

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 073**

21 Número de solicitud: 201500749

51 Int. Cl.:

C02F 1/469 (2006.01)

C25B 1/02 (2006.01)

H01M 8/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

14.10.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.04.2017

Fecha de la concesión:

17.01.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

24.01.2018

73 Titular/es:

MURTA ROSALÉN , Jordi (100.0%)

San Antonio nº 9 - 29

46200 Paiporta (Valencia) ES

72 Inventor/es:

MURTA ROSALÉN , Jordi

54 Título: **Procedimiento ampliado de electrodiálisis mediante pila de combustible**

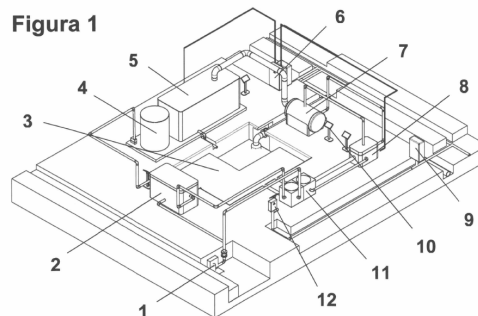
57 Resumen:

La presente patente se refiere a un procedimiento de desalinización ampliado que aprovecha la tecnología de pila de combustible de alta temperatura para regular la corriente eléctrica y aprovechar el hidrógeno de los procesos de desalinización por electrodiálisis.

La novedad de la invención consiste en la valorización del hidrógeno obtenido en el proceso de electrodiálisis, a través de la cogeneración en pilas de combustible de alta temperatura, donde se produce e aprovechamiento eléctrico y, en su caso, térmico, según diferentes procesos industriales de aplicación.

El proceso de electrodiálisis es, además, regulable en cuanto a la intensidad de corriente eléctrica admitida, lo que conlleva un control proporcional de la cantidad de agua desalinizada e hidrógeno generado en el conjunto del proceso, proporcionando al mismo tiempo dicha funcionalidad a la inversa, es decir: regular la cantidad de energía eléctrica trasegada produciendo mayor o menor caudal de agua dulce.

Figura 1



ES 2 609 073 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

Procedimiento ampliado de electrodiálisis mediante pila de combustible.

5 El proceso se inicia en un grupo de bombeo exterior (fig. 1, ref. 1) con el llenado de la instalación (fig. 1, ref. 7, 8 y 11) y de la unidad de electrodiálisis (fig. 1, ref. 2), donde comienza a aplicarse corriente eléctrica de manera regulable con un rango de diseño del 10% al 100% de la intensidad nominal del aparato, al objeto de disociar mayor o menor número de moléculas de agua y sal en función de la carga eléctrica trasegada. Este
10 proceso tiene como resultado los siguientes efectos:

- Disocia y captura los iones Na^+ y Cl^- de la sal disuelta en el agua, a través de membranas selectivas instaladas entre los electrodos, disminuyendo progresivamente la salinidad del agua tratada en el interior de las celdas
15 electrolíticas.

- Disocia las moléculas de agua mediante electrolisis y recoge el hidrógeno producido en forma de gas para su posterior valorización.

20 - Absorbe energía en forma de calor del entorno (reacción endotérmica). en función de la energía eléctrica aplicada al sistema.

A continuación, el hidrógeno obtenido se conduce a través de un sistema de tratamiento, donde se extrae la humedad y otras impurezas y se almacena en un depósito a presión
25 (fig. 1, ref. 4) para su posterior uso en la pila de combustible (fig. 1, ref. 5).

El siguiente paso del proceso consiste en utilizar el hidrógeno obtenido en el proceso de electrodiálisis para alimentar una pila de combustible de alta temperatura (fig. 1, ref. 5). En este subproceso se produce corriente eléctrica y agua dulce al recombinar el
30 hidrógeno con el oxígeno del aire, al tiempo que se produce cesión de calor al entorno (reacción exotérmica).

Tras ello, el calor residual generado en (fig. 1, ref. 5) es valorizado en un ciclo de aprovechamiento termoeléctrico (fig. 1, ref. 7 y 8). Tras este paso. el vapor utilizado a
35 baja presión se enfría y condensa en el condensador (fig. 1, ref. 11) al aprovechar el agua fría de entrada desde (fig. 1, ref. 1) y el frío producido en (fig. 1, ref. 2).

El condensador (fig. 1, ref. 11) consta a su vez de dos etapas: en una primera etapa (fig. 1, ref. 11a) se enfría aire caliente húmedo, obteniéndose aire frío seco y agua fría condensada. En una segunda etapa (fig. 1, ref. 11b), se utiliza el aire frío seco y el agua
40 fría del paso anterior para condensar el vapor procedente del ciclo de producción de vapor (fig. 1 ref. 7 y 8).

Tras el proceso, tanto la electricidad generada como el agua producida se vierten a sus
45 respectivas redes de distribución. En el caso de la electricidad se utiliza un aparato inversor / regulador doble (fig. 1, ref. 6), para la corriente procedente de la pila de combustible (fig. 1, ref. 5) y para la corriente procedente de la turbina de vapor (fig. 1, ref. 8). Para el agua se utiliza un sistema de almacenamiento, bombeo y válvulas (fig. 1, ref. 3) a fin de regular la presión y caudal a los requeridos por la red de distribución hidráulica.

Tanto la señal eléctrica de entrada como de salida cuentan con sus respectivos sistemas de protección y control (fig. 1, ref. 9) y un cuadro general para la alimentación y control de las líneas interiores (fig. 1, ref. 12).

- 5 Por último, el proceso cuenta con su correspondiente sistema de software de control Industrial y red de comunicaciones (fig. 1, ref. 10), a través de los cuales se realiza el control informatizado de la planta y la adquisición de los datos de operación para su posterior implementación en línea.

10 Componentes y subsistemas

El procedimiento descrito comprende los siguientes componentes y subsistemas:

- 15 1. Un sistema de bombeo y admisión de agua salada hacia el interior de la instalación, mediante una bomba sumergible y un depósito de volumen igual a la suma de los volúmenes de la caldera y de la unidad de desalinización.
- 20 2. Una unidad de desalinización de agua mediante electrodiálisis, optimizada para aprovechar la absorción de calor y condensar el del aire del entorno y el vapor proveniente del aprovechamiento térmico de la pila de combustible. En él se produce la entrada de electricidad y se regula una mayor o menor intensidad de corriente para obtener más o menos hidrógeno. El mismo proceso absorbe más o menos calor según la intensidad de corriente admitida, siendo el rango de diseño del 10% al 100% de la capacidad de admisión de corriente total. Asimismo en el proceso se da 25 la electrolización de oxígeno, sodio y cloro en cantidades apreciables, los cuales también pueden ser valorizados en sucesivos procesos de producción.
- 30 3. Un sistema de almacenamiento y bombeo del agua producida, donde se vierten los caudales obtenidos en cada subproceso principal (fig. 1, ref. 2, 5 y 11) y se dispone el agua para su uso posterior.
- 35 4. Un compresor y un depósito de almacenamiento de hidrógeno a presión, donde se almacena el hidrógeno producido y se dispone para su uso en la pila de combustible.
- 40 5. Una pila de combustible de alta temperatura (220°C o mayor) de tipo óxido sólido (SOFC) o equivalente optimizada para maximizar la producción de agua recombinada. En dicho dispositivo se consume el hidrógeno generado obteniéndose agua dulce inicialmente en estado vapor, corriente eléctrica y cesión de calor al entorno.
6. Un Inversor / regulador de carga eléctrica, mediante el que se ajusta la carga eléctrica producida desde los elementos generadores (fig. 1, ref. 5 y 8) para su vertido a la red.
- 45 7. Una caldera de vapor a presión con suficiente resistencia a la corrosión por agua salada, donde se recupera la energía térmica generada en la pila de combustible y se produce vapor a presión.
- 50 8. Una turbina de vapor y su correspondiente generador, donde se expande el vapor a presión en la turbina y se genera con ello fuerza motriz en un eje solidario entre ambos elementos, lo que produce corriente eléctrica en el generador.

9. Un sistema de medición y protección eléctrica a la entrada y a la salida de la instalación.
10. Un sistema de control informático y red de comunicaciones, formado por la aplicación de control informático del proceso en red local y un sistema de adquisición y gestión de datos para su posterior implementación en línea.
11. Un ciclo de refrigeración y condensación de aire alrededor del proceso de electrodiálisis en dos pasos sucesivos:
 - a. Intercambio de calor del aire caliente húmedo exterior en el proceso de electrólisis, obteniéndose aire frío seco.
 - b. Intercambio de calor entre el aire frío seco obtenido en el paso anterior y el vapor obtenido mediante el aprovechamiento térmico de la pila de combustible.
12. Un cuadro general de protección para los circuitos eléctricos interiores.

Aplicaciones y usos

De la secuenciación del proceso descrito se extrae como posible aplicación la de regular la carga y descarga de las redes de distribución eléctrica, al utilizar las mismas como método de carga y la producción de hidrógeno como vector energético de almacenamiento para la energía valorizada en el proceso de electrodiálisis.

Del mismo modo es aplicable el anterior procedimiento para la disipación de sobrecargas en la red eléctrica ante posibles excedentes de energía, en especial mediante el uso de sistemas de producción de energía renovable en generación distribuida y en sistemas eléctricos con funcionamiento en isla.

El uso del procedimiento también incluye su aplicación en los diferentes procesos industriales donde se requiera, como por ejemplo en sistemas contra incendios, sistemas anti-inundaciones, otras aplicaciones energéticas industriales, o el desarrollo de aplicaciones de software de control industrial en móviles, en línea o en red local.

El procedimiento descrito también puede adaptarse en sistemas de riego así como al ámbito doméstico y a pequeña escala, por ejemplo en sistemas reducidos de regulación de carga eléctrica y producción de agua potable.

Estado actual de la técnica

El estado de la técnica actual de los procedimientos de desalinización comprende gran variedad de procesos y sus procedimientos, entre los que cabe citar:

- Desalinización por ósmosis inversa. Consiste en utilizar membranas semipermeables para retener las sales al hacer pasar el agua salada desde el lado anterior a la membrana hacia el lado posterior aplicando energía de presión.
- Desalinización por efecto flash. Consiste introducir agua pulverizada en cámaras a baja presión. Al encontrarse por debajo de la presión de saturación, parte del agua se evapora y se puede condensar posteriormente produciendo agua dulce.

- Desalinización por congelación. Consiste en absorber calor del agua salada para formar y recoger cristales de agua pura, que al fundirse proporcionan agua dulce.
- Desalinización por electrodialisis. Consiste en hacer pasar corriente eléctrica a través de una solución iónica, disociando la sal y capturando sus iones positivos y negativos por separado mediante membranas entre el electrodo negativo y el positivo.

En la actualidad (octubre de 2015) las últimas tendencias tecnológicas apuntan hacia la utilización de nuevos materiales en la fabricación de membranas en modernas plantas desalinizadoras por osmosis inversa, no conociéndose ninguna planta desalinizadora que utilice los procesos térmicos de la pila de combustible como base de un proceso ampliado de desalinización de agua mediante electrodialisis, además de poseer la funcionalidad de almacenamiento en vector energético hidrógeno y su valorización para la regulación de la carga y descarga de las redes de distribución eléctrica, constituyendo estos factores los principales avances sobre la técnica expuestos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de desalinización por electrodiálisis ampliado a partir de la valorización del hidrógeno en pilas de combustible.
5
2. Procedimiento según la reivindicación 1 donde se utilizan las redes de distribución eléctrica como método de carga.
3. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 para la regulación de la carga y descarga de las redes de distribución eléctrica.
10
4. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 para la disipación de sobrecargas de las redes de distribución eléctrica.
5. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 para la regulación de carga mediante energías renovables.
15
6. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 en sistemas eléctricos con funcionamiento en isla.
20
7. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 en sistemas de riego.
8. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 en sistemas de producción industrial.
25
9. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 en sistemas a pequeña escala o domésticos.
10. El uso del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 para el desarrollo de aplicaciones software de control industrial en móviles, en línea o en red local.
30

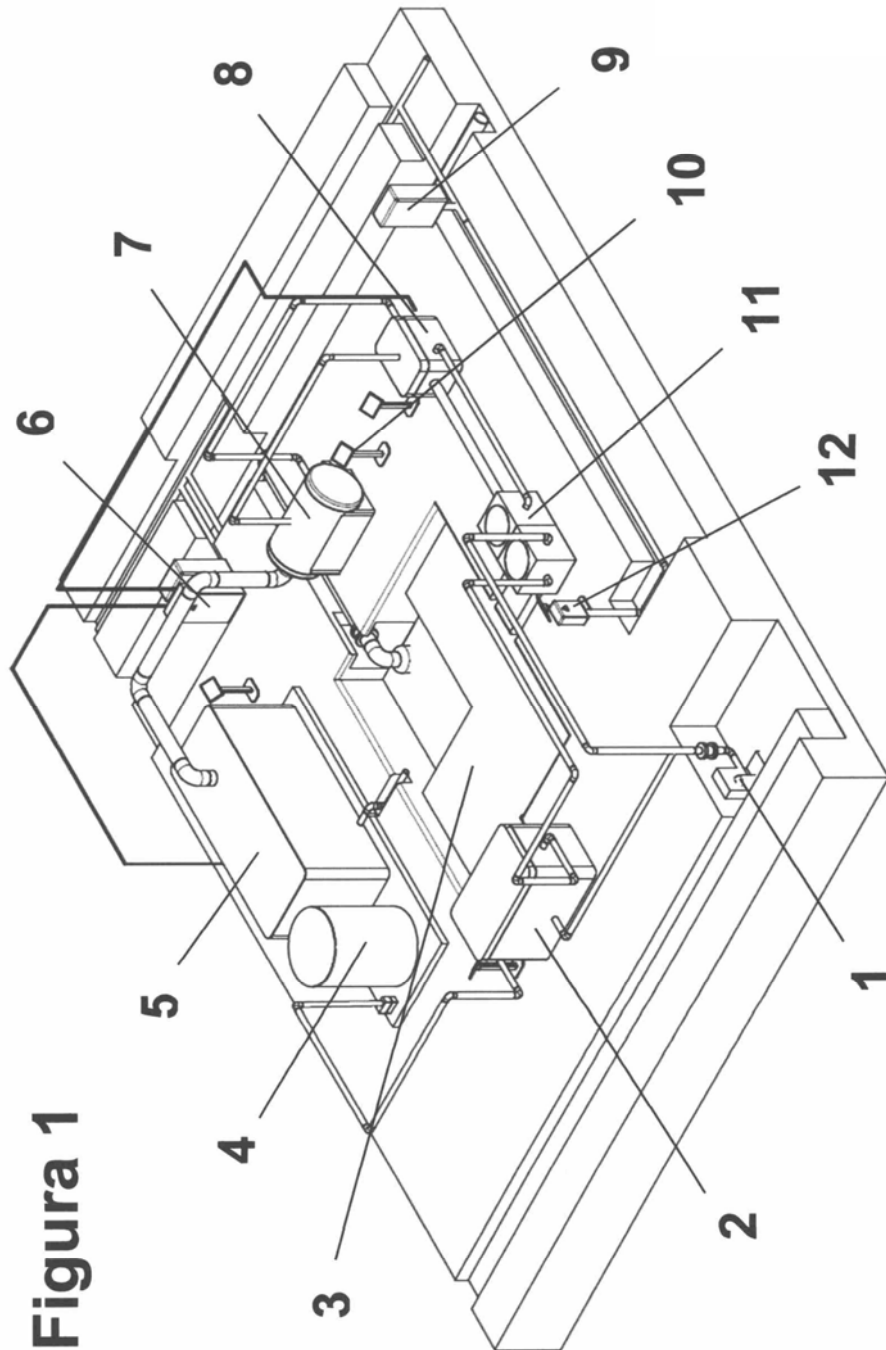


Figura 1



- ②① N.º solicitud: 201500749
②② Fecha de presentación de la solicitud: 14.10.2015
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EL-BASSUONI, A. M. A. et al. Hydrogen and fresh water production from sea water. International Journal of hydrogen energy, 01/01/1982, Vol. 7, N.º:12, páginas: 919 - 923. Introduction, Conclusions, Figura 1.	1-10
A	US 3869376 A (TEJEDA ALVARO R) 04/03/1975, columna 6, líneas 1-54, figura 1.	1-10
A	ALMADANI, H. M. N. Water desalination by solar powered electrodialysis process. Renewable Energy, 01/10/2003, Vol. 28, N.º: 12, páginas: 1915 - 1924. 2. Experimental setup, Figura 2.	1-10
A	RAMU, G. et al. Production of hydrogen using photovoltaic sea water electrolysis and its applications [en línea], 07/02/2013, [recuperado el 24/10/2016]. Recuperado de internet: http://searchdl.org/public/book_series/AETS/2/5.pdf . III. Proposed System; IV System elements, figura 1.	1-10
A	Abdel-Aal, H. K. et al. Hydrogen production using sea water electrolysis. The Open Fuel Cells Journal, 2010, Vol. 3, páginas 1-7. Introduction: Water a feedstock for hydrogen production, State of the art, Tabla 1, Figura 2.	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
02.11.2016

Examinador
M. González Rodríguez

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

C02F1/469 (2006.01)**C25B1/02** (2006.01)**H01M8/06** (2016.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C02F, C25B, H01M

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, INSPEC, XPESP, GOOGLE SCHOLAR, GOOGLE PATENTS.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 02.11.2016

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 6-10

SI

Reivindicaciones 1-5

NO**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones

SI

Reivindicaciones 1-10

NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EL-BASSUONI, A. M. A. et al. Hydrogen and fresh water production from sea water.	01.01.1982

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La solicitud se refiere a un procedimiento de desalinización por electrodiálisis y de obtención de hidrógeno para su envío a una pila de combustible. Recoge asimismo diferentes usos del procedimiento.

El documento D01 se considera el más cercano del estado de la técnica al objeto de la solicitud, y divulga un procedimiento de desalinización de agua de mar mediante electrodiálisis en el que se utiliza energía eléctrica procedente de energías renovables (ej. energía solar fotovoltaica), donde además se produce hidrógeno que se envía a una pila de combustible para la obtención de energía eléctrica en momentos de baja producción, funcionando así como método de regulación de la carga. El dispositivo de electrodiálisis consta de una o varias celdas, cada una de ellas cuenta con un cátodo alojado entre membranas catiónicas dando lugar a un compartimento catiónico y un ánodo dispuesto entre membranas aniónicas dando lugar a un compartimento aniónico; cuando se aplica corriente eléctrica sobre los electrodos, los cationes y aniones se movilizan hacia los compartimentos catiónico y aniónico respectivamente, quedando en el compartimento central agua desalinizada y generándose además hidrógeno en el compartimento catiónico y en el aniónico gas cloro (Ver Introduction, Conclusions, Figura 1).

De este modo, el procedimiento de desalinización recogido en las reivindicaciones 1 y 2, así como el uso descrito en las reivindicaciones 3-5, han sido divulgados idénticamente en el documento D01 y no cumplen con el requisito de novedad (Art. 6 LP).

Las reivindicaciones dependientes 6-10 no contienen ninguna característica que, en combinación con las características de cualquier reivindicación de la que dependan, cumpla con las exigencias del artículo 8 LP con respecto a la actividad inventiva, ya que se refieren a posibles usos de la energía eléctrica obtenida mediante el procedimiento en distintas aplicaciones domésticas e industriales, que resultarían evidentes para un experto en la materia (Art. 8 LP).