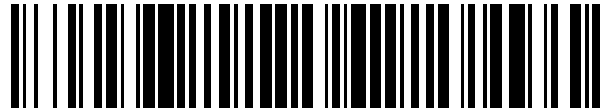


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 448 568**

51 Int. Cl.:

**F24D 11/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2002 E 02027715 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 1319899**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento optimizado de una instalación para producir simultáneamente energía eléctrica y térmica con un aparato calefactor con pila de combustible**

30 Prioridad:

**17.12.2001 AT 19672001**

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

**14.03.2014**

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)  
BERGHAUSER STRASSE 40  
42859 REMSCHEID, DE**

72 Inventor/es:

**GÖTZ, KLAUS;  
NOLL, WOLFGANG y  
THOMAS, ROLF**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 448 568 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 para el funcionamiento optimizado de una instalación para producir simultáneamente energía eléctrica y térmica con un aparato calefactor con pila de combustible

5 La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento optimizado de una instalación para producir simultáneamente energía eléctrica y térmica con un aparato calefactor con pila de combustible junto con un dispositivo para almacenar energía térmica.

10 Las instalaciones con pila de combustible, que se alimentan a través de un reformador con gas combustible rico en hidrógeno, en la medida de lo posible no deberían funcionar a intervalos, sino más bien con tiempos de funcionamiento prolongados, ya que la puesta en marcha de la instalación provoca el desgaste del reformador y va unida a pérdidas de energía.

15 Ya que no siempre se necesita una cantidad de energía constante, puede evitarse una desconexión haciendo funcionar la instalación temporalmente con modulación, es decir, con carga parcial. Sin embargo, ya que la relación entre el calor requerido y la corriente requerida no es constante, la energía no necesitada tiene que ser disipada o almacenada temporalmente. Los acumuladores de corriente no son por el momento rentables, de modo que por regla general el exceso de corriente de las instalaciones de pila de combustible se alimenta a la red. Por el contrario, el calor puede acumularse fácilmente con acumuladores de agua caliente disponibles en el mercado.

20 Se conoce por el documento EP 1 098 142 A2 D1 una instalación de pila de combustible con acumulador de agua caliente convencional. Para el calentamiento del agua se la hace circular por un intercambiador de calor dentro del acumulador. El agua que rodea al intercambiador de calor dentro del acumulador se calienta. Ya que el agua caliente sube hacia arriba y el intercambiador de calor se encuentra en la parte inferior del acumulador, se produce un calentamiento del agua más o menos homogéneo en el acumulador. No puede producirse una estratificación de la temperatura. Si el agua caliente debe mantenerse a un nivel de temperatura determinado por motivo de exigencias de confort e higiene, la capacidad adicional de acumulación térmica queda muy limitada.

25 También se sabe por el documento EP 1 056 148 que el calor de escape de un sistema de pila de combustible puede almacenarse en un acumulador de agua caliente. El documento EP 1056 148 desvela un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1. El documento DE 26 37 482 muestra un acumulador de agua caliente con sensores de temperatura a distintos niveles de altura.

30 En los acumuladores de agua caliente hay acumuladores de estratificación que se caracterizan porque el nivel de temperatura desciende desde arriba hacia abajo. Los acumuladores de estratificación de agua industrial se llenan desde abajo con agua industrial fría. Este tipo de acumuladores son conocidos, por ejemplo, por el documento DE 43 01 144 A1. De la zona inferior se extrae agua fría que se lleva a un dispositivo de calentamiento, allí se calienta y vuelve a llevarse a la zona superior del acumulador. Con ello –sobre todo en caso de escasas turbulencias arriba– se produce la llamada estratificación térmica. De la zona superior del acumulador puede extraerse agua industrial caliente.

35 Los acumuladores de estratificación convencionales se dimensionan según la supuesta necesidad de agua caliente de los usuarios y se mantienen a un nivel de temperatura que se corresponde con los requisitos de higiene (por ejemplo evitar la formación de legionelas) y la necesidad de confort. La DIN 4708 parte 3 prevé que la potencia máxima de toma de agua caliente se almacene durante 10 minutos.

40 En el documento JP 2000319007 se describe un reformador para pilas de combustible en el que se usa un acumulador de agua caliente para el calentamiento del reformador durante el arranque. De los documentos JP 2001135321 y JP 11097044 se sabe que para el almacenamiento de energía térmica se puede acoplar una instalación de acoplamiento de fuerza-calor con pilas de combustible con acumulador de agua caliente.

45 En el caso de instalaciones de pilas de combustible se requieren grandes acumuladores de calor para poder acumular mucho calor, de modo que la instalación pueda funcionar también cuando temporalmente no se necesite calor.

De esto resulta que con un acumulador de estratificación convencional y el procedimiento de carga habitual de un acumulador de estratificación no puede resolverse el conflicto entre un gran volumen de acumulador y el almacenamiento de una cantidad de agua industrial caliente orientada a las exigencias de los usuarios.

50 Es objetivo de la invención evitar esta desventaja y proponer un procedimiento para el funcionamiento de una instalación para producir simultáneamente energía eléctrica y térmica con un aparato calefactor de pila de combustible y un dispositivo para acumular energía térmica del tipo mencionado al principio, que se caracteriza por una alta capacidad de admisión de energía térmica con un nivel de temperatura al mismo tiempo alto del agua industrial y caliente disponible.

55 Según la invención, esto se logra por medio de un procedimiento de acuerdo con la reivindicación independiente 1 al realizarse la regulación de la potencia del aparato calefactor con pila de combustible y, eventualmente, del aparato

calefactor adicional, dependiendo de la temperatura de dos sensores que se encuentran a diferentes niveles de altura en el acumulador. El aparato calefactor con pila de combustible puede hacerse funcionar a una potencia discrecional en determinadas condiciones, que se miden mediante estos dos sensores. Al mismo tiempo se consigue una carga rápida del acumulador de la zona superior del acumulador, con lo que se satisfacen los requisitos de confort e higiene. Por último, también se consigue que en la medida de lo posible el aparato calefactor con pila de combustible no tenga que pasar al funcionamiento intermitente.

Mediante las características de la reivindicación 2 se consigue que para la regulación solo se utilice una temperatura nominal para los dos sensores de temperatura en el acumulador de estratificación, lo cual minimiza el esfuerzo de regulación.

De acuerdo con las características de la reivindicación 3 resulta la ventaja de que la regulación puede trabajar de manera optimizada con respecto a tiempos de funcionamiento prolongados de la pila de combustible.

Mediante las características de la reivindicación 4 se consigue que en cuanto que el acumulador de estratificación no puede admitir más calor se desconecte el aparato calefactor con pila de combustible.

Para el procedimiento es necesario un dimensionado optimizado del acumulador de estratificación con la correspondiente colocación de los sensores de temperatura. Mientras que los dos subvolúmenes superiores o la posición de los sensores de temperatura se dimensionan de acuerdo con la norma, el subvolumen inferior se dimensiona de tal modo que la pila de combustible puede hacerse funcionar durante relativamente mucho tiempo con una carga mínima para evitar una desconexión. El fundamento para ello lo da la fórmula:

$$V = \frac{P_{\min} * t}{\rho * c * (T_{\max} - T_{\min})}$$

Aquí V es el volumen del acumulador por debajo del sensor de temperatura inferior,  $P_{\min}$  la potencia térmica mínima de la pila de combustible, t el tiempo de funcionamiento deseado, p la densidad del agua, c la capacidad térmica específica,  $T_{\max}$  la temperatura máxima del acumulador y  $T_{\min}$  la temperatura mínima del acumulador. Con esto hay que tener en cuenta que  $T_{\min}$  se corresponde al menos con la temperatura de entrada de agua fría; sin embargo, debido a la transmisión de calor por convección en el acumulador habría que partir en la práctica de un valor más alto –por ejemplo 25 °C–.

La invención se explica con más precisión ahora por medio del dibujo. A este respecto muestra

La Fig. 1 una instalación de calefacción con aparato calefactor con pila de combustible, aparato calefactor adicional, red de calefacción y acumuladores de estratificación de agua caliente para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

La Figura 1 muestra un aparato calefactor con pila de combustible 1 que está conectado con un desvío hidráulico 7 en su lado primario 71. Existe una bomba 14 para impulsar medio caloportador a través del aparato calefactor con pila de combustible 1. Al desvío hidráulico 7 está conectado también en el lado primario 71 un aparato calefactor adicional 4, en paralelo al aparato calefactor con pila de combustible 1. En el lado secundario 72 del desvío hidráulico 7 está conectada en paralelo una red de calefacción 13 y el lado primario 31 de un intercambiador de calor 3, respectivamente con una bomba de circulación 15, 16 propia.

Un acumulador de estratificación 2 dispone de una entrada de agua industrial 10 en el fondo del acumulador de estratificación 2 y de una salida de agua industrial 12 en la zona superior. El acumulador de estratificación 2 se divide en tres zonas –no constructivamente, sino más bien de modo discrecional– por medio de dos sensores de temperatura 5, 6 a diferentes niveles de altura. El volumen de acumulador 23 inferior llega desde el fondo hasta el sensor de temperatura inferior 6; el volumen de acumulador 22 intermedio, desde el sensor de temperatura inferior 6 hasta el sensor de temperatura superior 5 y el volumen de acumulador 21 superior, desde el sensor de temperatura superior 5 hasta el extremo superior del acumulador de estratificación 2. Desde el volumen de acumulador 23 inferior, un conducto de conexión conduce al lado secundario 32 del intercambiador de calor 3 a través de una bomba de circulación 17 y desde allí a través de un conducto de carga de acumulador 11 de nuevo a la zona superior del acumulador de estratificación 2. En el conducto de carga de acumulador 11 se encuentra un sensor de temperatura 8.

Una regulación 9 está conectada con los sensores de temperatura 5, 6 y 8, el medidor de revoluciones de la bomba de circulación 17 así como con el aparato calefactor con pila de combustible 1 y el aparato calefactor adicional 4.

Si se carga el acumulador de estratificación 2 desde el estado frío, el aparato calefactor con pila de combustible 1 y el aparato calefactor adicional 4 funcionan a pleno rendimiento. El calor se transmite al intercambiador de calor 3 a través del desvío hidráulico 7. Desde la zona inferior del acumulador de estratificación 2 se aspira agua fría y se

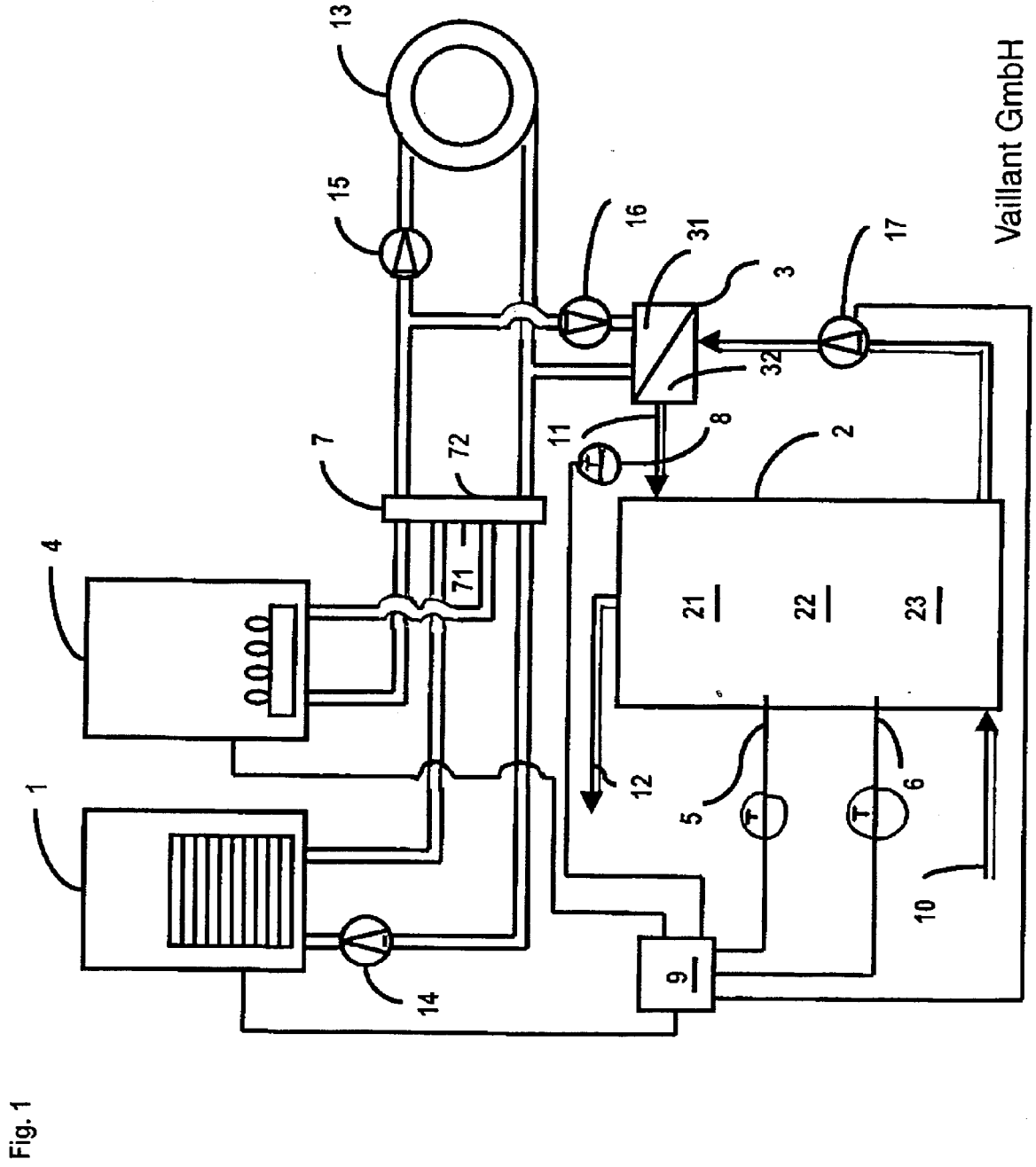
conduce a través de la bomba de circulación 17 al intercambiador de calor 3, donde el agua se calienta y posteriormente alcanza la zona superior del acumulador de estratificación 2 a través del conducto de carga del acumulador 11. Con ello aumentan las temperaturas medidas en los sensores de temperatura 5 y 6. Si la temperatura en el sensor de temperatura 5 superior sobrepasa una temperatura nominal prefijada, la regulación 9 lo detecta y desconecta el aparato calefactor adicional 4. Ahora, de acuerdo con la DIN 4708 parte 3 hay almacenada agua caliente en el volumen d acumulador 21 superior. Ahora se puede hacer funcionar el aparato calefactor con pila de combustible 1 de modo tal que, por ejemplo, la pila de combustible funcione guiada por corriente. Esto significa que la pila de combustible produce tanta corriente como le exija un consumidor. La pila de combustible produce con ello simultáneamente una cantidad de calor proporcional que se usa para cargar el acumulador de estratificación 2. Si la temperatura en el sensor de temperatura inferior 6 supera un valor nominal prefijado, que puede corresponderse con el valor nominal en el sensor de temperatura 5 anteriormente mencionado, el objetivo primordial de la regulación 9 es maximizar el tiempo de funcionamiento del aparato calefactor con pila de combustible 1. Por consiguiente, la regulación 9 regula la potencia del aparato calefactor con pila de combustible 1 a la potencia mínima. Debido a la medición de temperatura en el sensor de temperatura 8 en conexión con el registro de las revoluciones de la bomba de circulación 17 y el sensor de temperatura inferior 6, la regulación reconoce cuándo el acumulador de estratificación 2 no puede absorber más calor y desconecta el aparato calefactor con pila de combustible 1.

Lista de referencias

	1	aparato calefactor con pila de combustible
20	2	acumulador de estratificación
	3	
	4	aparato calefactor adicional
	5	sensor de temperatura
	6	sensor de temperatura
25	7	desvío hidráulico
	8	sensor de temperatura
	9	regulación
	10	entrada de agua industrial
	11	conducto de carga de acumulador
30	12	salida de agua industrial
	13	red de calefacción
	14	bomba de circulación
	15	bomba de circulación
	16	bomba de circulación
35	17	bomba de circulación
	21	volumen superior del acumulador
	22	volumen intermedio del acumulador
	23	volumen inferior del acumulador
	31	lado primario
40	32	lado secundario
	71	lado primario
	72	lado secundario

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de una instalación para producir simultáneamente energía eléctrica y térmica con un aparato calefactor con pila de combustible (1), preferentemente con un reformador para la producción de gas de proceso rico en hidrógeno a partir de hidrocarburos, un acumulador de estratificación (2) para almacenar energía térmica, conduciendo un conducto de conexión desde el volumen de acumulador inferior (23), a través de una bomba de circulación (17) hasta el lado secundario (32) de un intercambiador de calor (3) y desde allí, a través de un conducto de carga de acumulador (11), de nuevo a la zona superior del acumulador de estratificación (2), transportándose medio caloportador desde el aparato calefactor con pila de combustible (1) y, eventualmente, desde el aparato calefactor adicional (4), hasta el lado primario del intercambiador de calor (3), **caracterizado porque** hay al menos dos sensores de temperatura (5, 6) a distintos niveles de altura en el acumulador de estratificación (2) y, opcionalmente, en un aparato calefactor adicional (4), porque la regulación de potencia del aparato calefactor con pila de combustible (1) y, eventualmente, del aparato calefactor adicional (4) se produce dependiendo de la temperatura de los sensores de temperatura (5, 6) en el acumulador de estratificación (2), funcionando el aparato calefactor con pila de combustible (1) y, eventualmente, el aparato calefactor adicional (4) a alta potencia, preferentemente a plena carga, cuando la temperatura en el sensor de temperatura superior (5) es inferior a una primera temperatura nominal  $T_{nom,1}$  predefinida, el aparato calefactor con pila de combustible (1) funciona a una potencia discrecional entre plena carga y carga mínima, preferentemente según una potencia nominal eléctrica, y el aparato calefactor adicional (4) eventualmente presente no proporciona ninguna potencia cuando la temperatura en el sensor de temperatura superior (5) es superior a una primera temperatura nominal  $T_{nom,1}$  predefinida y la temperatura en el sensor de temperatura inferior (6) es inferior a una segunda temperatura nominal  $T_{nom,2}$  predefinida y/o el aparato calefactor con pila de combustible (1) funciona a una potencia baja, preferentemente con carga mínima, y el aparato calefactor adicional (4) eventualmente presente no proporciona ninguna potencia cuando la temperatura en el sensor de temperatura inferior (6) es superior a una segunda temperatura nominal  $T_{nom,2}$  predefinida.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera temperatura nominal  $T_{nom,1}$  se corresponde con la segunda temperatura nominal  $T_{nom,2}$ .
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera temperatura nominal  $T_{nom,1}$  es mayor que la segunda temperatura nominal  $T_{nom,2}$ .
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el aparato calefactor con pila de combustible (1) se desconecta cuando la temperatura en un sensor de temperatura (8) en el conducto de carga de acumulador (11) es mayor que una tercera temperatura nominal  $T_{nom,3}$  predefinida, la cual es mayor que la primera temperatura nominal  $T_{nom,1}$ .



Vaillant GmbH