

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 518 915**

51 Int. Cl.:

**F24D 19/10** (2006.01)

**F24H 9/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2012 E 12156615 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 2492602**

54 Título: **Aparato y método para optimizar el funcionamiento de una caldera para calentar agua**

30 Prioridad:

**23.02.2011 IT UD20110024**

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

**05.11.2014**

73 Titular/es:

**PALAZZETTI LELIO SPA (100.0%)**

**Via Roveredo 103**

**I-33080 Porcia (PN), IT**

72 Inventor/es:

**PALAZZETTI, RUBEN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 518 915 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**

Aparato y método para optimizar el funcionamiento de una caldera para calentar agua

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato y a un método para optimizar el funcionamiento de una caldera, o un generador de calor, especialmente del tipo de combustible de biomasa sólido, tal como pellets o semejantes o similares a pellets, unas virutas o un combustible de biomasa sólido similar en forma de partículas, gránulos o similares, para calentar el agua de una máquina de usuario, tal como una planta de calentamiento de tipo doméstico, un depósito para acumular agua u otro.

Antecedentes de la invención

15 Un aparato para regular una caldera que usa un combustible de biomasa sólido, tal como pellets o semejantes o similares a pellets, unas virutas o un combustible de biomasa sólido similar en forma de partículas, gránulos o similares, para calentar agua, que comprende una bomba para hacer circular el agua, una válvula de tres vías, un dispositivo para regular la potencia térmica de la caldera, un sensor de temperatura en la salida de la caldera, y una unidad de control electrónica conectada al sensor de temperatura.

20 En general, primero debe considerarse que las calderas que usan los combustibles de biomasa sólidos en cuestión, a diferencia de los quemadores de leña, los quemadores de gas o los quemadores de combustible líquido, tienen un tiempo de encendido y de apagado transitorio muy largo, en el intervalo de media hora; es decir, no tienen un comportamiento de encendido/apagado en el que la generación de calor, y por lo tanto, del calentamiento del agua, sea casi instantáneo. Por el contrario, tienen tiempos de espera largos hasta que alcanzan las condiciones de temperatura normales de funcionamiento, y por lo tanto, en dichos tiempos transitorios, el calentamiento de agua no es óptimo.

30 Una de las desventajas de este tipo de calderas, que usan combustibles de biomasa sólidos para calentar el agua, unido a los largos tiempos de encendido y apagado descritos anteriormente, es que si el agua está demasiado fría, se forma condensación en la cámara de combustión y las gotas de condensación, junto con los humos de la combustión, provocan compuestos no deseados, tales como el cresol y el alquitrán, que se depositan en las paredes del intercambiador de calor.

35 Hablando en general, las calderas conocidas comprenden una tubería de suministro, que transporta el agua caliente hacia el exterior, y una tubería de retorno, que devuelve el agua de nuevo dentro de la caldera. La válvula de tres vías está localizada en la tubería de retorno y está conectada, por medio de una tubería de by-pass, a la tubería de suministro, con el fin de mezclar, posiblemente, una cierta cantidad de agua caliente con el agua de retorno. De esta manera, el agua de retorno puede calentarse antes de volver dentro de la caldera. Con el fin de realizar esta mezcla, la válvula se controla mediante la unidad de control electrónica cuando la temperatura detectada por el sensor está por debajo de un valor determinado. Como alternativa, el sistema puede gestionarse mediante un elemento termostático con un punto de ajuste predefinido y constante.

45 De esta manera, el agua pre-calentada que entra en la caldera permite mantener la pared de intercambio de calor entre el agua y los humos de combustión a una temperatura tal como para evitar la formación de condensación. La condensación, como se ha dicho, que se mezcla con el hollín, formaría cresol y alquitrán que provocaría la formación de incrustaciones y por lo tanto de oclusiones.

50 La bomba, controlada por la unidad de control electrónica, solo es capaz de funcionar en el llamado modo de "encendido/apagado", y por lo tanto se enciende y funciona a la máxima potencia, o se desconecta. La alternancia de estas dos fases de tiempo permite variar la velocidad de flujo del agua caliente enviado a la máquina de usuario y por consiguiente la carga de calor usada de este modo.

55 Las funciones del aparato conocido de acuerdo con un método, que se proporciona para establecer un valor de referencia de la temperatura del agua, que debe mantenerse posiblemente a la salida de la caldera y precisamente en la tubería de suministro. Si el valor de la temperatura detectada por el sensor de temperatura es inferior a la establecida, la unidad de control electrónica ordena tanto al dispositivo que regule la caldera de manera que se produzca la máxima potencia térmica, como también ordena a la bomba que se encienda. Si, por el contrario, el valor de temperatura detectado por el sensor de temperatura es mayor que o igual al establecido, la unidad de control electrónica ordena a la caldera que se baje automáticamente, o incluso que se apague temporalmente.

60 Una desventaja del aparato conocido es la presencia de la válvula de tres vías, lo que aumenta las pérdidas de carga hidráulica que la bomba tiene que compensar. Además, el aparato conocido no garantiza que la temperatura del agua en la salida de la válvula de tres vías y en la entrada de la caldera sea lo suficientemente alta como para evitar la formación de condensación en el interior de la caldera.

65

Otra desventaja es que la bomba hidráulica con un funcionamiento de encendido/apagado aumenta el consumo de energía eléctrica, ya que no puede funcionar, cuando se enciende, en otras condiciones de funcionamiento distintas del máximo. En consecuencia, la bomba no puede transmitir una velocidad de flujo de agua que no sea la máxima.

5 Otra desventaja es que la detección de un único valor de temperatura no permite regular el funcionamiento de la caldera con precisión, y por lo tanto no es muy adaptable a los diferentes tipos de máquinas de usuario a los que se asocian la caldera. De hecho, con este tipo de gestión, no se proporciona información acerca de lo que ocurre aguas abajo del generador de agua caliente. Se conocen los documentos de la técnica anterior DE-A-19956222, EP-A-0.816.766, DE-A-102006009047 y DE-C-19710905, que describen en general aparatos de control conocidos aplicables a las calderas para calentar agua asociados con una máquina de usuario, el fin principal de los cuales es garantizar las necesidades de calor de la máquina de usuario y no optimizar el funcionamiento del propio generador de calor.

15 En particular, el documento DE-A-19956222 describe un aparato de control conocido que proporciona una válvula de by-pass para mezclar una parte de agua caliente a la salida de la tubería de suministro con el agua fría que entra en la caldera desde una tubería de retorno, un sensor de temperatura asociado con la tubería de suministro, un sensor de temperatura asociado con la tubería de retorno y un sensor de temperatura del entorno exterior. El aparato de control conocido usa los datos detectados por los sensores para ordenar el encendido y el apagado de la bomba y del calentador a intervalos específicos de acuerdo con un algoritmo predeterminado.

20 Los documentos EP-A-0.816.766, DE-A-102006 009047 y DE-C-19710905 describen los aparatos de control similares que proporcionan un sensor de temperatura asociado con la tubería de suministro y un sensor de temperatura asociado con la tubería de retorno y capaces de transmitir señales eléctricas coordinadas asociadas con las temperaturas detectadas, de acuerdo con el funcionamiento de la bomba que se ordena en cada ocasión con el fin de definir una velocidad de flujo de agua deseada.

30 Uno de los fines de la presente invención es obtener un aparato para el funcionamiento de una caldera usando un combustible de biomasa sólido, tal como pellets o semejantes o similares a pellets, unas virutas o un combustible de biomasa sólido similar en forma de partículas, gránulos o similares, lo que permite evitar la condensación dentro de la caldera de una manera sencilla y segura, y reducir las pérdidas de carga que la bomba tiene que compensar.

Otro fin de la presente invención es obtener un aparato que reduzca el consumo eléctrico de la bomba.

35 Otro fin de la presente invención es perfeccionar un método de funcionamiento de la caldera que sea exacto, preciso y fácilmente adaptable a los diferentes tipos de máquina de usuario.

El solicitante ha ideado, probado y realizado la presente invención para superar las deficiencias del estado de la técnica y para obtener estos y otros fines y ventajas.

40 Sumario de la invención

La presente invención se expone y se caracteriza en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención o variantes de la idea inventiva principal.

45 De acuerdo con los fines anteriores, puede usarse un aparato de acuerdo con la presente invención para optimizar el funcionamiento de una caldera o un generador de calor, adecuado para calentar el agua de una máquina de usuario y que tiene una tubería de suministro, una tubería de retorno, y un intercambiador de calor que comprende una pared de intercambio de calor entre el agua que debe calentarse y los humos de combustión.

50 La presente invención es especialmente ventajosa para optimizar el funcionamiento de una caldera o un generador de calor usando combustible de biomasa sólido, tal como pellets o semejantes o similares a pellets, unas virutas o un combustible de biomasa sólido similar en forma de partículas o gránulos o semejantes.

55 El aparato de acuerdo con la presente invención comprende unos medios de bombeo adecuados para hacer circular el agua en la caldera, entre la tubería de retorno y la tubería de suministro, y un primer sensor de temperatura para detectar una primera temperatura del agua en la tubería de suministro.

60 De acuerdo con una característica de la presente invención, un segundo sensor de temperatura está asociado a la tubería de retorno para detectar una segunda temperatura del agua en la tubería de retorno, y unos medios de ajuste están asociados a los medios de bombeo, para variar de forma selectiva la velocidad de flujo de los medios de bombeo en función de la temperatura detectada por al menos uno de o el primer sensor de temperatura o el segundo sensor de temperatura.

65 De acuerdo con la presente invención, los medios de ajuste comprenden una unidad de control electrónica provista de una memoria y asociada a al menos el primer sensor de temperatura y al segundo sensor de temperatura y a los

medios de variación de potencia con el fin de variar de forma selectiva las velocidades de flujo de los medios de bombeo en función de al menos las temperaturas primera y segunda, detectadas por al menos el primer sensor de temperatura y el segundo sensor de temperatura.

5 De acuerdo con la presente invención, la unidad de control electrónica está configurada para comparar la diferencia en los valores de las temperaturas primera y segunda con un valor de diferencia de temperatura máximo entre las temperaturas primera y segunda y con un valor de diferencia de temperatura mínimo entre las temperaturas primera y segunda: los valores máximo y mínimo están predeterminados y memorizados en la memoria de la unidad de control electrónica.

10 Por otra parte, de acuerdo con la presente invención, la unidad de control electrónica está configurada también para realizar una comparación de un valor medio real de los valores de las temperaturas primera y segunda con un primer valor predeterminado, indicativo de la temperatura de puesta en marcha de los medios de bombeo, y con un segundo valor predeterminado indicativo de la temperatura de la pared de intercambio del intercambiador de calor de la caldera, ambos memorizados en la memoria.

15 Por lo tanto, con la presente invención es posible variar fácilmente y de forma automática la velocidad de flujo del agua caliente que sale y por lo tanto variar, en particular para frenar, el flujo de calor hacia el exterior, con el fin de elevar la temperatura de la caldera, en particular, de las paredes de intercambio del intercambiador de calor de la caldera, y por lo tanto eliminar el fenómeno indeseable de condensación.

20 Por otra parte, con la presente invención, es posible hacer el trabajo de la caldera en condiciones óptimas de intercambio de calor, reduciendo el consumo de electricidad, especialmente el que deriva de los medios de bombeo. De acuerdo con la presente invención, se controla el funcionamiento de los medios de bombeo para mantener óptima la diferencia de calor representada por el valor máximo de la diferencia de temperatura entre la primera temperatura y la segunda temperatura.

25 De acuerdo con otra característica de la presente invención, la unidad de control electrónica se asocia también a unos medios para alimentar el combustible sólido hacia la cámara de combustión de la caldera con el fin de regular la potencia térmica suministrada.

30 De acuerdo con otra característica de la invención de la presente invención, el método para optimizar el funcionamiento de una caldera adecuada para calentar el agua de una máquina de usuario comprende una primera etapa en la que se mide una primera temperatura del agua en la tubería de suministro, y una segunda etapa en la que se mide una segunda temperatura del agua en la tubería de retorno.

35 De acuerdo con otra característica de la presente invención, el método comprende también una tercera etapa en la que se regula la velocidad de flujo de los medios de bombeo en función de al menos una de las dos temperaturas medidas en las etapa primera y segunda.

40 De acuerdo con otra característica de la presente invención, la tercera etapa del método, realizada de acuerdo con un primer programa de trabajo de una unidad de control electrónica, comprende una primera sub-etapa de comparar la diferencia de los valores de las temperaturas con un valor de diferencia de temperatura máximo y con un valor de diferencia de temperatura mínimo predeterminados y memorizados en una memoria de la unidad de control electrónica conectada a los medios de bombeo.

45 Por otra parte, de acuerdo con otra característica de la presente invención, la tercera etapa del método comprende también una segunda sub-etapa de comparar un valor promedio real de los valores de las temperaturas con un primer valor predeterminado indicativo de la temperatura de puesta en marcha de los medios de bombeo, y con un segundo valor predeterminado indicativo de la temperatura de la pared de intercambio del intercambiador de calor de la caldera, ambos memorizados en la memoria de la unidad de control electrónica.

50 De acuerdo con una variante, el método comprende una tercera sub-etapa en la tercera etapa, realizada de acuerdo con un tercer programa de trabajo de la unidad de control electrónica, que compara el valor de la primera temperatura con un tercer valor de temperatura predeterminado, memorizado en la memoria de la unidad de control electrónica.

55 De acuerdo con una característica adicional de la presente invención, en la tercera etapa, la unidad de control electrónica regula la potencia térmica de la caldera actuando sobre los medios para alimentar un combustible sólido hacia una cámara de combustión de la caldera.

60 De acuerdo con una característica de la presente invención, en la tercera etapa, los medios de ajuste varían la velocidad de flujo de los medios de bombeo, de una manera lineal entre un valor mínimo y un valor máximo.

65

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción de una forma preferida de realización, dada como un ejemplo no restrictivo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 5
- La figura 1 es una vista en perspectiva esquematizada de un aparato de acuerdo con la presente invención;
  - La figura 2 es una vista esquematizada del aparato y de la caldera en la figura 1, conectados a una primera máquina de usuario;
  - La figura 3 es una vista esquematizada del aparato y de la caldera en la figura 1, conectados a una segunda máquina de usuario;
  - La figura 4 es una vista esquematizada del aparato y de la caldera en la figura 1, conectados a una tercera máquina de usuario;
  - La figura 5 es una vista esquematizada del aparato y de la caldera en la figura 1, conectados a una cuarta máquina de usuario.
- 10
- 15

Para facilitar la comprensión, se han usado los mismos números de referencia, siempre que ha sido posible, para identificar los elementos comunes idénticos en los dibujos. Se entiende que los elementos y las características de una forma de realización pueden incorporarse convenientemente en otras realizaciones sin más aclaraciones.

20 Descripción detallada de algunas formas preferidas de realización

Con referencia a la figura 1, se muestra instalado un aparato 10 de acuerdo con la presente invención en una caldera o generador 11 de calor de un tipo conocido, en este caso se usa combustible de biomasa sólido, por ejemplo pellets o semejantes o similares a pellets, unas virutas o un combustible de biomasa sólido similar en forma de partículas, gránulos o similares, adecuados para calentar el agua caliente que debe transportarse a una máquina 12 de usuario, que puede ser por ejemplo una planta de calefacción, un depósito para acumular agua, u otro.

25

El aparato 10 comprende una bomba 13 (figuras 1 y 2), un dispositivo 14 para regular la potencia térmica de la caldera 11, un variador 21 de energía eléctrica de la bomba 13, un primer sensor 16a de temperatura, un segundo sensor 16b de temperatura y una unidad 15 de control electrónica conectada a ellos.

30

La caldera 11 comprende una cámara 22 de combustión, alimentada con combustible sólido, en este caso pellets, por medio de un tornillo 23 de Arquímedes accionado por un motor 24 eléctrico, controlado por el dispositivo 14 para regular la potencia térmica. La caldera 11 comprende también un intercambiador 19 de calor que tiene una pared 19a de intercambio de calor entre el agua que circula en una primera zona 19b y los humos F, producidos por la combustión, que circulan en una segunda zona 19C. La caldera 11 también comprende una tubería 17 de suministro para el agua caliente y una tubería 18 de retorno para el agua fría, conectadas a la máquina 12 de usuario.

35

El sensor 16a de temperatura está montado en la tubería 17 de suministro para detectar una primera temperatura T1 del agua en la tubería 17 de suministro, mientras que el segundo sensor 16b de temperatura está montado en la tubería 18 de retorno para detectar una segunda temperatura T2 del agua en la tubería 18 de retorno.

40

De acuerdo con una variante, mostrada en las figuras 3, 4 y 5, el aparato 10 comprende también un tercer sensor 16c de temperatura, que se localiza cerca de la máquina 12 de usuario (figura 3), o dentro de ella (figuras 4 y 5).

45

La disposición de los sensores 16a y 16b de temperatura permite detectar la temperatura del agua, tanto en la entrada como en la salida de la caldera 11, de manera que es posible también estimar con suficiente aproximación, el valor de la temperatura del agua dentro de la caldera 11, que es sustancialmente igual a la temperatura de la pared 19a de intercambio del intercambiador 19 de calor.

50

La bomba está dispuesta en serie con la tubería 18 de retorno y, por medio del variador 21 de potencia conectado a ella, es capaz de variar la velocidad de flujo del agua desde un valor ( $Q_{min}$ ) mínimo a un valor ( $Q_{max}$ ) máximo, como se describirá en más detalle a continuación en el presente documento.

Los sensores 16a, 16b y 16c están conectados a la unidad 15 de control electrónica que comprende una memoria 25 y está programada para controlar, en respuesta a las señales de los sensores 16a, 16b y posiblemente el 16c, tanto el variador 21 de potencia eléctrica de la bomba 13, como también el dispositivo 14 que regula la potencia térmica de la caldera 11, con el fin de satisfacer las necesidades de calor de la máquina 12 de usuario.

55

El aparato 10 descrito hasta ahora, funciona de la siguiente manera.

60

En una primera forma de realización de acuerdo con la presente invención, cuando la máquina 12 de usuario consiste en una planta de calefacción hidráulica (figura 2), la unidad 13 de control ejecuta un primer programa de trabajo, memorizado en su memoria 25, tanto para optimizar el funcionamiento de la planta 12, como para evitar también la condensación dentro de la caldera 11.

65

## ES 2 518 915 T3

En este caso, el método facilita una primera temperatura P1 de referencia que se establece en la memoria 25, para poner en marcha la bomba 13, por ejemplo 30 °C, y una segunda temperatura P2 de las paredes 19a de intercambio, por ejemplo 45 °C.

- 5 Cuando la caldera 11 está funcionando, la unidad 15 de control calcula continuamente el valor Tc real de la temperatura de las paredes 19a de intercambio de calor. El valor Tc es una media ponderada entre un valor T1 de la temperatura del agua en la tubería 17 de suministro, detectada por el primer sensor 16a, y un valor T2 de temperatura del agua en la tubería 18 de retorno, detectada por el segundo sensor 16b.
- 10 Si el valor Tc calculado es igual o menor que el valor P2, existe un peligro de condensación en las paredes 19a de intercambio de calor; en particular, si el valor Tc calculado es también menor que el valor P1, existe un riesgo de enfriamiento excesivo de las paredes 19a de intercambio de calor y por lo tanto de reducir el rendimiento de la caldera 11.
- 15 En este caso, con el fin de evitar la formación de condensación en las paredes 19a de intercambio de calor, la unidad 15 de control, para controlar el valor Tc de temperatura, mantiene la caldera 11 en condiciones de potencia nominal, que se corresponden a condiciones de máxima eficiencia, por medio del dispositivo 14 para regular la potencia térmica. Para hacer esto, actúa sobre la bomba 13 por medio del variador 21 de potencia, de manera que se transporta un mayor suministro de agua fría a la caldera 11 cuando es necesario disminuir el valor Tc de temperatura y un menor suministro cuando es necesario aumentar el valor Tc de temperatura.
- 20

En particular, en este caso pueden surgir las siguientes tres condiciones, que tienen acciones correspondientes de la unidad 15 de control electrónica:

- 25 a1) si  $T_c < P_1$ , la bomba funciona a la velocidad  $Q_{\min}$  de flujo mínima.  
b1) si  $T_c = P_2$ , la bomba funciona a la velocidad  $Q_{\max}$  de flujo máxima.  
c1) si  $P_1 < T_c < P_2$ , la bomba funciona y modula la velocidad de flujo de forma lineal entre la velocidad  $Q_{\min}$  de flujo mínima y la velocidad  $Q_{\max}$  de flujo máxima.
- 30 Por el contrario, si Tc es mayor que P2, no existe peligro de condensación en el intercambiador 19 de calor, y por lo tanto en un segundo modo del método, capaz de garantizar un funcionamiento eficiente y preciso de la caldera 11, la unidad 15 de control compara la diferencia de temperatura, llamada  $\Delta T$ , entre los valores T1 de temperatura, detectada por el primer sensor 16a, y T2, detectada por el segundo sensor 16b, con dos valores de referencia memorizados en la memoria 25 y llamados  $\Delta T_{\max}$  y  $\Delta T_{\min}$ . En particular  $\Delta T_{\max}$  se refiere al valor máximo de  $\Delta T$  aceptable, por ejemplo, 8 °C, mientras que  $\Delta T_{\min}$  se refiere al valor mínimo de  $\Delta T$ , por ejemplo 3 °C. En este otro caso, la unidad 15 de control se ajusta para mantener el valor de  $\Delta T$  tan cerca como sea posible al valor óptimo de intercambio de calor  $\Delta T_{\max}$ , y en cualquier caso para mantener este valor mayor que  $\Delta T_{\min}$ , con el fin de evitar que el agua pase dentro de la caldera 11 sin adquirir la cantidad máxima posible de calor. Con el fin de hacer esto, la unidad 15 de control actúa sobre la bomba 13 por medio del variador 21 de potencia, de manera que se transporta una gran cantidad de agua fría, si el valor  $\Delta T$  detectado está cerca de o es mayor que el valor de  $\Delta T_{\max}$ , y una cantidad menor de agua fría si el valor  $\Delta T$  detectado está cerca de o es menor que el valor  $\Delta T_{\min}$ . La potencia térmica de la caldera 11 se mantiene en el valor nominal por medio del dispositivo 14 para regular la potencia térmica.
- 40
- 45 En este otro caso, pueden producirse las siguientes otras tres condiciones, que tienen acciones correspondientes de la unidad 15 de control:
- d1) si  $\Delta T < \Delta T_{\min}$ , la bomba funciona a la velocidad  $Q_{\min}$  de flujo mínima.  
e1) si  $\Delta T > \Delta T_{\max}$ , la bomba funciona a la velocidad  $Q_{\max}$  de flujo máxima.
- 50 f1) si  $\Delta T_{\min} < \Delta T < \Delta T_{\max}$ , la bomba funciona y modula la velocidad de flujo de forma lineal entre la velocidad  $Q_{\min}$  de flujo mínima y la velocidad  $Q_{\max}$  de flujo máxima.

Este método garantiza un funcionamiento eficiente de la caldera 11, que de este modo minimiza el consumo de calor de la bomba 13, con el fin de minimizar el consumo eléctrico del motor correspondiente y para responder rápidamente a las necesidades de la máquina 12 de usuario.

55

En una segunda forma de realización de la presente invención, mostrada esquemáticamente en la figura 3, existe el tercer sensor 16c de temperatura en el entorno calentado por la planta 12 de calefacción. En esta configuración, la unidad 15 de control ejecuta un segundo programa de trabajo memorizado en la memoria 25.

60

En este caso, el método proporciona una temperatura  $T_A$  que se ajusta, para mantenerse en el entorno calentado por la máquina 12 de usuario, al valor T3 real que se mide por el tercer sensor 16c de temperatura. En la memoria también se memoriza un valor  $I_A$  de temperatura de histéresis, en relación con  $T_A$ , y un valor de temperatura Tw, en relación con la temperatura del agua que sale de la caldera 11, el valor T1 real, que se mide por el primer sensor 16a de temperatura. La unidad 15 de control actúa sobre la bomba 13, de la misma manera como se ha descrito

65

anteriormente para el primer programa de trabajo y sobre la caldera 11, por medio del dispositivo 14 para regular la potencia térmica, con el fin de hacer que la caldera 11 funcione en condiciones de potencia máxima, o de potencia mínima respectivamente, si T3 es menor que la diferencia entre T<sub>A</sub> e I<sub>A</sub> o respectivamente por encima de T<sub>A</sub>. La caldera 11 se fabrica para funcionar en modulación de potencia si el valor de T3 está comprendido entre T<sub>A</sub> y la diferencia entre T<sub>A</sub> e I<sub>A</sub>.

En particular, pueden producirse las siguientes cinco condiciones, que tienen acciones correspondientes de la unidad 15 de control electrónica:

- a2) si  $T3 < (T_A - I_A)$ , la caldera 11 funciona a la máxima potencia.
- b2) si  $T3 = T_A$ , la caldera 11 funciona a potencia mínima.
- c3) si  $T3 > T_A$ , la caldera 11 se apaga.
- d3) si  $(T_A - I_A) < T3 < T_A$  y  $T1 < T_w$ , la caldera 11 funciona a la máxima potencia.
- e3) si  $(T_A - I_A) < T3 < T_A$  y  $T1 > T_w$ , la caldera 11 modula la potencia para mantener  $T1 = T_w$ .

Este método de funcionamiento reduce el consumo de calor de la caldera 11 y garantiza una respuesta rápida y eficiente a las necesidades de la máquina 12 de usuario y garantiza el consumo eléctrico optimizado de la bomba 13.

En una tercera forma de realización de la presente invención, mostrada esquemáticamente en la figura 4, cuando la máquina 12 de usuario consiste en un depósito 26 para acumular agua caliente y facilita que este último se caliente mediante un serpentín 27 interno, y que el tercer sensor 16c de temperatura se localiza dentro del tanque 26, la unidad 15 de control se programa para ejecutar un tercer programa de trabajo memorizado en su memoria 25. En este caso, el método facilita que se memorice lo siguiente en la memoria 25: un valor T<sub>ACC</sub> de temperatura para que se mantenga en el tanque 26, el valor T3 real que se mide por el tercer sensor 16c de temperatura; un valor I<sub>ACC</sub> de temperatura de histéresis, en relación con T<sub>ACC</sub>; un valor T<sub>w</sub> de temperatura, en relación con la temperatura del agua que sale de la caldera 11, el valor T1 real que se mide mediante el primer sensor 16a de temperatura. La unidad 15 de control, por medio del dispositivo 14 para regular la potencia térmica, mantiene la caldera 11 a su potencia máxima, de manera que la temperatura T3 es tan igual como es posible al valor T<sub>ACC</sub>, y la apaga cuando la temperatura T3 es mayor que temperatura T<sub>ACC</sub>. Además, con el fin de eliminar el peligro de condensación, la unidad 15 de control actúa sobre la bomba 13, por medio del variador 21 de potencia, como se ha descrito en el primer caso del primer programa de trabajo ( $T_c \leq P2$ ). Por el contrario, si  $T_c > P2$ , la unidad 15 de control actúa sobre la bomba 13 con el fin de mantener el valor T1 de temperatura del agua igual al valor T<sub>w</sub> de referencia. En particular, si T1 es menor que T<sub>w</sub>, la unidad 15 de control reducirá la velocidad de flujo de la bomba 13 para transportar menos agua fría a la caldera 11; por el contrario, si T1 es mayor que T<sub>w</sub>, la unidad 15 de control aumenta la velocidad de flujo de la bomba 13, para transportar más agua fría a la caldera 11. En particular, pueden producirse las siguientes tres condiciones de trabajo, correspondientes a tres condiciones de la unidad de control electrónica:

- a3) si  $T3 < (T_{ACC} - I_{ACC})$  y  $(T_{ACC} - I_{ACC}) < T3 < T_{ACC}$ , la caldera 11 funciona a la máxima potencia y la bomba 13 modula la velocidad de flujo para mantener T1 igual a T<sub>w</sub>.
- b3) si  $T3 > T_{ACC}$ , la caldera 11 se apaga y la bomba modula la velocidad de flujo para mantener T1 igual a T<sub>w</sub>.
- c3) si  $T3 > T_{ACC}$  y  $T1 < T2 + 1$ , la caldera 11 se apaga.

Este método permite optimizar el consumo de la caldera 11 y responder rápidamente a las necesidades de la máquina 12 de usuario por medio de la bomba 13.

En una cuarta forma de realización de la presente invención, mostrada esquemáticamente en la figura 5, cuando la máquina 12 de usuario consiste en un depósito 28 para acumular agua caliente que llega directamente de la caldera 11 y el tercer sensor 16c de temperatura está localizado dentro del tanque 28, la unidad 15 de control está programada para ejecutar un cuarto programa de trabajo memorizado en el memoria 25.

En este caso, el método es similar al ejecutado por el tercer programa de trabajo de la unidad 15 de control descrito anteriormente. De hecho, por medio del dispositivo 14 que regula la potencia térmica, la unidad 15 de control hace que la caldera 11 funcione a la máxima potencia hasta el valor T3 de temperatura, medido por el tercer sensor 16c, que es menor que o igual que el valor T<sub>ACC</sub> de temperatura, como ha ocurrido en el tercer programa de trabajo. Se apaga cuando el valor T2 de temperatura es mayor que o igual al valor T<sub>ACC</sub> de temperatura de referencia, y no cuando el valor T3 de temperatura es mayor que el valor T<sub>ACC</sub>.

Esta manera de hacer que la caldera 11 funcione es debida al hecho de que el agua en el depósito 28 está más caliente en la parte superior, donde está localizado el sensor 16c, y está más frío en la parte inferior desde la que sale el agua que entra en la caldera 11, y la temperatura T2 que se detecta por el segundo sensor 16b de temperatura. De esta manera, la unidad 15 de control enciende la caldera 11 cuando la temperatura T3 detectada por el tercer sensor 16c es menor que el valor T<sub>ACC</sub> de referencia, y la apaga cuando la temperatura T2 detectada por el segundo sensor 16b de temperatura es igual o mayor que el valor T<sub>ACC</sub> de referencia. De esta manera, se garantiza que el agua contenida en el tanque 28 se mantenga por encima de la temperatura T<sub>ACC</sub> de referencia.

## ES 2 518 915 T3

En particular, pueden producirse las siguientes tres condiciones de trabajo, correspondientes a las tres condiciones de la unidad 15 de control:

- 5           a4) si  $T_3 < (T_{ACC} - I_{ACC})$  y  $(T_{ACC} - I_{ACC}) < T_3 < T_{ACC}$ , la caldera 11 funciona a su potencia máxima y la bomba 13 modula la velocidad de flujo para mantener  $T_1$  igual a  $T_w$ .  
b4) si  $T_2 > T_{ACC}$ , la caldera 11 se apaga y la bomba 13 modula la velocidad de flujo para mantener  $T_1$  igual a  $T_w$ .  
c4) si  $T_2 > T_1$  y  $T_{ACC} < T_2 + 1$ , tanto la caldera 11 y la bomba 13 se apagan.

10           Es evidente que pueden hacerse modificaciones y/o incorporaciones de piezas al aparato 10 y a los métodos para optimizar el funcionamiento de una caldera como se ha descrito hasta ahora, sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15           También es evidente que, aunque la presente invención se ha descrito con referencia a algunos ejemplos específicos, un experto en la materia será capaz ciertamente de lograr muchas otras formas equivalentes de aparatos y/o métodos para optimizar el funcionamiento de una caldera, que tiene las características como se establecen en las reivindicaciones y por lo tanto, todas comprendidas dentro del alcance de protección definido por las mismas.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato para optimizar el funcionamiento de una caldera (11) adecuada para calentar agua de una máquina (12) de usuario y que tiene una tubería (17) de suministro, una tubería (18) de retorno, y un intercambiador (19) de calor que comprende un pared (19a) de intercambio de calor entre el agua que debe calentarse y los humos de combustión, en el que dicho aparato comprende unos medios (13) de bombeo adecuados para hacer circular dicha agua en dicha caldera (11), entre dicha tubería (18) de retorno y dicha tubería (17) de suministro, al menos un primer sensor (16a) de temperatura para detectar una primera temperatura (T1) del agua en dicha tubería (17) de suministro, un segundo sensor (16b) de temperatura asociado a dicha tubería (18) de retorno para detectar una segunda temperatura (T2) del agua en dicha tubería (18) de retorno y unos medios (15, 21) de ajuste asociados a dichos medios (13) de bombeo, para variar de forma selectiva la velocidad de flujo de dichos medios (13) de bombeo en función de la temperatura detectada por al menos uno de o dicho primer sensor (16a) de temperatura o dicho segundo sensor (16b) de temperatura, caracterizado por que dichos medios de ajuste comprenden una unidad (15) de control electrónica provista de una memoria (25) y asociados al menos a dicho primer sensor (16a) de temperatura y a dicho segundo sensor (16b) de temperatura y unos medios (21) para variar la potencia con el fin de variar de forma selectiva las velocidades de flujo de dichos medios (13) de bombeo en función de al menos dichas temperaturas (T1, T2) primera y segunda, detectadas por al menos dicho primer sensor (16a) de temperatura y dicho segundo sensor (16b) de temperatura, configurándose dicha unidad (15) de control electrónica para comparar la diferencia ( $\Delta T$ ) de los valores de dichas temperaturas (T1, T2) primera y segunda con un valor ( $\Delta T_{\max}$ ) de diferencia de temperatura máxima y con un valor ( $\Delta T_{\min}$ ) de diferencia de temperatura mínima predeterminadas y memorizadas en dicha memoria (25) de dicha unidad (15) de control electrónica, y para realizar también una comparación de un valor (Tc) medio real de los valores de dichas temperaturas (T1, T2) primera y segunda con un primer valor (P1) predeterminado en el que poner en marcha los medios (13) de bombeo y con un segundo valor (P2) predeterminado indicativo de la temperatura de la pared (19a) de intercambio de dicho intercambiador (19) de calor de la caldera (11), ambos memorizados en dicha memoria (25).
2. Aparato como en la reivindicación 1, caracterizado por que comprende también un tercer sensor (16c) de temperatura asociado a dicha máquina (12) de usuario.
3. Aparato como en la reivindicación 2, caracterizado por que dicha unidad (15) de control electrónica también está asociada a dicho tercer sensor (16c) de temperatura con el fin de variar de forma selectiva las velocidades de flujo de dichos medios (13) de bombeo en función de al menos dos temperaturas detectadas por al menos dos de cualquiera de dichos sensores (16a, 16b, 16c) de temperatura primero, segundo o tercero.
4. Aparato como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos medios (13) de bombeo están situados en dicha tubería (18) de retorno, antes de dicho segundo sensor (16) de temperatura de acuerdo con la dirección del flujo del agua.
5. Aparato como en la reivindicación 3, caracterizado por que dicha unidad (15) de control electrónica es adecuada también para controlar unos medios (23, 24) de alimentación adecuados para alimentar de forma selectiva un combustible sólido hacia una cámara (22) de combustión de dicha caldera (11) con el fin de ajustar la potencia térmica de dicha caldera (11).
6. Método para optimizar el funcionamiento de una caldera (11) adecuada para calentar el agua de una máquina (12) de usuario y que tiene una tubería (17) de suministro y una tubería (18) de retorno, que comprende una primera etapa en la que se mide una primera temperatura (T1) del agua en dicha tubería (17) de suministro, que comprende una segunda etapa en la que se mide una segunda temperatura (T2) del agua en dicha tubería (18) de retorno y una tercera etapa de ajustar la velocidad de flujo de los medios (13) bombeo adecuada para hacer que dicha agua circule en dicha caldera (11), entre dicha tubería (18) de retorno y dicha tubería (17) de suministro, en función de al menos una de dichas dos temperaturas (T1, T2) medidas en dichas etapas primera y segunda, caracterizado por que dicha tercera etapa comprende una primera sub-etapa de comparar la diferencia ( $\Delta T$ ) de los valores de dichas temperaturas (T1, T2) con un valor ( $\Delta T_{\max}$ ) de diferencia de temperatura máxima y con un valor ( $\Delta T_{\min}$ ) de diferencia de temperatura mínima predeterminados y memorizados en una memoria (25) de una unidad (15) de control electrónica conectada a dichos medios (13) de bombeo, y por que dicha tercera etapa comprende también una segunda sub-etapa de comparar un valor (Tc) medio real de los valores de dichas temperaturas (T1, T2) con un primer valor (P1) predeterminado en el que se ponen en marcha los medios (13) de bombeo y con un segundo valor (P2) predeterminado indicativo de la temperatura de la pared (19a) de intercambio de un intercambiador (19) de calor de dicha caldera (11), ambos memorizados en dicha memoria (25).
7. Método como en la reivindicación 6, caracterizado por que si se demuestra a partir de dichas comparaciones que dicho valor (Tc) medio real es mayor que dicho segundo valor (P2) predeterminado y al mismo tiempo, dicha diferencia ( $\Delta T$ ) entre dichas dos temperaturas (T1, T2) es menor que dicho valor ( $\Delta T_{\min}$ ) de diferencia de temperatura mínima, entonces dichos medios (13) de bombeo se fabrican para funcionar de manera que su velocidad de flujo sea igual a un valor ( $Q_{\min}$ ) mínimo.

- 5 8. Método como en la reivindicación 7, caracterizado por que si se demuestra a partir de dichas comparaciones que dicho valor ( $T_c$ ) medio real es mayor que dicho segundo valor ( $P_2$ ) predeterminado y al mismo tiempo, que dicha diferencia ( $\Delta T$ ) entre dichas dos temperaturas ( $T_1$ ,  $T_2$ ) es mayor que dicho valor ( $\Delta T_{\max}$ ) de diferencia de temperatura máxima, entonces dichos medios (13) de bombeo se fabrican para funcionar de manera que su velocidad de flujo sea igual a un valor ( $Q_{\max}$ ) máximo.
- 10 9. Método como en la reivindicación 8, caracterizado por que si se demuestra a partir de dicha comparación que dicho valor ( $T_c$ ) medio real es mayor que dicho segundo valor ( $P_2$ ) predeterminado y al mismo tiempo, que dicha diferencia ( $\Delta T$ ) entre dichas dos temperaturas ( $T_1$ ,  $T_2$ ) está comprendida entre dicho valor ( $\Delta T_{\min}$ ) de diferencia de temperatura mínima y dicho valor ( $\Delta T_{\max}$ ) de diferencia de temperatura máxima, entonces dichos medios (13) de bombeo se fabrican para funcionar de manera que su velocidad de flujo varíe proporcionalmente entre dicho valor ( $Q_{\min}$ ) mínimo y dicho valor ( $Q_{\max}$ ) máximo.
- 15 10. Método como en la reivindicación 8 o 9, caracterizado por que si se demuestra a partir de dichas comparaciones que dicho valor ( $T_c$ ) medio real es menor que dicho segundo valor ( $P_2$ ) predeterminado y al mismo tiempo mayor que dicho primer valor ( $P_1$ ) predeterminado, entonces dichos medios (13) de bombeo se fabrican para funcionar de manera que su velocidad de flujo varíe proporcionalmente entre dicho valor ( $Q_{\min}$ ) mínimo y dicho valor ( $Q_{\max}$ ) máximo.
- 20 11. Método como en cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado por que si se demuestra a partir de dichas comparaciones que dicho valor ( $T_c$ ) medio real es menor que tanto dicho primero como dicho segundo valores ( $P_1$ ,  $P_2$ ) predeterminados, entonces dichos medios (13) de bombeo se fabrican para funcionar de manera que su velocidad de flujo sea igual a un valor ( $Q_{\min}$ ) mínimo.
- 25 12. Método como en la reivindicación 6, caracterizado por que dicha tercera etapa comprende una tercera sub-etapa de comparar el valor de dicha primera temperatura ( $T_1$ ) con un tercer valor ( $T_w$ ) de temperatura predeterminado, memorizado en una memoria (25) de una unidad (15) de control electrónica.
- 30 13. Método como en las reivindicaciones 9 y 12, caracterizado por que si se demuestra a partir de dichas comparaciones que tienen lugar en dichas sub-etapas segunda y tercera que dicho valor ( $T_c$ ) medio real es mayor que dicho segundo valor ( $P_2$ ) predeterminado y al mismo tiempo que dicho valor ( $T_1$ ) de temperatura es diferente de dicho tercer valor ( $T_w$ ) predeterminado, entonces dichos medios (13) de bombeo se fabrican para funcionar de manera que su velocidad de flujo varíe proporcionalmente entre dicho valor ( $Q_{\min}$ ) mínimo y dicho valor ( $Q_{\max}$ ) máximo.
- 35 14. Método como en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, caracterizado por que, en dicha tercera etapa, dicha unidad (15) de control electrónica ajusta la potencia térmica de dicha caldera (11) que actúa sobre los medios (23, 24) de alimentación de un combustible sólido hacia una cámara (22) de combustión de dicha caldera (11).
- 40 15. Método como en cualquiera de las reivindicaciones 9, 10 o 13, caracterizado por que, en dicha tercera etapa, los medios (15, 21) de ajuste varían la velocidad de flujo de dichos medios (13) de bombeo, de una manera lineal entre dicho valor ( $Q_{\min}$ ) mínimo y dicho valor ( $Q_{\max}$ ) máximo.

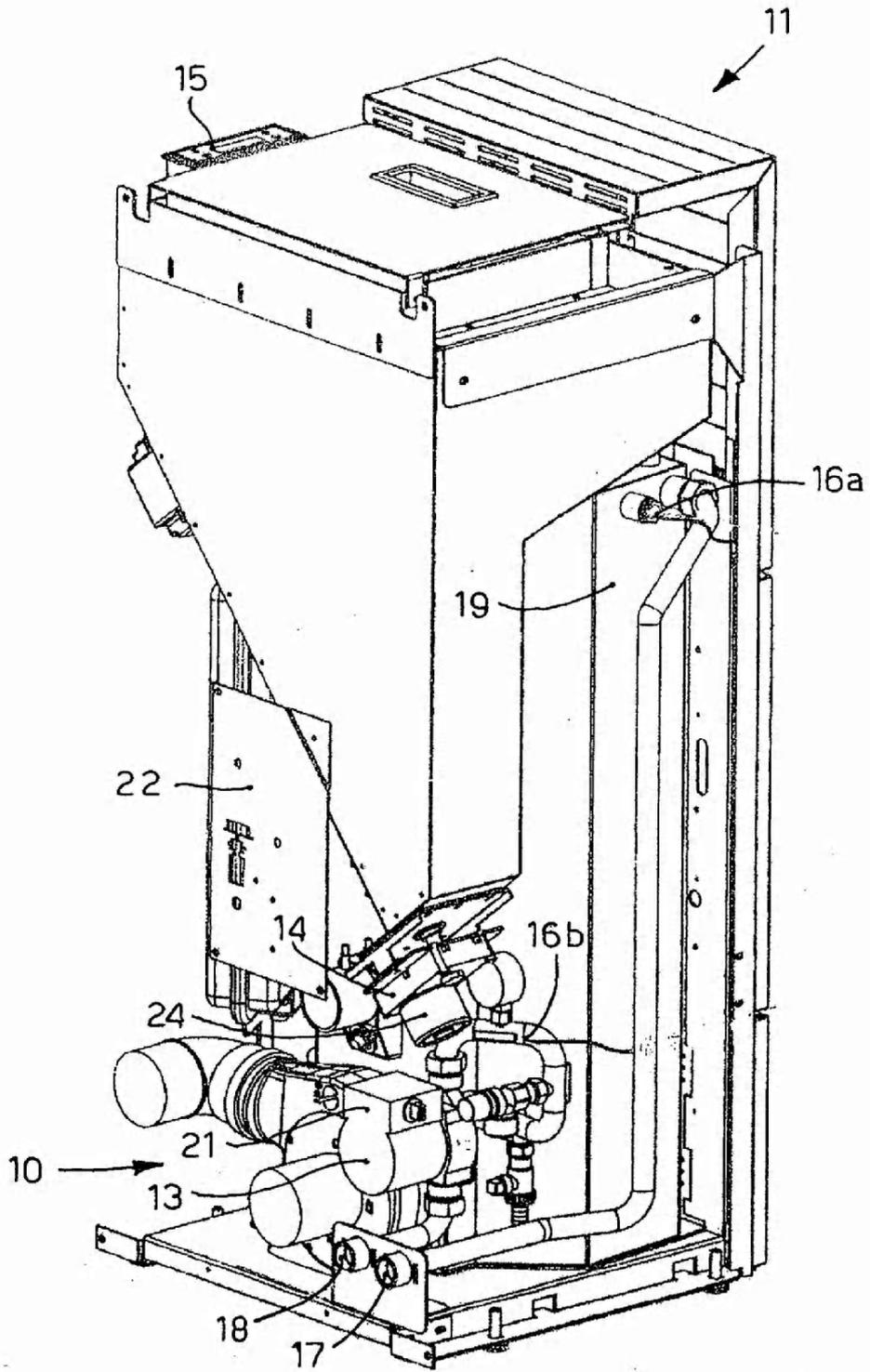


fig. 1

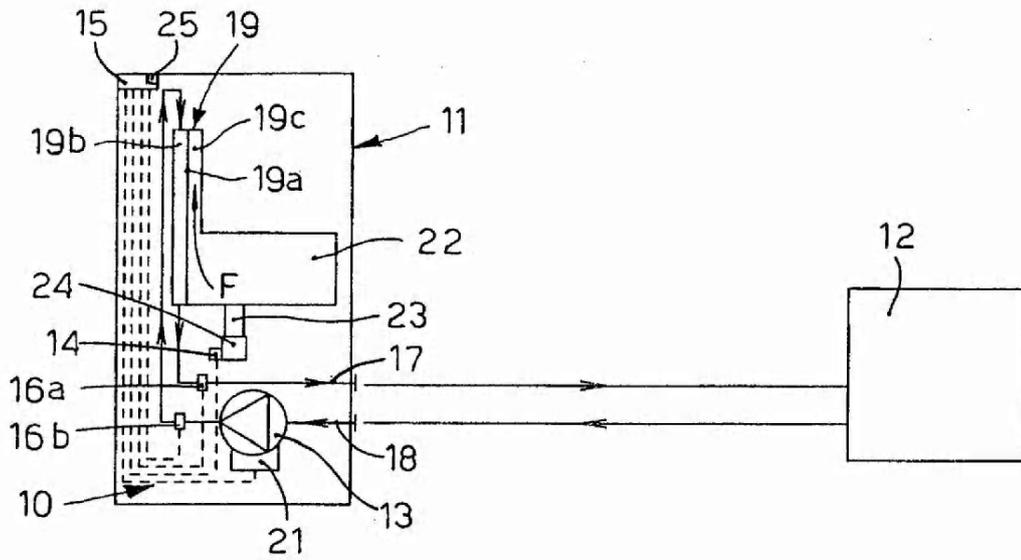


fig. 2

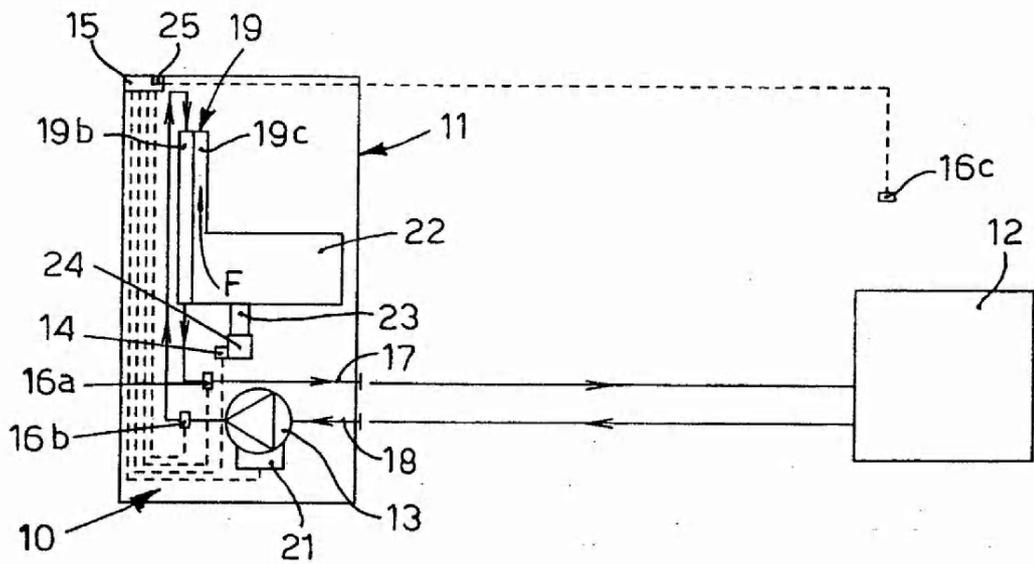


fig. 3

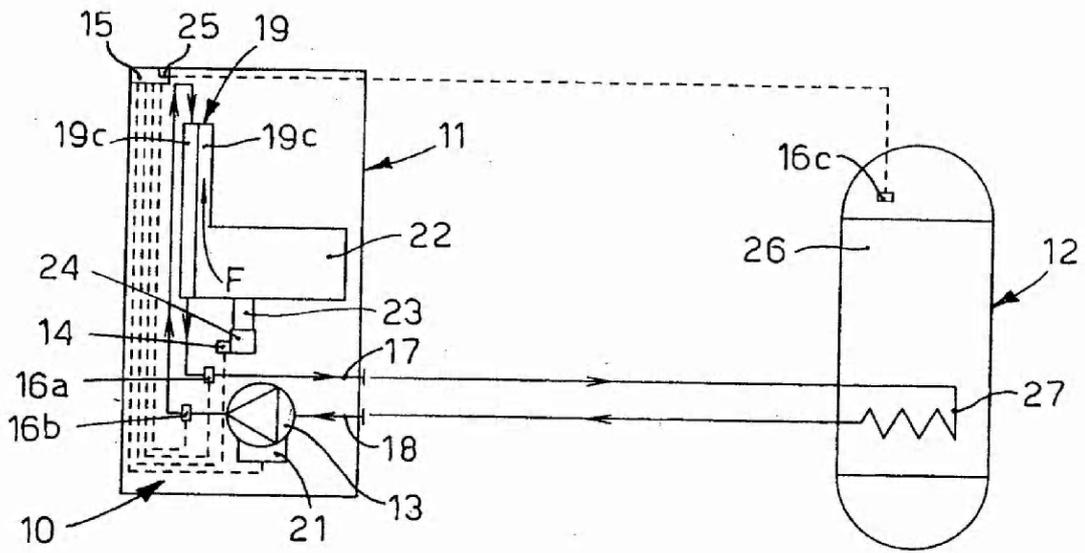


fig. 4

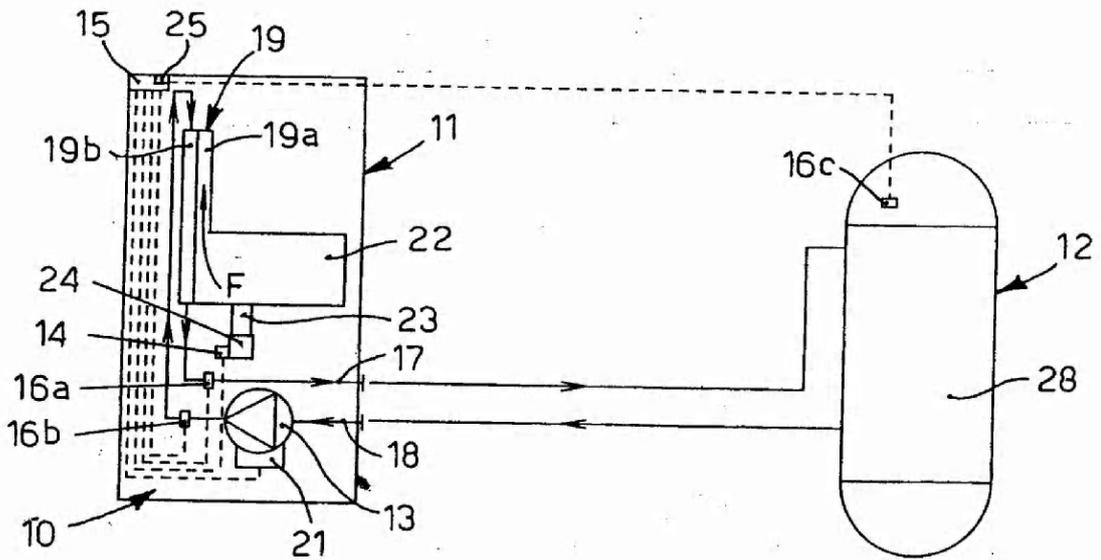


fig. 5