paralelo en un circuito de calefacción (1), incluyendo el procedimiento los pasos siguientes:
- 5 i) establecimiento de un estado en el que están cerradas las válvulas (12, 22, 32) de todos los radiadores (11, 21, 31), excepto una válvula que está abierta de una manera definida,
- ii) funcionamiento de la bomba de calefacción en al menos un punto de funcionamiento y cálculo o medición del caudal y de la diferencia de presión,
- iii) cálculo de la resistencia hidráulica o del valor  $k_v$  del radiador asociado a la válvula abierta,
- 10 iv) repetición de los pasos i) a iii) con las válvulas abiertas de todos los demás radiadores,
- caracterizado** por que en al menos uno de los pasos i) están abiertas simultáneamente varias de las válvulas (12, 22, 32) y en el paso iii) correspondiente al mismo se determina la resistencia hidráulica de uno de los radiadores (11, 21, 31) asociado a las válvulas abiertas (12, 22, 32) por formación de la diferencia con ayuda de la resistencia hidráulica de uno o varios de los otros radiadores (11, 21, 31) asociados a las
- 15 válvulas abiertas (12, 22, 32).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que un radiador (11, 21, 31) comprende un elemento calefactor, un ramal de elementos calefactores, una calefacción de suelo, una calefacción de techo y/o una calefacción de pared.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que en el paso i) se hace funcionar sucesivamente la bomba (5) del circuito de calefacción en varios estados de funcionamiento diferentes, en el paso ii) se determinan varios caudales y en el paso iii) se determina la resistencia hidráulica por medio de un cálculo regresivo a partir de los
- 20 valores de medida.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que se calcula la presión diferencia con ayuda del número de revoluciones y la curva característica de la bomba (6) del circuito de calefacción.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la válvula (12, 22, 32) es una válvula termostática para regular la cantidad de calor del radiador asociado (11, 21, 31) o una válvula de estrangulación o de
- 25 bloqueo dispuesta en la tubería de alimentación del radiador asociado (11, 21, 31).
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, después de concluidos varios pasos i) realizados, se realizan los pasos iii), determinándose las resistencias hidráulicas por resolución de un sistema de ecuaciones con varias incógnitas.
- 30 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la apertura y el cierre de las válvulas (12, 22, 32) se efectúan manualmente por un usuario (7) y en el que el usuario (7) recibe las instrucciones de apertura y de cierre a través de un terminal (8) de cable o inalámbrico.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la apertura y el cierre de las válvulas (12, 22, 32) se efectúan de manera automatizada y por medio de un sistema de control del sistema de calefacción.
- 35 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende un paso final de
- v) cálculo y ajuste de nuevos valores teóricos para los valores inversos de las resistencias hidráulicas  $k_v$  de los radiadores (11, 21, 31) de tal manera que la relación entre los valores inversos de las resistencias hidráulicas  $k_v$  satisfaga los requisitos de las especificaciones del proyecto para el sistema de calefacción.
- 40 y un paso final opcional de
- vi) eventual corrección del punto de trabajo de la bomba del circuito de calefacción que tiene en cuenta los valores inversos variados de las resistencias hidráulicas  $k_v$ ,
- y/o otro paso final opcional de
- vii) establecimiento de un protocolo que acredite al menos los valores inversos de las resistencias
- 45 hidráulicas  $k_v$  de los radiadores (11, 21, 31).

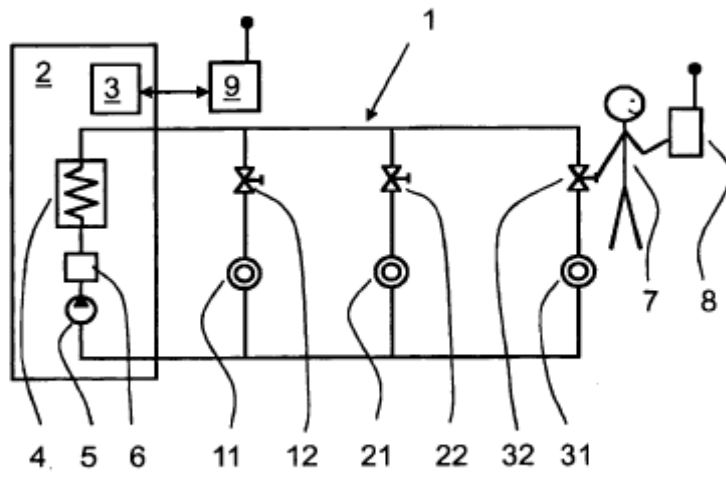


Fig.1

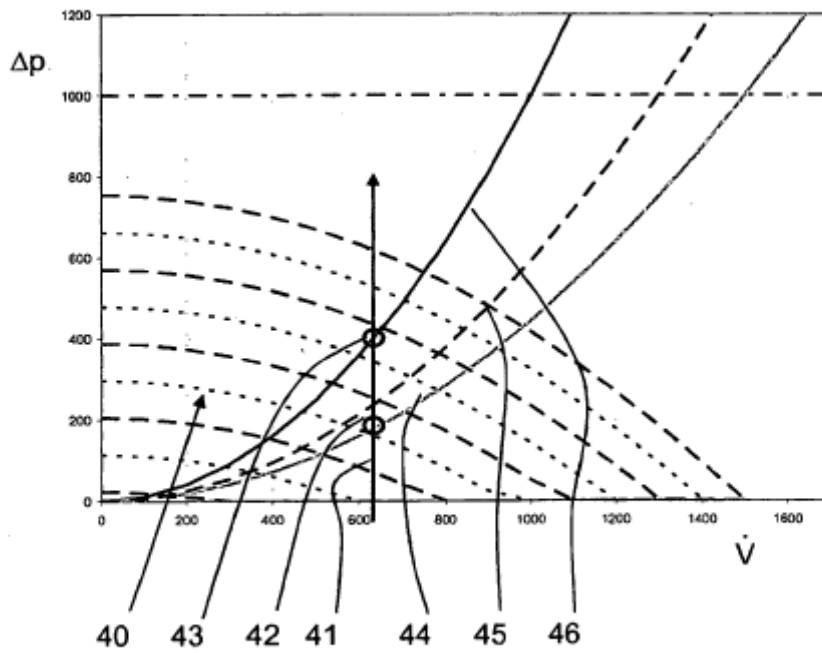


Fig.2