

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 179**

51 Int. Cl.:

H01M 16/00 (2006.01)

H01M 8/2475 (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

H01M (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2013 PCT/EP2013/076293**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102064**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013 E 13802670 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 2936601**

54 Título: **Sistema de producción de energía eléctrica con pila de combustible**

30 Prioridad:

24.12.2012 FR 1262761

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

08.06.2020

73 Titular/es:

**AREVA STOCKAGE D'ENERGIE (100.0%)
Avenue Louis Philibert, Bât. Jules Verne,
Domaine du Petit Arbois
13547 Aix-en-Provence Cedex 4, FR**

72 Inventor/es:

CHAUDRON, VALERY

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 765 179 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

Sistema de producción de energía eléctrica con pila de combustible

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a sistemas de producción de energía eléctrica que comprenden una pila de combustible que produce energía eléctrica por oxidorreducción de un combustible y de un comburente.
- [0002]** Dichos sistemas de producción de energía eléctrica se usan como fuente de energía eléctrica de emergencia en caso de avería de una red eléctrica, para suministrar energía eléctrica a los edificios o las instalaciones
10 sensibles que necesitan un funcionamiento continuo al menos de algunos de sus equipos, tales como un hospital o una central nuclear. Una avería de la red eléctrica puede deberse por ejemplo a una catástrofe natural, tal como una inundación, un temblor de tierra, un suceso meteorológico (ciclón, tifón, tornado,...).
- [0003]** Dichos sistemas de producción de energía eléctrica están dimensionados en general para proporcionar
15 un suministro eléctrico de emergencia en un periodo prolongado comprendido entre varias horas y varios días.
- [0004]** Dichos sistemas de producción de energía eléctrica están inactivos durante largos periodos. El entorno en el que deben funcionar no se conoce con antelación (temperatura, contaminación atmosférica, irradiaciones, inundación, ...).
20
- [0005]** El documento JP2010272462A describe un sistema de producción de energía eléctrica que comprende una pila de combustible dispuesta en el interior de una cámara y un sistema de regulación térmica.
- [0006]** El documento US2006003193A1 describe un sistema de producción de energía eléctrica que
25 comprende una pila de combustible y un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica
- [0007]** Es conveniente que dicho sistema de producción de energía eléctrica pueda arrancar y funcionar de manera fiable con independencia de cuál sea el entorno instantáneo en el que se usa el sistema de producción de energía eléctrica.
30
- [0008]** Para este fin, la invención propone un sistema de producción de energía eléctrica según la reivindicación 1. Las características opcionales se definen en las reivindicaciones 2 a 16.
- [0009]** La invención y sus ventajas se entenderán mejor con la lectura de la descripción que se ofrece a
35 continuación, dada únicamente a modo de ejemplo no limitativo, y hecha en referencia a la única figura anexa que ilustra esquemáticamente un sistema de producción de energía eléctrica.
- [0010]** El sistema de producción de energía eléctrica 2 ilustrado en la figura comprende una cámara 4 estanca, un conjunto de producción de electricidad 6 que comprende equipos para la producción de energía eléctrica dispuestos
40 en el interior de la cámara 4, y un sistema de regulación térmica 8 para regular la temperatura del conjunto de producción de electricidad 6.
- [0011]** La cámara 4 está configurada para ser estanca a los fluidos gaseosos o líquidos. La cámara 4 delimita un volumen interno cerrado y estanco a los fluidos
45
- [0012]** El conjunto de producción de electricidad 6 está dispuesto en el interior de la cámara 4. Cada equipo funcional del conjunto de producción de electricidad 6 está dispuesto en el interior de la cámara 4.
- [0013]** El conjunto de producción de electricidad 6 comprende una pila de combustible 10 para producir energía
50 eléctrica por reacción de oxidorreducción entre un comburente y un combustible. La pila de combustible 10 está dispuesta en el interior de la cámara 4.
- [0014]** La pila de combustible 10 comprende al menos una celda electroquímica, y preferentemente varias celdas electroquímicas apiladas que forman un apilamiento o «stack» o un conjunto de varios apilamientos o stack.
55 Cada celda electroquímica es alimentada con combustible y comburente y produce energía eléctrica. En general las celdas electroquímicas de un mismo apilamiento están unidas en paralelo en términos fluidicos y en serie eléctricamente.
- [0015]** La pila de combustible 10 es por ejemplo una pila de combustible de membrana de intercambio de protones o «PEMFC» (acrónimo de «Proton Exchange Membrane Fuel Cell» en inglés) o una pila de combustible de
60 óxido sólido o «SOFC» (acrónimo de «Solid Oxide Fuel Cell» en inglés).
- [0016]** El conjunto de producción de electricidad 6 comprende un sistema de suministro para suministrar a la pila de combustible 10 combustible y comburente, que comprende una unidad de gestión de fluido 12, una fuente de
65 combustible 14 y una fuente de comburente 16.

[0017] La unidad de gestión de fluido 12 está configurada para suministrar a la pila de combustible 10 comburente y combustible a partir de la fuente de combustible 14 y de la fuente de comburente 16 del sistema de producción de energía eléctrica 2. La unidad de gestión de fluido 12 está dispuesta en el interior de la cámara 4.

5 **[0018]** En el ejemplo ilustrado, la pila de combustible 10 es una pila de combustible de hidrógeno/dioxígeno. El combustible es hidrógeno (H_2) y el comburente es dioxígeno (O_2). En funcionamiento, la pila de combustible 6 produce agua como efluente resultante de la reacción de oxidorreducción.

[0019] La fuente de combustible 14 es un reservorio de hidrógeno dispuesto en el exterior de la cámara 4. La
10 fuente de comburente 16 es un reservorio de dioxígeno dispuesto en el exterior de la cámara 4. Como variante, la fuente de combustible 14 está dispuesta en el interior de la cámara 4 y/o la fuente de comburente 16 está dispuesta en el interior de la cámara 4. Como otra variante, la fuente de combustible y/o la fuente de comburente comprenden un almacenamiento parcial en el interior de la cámara completado con un almacenamiento parcial en el exterior de la cámara. Preferentemente, está disponible igualmente una fuente de nitrógeno en el interior o/y en el exterior de la
15 cámara.

[0020] Como opción, el sistema de producción de electricidad 2 comprende un generador de hidrógeno 17 que
permite alimentar la fuente de combustible 14 y en su caso la fuente de comburente 16. Dicho generador de hidrógeno
17 es por ejemplo un electrolizador al que se suministra agua y que en salida suministra hidrógeno y dioxígeno. El
20 generador de hidrógeno está dispuesto en el interior o en el exterior de la cámara 4.

[0021] La unidad de gestión de fluido 12 une de forma fluidica la pila de combustible 10 con la fuente de
combustible 14 y con la fuente de comburente 16 y controla los flujos de combustible y de comburente que se
suministran a la pila de combustible 10.

25 **[0022]** La unidad de gestión de fluido 12 comprende un módulo de tratamiento 18 configurado para tratar los
efluentes de la pila de combustible 10. El módulo de tratamiento 18 está configurado en particular para transformar el
hidrógeno y el dioxígeno presentes en los efluentes en agua. En los efluentes, el hidrógeno y el dioxígeno pueden
estar presentes en baja cantidad durante el funcionamiento de la pila de combustible 10, o en cantidad sustancialmente
30 más importante en caso de purga de la pila de combustible 10, por ejemplo con vistas a una neutralización de la pila
de combustible 10.

[0023] Como opción, el módulo de tratamiento 18 está configurado para medir la concentración de dioxígeno y
la concentración de hidrógeno en la cámara 4 con el fin de prevenir cualquier riesgo de explosión, y activar una alerta
35 y una acción de mitigación del riesgo (por ejemplo, neutralización de la cámara de nitrógeno, activación de un sistema
de recombinación, aspersión de agua o inhibidor de combustión) si fuera el caso.

[0024] El conjunto de producción de electricidad 6 comprende un módulo termoeléctrico 22 configurado para
generar energía eléctrica debido a una diferencia de temperatura. El módulo termoeléctrico 22 está dispuesto en el
40 interior de la cámara 4.

[0025] El módulo termoeléctrico 22 usa por ejemplo el efecto Seebeck según el cual aparece una diferencia de
potencial eléctrico entre dos extremos de un conductor eléctrico llevados a temperaturas diferentes.

45 **[0026]** El conjunto de producción de electricidad 6 comprende un convertidor de potencia 24 que recibe la
energía eléctrica producida por la pila de combustible 10. El convertidor de potencia 24 está dispuesto en el interior
de la cámara 4.

[0027] El convertidor de potencia 24 se prevé para suministrar y recibir energía eléctrica en una red eléctrica
50 26 en interfaz con el sistema de producción de energía eléctrica 2.

[0028] El conjunto de producción de electricidad 6 comprende un dispositivo de almacenamiento de energía
eléctrica 28 para almacenar energía eléctrica. El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 está dispuesto
en el interior de la cámara 4.

55 **[0029]** El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 es por ejemplo una batería o un supercapacitor
o un sistema mecánico del tipo volante de inercia. El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 recibe la
electricidad suministrada por la red eléctrica 26 y/o la electricidad producida por la pila de combustible 10 y/o la
electricidad producida por el módulo termoeléctrico 22, directa o indirectamente a través del convertidor de potencia
60 24.

[0030] El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 está unido eléctricamente al convertidor de
potencia 24 para recibir energía eléctrica del convertidor de potencia 24 o para suministrar energía eléctrica al
convertidor de potencia 24.

65

- 5 **[0031]** El conjunto de producción de electricidad 6 comprende una unidad de control 30 unida a los otros equipos del conjunto de producción de electricidad 6 para controlarlos. La unidad de control 30 está dispuesta en el interior de la cámara 4. Está unida al exterior de la cámara 4 por una línea de comunicación externa 32. La unidad de control está unida a los equipos que controla por líneas de comunicación interna representadas en líneas de puntos en la Figura.
- 10 **[0032]** El sistema de regulación térmica 8 está configurado para regular la temperatura del conjunto de producción de electricidad 6 dispuesto en el interior de la cámara 4. El sistema de regulación térmica 8 está configurado para regular la temperatura de los diferentes equipos individualmente. El sistema de regulación térmica 8 está configurado en este caso igualmente para regular la temperatura del volumen interno de la cámara 4 en el que se encuentra el conjunto de producción de electricidad 6.
- 15 **[0033]** El sistema de regulación térmica 8 comprende una fuente fría 40, una fuente caliente 42 y un circuito de fluido caloportador 44 para la circulación de un fluido caloportador.
- 20 **[0034]** La fuente fría 40 está dispuesta en el exterior de la cámara 4. La fuente fría 40 está formada por un reservorio 46 que contiene el fluido caloportador. El reservorio de fluido caloportador 46 presenta un volumen importante, por ejemplo del orden de 15 Nm³ de agua para una capacidad de almacenamiento térmico de 400 kWh. Como ilustración, esta potencia térmica corresponde a la energía térmica acumulada producida durante 5 horas para un sistema de producción de electricidad de 100 kWe. El reservorio de fluido caloportador 46 presenta así una gran inercia térmica y su temperatura varía lentamente, en función de la temperatura del entorno exterior. El reservorio de fluido caloportador 46 está desprovisto de capa aislante, para un intercambio de calor entre el fluido caloportador presente en el reservorio de fluido caloportador 46 y el entorno exterior.
- 25 **[0035]** El fluido caloportador es por ejemplo agua desionizada y en su caso con adición de un componente que permite reducir el punto de congelación y/o inhibir los fenómenos de corrosión. En este caso, la unidad de gestión de fluido 12 está configurada por ejemplo para reinyectar el agua recuperada de los efluentes de la pila de combustible hacia la fuente fría 40.
- 30 **[0036]** La fuente caliente 42 es un dispositivo de almacenamiento de calor con material de cambio de fase (MCF o PCM de «Phase Change Material» en inglés) que permite almacenar calor latente mediante cambio de fase del material de cambio de fase, y restituirlo.
- 35 **[0037]** El material de cambio de fase posee un calor latente elevado y permite almacenar una gran cantidad de calor en forma de calor latente sin elevación de temperatura, y restituirlo asimismo a temperatura casi constante. La temperatura permanece constante hasta que la totalidad del material de cambio de fase cambia de fase
- 40 **[0038]** El material de cambio de fase experimenta preferentemente un cambio de fase sólido-líquido. Puede almacenar calor cuando se licua y restituir el calor cuando se solidifica. Estos materiales de cambio de fase usados en el marco de esta aplicación son por ejemplo pero no exclusivamente, parafinas encapsuladas que presentan características de temperatura de cambio de fase comprendida preferentemente entre 70 y 90°C y de calor latente superior a 50 kJ/kg que permite alcanzar densidades de potencia calorífica superiores a 50 kWh/Nm³
- 45 **[0039]** La fuente caliente 42 comprende una envoltura 43 que contiene el material de cambio de fase 41. La envoltura 43 es aislante térmicamente para limitar los intercambios térmicos entre el material de cambio de fase 41 y el exterior y limitar las pérdidas de calor.
- 50 **[0040]** El circuito de fluido caloportador 44 está conectado con la fuente fría 40. En el presente caso, el circuito de fluido caloportador 44 se alimenta en la fuente fría 40.
- 55 **[0041]** El circuito de fluido caloportador 44 comprende un intercambiador de fuente caliente 48 dispuesto en la fuente caliente 42 para un intercambio de calor entre el material de cambio de fase y el fluido caloportador que circula en el intercambiador de fuente caliente 48. Como variante, el fluido caloportador circula directamente en el reservorio 42 que contiene el material de cambio de fase 41 y se intercambia directamente con este.
- 60 **[0042]** El circuito de fluido caloportador 44 está configurado para la regulación térmica individual al menos de algunos de los equipos del conjunto de producción de electricidad 6.
- [0043]** El circuito de fluido caloportador 44 suministra fluido caloportador a un intercambiador térmico individual de cada equipo cuya temperatura se regula individualmente.
- [0044]** El circuito de fluido caloportador 44 alimenta a un intercambiador térmico de pila de combustible 50 para la regulación térmica individual de la pila de combustible por intercambio térmico entre la pila de combustible 10 y el fluido caloportador.
- 65

- [0045]** El intercambiador térmico de pila de combustible 10 se representa esquemáticamente. De manera clásica, el intercambiador térmico de pila de combustible 50 comprende canalizaciones de circulación del fluido caloportador que se extienden en el apilamiento de celdas electroquímicas, en particular en placas separadoras que separan las celdas electroquímicas.
- 5 **[0046]** El circuito de fluido caloportador 44 alimenta a un intercambiador térmico de unidad de gestión de fluido 52 para la regulación térmica individual de la unidad de gestión de fluido 12 por intercambio térmico entre la unidad de gestión de fluido 12 y el fluido caloportador.
- 10 **[0047]** El circuito de fluido caloportador 44 alimenta a un intercambiador térmico de módulo termoelectrico 54 para la regulación térmica individual del módulo termoelectrico 22 por intercambio térmico entre el módulo termoelectrico 22 y el fluido caloportador.
- [0048]** El circuito de fluido caloportador 44 alimenta a un intercambiador térmico de convertidor de potencia 56 para la regulación térmica individual del convertidor de potencia 56 por intercambio térmico entre el convertidor de potencia 26 y el fluido caloportador.
- 15 **[0049]** El circuito de fluido caloportador 44 está configurado para la regulación térmica del volumen interno de la cámara 4.
- 20 **[0050]** Para este fin, comprende al menos un intercambiador térmico de cámara 58 para la regulación térmica del volumen interno de la cámara por intercambio térmico entre el aire contenido en la cámara y el fluido caloportador. El circuito de fluido caloportador 44 comprende en este caso dos intercambiadores térmicos de cámara 58.
- 25 **[0051]** La cámara 4 comprende un tabique interno 60 que delimita en el interior de la cámara 4 un primer compartimento 62 y un segundo compartimento 64 separados uno del otro por el tabique interno 60. El tabique interno 60 es estanco a los fluidos. La cámara 4 delimita un volumen interno cerrado y estanco a los fluidos. La cámara 4 puede neutralizarse parcialmente sin oxígeno en el compartimento 62.
- 30 **[0052]** El módulo de tratamiento 18 de la unidad de gestión de fluido 12 está configurado para tratar los efluentes de la pila de combustible 10, configurado en particular para transformar el dihidrógeno y el dióxígeno presentes en los efluentes o en la cámara del compartimento 62 en agua que puede ser almacenada o transferida hacia la fuente fría 40.
- 35 **[0053]** En cada uno de entre el primer compartimento 62 y el segundo compartimento 64 está dispuesto un intercambiador térmico de cámara 58.
- [0054]** La unidad de control 30, el convertidor de potencia 24 y el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 26 están dispuestos en el primer compartimento 64. La pila de combustible 10, la unidad de gestión de fluido 40 12 (que incluye el módulo de tratamiento 18) y el módulo termoelectrico 22 están dispuestos en el segundo compartimento 62.
- [0055]** La cámara 4 está rodeada de una capa aislante 66 para aislar térmicamente la cámara 4 del entorno exterior.
- 45 **[0056]** La unidad de control 30 recibe señales de medición de temperatura de los diferentes equipos dispuestos en el interior de la cámara 4, del aire en la cámara 4, de la fuente fría 40 y de la fuente caliente 42.
- [0057]** En el ejemplo ilustrado, el circuito de fluido caloportador 44 comprende un bucle principal 72 de circulación de fluido caloportador en el que cada intercambiador térmico se conecta en paralelo. El circuito de fluido caloportador 44 comprende una bomba de circulación 76 para hacer circular el fluido caloportador en el bucle principal 72 y las electroválvulas 78 pilotadas por la unidad de control 30 que controla el suministro de cada intercambiador térmico individualmente. Al bucle principal 72 se le suministra fluido caloportador en la fuente fría 40 y desemboca en la fuente fría 40. Son posibles otros esquemas de circuito de fluido caloportador. El sentido de circulación del fluido caloportador y el orden de paso del fluido caloportador en los intercambiadores de calor asociados a los diferentes equipos puede ser diferente por construcción o por control de la unidad de control 30 en función de las fases del funcionamiento del conjunto de producción de electricidad 6, del estado de cada uno de los equipos y de las condiciones del entorno exterior al sistema de producción de energía eléctrica 2.
- 50 **[0058]** El módulo termoelectrico 22 está configurado para producir electricidad debido a la diferencia de temperatura entre la fuente fría 40 y la fuente caliente 42. Comprende una sonda fría 22A sumergida en la fuente fría 40 y una sonda caliente 22B sumergida en la fuente caliente 42.
- 60 **[0059]** En funcionamiento, cuando es necesario enfriar uno o varios equipos individualmente o enfriar el volumen interno de la cámara, el circuito de fluido caloportador 44 es controlado por la unidad de control 30 para hacer

circular fluido caloportador desde la fuente fría 40 hacia el o cada intercambiador térmico apropiado.

- [0060]** Si el fluido caloportador está a una temperatura adecuada después de haber recuperado el calor en los diferentes intercambiadores térmicos en la cámara 4, el circuito de fluido caloportador 44 es controlado para la circulación del fluido caloportador antes de travesar el o cada intercambiador de calor activado en la cámara 4 hacia la fuente caliente 42. Las calorías extraídas por el fluido caloportador en los intercambiadores térmicos son suministradas a la fuente caliente 42 para su almacenamiento en forma de calor latente en la fuente caliente 42, con vistas a un uso ulterior.
- 10 **[0061]** Cuando es necesario calentar uno o varios componentes individualmente o el aire en la cámara, el circuito de fluido caloportador 44 es controlado por la unidad de control 30 para hacer circular fluido caloportador en la fuente caliente 42 y después hacia el o cada intercambiador térmico apropiado para aportar calorías al equipo asociado o para calentar el volumen interno de la cámara 4 en su conjunto. El fluido caloportador es dirigido a continuación hacia la fuente fría 40 para su almacenamiento.
- 15 **[0062]** El sistema de producción de energía eléctrica 2 puede usarse como fuente de energía eléctrica de emergencia, para surtir a una fuente de suministro eléctrico principal (por ejemplo, la red eléctrica 26) averiada.
- 20 **[0063]** El sistema de producción de energía eléctrica 2 es capaz de mantenerse en espera en una fase inactiva con vistas a su arranque, y de activarse e iniciar la producción de electricidad por el conjunto de producción de electricidad 6 para producir energía eléctrica en caso de avería de la fuente principal de electricidad.
- 25 **[0064]** El sistema de producción de energía eléctrica 2 en espera es capaz de mantenerse de forma autónoma en condiciones apropiadas para el arranque del conjunto de producción de electricidad 6 (almacenamiento de energía necesario en el arranque y/o temperatura).
- 30 **[0065]** El sistema de producción de energía eléctrica 2 que comprende equipos de producción de electricidad dispuestos en una cámara 4 estanca a los fluidos permite aislar estos equipos del entorno exterior para garantizar un arranque y un funcionamiento fiables, incluido el caso de condiciones muy degradadas en el entorno exterior. Las conexiones fluidicas o eléctricas hacia el exterior (conexión eléctrica con la red eléctrica, conexión eléctrica con la línea de comunicación, conexiones fluidicas con las fuentes de combustible y de comburente) se realizan de manera estanca.
- 35 **[0066]** El sistema de regulación de temperatura 8 permite mantener los equipos en intervalos de temperaturas apropiados, ya sea durante una fase inactiva durante la cual estos equipos no funcionan, pero debe garantizarse su integridad, o durante una fase activa durante la cual estos equipos funcionan.
- 40 **[0067]** La fuente caliente 42 y la fuente fría 40 están dimensionadas para almacenar una cantidad de frigorías y una cantidad de calorías suficientes para un periodo de inactividad de duración acumulada especificada y un periodo de actividad de duración acumulada especificada.
- 45 **[0068]** En funcionamiento continuo, a los equipos y sus accionadores se les suministra energía eléctrica por medio de la pila de combustible 10. El sistema de producción de energía eléctrica 2 es autónomo para su propia alimentación con energía eléctrica.
- 50 **[0069]** El arranque del conjunto de producción de energía eléctrica necesita un aporte de energía inicial, especialmente un aporte de energía eléctrica. La energía se almacena en el sistema de producción de energía eléctrica, en forma de energía eléctrica en el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 y en forma de energía térmica en las fuentes fría 40 y caliente 42. La energía térmica puede convertirse en energía eléctrica por medio del módulo termoeléctrico 22.
- 55 **[0070]** El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 y el módulo termoeléctrico 22 permiten alimentar los accionadores de control eléctrico de la pila de combustible 10 necesarios en su arranque. La redundancia de estas dos fuentes de energía eléctrica permite aumentar la fiabilidad del arranque de la pila de combustible 10. Como variante, es posible prever solo el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 o solo el módulo termoeléctrico 22.
- 60 **[0071]** Al generador de hidrógeno 17 se le suministra energía eléctrica por medio de la red eléctrica 26 cuando no está averiada, durante un periodo de inactividad de la pila de combustible 10.
- [0072]** La unidad de control 30 está programada para mantener el sistema de producción de energía eléctrica 2 en condiciones apropiadas en el arranque de la producción de energía eléctrica de manera autónoma, sin fuente de energía externa y preferentemente sin intercambio de fluido con el exterior
- 65 **[0073]** Según un procedimiento de funcionamiento autónomo, el sistema de producción de energía eléctrica se

mantiene con capacidad de arrancar de forma autónoma en ausencia de fuente de energía externa.

[0074] En particular, el sistema de producción de energía eléctrica mantiene el nivel de energía almacenado en sus dispositivos de almacenamiento de energía (dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 28 y fuentes 5 fría 40 y caliente 42) por encima de un umbral de energía predeterminado que permite arrancar el conjunto de producción de electricidad a partir de la energía almacenada en el dispositivo de almacenamiento de energía, de manera autónoma, en ausencia de fuente de energía eléctrica externa.

[0075] El sistema de producción de energía eléctrica controla en intervalos de tiempo regular el nivel de energía 10 de los dispositivos de almacenamiento de energía. En el caso de un nivel de energía inferior al umbral predeterminado, el sistema de producción de energía eléctrica recarga con energía al menos un dispositivo de almacenamiento de energía de manera que se vuelva a superar el umbral predeterminado.

[0076] El sistema de producción de energía eléctrica controla en intervalos de tiempo regular el nivel de carga 15 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.

[0077] En caso de descarga del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica por debajo de un umbral predeterminado, el sistema de producción de energía eléctrica recarga (total o parcialmente) el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica a partir de una fuente de energía eléctrica externa, por ejemplo la red eléctrica 20 26, y/o de un dispositivo de almacenamiento de energía interna, por ejemplo a partir del dispositivo de almacenamiento de energía térmica formado por las fuentes fría 40 y caliente 42 y usando el módulo termoelectrónico 22, de manera que se vuelva a pasar por encima del umbral predeterminado.

[0078] Además, en espera de un arranque del conjunto de producción de energía eléctrica, el sistema de 25 producción de energía eléctrica se mantiene en condiciones de temperaturas apropiadas para el arranque y el funcionamiento del conjunto de producción de energía eléctrica, preferentemente entre 0°C y 45°C para los equipos más frágiles.

[0079] En caso de demanda y arranque del conjunto de producción de energía eléctrica, el sistema de 30 producción de energía eléctrica se mantiene en condiciones de seguridad con independencia de cuáles sean las condiciones externas, sin intercambios de energía o de fluido con el exterior.

[0080] Esto se hace posible principalmente gracias a los medios de almacenamiento de combustible y de comburente (fuente de combustible 14 y de comburente 16) y a las fuentes de energía eléctrica internas (dispositivo 35 de almacenamiento de energía eléctrica 28 y módulo termoelectrónico 22).

[0081] La invención se aplica a un sistema de producción de energía eléctrica que puede usarse para el suministro eléctrico de emergencia de edificios sensibles tales como un hospital, un centro de almacenamiento de 40 datos (o «data center» en inglés) o una central nuclear.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de producción de energía eléctrica, que comprende una cámara (4) estanca a los fluidos,
 - 5 - un conjunto de producción de electricidad (6) dispuesto en el interior de la cámara (4), comprendiendo el conjunto de producción de electricidad (6) una pila de combustible (10) para producir energía eléctrica por reacción de oxidorreducción entre un comburente y un combustible, un sistema de suministro (12, 14, 16) para el suministro de la pila de combustible (10) con comburente y con combustible,
 - 10 - un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (28) dispuesto en el interior de la cámara (4) para suministrar o almacenar energía eléctrica, y
 - un convertidor de potencia (24) dispuesto en el interior de la cámara (4) y configurado para intercambiar energía eléctrica con la pila de combustible (10), el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (28), un módulo termoeléctrico (22) y/o una red eléctrica (26), comprendiendo el sistema de producción de energía eléctrica además un sistema de regulación térmica (8) que comprende una fuente fría (40), una fuente caliente (42) y un circuito de fluido caloportador (44) configurado para regular la temperatura del conjunto de producción de electricidad (6) por intercambio de calor con la fuente fría (40) y la fuente caliente (42).
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la fuente fría (40) está dispuesta en el exterior de la cámara (4) y/o la fuente caliente (42) está dispuesta en el exterior de la cámara (4).
3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que la fuente fría (40) es un reservorio de fluido caloportador.
4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente caliente (42) es un dispositivo de almacenamiento de calor con material de cambio de fase, comprendiendo el circuito de fluido caloportador un intercambiador de calor de fuente caliente (48) para un intercambio térmico entre el fluido caloportador y el material de cambio de fase.
5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de fluido caloportador (44) comprende un intercambiador de calor de pila de combustible (10) para la regulación térmica individual de la pila de combustible (10).
6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de suministro comprende una unidad de gestión de fluido (12) configurada para controlar el suministro en comburente y en combustible de la pila de combustible (10).
7. Sistema según la reivindicación 6, en el que el circuito de fluido caloportador (44) comprende un intercambiador de calor de unidad de gestión de fluido (52) para la regulación térmica individual de la unidad de gestión de fluido (12).
8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de fluido caloportador (44) comprende un intercambiador térmico de convertidor de potencia (56) para la regulación térmica individual del convertidor de potencia (24).
9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de producción de electricidad (6) comprende un módulo termoeléctrico (22) configurado para generar energía eléctrica debido a una diferencia de temperatura.
10. Sistema según la reivindicación 9, en el que el circuito de fluido caloportador (44) comprende un intercambiador de calor del módulo termoeléctrico (56) para la regulación térmica individual del módulo termoeléctrico.
11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de fluido caloportador (44) comprende al menos un intercambiador de calor de cámara (58) para un intercambio de calor entre el volumen interno de la cámara y el fluido caloportador.
12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara (4) comprende al menos dos compartimentos (62, 64) separados, comprendiendo el sistema de regulación térmica un intercambiador de calor de cámara (58) en cada compartimento para un intercambio de calor entre el volumen interno del compartimento y el fluido caloportador.
13. Sistema según la reivindicación 12, en el que la pila de combustible (10) y el sistema de suministro están dispuestos en un compartimento (62), y el convertidor de potencia (24) y el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (28) están dispuestos en el otro compartimento (64).
14. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara está envuelta en una capa térmicamente aislante.

15. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente caliente posee una envoltura externa térmicamente aislante.
- 5 16. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una fuente de combustible dispuesta en el interior de la cámara y/o en el exterior de la cámara y/o una fuente de comburente dispuesta en el interior de la cámara y/o en el exterior de la cámara.

