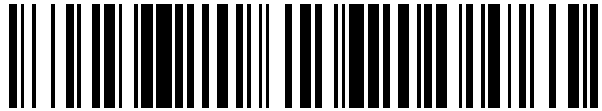


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 864 582**

51 Int. Cl.:

<b>H01M 8/18</b>	(2006.01)
<b>H01M 8/04</b>	(2006.01)
<b>C25B 1/12</b>	(2006.01)
<b>H01M 16/00</b>	(2006.01)
<b>H01M 8/0656</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2011 PCT/EP2011/056135**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2011 WO11131622**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2011 E 11715521 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021 EP 2561575**

54 Título: **Dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica**

30 Prioridad:

**20.04.2010 FR 1053020**

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

**14.10.2021**

73 Titular/es:

**HELION (100.0%)  
Domaine du Petit Arbois, Bâtiment Jules Verne  
13545 Aix en Provence, FR**

72 Inventor/es:

**BESSE, SERGE;  
RAUGEL, EWEN;  
BOUCHARD, PATRICK;  
HOGUET, CHRISTOPHE;  
BERTRAND, LUCAS JEAN;  
CHAUDRON, VALÉRY;  
REBER, JEAN-DANIEL y  
VOIRON, LUCILE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 864 582 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

Dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica

El presente invento se refiere a un dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica.

5 El invento se refiere al campo de la producción, del almacenamiento y del suministro de electricidad, incluyendo los que se refieren al campo de las energías renovables, y de una manera más particular al campo de la producción de hidrógeno y de oxígeno por electrolisis del agua y de la producción de electricidad por pilas de combustible alimentadas con hidrógeno y con oxígeno.

10 La pila de combustible es un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de un combustible en energía eléctrica. El principio de funcionamiento de estos generadores electroquímicos se basa en la reacción de síntesis electroquímica del agua a partir de un comburente, tal como el oxígeno y de un combustible tal como el hidrógeno.

15 El principio de funcionamiento de un electrolizador es el inverso que el de una pila de combustible. Mientras que en la pila de combustible se combinan, por reacción electroquímica el dihidrógeno con el dióxígeno para formar el agua y suministrar electricidad, el electrolizador disocia el agua en sus elementos constitutivos, es decir, en hidrógeno y en oxígeno, y necesita una alimentación eléctrica.

De esta manera, ya se sabe cómo asociar un electrolizador y una pila de combustible de manera que se almacene la energía eléctrica producida por una fuente, y restituirla bajo demanda. Por ejemplo, tal sistema está descrito en el documento US 2005/178432 A1.

20 Esta asociación es conocida ya, especialmente, para el almacenamiento de la energía eléctrica producida de manera intermitente o no, por ejemplo, por las energías renovables, tales como la eólica o la solar, pero de igual manera por no importa qué fuente primaria. De esta manera, la energía eléctrica producida por la fuente primaria es transformada por reacción electroquímica, a través de un electrolizador, en dihidrógeno y en dióxígeno que son almacenados a continuación a presión. El dihidrógeno y el dióxígeno son convertidos a continuación, bajo demanda, en energía eléctrica por medio de una pila de combustible cuando una carga eléctrica cliente tiene una necesidad de  
25 electricidad que la red no puede suministrar o cuando la fuente primaria no produce ya o no la suficiente electricidad con respecto a la demanda de la carga eléctrica aguas abajo o de la red eléctrica. De esta manera, el dispositivo está acoplado a la red eléctrica y alimenta al cliente, y el citado dispositivo sirve para restituir de electricidad a la petición del cliente durante los cortes en la red; y si el dispositivo está acoplado a energías renovables, el dispositivo se utiliza para restituir de electricidad cuando la fuente de renovables no produce ya o no la suficiente electricidad.

30 Los diferentes sistemas conocidos son generalmente de gran tamaño y necesitan espacios importantes para sus instalaciones. Son igualmente poco modulares y flexibles, especialmente al nivel de la cantidad de energía disponible, o de la capacidad eléctrica, que son capaces de suministrar a la red del cliente. Finalmente, las instalaciones en el sitio son relativamente complejas y su mantenimiento es difícil. Todas estas dificultades limitan así una difusión importante de los sistemas electrolizador/pila de combustible en la industria.

35 En este contexto, el invento trata de proponer un dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica que intenta resolver los problemas mencionados anteriormente.

Con esta finalidad, el invento propone un dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según la reivindicación 1. Este dispositivo incluye:

40 -unos medios de electrolisis del agua alimentados a la entrada por agua y por energía eléctrica y que producen a la salida al menos dihidrógeno y dióxígeno en forma gaseosa;

- unos medios de almacenamiento del citado dihidrógeno en forma gaseosa;

- una pila de combustible alimentada a la entrada por al menos el dihidrógeno (H<sub>2</sub>) almacenado y que produce a la salida al menos energía eléctrica;

45 - unos medios de control-mando para controlar el funcionamiento del citado dispositivo en modo de pila de combustible o en modo electrolizador;

- un recinto en el cual están situados los medios de electrolisis del agua, la citada pila de combustible y los citados medios de control-demanda;

- unos medios de conexión que permiten conectar el citado recinto con los citados medios de almacenamiento del citado dihidrógeno externos al citado recinto.

50 De esta manera, gracias al invento, el dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica está formado por la asociación de un electrolizador y de una pila de combustible acondicionados en un recinto único, autónomo y compacto limitando el tamaño de tal dispositivo. Los medios de almacenamiento del gas de dihidrógeno

procedente de la electrolisis del agua están situados de manera separada en el exterior del recinto, lo que permite reducir de una manera consecuente el volumen del tamaño de tal dispositivo y permite adaptar su instalación en función de las diferentes exigencias del espacio disponible en el lugar de la instalación.

5 El acondicionamiento del electrolizador y de la pila de combustible en un recinto único permite mejorar y facilitar la instalación en el sitio de tal dispositivo y, de la misma manera, el mantenimiento debido a la estandarización, la puesta en común y la reducción de los elementos necesarios para el funcionamiento del electrolizador y de la pila de combustible. Gracias al dispositivo según el invento, el mantenimiento se efectúa mediante un intercambio estándar de los diferentes elementos constitutivos del dispositivo.

10 De esta manera, el dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según el invento que incluye el electrolizador y la pila de combustible acondicionados en un recinto, y los medios de almacenamiento del gas externos al recinto, permiten una instalación en el sitio rápida por la conexión del recinto a las entradas y salidas necesarias para el funcionamiento del dispositivo reduciendo al mismo tiempo de una manera óptima el tamaño.

15 La instalación del dispositivo según el invento se efectúa de una manera sencilla conectando el recinto con la fuente primaria de energía eléctrica, con una fuente de agua, con los medios de almacenamiento del dihidrógeno, con una fuente o con un medio de almacenamiento del oxígeno y con la red eléctrica.

El dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según el invento puede presentar igualmente una o varias las características que vienen a continuación, consideradas de una manera individual o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- el dispositivo incluye unos medios de almacenamiento del citado dioxígeno en forma gaseosa;
- 20 - el citado dispositivo incluye unos medios de conexión que conectan al citado recinto con los citados medios de almacenamiento del citado dioxígeno externos al citado recinto;
- la pila de combustible es alimentada a la entrada por el citado dioxígeno almacenado;
- el citado recinto incluye unos medios de conversión de energía eléctrica comunes al citado electrolizador y a la citada pila de combustible;
- 25 - el citado recinto incluye unos medios de refrigeración comunes al citado electrolizador y a la citada pila de combustible;
- el citado recinto incluye un depósito de agua que permite alimentar al citado electrolizador almacenar el agua producida en la citada pila de combustible;
- 30 - el citado recinto está alimentado a la entrada por una fuente de energía renovable y/o una fuente de energía fósil y/o por una fuente de energía nuclear;
- el dispositivo incluye unos medios de recuperación del calor, especialmente un circuito de refrigeración del recinto.

Otras características y ventajas del invento surgirán de una manera más clara de la descripción que se da a continuación, a título indicativo y de ninguna manera limitativo, haciendo referencia a las figuras anexas, entre las cuales:

- 35 -la figura 1 es una representación esquemática de un primer ejemplo de realización de un dispositivo según el invento;
- la figura 2 es una representación esquemática de un segundo ejemplo de realización de un dispositivo según el invento.

En todas las figuras, los elementos comunes llevan los mismos números de referencia salvo precisión contraria.

40 La figura 1 ilustra esquemáticamente un primer ejemplo de realización de un dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según el invento.

El dispositivo 10 está conectado a una fuente de energía eléctrica primaria 20 que puede producir energía eléctrica de una manera intermitente, por ejemplo, por medio de energías renovables, tales como la eólica o la solar, pero de igual manera no importa cualquier energía primaria, del tipo de central eléctrica.

45 El dispositivo 10 permite convertir, por reacción química, la energía eléctrica primaria producida en forma de gas almacenable. Los gases así producidos y almacenados son transformados a continuación por reacción electroquímica inversa de tal manera que produzcan una energía eléctrica, llamada secundaria, en caso de necesidad o de una parada momentánea de la fuente primaria de energía eléctrica.

50 A estos efectos, el dispositivo 10 según el invento está formado por la asociación de un recinto 100 que es de una manera ventajosa, compacto, de tal manera que pueda ser instalado fácilmente sobre su lugar de instalación y por

unos medios de almacenamiento 200 que son externos al recinto 100 y que están conectados a éste por unos medios de conexión 140.

5 El recinto 100 es un recinto autónomo del tipo contenedor o cajón metálico de forma sensiblemente paralelepípedica que puede ser instalado indiferentemente en el interior o en el exterior de un edificio. De una manera ventajosa, el recinto 100 es instalado en el exterior de un edificio de tal manera que no ocupe de una manera inútil los espacios internos de los edificios. A estos efectos, el recinto 100 está fabricado de tal manera que pueda soportar las diferentes condiciones meteorológicas. El recinto 100 es, por lo tanto, estanco, insensible a las intemperies (UV, variaciones de temperatura, etc.).

10 Los medios de almacenamiento 200 externos al recinto 100 están situados indiferentemente en las proximidades o de una manera relativamente alejada del recinto 100.

De esta manera, el dispositivo 10 es susceptible de ser utilizado sin ninguna dificultad en unas condiciones extremas en el exterior.

15 El aspecto modular mencionado aquí, independientemente de otro aspecto de modularidad desarrollado ulteriormente en la descripción, permite así adaptar la instalación del dispositivo 10 en función de las necesidades de los usuarios y de las diferentes exigencias de espacio. A título de ejemplo, cuando el recinto 100 está situado en el interior de un edificio, los medios de almacenamiento 200 pueden estar situados en el exterior del edificio que acoge al recinto 100 del dispositivo 10 de tal manera que no ocupen un espacio útil en el lugar de la instalación.

El recinto 100 incluye:

- unos medios de electrolisis del agua 110, tales como un electrolizador;
- 20 - una pila de combustible 120;
- unos medios de control-mando 130 que permiten controlar el funcionamiento del dispositivo 10 en modo pila de combustible o en modo electrolizador;
- unos medios para convertir la energía eléctrica 170;
- unos medios de refrigeración (no representados) del recinto 100;
- 25 - un interfaz de entrada 112;
- un interfaz de salida 114;
- un interfaz 116 que permite comunicar con los medios de almacenamiento 200.

30 Los interfaces 112, 114, 116 son unos interfaces de comunicación estándar que permiten comunicar con los demás elementos externos con los cuales el recinto 100 es susceptible de asociarse. Los interfaces 112, 114, 116 son unos interfaces clásicos que permiten una conexión desmontable rápida y estanca de la tubería de circulación del fluido ( $H_2O$ ) o del gas ( $H_2$  y  $O_2$ ), y/o una conexión desmontable de potencia eléctrica y/o una conexión desmontable de un mando eléctrico.

De esta manera, el interfaz de entrada 112 y el interfaz de salida 114 son unos interfaces que incluyen al menos una conexión desmontable de potencia eléctrica y una conexión desmontable de una tubería de agua.

35 El interfaz 116 es un interfaz que incluye al menos una conexión desmontable de un mando eléctrico y una conexión desmontable de una tubería de gas, y, de una manera ventajosa, una conexión desmontable de una tubería de dihidrógeno ( $H_2$ ) y una conexión desmontable de una tubería de dióxígeno ( $O_2$ ).

El interfaz de entrada 112 está conectado a la fuente primaria 20 de energía eléctrica, pero de igual manera, a una red de agua o a un depósito de agua, ventajosamente único y externo al recinto 100.

40 El interfaz de salida 114 está conectado a la red eléctrica 30 del usuario, pero, de igual manera, a la red de agua o a un depósito de agua único. La entrada de agua, a través del interfaz de entrada 112, permite alimentar al electrolizador 110 en modo electrolizador y la salida de agua, a través de interfaz de salida 114, permite evacuar el agua producida por la pila de combustible. El recinto 100 incluye igualmente unos medios de gestión del agua (no representados) que permiten controlar las entradas y las salidas de agua en función del modo de funcionamiento del dispositivo 10, por ejemplo, por un sistema de válvulas controladas por los medios de gestión del agua.

45 De esta manera, el recinto 100 presenta unos interfaces de comunicación que permiten al menos una conexión desmontable de la potencia eléctrica, una conexión desmontable de la tubería de agua, y una conexión desmontable de la tubería de gas.

50 Según una variante del dispositivo según el invento, el depósito de agua puede estar integrado en el interior del recinto 100.

En presencia de una alimentación eléctrica primaria, el electrolizador 110 permite disociar el agua en sus elementos constitutivos bajo la forma de gas, es decir, de hidrógeno ( $H_2$ ) y de oxígeno ( $O_2$ ).

La electrolisis del agua ( $H_2O$ ) es un procedimiento bien conocido que constituye un medio para producir hidrógeno ( $H_2$ ) y oxígeno ( $O_2$ ) de gran pureza a medida o a demanda.

5 De una manera clásica, el electrolizador 110 incluye una sucesión de etapas elementales, llamadas igualmente células electroquímicas o células electrolíticas ("stack", en lengua inglesa), estando formada cada una de las células por al menos un cátodo, un electrolito y un ánodo; estando encerrado el electrolito entre el ánodo y el cátodo. El cátodo y el ánodo son unos electrodos porosos eléctricamente conductores, mientras que el electrolito es una membrana, eléctricamente aislante, y conductora iónica (aniónica y protónica).

10 Bajo los efectos de una diferencia de potencial entre los dos electrodos, el reactivo, es decir el agua ( $H_2O$ ), se disocia en gas de hidrógeno ( $H_2$ ) y en gas de oxígeno ( $O_2$ ).

El dispositivo 10 según el invento utiliza, por lo tanto, el principio de la electrolisis del agua para convertir la energía eléctrica producida por la fuente primaria 20 en forma de gas de hidrógeno ( $H_2$ ) y de oxígeno ( $O_2$ ).

15 El electrolizador 110 está preparado para funcionar con diferentes presiones en un abanico de presiones que varía sensiblemente entre la presión atmosférica y algunas decenas de bares.

La pila de combustible 120 es igualmente un dispositivo electroquímico que convierte la energía química de un combustible en energía eléctrica según la reacción de síntesis electroquímica del agua.

20 El principio de funcionamiento de este generador electroquímico se basa en la reacción de síntesis electroquímica del agua a partir de un comburente, el oxígeno, y de un combustible, el hidrógeno. El principio de funcionamiento de la pila de combustible 120 es, por lo tanto, el inverso del funcionamiento del electrolizador 110.

De una manera clásica, la pila de combustible 120 incluye igualmente una sucesión de células electrolíticas ("stack", en lengua inglesa) formadas por al menos un ánodo, un electrolito y un cátodo; estando encerrado el electrolito entre el ánodo y el cátodo. El cátodo y el ánodo son unos electrodos porosos conductores eléctricamente mientras que el electrolito es una membrana, aislante eléctricamente, y conductora iónica (aniónica o protónica).

25 En la pila de combustible 120, el combustible, es decir, el hidrógeno ( $H_2$ ), es aportado al nivel del ánodo de tal manera que sufra una oxidación catalítica liberando protones y electrones en el caso de una membrana que intercambia protones. Los electrones producidos circulan a lo largo del circuito eléctrico exterior, mientras que los protones son transportados desde el electrolito hasta el cátodo, en donde se recombinan con los electrones del comburente, es decir del oxígeno ( $O_2$ ). Esta reducción catódica se acompaña con una producción de agua y del establecimiento de una diferencia de potencial entre los dos electrodos que servirá para alimentar a la red 30.

Según el modo de realización ilustrado, el electrolizador 110 y la pila de combustible 120 tienen células electrolíticas distintas. Según otro modo de realización, el electrolizador y la pila de combustible incluyen al menos una célula electrolítica en común, se habla entonces, de célula electrolítica o de "stack" reversible.

35 El dispositivo 10 según el invento permite funcionar según dos modos de funcionamiento distintos: un primer modo de funcionamiento llamado "modo electrolizador" y un segundo modo de funcionamiento llamado "modo pila de combustible".

40 En el primer modo de funcionamiento, llamado modo electrolizador, la fuente primaria 20 suministra una energía eléctrica al dispositivo 10. En este caso, el electrolizador **100** convierte la energía eléctrica suministrada por la fuente primaria 20 en energía química de almacenamiento, es decir, que convierte la energía eléctrica primaria en hidrógeno y en oxígeno en forma gaseosa.

El gas de hidrógeno ( $H_2$ ) y el gas de oxígeno ( $O_2$ ) así producidos por electrolisis del agua son conducidos al exterior del recinto 100 por medio del interfaz 116.

Los medios de conexión 140, del tipo tubería que permiten la circulación del gas, están conectados al interfaz 116 de tal manera que conduzcan los gases hacia los medios de almacenamiento 200.

45 El gas de hidrógeno ( $H_2$ ) es conducido, a través de los medios de conexión 141, hacia los medios de almacenamiento del hidrógeno ( $H_2$ ) 210.

El gas de oxígeno ( $O_2$ ) es conducido, a través de los medios de conexión 142, hacia los medios de almacenamiento del oxígeno ( $O_2$ ) 220.

50 A estos efectos, los medios de conexión 141 y 142 incluyen una pluralidad de interfaces 122 repartidos por toda la longitud de los medios de conexión 141, 142. Los interfaces 122 son unos interfaces del flujo del gas y unos interfaces de mandos eléctricos que permiten conectar un medio de almacenamiento 210, 220 con el dispositivo 10, especialmente con un medio de conexión 141, 142. Los interfaces 122 pueden incluir un sistema de válvulas que

permiten aislar a demanda el medio de almacenamiento 210, 220 del flujo de gas circulante por los medios de conexión 141, 142.

5 Durante el segundo modo de funcionamiento, llamado modo pila de combustible, el dihidrógeno (H<sub>2</sub>) y el dióxígeno (O<sub>2</sub>) almacenados en los medios de almacenamiento 210, 220 son conducidos hacia el recinto 100, a través de los respectivos medios de conexión 141, 142 e introducidos en el recinto 100 a través del interfaz 116 de tal manera que son convertidos en energía eléctrica por la pila de combustible 120 del dispositivo 10.

La pila de combustible 120 permite, por lo tanto, combinar, por reacción electroquímica, el dihidrógeno (H<sub>2</sub>) almacenado en los medios de almacenamiento 210 y el dióxígeno (O<sub>2</sub>) almacenado en los medios de almacenamiento 220 para formar el agua y suministrar una energía eléctrica secundaria a una red eléctrica 30.

10 La gestión del basculamiento del primer modo al segundo modo de funcionamiento se efectúa por los medios de control-mando 130 que activan de una manera alterna o bien al electrolizador 110 del dispositivo 10, en modo de funcionamiento electrolizador, o bien a la pila de combustible 120 del dispositivo 10, en modo de funcionamiento pila de combustible.

15 El basculamiento del modo de funcionamiento del primer modo al segundo modo y a la inversa se determina en función de parámetros definidos por el usuario. Estos parámetros son dependientes, especialmente del nivel de potencia de la fuente primaria 20. En el caso de insuficiente potencia eléctrica o incluso en el caso de un fallo en la alimentación de la fuente primaria 20, el dispositivo 10 bascula del modo electrolizador al modo pila de combustible de tal manera que suministra una energía eléctrica a la carga eléctrica del cliente o a la red eléctrica 30, llamada energía eléctrica secundaria.

20 Los medios de almacenamiento del gas 200 formados por unos medios de almacenamiento distintos de dihidrógeno 210 y de dióxígeno 220 son, por ejemplo, unas cisternas preparadas para almacenar el gas a presión.

25 La regulación y la circulación de los gases de dihidrógeno (H<sub>2</sub>) y de dióxígeno (O<sub>2</sub>) en el interior del recinto 100, pero ce la misma manera entre el recinto 100 y los medios de almacenamiento 200 están controlados por los medios de control-mando 130, a través del pilotaje de un juego de válvulas (no representadas) integradas en cada interfaz 112, 114, 116, 122.

De esta manera, los medios de conexión 141 y 142 permiten conducir a la vez a los gases producidos en modo electrolizador, desde el recinto 100 hasta los medios de almacenamiento 200, según el sentido indicado por la flecha 150, sino igualmente en sentido inverso, es decir, desde los medios de almacenamiento 200 hasta el recinto 100 tal como está ilustrado por la flecha 160, en modo pila de combustible.

30 Cada una de las válvulas del dispositivo puede ser pilotada en apertura y en cierre de una manera independiente, de tal manera que el usuario puede optimizar la gestión de los flujos de gas de la instalación. La apertura y el cierre de cada medio de almacenamiento 200 permite, de esta manera, gestionar de una manera independiente el contenido de uno o de varios medios de almacenamiento 210, 220 específico (s), o incluso llenar y/o vaciar de una manera prioritaria un medio de almacenamiento específico, por ejemplo, para un control o un mantenimiento.

35 Las válvulas de los interfaces 122 combinadas con las válvulas del interfaz 116 permiten igualmente transvasar el contenido de un medio de almacenamiento 210, 220 hacia un segundo medio de almacenamiento 210, 220 si fuese necesario.

40 De una manera ventajosa, las válvulas de cada interfaz son pilotadas eléctricamente por los medios de control-mando 130, estando conectados eléctricamente los diferentes interfaces 112, 114, 116, 122 con el medio de control-mando 130.

Los medios de almacenamiento 200 son aquí unos elementos autónomos y modulares del dispositivo 10 que es posible añadir y/o suprimir de una manera sencilla y rápida. En efecto, los medios de almacenamiento 200 incluyen igualmente un interfaz que permite el desmontaje rápido y estanco de una conexión del tipo tubería de gas.

45 De esta manera, añadir un medio de almacenamiento 210` suplementario (ilustrado en punteado en a figura 1) se efectúa de una manera sencilla mediante una conexión o una ramificación del medio de almacenamiento 210` sobre uno de los interfaces 122 por medio de una tubería de gas.

50 Según un segundo modo de realización, las válvulas que permiten la apertura/cierre de una manera independiente de los medios de almacenamiento 200 son directamente solidarios con el medio de almacenamiento 210, 220. En este modo de realización, los medios de almacenamiento 210, 220 incluyen unos medios de conexión eléctrica para el pilotaje de la válvula a través de los medios de control-mando 130 con una tubería de gas que conecta el medio de almacenamiento 210, 220 con un interfaz 122.

Según una variante de realización del invento, los gases que entran y salen del recinto 100 son conducidos entre el recinto 100 y los medios de almacenamiento 200 por dos conductos de transporte diferentes, de tal manera que un

medio de almacenamiento incluye dos conductos de transporte (un conducto de entrada y un conducto de salida) conectados con un interfaz 122 del dispositivo 10.

5 Los medios 170 para convertir la energía eléctrica permiten adaptar la potencia y el tipo de corriente de la fuente primaria 20 a la potencia y al tipo de corriente necesarias para el funcionamiento del electrolizador 110. A estos efectos, los medios 170 están formados por un convertidor de corriente alterna/corriente continua (AC/DC, por Alternating Current/Direct Current, en lengua inglesa), y/o por un convertidor continua/continua (DC/DC) si, por ejemplo, la fuente primaria es una fuente de corriente continua, tal como, por ejemplo, unas células fotovoltaicas.

10 Los mismos medios 170 son utilizados igualmente para la conversión de la energía eléctrica producida por la pila de combustible 120 (del tipo corriente continua) en corriente alterna o en corriente continua, según las necesidades de la red 30. Los medios 170 pueden ser refrigerados por un circuito de refrigeración utilizado para refrigerar al electrolizador y a la pila de combustible.

15 Los medios de refrigeración (no representados) del recinto 100 permiten refrigerar el recinto 100 y evacuar el calor desprendido por las reacciones químicas de la pila de combustible y del electrolizador. Los medios de refrigeración están formados, por ejemplo, por un circuito de refrigeración que circula entre las células electrolíticas de la pila de combustible y/o del electrolizador, por un sistema de ventilación que permite refrigerar el recinto 100 o incluso por una combinación de un circuito de refrigeración y de un sistema de ventilación, o por cualquier otro tipo de sistema de refrigeración utilizado clásicamente para la refrigeración de una pila de combustible o de un electrolizador.

20 Según otro modo de realización, el calor recuperado en el recinto 100 por el circuito de refrigeración puede ser reutilizado como, por ejemplo, para el calentamiento, el enfriamiento o la climatización (con la ayuda de un dispositivo suplementario) del edificio en el cual se encuentra el dispositivo 10, o almacenado de manera eventual para un uso ulterior, siempre para un uso en calentamiento, enfriamiento o climatización.

25 De una manera clásica, el recinto 100 puede incluir igualmente unos medios de purificación de los gases producidos en modo electrolizador de tal manera que se separe el agua en forma de vapor presente en los productos del electrolizador 110 e igualmente de tal manera que se eliminen las trazas de impurezas en los gases tales como el oxígeno en el hidrógeno y viceversa.

El recinto 100 puede incluir igualmente unos medios de humidificación que permitan humidificar los gases almacenados en los medios de almacenamiento con vapor de agua antes de su conducción hacia la pila de combustible 120.

30 El recinto puede incluir igualmente unos medios de compresión que permitan poner bajo presión a los gases producidos por el electrolizador 110 antes de almacenarlos en los medios de almacenamiento.

De una manera ventajosa, el recinto 100 tiene una longitud de una decena de metros y algunos metros de anchura y de altura.

35 De esta manera, el recinto 100 forma un acondicionamiento compacto y autónomo que permite almacenar y restituir la energía eléctrica que incluye una pila de combustible, un electrolizador, así como los diferentes elementos necesarios para su funcionamiento a excepción de los medios de almacenamiento de gas que son voluminosos.

A título de ejemplo, un contenedor de dimensiones 12m x 2,40m x 2,30m es suficiente para recibir una pila de combustible, de 500kW y un electrolizador de 70Nm<sup>3</sup>/h, así como a los diferentes elementos necesarios para su funcionamiento.

40 Según un segundo modo de realización del invento, el dispositivo 10 no incluye nada más que unos medios de almacenamiento del dihidrógeno 220. En este modo de realización, el recinto dispone de una válvula de evacuación (no representada) que permite dejar escapar el dióxígeno, producido en modo electrolizados, a la atmósfera ambiente, así como una válvula de entrada que permite alimentar a la pila de combustible de dióxígeno, por admisión de aire, en modo de funcionamiento pila de combustible. En otro ejemplo de realización, el dióxígeno es recuperado para ser utilizado con otros fines, por ejemplo, en la industria química.

45 De una manera preferente, la válvula de evacuación y la válvula de entrada del dióxígeno (O<sub>2</sub>) es una única válvula.

Este segundo modo de realización permite, por lo tanto, reducir el espacio destinado al almacenamiento de los gases para el funcionamiento del dispositivo, pero, de igual manera permite optimizar el espacio de tal manera que se aumenta la capacidad de almacenamiento del dihidrógeno lo que influye directamente en la capacidad de restitución de energía eléctrica del dispositivo.

50 Gracias a la externalización de los medios de almacenamiento 200 del recinto 100, es posible adaptar de una manera sencilla la capacidad y/o el número de las cisternas dedicadas al almacenamiento de los gases con el fin de adaptar el dispositivo 10 a las necesidades del usuario en función de la capacidad de energía eléctrica demandada.

De esta manera, con un mismo recinto 100, es decir con un electrolizador 110 y una pila de combustible 120 de una capacidad fija, es posible hacer variar la capacidad de almacenamiento y, por lo tanto, la capacidad de restitución de

energía eléctrica, es decir, el periodo durante el cual el dispositivo 10 es capaz de suministrar un valor de potencia eléctrica dado.

5 La modularidad y la capacidad de desmontaje rápida y sencilla de los diferentes elementos que constituyen el dispositivo, tales como las células electrolíticas reversibles, los medios de almacenamiento de gas, las tuberías de gas, los interfaces, o incluso los recintos mismos, permiten obtener un dispositivo de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica completamente parametrable y adaptable en función de las necesidades de cada usuario.

10 Según un segundo ejemplo de realización ilustrado en la figura 2, es posible combinar varios recintos 100 tales como los descritos precedentemente, de tal manera que adapten la potencia o la capacidad de almacenamiento de gas en función de la demanda del usuario. En el ejemplo ilustrado, el segundo recinto 100` está conectado con el primer recinto 100. Los gases así producidos o necesarios para la producción de energía eléctrica secundaria son almacenados por los mismos medios de almacenamiento 200.

La conexión de varios recintos se efectúa sencillamente por la ramificación en paralelo de los diferentes interfaces de cada recinto de la siguiente manera:

15 -el interfaz de entrada 112`del segundo recinto 100`se conecta con el interfaz de entrada 112 del primer recinto 100, por ejemplo, por medio de una tubería de circulación del fluido y de una conexión de potencia eléctrica;

- el interfaz de salida 114`del segundo recinto 100`se conecta al interfaz de salida 114 del primer recinto 100, por ejemplo, por medio de una tubería de circulación del fluido y de una conexión de potencia eléctrica;

20 - el interfaz 116`del segundo recinto 100` se conecta al interfaz 116 del primer recinto 100, por ejemplo, por medio de unas tuberías de circulación del gas y de una conexión de mando eléctrico.

25 El electrolizador del dispositivo según el invento es indistintamente, por ejemplo, un electrolizador del tipo membrana intercambiable de protones (PEM, por "Proton Exchange Membrane", en lengua inglesa), un electrolizador del tipo alcalino, un electrolizador de alta temperatura (HTE por "High- Temperature Electrolysis", en lengua inglesa), un electrolizador de óxido sólido (SOEC por "Solid Oxide Electrolysis Cell", en lengua inglesa) o incluso una combinación de estas diferentes tecnologías de electrolizadores.

30 La pila de combustible del dispositivo según el invento es indistintamente, por ejemplo, una pila de combustible de membrana intercambiable de protones (PEM), una pila de combustible de ácido fosfórico (PAFC, por "Phosphoric Acid Fuel Cell" en lengua inglesa), una pila de combustible de óxido sólido (SOFC por "Solid Oxide Fuel Cell", en lengua inglesa), una pila de combustible de carbonato fundido (MCFC por "Molten Carbonate Fuel Cell", en lengua inglesa), una pila de combustible alcalino, una pila de combustible de metanol directo (DMFC por "direct methanol fuel cell", en lengua inglesa), o incluso una combinación de estas diferentes tecnologías de pilas de combustible.

Los diferentes elementos del dispositivo según el invento pueden incluir un sistema de gestión de la horizontalidad con el fin de poder ser instalados en no importa qué terreno, preparado o no.

35 El dispositivo según el invento permite igualmente simplificar el mantenimiento de tal dispositivo por la estandarización de los diferentes elementos que constituyen el dispositivo.

Las demás ventajas del invento son especialmente las siguientes:

-industrialización simplificada por la estandarización de los diferentes elementos constitutivos del dispositivo;

- reducción de los costes de fabricación;

- modularidad del dispositivo de tal forma que se obtenga la potencia eléctrica requerida;

40 - reducción del impacto ecológico por el desmantelamiento selectivo y/o la reutilización de los elementos en futuras utilizaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica que incluye:
- unos medios (110) de electrolisis del agua alimentados a la entrada por agua y por energía eléctrica y que produce a la salida al menos dihidrógeno (H<sub>2</sub>) y dióxígeno (O<sub>2</sub>) en forma de gases;
- 5 - unos medios de almacenamiento (210) del citado dihidrógeno (H<sub>2</sub>) en forma de gases;
- una pila de combustible (120) alimentada a la entrada por al menos el dihidrógeno (H<sub>2</sub>) almacenado y que produce a la salida al menos energía eléctrica;
  - unos medios de control-mando (130) para controlar el funcionamiento del citado dispositivo (10) en modo pila de combustible o en modo electrolizador;
- 10 - un recinto del tipo contenedor autónomo (100) en el cual están situados los citados medios de electrolisis del agua (110), la citada pila de combustible (120) y los citados medios de control-mando (130);
- presentando el citado recinto (100) unos interfaces de comunicación (112, 114, 116) estándares que permiten al menos una conexión desmontable de energía eléctrica, una conexión desmontable de tuberías de agua y una conexión desmontable de tuberías de gas;
- 15 - estando formados los citados interfaces de comunicación por un interfaz de entrada (112);
- que incluye una conexión desmontable de energía eléctrica y una conexión desmontable de una tubería de agua, por un interfaz de salida (114), que incluye una conexión desmontable de energía eléctrica y una conexión desmontable de una tubería de agua, y por un interfaz de comunicación (116) con los medios de almacenamiento del citado dihidrógeno, que incluye una conexión desmontable de mando eléctrico y una conexión desmontable de una tubería de dihidrógeno;
- 20 -unos medios de conexión (141) conectados al interfaz de comunicación (116) con los medios de almacenamiento del citado dihidrógeno, permitiendo los citados medios de conexión (141) conectar el citado recinto (100) con los citados medios de almacenamiento (210) del citado dihidrógeno (H<sub>2</sub>) externos al citado recinto (100) incluyendo los citados medios de conexión una pluralidad de interfaces (122) repartidos por la longitud de los medios de conexión (141) permitiendo una conexión desmontable y estanca de los medios de almacenamiento (210, 220) de tal manera que los hace modulares.
- 25 -cada interfaz del citado recinto y cada interfaz de los medios de conexión incluyen un juego de válvulas pilotadas por los medios de control-mando.
- 30 2. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según la reivindicación precedente caracterizado por que incluye unos medios de almacenamiento (220) del citado dióxígeno (O<sub>2</sub>) en gorma de gases.
3. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según la reivindicación 2 caracterizado por que el citado dispositivo incluye unos medios de conexión (142) que conecta el citado recinto (100) con los citados medios de almacenamiento (220) del citado dióxígeno (O<sub>2</sub>) externos al citado recinto (100).
- 35 4. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según la reivindicación 3 caracterizado por que la citada pila de combustible (120) está alimentada a la entrada por el citado dióxígeno (O<sub>2</sub>) almacenado.
5. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado por que el citado recinto (100) incluye unos medios de conversión de energía eléctrica comunes al cuitado electrolizador (110) y a la citada pila de combustible (120).
- 40 6. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 5 caracterizado por que el citado recinto (100) incluye unos medios de refrigeración comunes al citado electrolizador (110) y a la citada pila de combustible (120).
7. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 6 caracterizado por que el citado recinto (100) incluye un depósito de agua que permite alimentar al citado electrolizador (110) y que permite almacenar el agua producida en la citada pila de combustible (120).
- 45 8. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 7 caracterizado por que el citado recinto (100) está alimentado a la entrada por una fuente (20) de energía renovable y/o por una fuente de energía fósil y/o por una fuente de energía nuclear.
9. Dispositivo (10) de almacenamiento y de restitución de energía eléctrica según una de las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado por que incluye unos medios de recuperación del calor, especialmente un circuito de refrigeración del recinto (100).
- 50

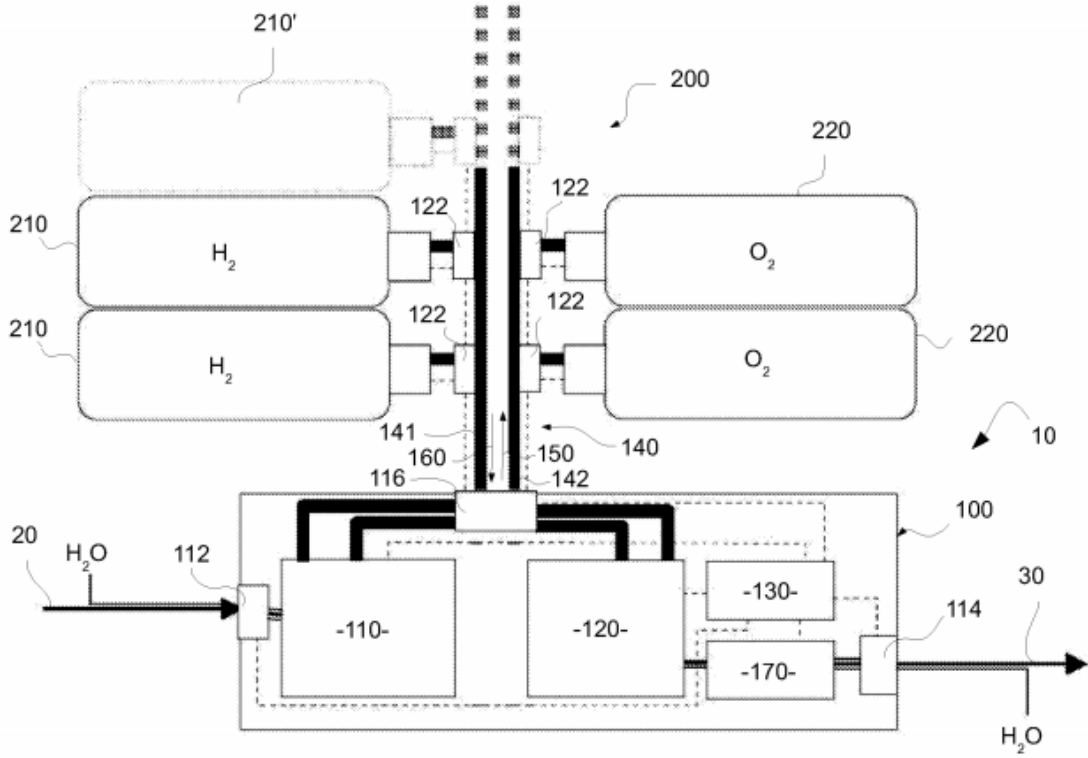


Fig. 1

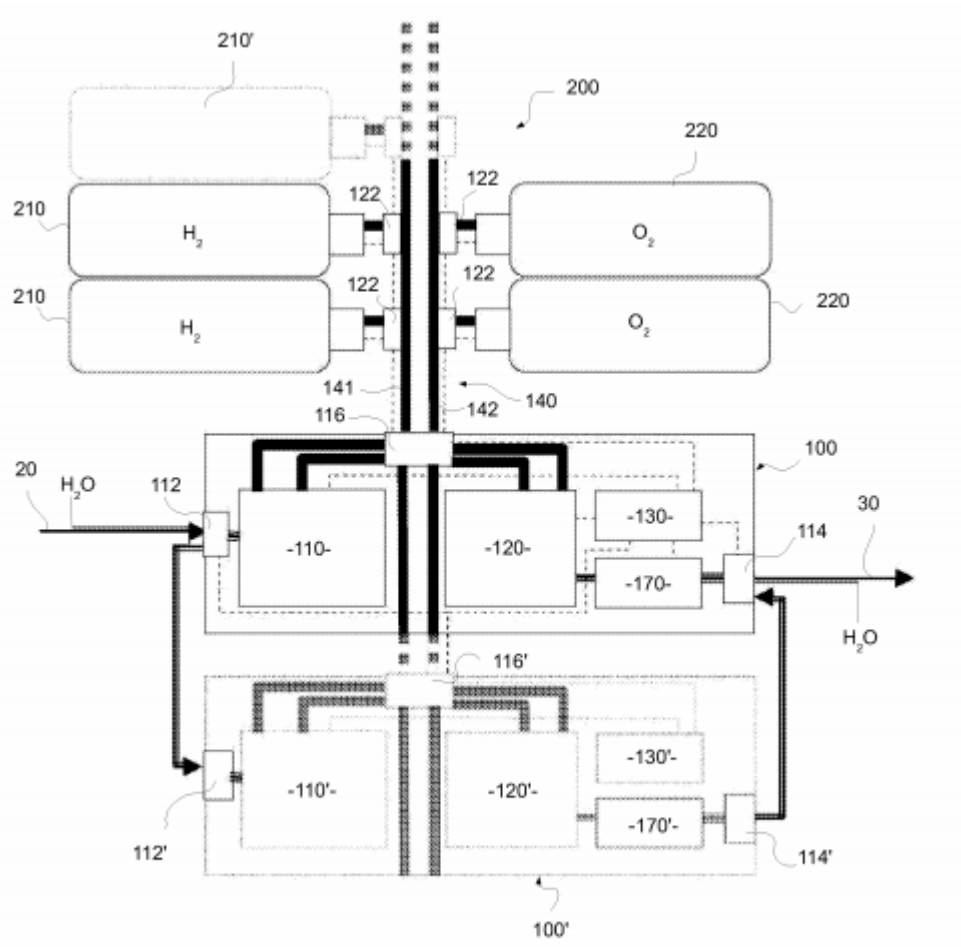


Fig. 2