

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 732**

51 Int. Cl.:

F24D 19/10 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.06.2016 PCT/CZ2016/050018**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2016 WO16202316**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2016 E 16748255 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3308081**

54 Título: **Conexión del sistema para el control del rendimiento y diagnóstico de un intercambiador de calor**

30 Prioridad:

15.06.2015 CZ 20150399

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

22.10.2020

73 Titular/es:

**CESKE VYSOKE UCENI TECHNICKE V PRAZE
(100.0%)**

**Jugoslavskych partyzanu 1580/3
160 00 Praha 6 - Dejvice, CZ**

72 Inventor/es:

DOSTAL, JIRI

74 Agente/Representante:

DE PABLOS RIBA, Juan Ramón

ES 2 788 732 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

Conexión del sistema para el control del rendimiento y diagnóstico de un intercambiador de calor

Campo de la invención

5 El control de la distribución de calor es un requisito tecnológico básico en muchos procesos industriales y un elemento necesario en espacios habitables. El calor proveniente de una fuente de calor es transportado, gracias a una red de distribución, hasta la terminal del intercambiador de calor, donde es consumido. El control del rendimiento de las terminales de los intercambiadores de calor es entonces una herramienta importante para la regulación de la temperatura en procesos asociados o habitaciones. El diagnóstico de los intercambiadores de calor durante la marcha es entonces un requisito para garantizar el buen funcionamiento y a largo plazo del intercambiador de calor.

Antecedentes de la invención

15 Existen soluciones conocidas EP1752852B1, EP2778546A1, US5443207A, US5622221A, US4629116, US20100163221, US7648347B2, donde el flujo másico del medio de transferencia de calor es regulado por una bomba, de tal manera que, la temperatura del medio de transferencia de calor, en su caso de la zona térmica, responda al valor requerido. Estas soluciones solo monitorean la temperatura en la zona térmica. La desventaja de estas soluciones es que el rendimiento térmico absoluto del intercambiador depende también de las temperaturas de los medios que entran en el intercambiador de calor. Estas soluciones no facilitan la distribución del rendimiento térmico independientemente de los cambios de temperatura de los medios de transferencia de calor que entran en el intercambiador.

20 Para determinar el rendimiento absoluto actual del intercambiador de calor y su control hay que conocer el valor actual del flujo volumétrico de al menos uno de los medios de transferencia de calor y el gradiente de temperatura a través del intercambiador en este medio. Es conocida la solución US20140222218. Aquí ha sido usado un sensor térmico en el conducto de entrada primaria y el conducto de salida primaria del intercambiador y un medidor de caudal conectado al conducto primario. Estos datos del sensor son conducidos a la unidad directiva, donde se calcula a partir de ellos el rendimiento absoluto actual. Para el cambio del valor del caudal se utiliza una válvula con motor controlado por una unidad directiva. La desventaja de esta solución es que para medir el caudal utiliza un medidor de caudal. El uso de un medidor de caudal aumenta considerablemente el precio del dispositivo y disminuye su fiabilidad. En estas soluciones se monitorean las temperaturas de los medios de entrada y de salida.

25 Para determinar el valor del caudal volumétrico es posible directamente a partir de los parámetros operativos actuales de la bomba del intercambiador de calor, esta solución se describe, por ejemplo, en US8714934. La solución utiliza la medida de las revoluciones y el rendimiento eléctrico del motor de la bomba y un termómetro conectado a la bobina del motor. Esta

información del sensor es procesada en un microprocesador y, éste, a partir de las características de rendimiento de la bomba guardadas en la memoria del microprocesador, determina el valor del caudal de fluido de la bomba. Sin embargo, este método era conocido ya antes de la concesión de esta patente, por ejemplo, en el artículo Ganapathy, V. "Check pump performance from motor data." CHEMICAL ENGINEERING 93.19 (1986): 91-92. Esta solución no incluye el control del rendimiento térmico del intercambiador.

El sistema de diagnóstico del intercambiador de calor durante la marcha es conocido, por ejemplo, de la solución US5615733. Aquí, el intercambiador de calor está equipado de termómetros en el conducto de entrada y salida de agua caliente y el conducto de entrada y salida de agua fría, al mismo tiempo, en el conducto de entrada de agua caliente hay conectado un medidor de caudal. Estas medidas del sensor están conectadas a un microprocesador, el cual calcula el coeficiente total de transmisión de calor de agua caliente a fría. Del coeficiente de la transmisión de calor se calcula el espesor de obstrucción. La desventaja de esta solución es la necesidad de usar un medidor de caudal para determinar el caudal del fluido de transferencia de calor.

La medición del consumo de calor en el intercambiador es conocido, por ejemplo, de la solución US4245501. Aquí, hay conectados termómetros al conducto de entrada y salida del aparato de calor y al conducto hay conectado un medidor de caudal. La electrónica analógica de diferencias de temperatura en el conducto a través del aparato de calor y los valores de caudal calcula el consumo actual de calor y los guarda en un registro. La desventaja de esta solución es la necesidad de usar un medidor de caudal para determinar el caudal en el conducto. Además es conocida la solución US 2013/0259083 A1, la cual utiliza termómetros conectados a los conductos de entrada y salida del aparato de calor y un medidor de caudal de ultrasonido. Estos datos del sensor están unidos a un microprocesador, el cual determina el valor actual del flujo de transferencia de calor. La desventaja de esta solución es la necesidad de usar un medidor de caudal. El documento WO 2015/106375 A1 1 describe la conexión del sistema para el control del rendimiento y diagnóstico del intercambiador de calor compuesto por un intercambiador de calor, una unidad directiva y una bomba, donde el intercambiador de calor tiene la entrada primaria del fluido de transferencia de calor primario provisto de un primer sensor de temperatura y la salida primaria para sacar el fluido de transferencia de calor primario provisto de un segundo sensor de temperatura, donde la unidad directiva tiene a su entrada un módulo de temperatura, cuya primera entrada está conectada a la salida del primer sensor de temperatura por un canal de comunicación y en cuya segunda entrada está conectada la salida del segundo sensor de temperatura por un canal de comunicación, donde este dispositivo consta de un bloque de cálculo de rendimiento, un bloque de evaluación de caudal y de memoria, el módulo de temperatura tiene la salida - temperatura de entrada primaria - conectada con una entrada del bloque de cálculo de rendimiento y la salida - temperatura de salida primaria -con otra entrada del bloque de cálculo de rendimiento, en cuya tercera entrada está conectada la salida del bloque de evaluación de caudal, cuya entrada está conectada con la salida de memoria.

Resumen de la invención

La esencia de la nueva solución es la conexión del sistema para el control y diagnóstico del intercambiador de calor según la reivindicación 1.

5 En una ejecución ventajosa está conectada a la entrada secundaria del intercambiador un tercer sensor de temperatura, el cual está conectado con la tercera entrada del módulo de temperatura por un tercer canal de comunicación. El módulo de temperatura tiene la salida de la temperatura de la zona conectada con una entrada del regulador de temperatura, a cuya segunda entrada de demanda de temperatura de la zona térmica está conectada la segunda salida de la unidad operativa, y cuya salida está conectada con la entrada de demanda de rendimiento del regulador
10 de rendimiento.

En otra ejecución ventajosa, el sensor de temperatura de la entrada secundaria del intercambiador se reemplaza por un cuarto sensor de temperatura colocado en la zona térmica, el cual está conectado con la tercera entrada del módulo de temperatura por un cuarto canal de comunicación. El módulo de temperatura tiene la salida de la temperatura de la zona conectada
15 con una entrada del regulador de temperatura, a cuya segunda entrada de demanda de temperatura de la zona térmica está conectada la segunda salida de la unidad operacional, y cuya salida está conectada con la entrada de demanda de rendimiento del regulador de rendimiento.

La unidad directiva puede ser ampliada mediante la introducción de un módulo de diagnóstico. A su primera entrada está conectada la salida de temperatura de entrada primaria, a su segunda entrada está conectada la salida de temperatura de la zona del módulo de temperatura y a su tercera entrada está conectada la salida de evaluación del rendimiento térmico dado. La salida de informaciones de diagnóstico del módulo de diagnóstico está conectada con la unidad operacional.
20

25 Asimismo es posible completar la unidad directiva con un módulo de consumo, donde a su primera entrada es conducida la salida de evaluación del rendimiento térmico dado, y cuya salida de informaciones sobre el consumo está conectada a la unidad operacional.

La ventaja de la solución descrita reside en que, el rendimiento térmico absoluto del intercambiador de calor se mantiene en el valor requerido independientemente de los cambios
30 de presión del fluido de transferencia de calor primario en el conducto primario, independientemente de los cambios de temperatura de entrada primaria y, además, también independientemente de los cambios de temperatura de entrada secundaria y el caudal en el conducto de transferencia de calor secundario. Si el sistema está destinado directamente al control de temperatura de la zona con ayuda de un regulador de zonas, entonces los cambios
35 mencionados arriba no se propagan a la temperatura en la zona. Así se garantiza una regulación de mayor calidad en el valor de temperatura requerido de la zona.

Otra ventaja de la conexión presupuesta es la posibilidad de introducir un módulo de diagnóstico del intercambiador durante la marcha. El diagnóstico del intercambiador de calor durante la marcha permite descubrir el empeoramiento de la eficacia del intercambiador y arreglar con antelación el intercambiador, o averiguar a distancia, si en el intercambiador se ha producido alguna avería y, así, proporcionar lo más rápido posible el restablecimiento de la función.

Otra ventaja es que, en una conexión de sistema, puede ser integrado incluso un módulo de medida de consumo de energía térmica. La información sobre el consumo puede ser aprovechada, por ejemplo, para el cálculo de costes por el calor entre los consumidores de calor en una red de distribución de calor.

10 Descripción de los dibujos

Ejemplos concretos efectuados en la solución técnica están ilustrados esquemáticamente en los dibujos adjuntos. En la Fig. 1 se presenta el dibujo de la conexión de la bomba, el intercambiador de calor y la unidad directiva con los lugares señalados de conexión de los sensores de temperatura y la conexión de los bloques para el control del rendimiento del intercambiador de calor y el control de temperatura en la zona térmica. La Fig. 2 muestra la ampliación de la unidad directiva con un módulo de diagnóstico y la Fig. 3 muestra la ampliación de la unidad directiva con un módulo de medida de consumo de calor. En la Fig. 4 se representa la característica de potencia de entrada-caudal de la bomba.

Los dibujos que muestran la solución técnica, y los ejemplos de la ejecución concreta que se describen a continuación, en ningún caso limitan la extensión de la protección mencionada en la definición, sino que solo aclaran el sumario de la invención.

Realización preferida de la invención

La conexión del sistema en la Fig. 1 consta del intercambiador 1 de calor, la bomba 2 y la unidad 3 directiva. El intercambiador 1 de calor tiene una entrada 4 primaria del fluido de transferencia de calor primario provisto de un primer sensor 15 de temperatura y la salida 5 primaria para sacar el fluido de transferencia de calor primario está provista de un segundo sensor 20 de temperatura. La salida 5 primaria desemboca al impulsor 6 de la bomba 2 conectado con el motor 9 y provisto de un conducto 7 para la conducción del fluido de transferencia de calor primario a la fuente de calor y, de ella, de vuelta a la entrada 4 primaria. Entre el intercambiador 1 y la bomba 2 se intercala la unidad 3 directiva. La unidad 3 directiva contiene una unidad 10 de control del motor, la cual está conectada de forma bidireccional con el motor 9 de la bomba 2. Al mismo tiempo el intercambiador 1 está provisto de una entrada 23 secundaria de fluido de transferencia de calor secundario y una salida 24 secundaria conectada atrás, a través de la zona 25 térmica con la entrada 23 secundaria del fluido de transferencia de calor secundario. La unidad 3 directiva tiene a su entrada un módulo 17 de temperatura, en cuya primera entrada está conectada por el primer canal 16 de comunicación, la salida del primer sensor 15 de temperatura y, en cuya segunda entrada está conectada por el segundo canal 21 de comunicación, la salida del segundo sensor 20 de temperatura. El módulo 17 de temperatura tiene la salida 18 de

temperatura de entrada primaria conectada con una entrada del bloque 19 de cálculo de rendimiento y la salida 22 de la temperatura de salida primaria con la segunda entrada del bloque 19 de cálculo de rendimiento. En la tercera entrada 14 del bloque 19 del cálculo del rendimiento está conectada la salida del bloque 12 de la evaluación del caudal, cuya entrada
 5 está conectada con la salida de la memoria 13 y la segunda entrada está conectada a través del bus 11 con la salida de la unidad 10 de control del motor. La salida 26 de evaluación del rendimiento térmico dado del bloque 19 del cálculo de rendimiento está conectada con una entrada del regulador 27 de rendimiento, cuya segunda entrada 28 de demanda de rendimiento está conectada con la primera salida de la unidad 29 operativa y cuya salida 30 está conectada
 10 con la entrada de la unidad 10 de control del motor.

El fluido de transferencia de calor primario es conducido por la entrada 4 primaria al intercambiador 1, del cual, al final, es conducido a la salida 5 primaria, la cual lo lleva al impulsor 6 y por el conducto 7 el fluido de transferencia de calor primario se conduce a la fuente de calor, de donde es conducida de vuelta a la entrada 4 primaria. De esta manera se conecta el circuito
 15 primario. El fluido de transferencia de calor primario es bombeado por el circuito primario por el impulsor 6, el cual es impulsado mediante un árbol 8 o sin árbol por un motor 9. La corriente eléctrica por las bobinas del motor 9 es conducida por la unidad 10 de control del motor. La información sobre el transcurso de la corriente pasan de la unidad 10 de control del motor a través del bus 11 al bloque 12 de evaluación del caudal. El bloque 12 de evaluación del caudal del transcurso actual de la corriente eléctrica por la bobina del motor 9 y las características mostradas en la Fig. 4 guardadas en la memoria 13 determinan la evaluación actual del valor del
 20 caudal por el circuito primario y la pasa a la tercera entrada 14 del módulo 19 del cálculo del rendimiento.

La memoria 13 guarda la característica de potencia de entrada-caudal de la bomba 2 a
 25 revoluciones constantes del impulsor 6 para todas las revoluciones de la extensión de la bomba 2.

A la entrada 4 primaria del fluido de transferencia de calor primario es conectado el primer sensor
 30 15 de temperatura, el cual pasa la información sobre la temperatura por el primer canal 16 de comunicación, mediante un cable o de forma inalámbrica, al módulo 17 de temperatura, el cual evalúa la información sobre la temperatura y, como temperatura de entrada primaria la entrega de salida 18 al módulo 19 del cálculo del rendimiento. A la salida 5 primaria es conectado un segundo sensor 20 de temperatura, el cual pasa la información sobre la temperatura, mediante un cable o de forma inalámbrica, por el segundo canal 21 de comunicación al módulo 17 de temperatura. Esta información sobre la temperatura la trabaja y pasa de la salida 22 de la
 35 temperatura de salida primaria al módulo 19 de cálculo del rendimiento.

El fluido de transferencia de calor secundario es conducido al intercambiador 1 por la entrada 23 secundaria del fluido de transferencia de calor secundario. En el intercambiador 1 se produce un intercambio de calor entre los fluidos primario y secundario, y el fluido secundario es después

conducido por la salida 24 secundaria a través de la zona 25 térmica de vuelta a la entrada 23 secundaria.

En el módulo 19 de cálculo del rendimiento es calculada la evaluación actual del rendimiento térmico dado en el intercambiador 1. La evaluación del rendimiento térmico dado es comunicado a través de la salida 26 de la evaluación del rendimiento térmico dado al regulador 27 de rendimiento. Al regulador 27 de rendimiento en la segunda entrada 28 de demanda de rendimiento también se pasa la información sobre el rendimiento requerido de la primera salida de la unidad 29 operativa. El regulador 27 del rendimiento dirige por su salida 30 a través de la unidad 10 de control del motor las revoluciones del motor 9 y así, también las revoluciones del impulsor 6 siempre de manera que, la evaluación del rendimiento dado en la salida 26 del bloque 19 del cálculo del rendimiento se acerque asintóticamente al valor de demanda de rendimiento requerido en la segunda entrada 28 del regulador de rendimiento traído de la primera salida de la unidad 29 operativa.

De forma alternativa, puede ser conectado un tercer sensor 31 de temperatura a la entrada 23 secundaria del intercambiador 1. Este tercer sensor 31 de temperatura está conectado por el canal 32 de comunicación con la tercera entrada del módulo 17 de temperatura, el cual está provisto de una salida 35 de temperatura de zona conectado con una entrada del regulador 36 de temperatura. A la segunda entrada 37 de demanda de temperatura de la zona 25 térmica del regulador 36 de temperatura se conecta después la segunda salida de la unidad 29 operativa. La salida del regulador 36 de temperatura está conectada con la segunda entrada 28 de demanda de rendimiento del regulador 27 de rendimiento. El tercer sensor 31 de temperatura transmite información sobre la temperatura en la zona 25 térmica al módulo 17 de temperatura por el tercer canal 32 de comunicación, mediante un cable o de forma inalámbrica.

La información sobre la temperatura en la zona 25 térmica puede ser obtenida alternativamente también de un cuarto sensor 33 de temperatura colocado en la zona 25 térmica por un cuarto canal 34 de comunicación, y esto mediante un cable o de forma inalámbrica. El cuarto canal 34 de comunicación está en lugar del canal 32 de comunicación conectado con la tercera entrada del módulo 17 de temperatura, el cual está provisto de una salida 35 de temperatura de zona conectado con una entrada del regulador 36 de temperatura. A la segunda entrada 37 de demanda de temperatura de la zona del regulador 36 de temperatura está conectada la segunda salida de la unidad 29 operativa. La salida del regulador 36 de temperatura está conectada con la segunda entrada 28 de demanda de rendimiento del regulador 27 de rendimiento.

El regulador 36 de temperatura dirige la segunda entrada 28 de demanda de rendimiento del regulador 27 de rendimiento de tal manera que, la temperatura de salida 35 de la zona se acerque asintóticamente siempre a la información sobre la demanda de temperatura de la zona en la segunda salida de la unidad 29 operativa.

La ampliación de la unidad directiva de diagnóstico del intercambiador de calor se muestra en la Fig. 2. La unidad 3 directiva tiene alojado un módulo 39 de diagnóstico, donde a su primera

entrada está conectada la salida 18 de temperatura de entrada primaria, a su segunda entrada está conectada la salida 35 de temperatura de la zona del módulo 17 de temperatura y a su tercera entrada está conectada la salida 26 de evaluación del rendimiento térmico dado. La salida 40 de informaciones de diagnóstico del módulo 39 de diagnóstico está conectada con la

5 unidad 29 operativa. Al módulo 39 de diagnóstico entra, desde la salida 18, la temperatura de entrada primaria, desde la salida 35, la temperatura de la zona 25 térmica y, de la salida 26, la evaluación del rendimiento térmico dado. El módulo 39 de diagnóstico calcula la información de diagnóstico y de la salida 40 la pasa a la unidad 29 operativa.

Después es posible ampliar la unidad directiva a la medida de consumo de calor tal como se muestra en la Fig. 3. La unidad 3 directiva tiene alojado un módulo 41 de consumo. A su primera entrada es conducida la salida 26 de evaluación del rendimiento térmico dado y cuya salida 42 de informaciones sobre el consumo está conectada a la unidad 29 operativa. Al módulo 41 de consumo de calor entra desde la salida 26 la evaluación del rendimiento térmico dado. El módulo 41 de consumo de calor calcula el consumo actual y de la salida 42 la pasa a la unidad 29

10 operativa.

15 operativa.

De lo arriba expuesto, es entonces obvio que la bomba 2 está conectada directamente al conducto de entrada o de retorno del medio de transferencia de calor primario del intercambiador 1. Los sensores 15, 20, 31 y en su caso 33 de temperatura, están conectados de forma que monitoreen la temperatura del medio de transferencia de calor primario a la entrada del intercambiador 1, la temperatura del medio de transferencia de calor primario a la salida del intercambiador 1 y la temperatura del medio de transferencia de calor secundario a la entrada del intercambiador 1, o en su caso, en la zona 25 térmica. Estas medidas de temperatura son realizadas con ayuda de sensores de temperatura conectados por cables o de forma inalámbrica. La unidad 3 directiva contiene un microprocesador, en el cual se realiza

20 algorítmicamente el bloque 12 de evaluación de caudal, la memoria 13, el bloque 19 de cálculo del rendimiento y el regulador 27 de rendimiento, esto es, los bloques que sirven para el control del rendimiento absoluto y el regulador 36 de temperatura que garantiza el control de la temperatura en la zona 25 térmica. Algorítmicamente también son realizados en el microprocesador el módulo 39 de diagnóstico y el módulo 41 de consumo, los cuales garantizan

25 un diagnóstico on-line de las características térmicas del intercambiador y la medida del consumo de energía térmica. La unidad 3 directiva contiene además una unidad 10 de control del motor destinada a controlar las revoluciones del motor 9 de la bomba 2 y el módulo 17 de temperatura que sirve para recoger los datos de temperatura.

30

El método de control del rendimiento térmico del intercambiador de calor está fundado en la

35 ecuación para el flujo térmico

$$Q_p = \dot{m}_p c_{p,p} (T_{p,\text{přívodní}} - T_{p,\text{vratná}}),$$

donde $Q_p [W]$ es el flujo térmico absoluto del medio primario en estado fijo, $\dot{m}_p [kg/s]$ es el flujo másico del medio de transferencia de calor primario, $c_{p,p} [J/kg K]$ es la capacidad térmica específica de masa del medio de transferencia de calor primario y $(T_{p,přivodní} - T_{p,vratná}) [K]$ es el gradiente de temperatura en el medio de transferencia de calor primario a través del intercambiador 1. El flujo másico \dot{m}_p se estima mediante un algoritmo realizado en el módulo 12 del microprocesador de la unidad 3 directiva a partir de las revoluciones y la potencia de entrada del motor 9 de la bomba 2. La capacidad térmica específica del medio es una constante obtenida de las tablas físicas y el gradiente de temperatura $(T_{p,přivodní} - T_{p,vratná})$ se mide mediante el primer sensor 15 de temperatura y el segundo sensor 20 de temperatura. En el bloque 19 de cálculo de rendimiento se calcula, según la ecuación arriba expuesta, el rendimiento térmico absoluto actual y, mediante el regulador 27 de rendimiento, se alcanza un control preciso del flujo térmico absoluto por la demanda de rendimiento. La demanda de rendimiento se comunica desde la unidad 29 operativa o el regulador 36 de temperatura, si está conectado.

La conexión del sistema y los algoritmos directivos garantizan que el rendimiento actual del intercambiador 1 estará, siempre que sea físicamente posible, regulado al valor requerido, independientemente de los cambios de presión o resistencia hidrostática en el conducto primario, independientemente de los cambios en la temperatura de entrada del medio primario e independientemente de los cambios de temperatura y caudal del medio secundario.

El método de diagnóstico on-line del intercambiador 1 de calor está fundado en el método de efectividad del intercambiador de calor (NTU) y la ecuación

$$Q_s = \varepsilon \dot{V}_s c_{v,s} (T_{p,přivodní} - T_{s,přivodní}),$$

donde $Q_s [W]$ es el flujo térmico absoluto al medio secundario en estado fijo, $\varepsilon [.]$ es la eficiencia de transferencia de calor del intercambiador utilizado, $\dot{V}_s [m^3/s]$ es el caudal volumétrico del medio secundario, $c_{v,s} [J/m^3 K]$ es la capacidad térmica específica volumétrica del medio de transferencia de calor secundario conseguida de las tablas físicas y $(T_{p,přivodní} - T_{s,přivodní}) [K]$ es la diferencia de temperatura entre la temperatura de entrada del medio primario y la temperatura de entrada del medio secundario.

Tras el cese de los procesos anteriores, el calor que pasa del medio primario se iguala al calor que pasa al medio secundario $Q_p = Q_s$. Como se mide la diferencia de temperatura de las entradas de ambos medios, la capacidad térmica es una constante y el caudal volumétrico en el medio secundario se considera como constante - configurado, por ejemplo, por las revoluciones constantes del ventilador, es posible calcular la eficiencia de la transmisión de calor en el intercambiador 1.

La eficiencia de la transmisión de calor del intercambiador 1 es valorada a largo plazo y sirve para el diagnóstico de obstrucción gradual del intercambiador o la detección de averías y cambios.

El sistema puede servir como medidor del consumo de calor en el medio primario. El rendimiento absoluto actual del intercambiador 1 es conocido, por lo tanto mediante la integración del rendimiento actual por la unidad de tiempo se obtiene el consumo de calor. Concretamente puede ser, por ejemplo, el cálculo del consumo de calor realizado según la siguiente ecuación

$$ST(t) = T_m \sum_{k=t-T_{ST}}^t Q_p(k),$$

- 5 donde $ST(t)[W]$ es el consumo de calor en el medio primario por un periodo de medida de consumo de calor $T_{ST}[s]$. $T_m[s]$ es el periodo con el que se leen los valores de rendimiento.

Uso industrial

- 10 La bomba del intercambiador de calor, según la solución técnica está destinada especialmente al control del rendimiento del intercambiador de calor independientemente de los cambios de presión y temperatura de entrada en el conducto de transferencia de calor primario y los cambios de temperatura y caudal en el conducto de transferencia de calor secundario. Además el sistema está destinado al diagnóstico del intercambiador de calor en marcha y, con ayuda del control de rendimiento del intercambiador de calor, también para el control de temperatura en la zona térmica. Asimismo es posible utilizarlo para medir la cantidad de energía traspasada por el
- 15 intercambiador del circuito primario al secundario.

REIVINDICACIONES

1. La conexión del sistema para el control de rendimiento y el diagnóstico del intercambiador de calor compuesto del intercambiador de calor, unidad (3) directiva, la bomba (2), una fuente de calor y zona (25) térmica, donde el intercambiador (1) de calor tiene una entrada (4) primaria del fluido de transferencia de calor primario provisto del primer sensor (15) de temperatura y una salida (5) primaria para la conducción del fluido de transferencia de calor primario dispuesto de un segundo sensor (20) de temperatura, donde esta salida (5) primaria desemboca al impulsor (6) de la bomba (2) conectado con el motor (9) y provisto de un conducto (7) para la conducción del fluido de transferencia de calor primario a la fuente de calor y, de ella, de vuelta a la entrada (4) primaria, mientras que entre el intercambiador (1) y la bomba (2) está colocada la unidad (3) directiva que contiene una unidad (10) de control del motor conectada de forma bidireccional con el motor (9) de la bomba (2) y, al mismo tiempo, el intercambiador (1) está dispuesto de una entrada (23) secundaria de fluido de transferencia de calor secundario y una salida (24) secundaria conectada atrás a través de la zona (25) térmica con la entrada (23) secundaria, **caracterizada porque**, la unidad (3) directiva tiene en su entrada un módulo (17) de temperatura, en cuya primera entrada está conectada la salida del primer sensor (15) de temperatura por el primer canal (16) de comunicación y, en cuya segunda entrada está conectada la salida del segundo sensor (20) de temperatura por el segundo canal (21) de comunicación, donde este dispositivo consta de un bloque (19) de cálculo de rendimiento, un bloque (12) de evaluación de caudal, memoria (13), un regulador (27) de rendimiento y una unidad (29) directiva, el módulo (17) de temperatura tiene una salida (18) de la temperatura de entrada primaria conectada con una entrada del bloque (19) de cálculo de rendimiento y una salida (22) de la temperatura de salida primaria con la segunda entrada del bloque (19) de cálculo de rendimiento, a cuya tercera entrada (14) está conectada la salida del bloque (12) de evaluación del caudal, cuya entrada está conectada con la salida de memoria (13) y la segunda entrada está conectada a través del bus (11) con la salida de la unidad (10) de control del motor, mientras que la salida (26) de evaluación del rendimiento térmico dado del bloque (19) de cálculo de rendimiento está conectada con una entrada del regulador (27) de rendimiento, cuya segunda entrada (28) de demanda de rendimiento está conectada con la primera salida de la unidad (29) operativa y, cuya salida (30) del regulador (27) está conectada con la unidad (10) de control del motor.
2. La conexión del sistema según la reivindicación 1 **caracterizada porque**, a la entrada (23) secundaria del intercambiador (1) está conectado un tercer sensor (31) de temperatura, el cual está conectado por un tercer canal (32) de comunicación con la tercera entrada del módulo (17) de temperatura, la cual está provista de la salida (35) de la temperatura de la zona conectada con una entrada del regulador (36) de temperatura, a cuya segunda entrada (37) de demanda de temperatura de la zona (25) térmica está conectada la segunda salida de la unidad (29) operativa y cuya salida está conectada con la segunda entrada (28) de demanda de rendimiento del regulador (27) de rendimiento.

3. La conexión del sistema según la reivindicación 1 **caracterizada porque**, en la zona (25) de temperatura está situado un cuarto sensor (33) de temperatura, el cual está conectado por un cuarto canal (34) de comunicación con una tercera entrada del módulo (17) de temperatura, el cual está provisto de la salida (35) de temperatura de la zona conectado con una entrada del regulador (36) de temperatura, a cuya segunda entrada (37) de demanda de temperatura de la zona (25) térmica está conectada una segunda salida de la unidad (29) operativa y cuya salida está conectada con la segunda entrada (28) de demanda del rendimiento del regulador (27) de rendimiento.
4. La conexión del sistema según la reivindicación 2 o 3 **caracterizada porque**, la unidad (3) directiva tiene alojado un módulo (39) de diagnóstico, donde a su primera entrada está conectada la salida (18) de temperatura de entrada primaria, a su segunda entrada está conectada la salida (35) de temperatura de la zona del módulo (17) de temperatura y a su tercera entrada está conectada la salida (26) de evaluación del rendimiento térmico dado, mientras que la salida (40) de informaciones de diagnóstico del módulo (39) de diagnóstico está conectada con la unidad (29) operativa.
5. La conexión del sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizada porque**, la unidad (3) directiva tiene incorporado un módulo (41) de consumo, cuya primera entrada está conectada con la salida (26) de evaluación del rendimiento térmico dado y cuya salida (42) de informaciones sobre el consumo está conectada con la unidad (29) operativa.

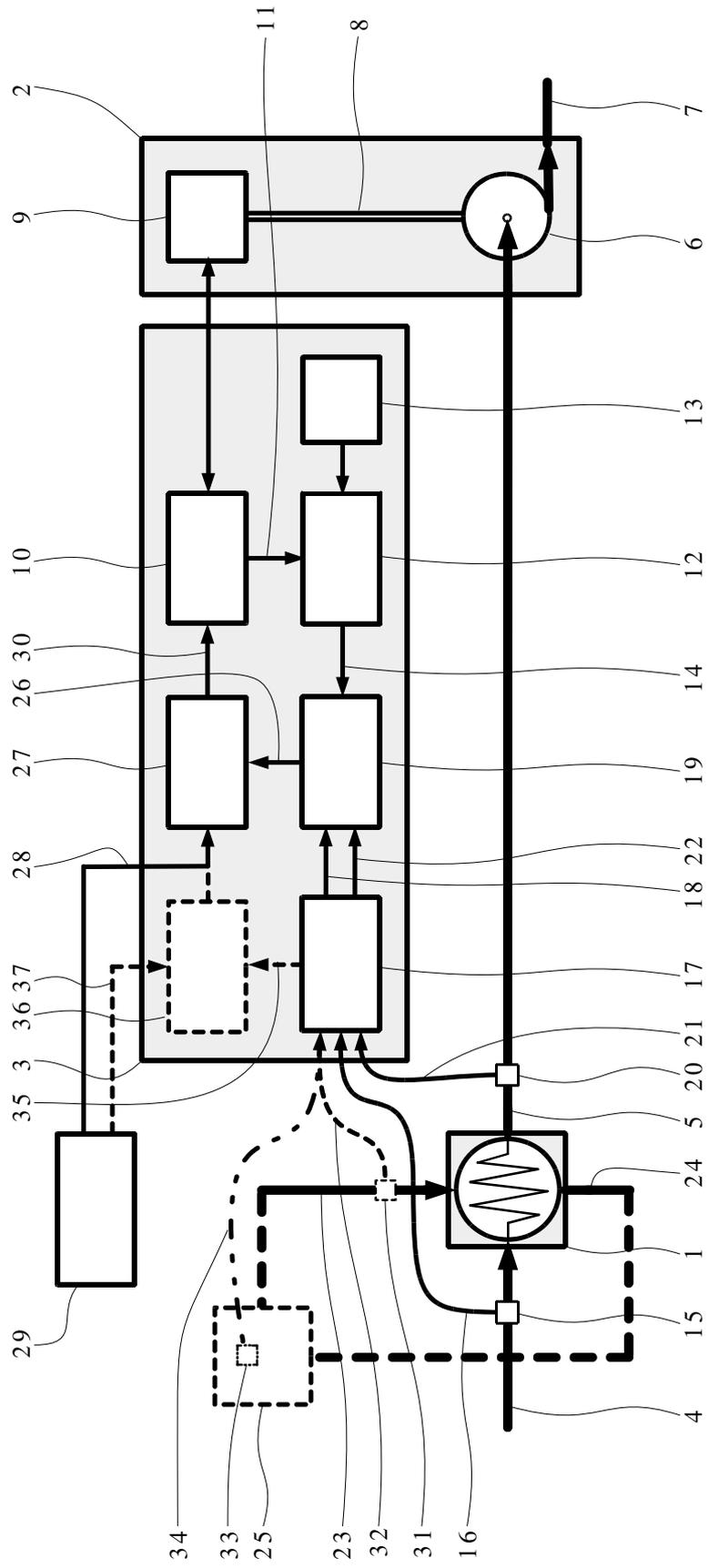


FIG. 1

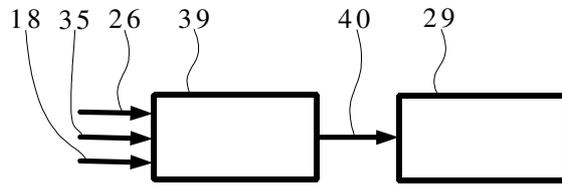


FIG. 2

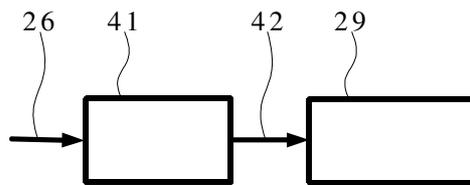


FIG. 3

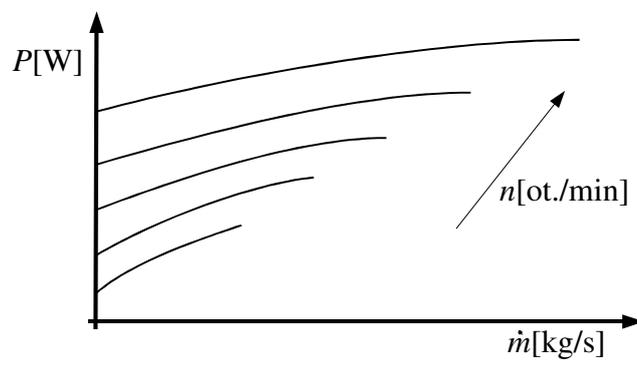


FIG. 4