

PATENTE DE INVENCION  
=====

263662



## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"Perfeccionamientos en medios de reacción adecuados  
para la producción de hidrógeno".

=====

*Solicitante:* THE ELECTRIC STORAGE BATTERY COMPANY, entidad  
norteamericana, residente en 2 Penn Center Plaza,  
Filadelfia 1, Pensilvania, EE. UU. de A.

=====

Este invento se refiere en general a perfec-  
cionamientos en células de combustible preparadas para  
la conversión directa de energía química en energía  
eléctrica. Más especialmente, este invento se relaciona  
5. con un sistema de células de combustible que utiliza



263662

hidrógeno gaseoso como combustible anódico.

Constituye un objeto general de este invento, el proporcionar un sistema nuevo y perfeccionado de conversión de la energía en el que se utilice una célula de combustible del tipo que consume hidrógeno como material anódico en nueva combinación con medios para producir el hidrógeno consumido en la célula combustible.

Una célula combustible puede considerarse como una batería primaria provista de medios para rellenar los materiales electroquímicos del par. Análogamente a una

batería, una célula combustible, tiene un ánodo en el que se realiza la oxidación; un electrolito y un cátodo en el que se reduce un agente oxidante. El agente oxidante más corrientemente usado para células combustibles, es

el oxígeno gaseoso, bien en forma pura o en forma de aire, y el material anódico más corrientemente empleado es el hidrógeno gaseoso. Mientras que en las células primarias convencionales los electrodos metálicos se disuelven

gradualmente en el electrolito, en la célula combustible los electrodos se saturan con combustibles líquidos o gaseosos y éstos se consumen mientras los electrodos permanecen inalterados. En el funcionamiento de una

célula combustible oxígeno-hidrógeno, por ejemplo, los electrodos se saturan con hidrógeno y oxígeno, respectivamente y estos gases se consumen mejor que los electrodos.

En el funcionamiento de una célula combustible oxígeno-hidrógeno, las moléculas de oxígeno se adsorben en la superficie del electrodo positivo; esta capa de gas adsorbido es más activa que el oxígeno molecular y está

263662



libre para combinarse con el agua presente, formando dos iones hidroxilo; los iones hidroxilo tienen una carga única negativa, de tal modo que cada ion, al formarse, elimina un electrón del electrodo de oxígeno.

5. Cada ión hidroxilo emigra al interior del electrolito y se desplaza a su través hacia el electrodo negativo en el que se combina con el hidrógeno adsorbido en este electrodo, con objeto de formar agua, depositando un electrón en el proceso. Dado que el electrodo de hidrógeno se encuentra por tanto negativamente cargado con respecto al electrodo de oxígeno, circula una corriente en el circuito externo. La tensión teórica de la célula es sencillamente la energía libre de la reacción por molécula-gramo de agua formada a la temperatura y presión empleadas, dividida por 2 F (en la que F es el Faraday o 96.500 coulombios), la carga desplazada a través de la célula en la formación de esta cantidad de agua. La formación de agua inherente a la operación de la célula combustible, dá por resultado, en general, la dilución continua del electrolito. Consiguientemente, se disponen medios en general en los sistemas de células combustibles, para mantener la concentración del electrolito, constante.

25. Constituye un objeto de este invento el proporcionar un sistema de células combustibles en el que la concentración del electrolito, se mantenga automáticamente constante.

30. Otro objeto de este invento es proporcionar, en un sistema de células combustibles del tipo en que se utiliza hidrógeno como combustible anódico, medios para

263662

30 DIC



utilizar el agua producida durante la operación de la célula, para generar hidrógeno para el consumo de la célula combustible.

Otro objeto de este invento es proporcionar  
5. medios nuevos y perfeccionados para controlar el funcionamiento de una célula de combustible que consuma hidrógeno.

De acuerdo con este invento, el agua formada  
10. en la reacción de la célula combustible se realimenta a un reactor en el que por medio de aquélla se descompone un hidruro metálico para liberar hidrógeno destinado al consumo de la célula combustible. Se consigue esto, por medios que comprenden un circuito cerrado entre el reactor y la célula cuyo hidrógeno se somete  
15. a nuevo tratamiento. Cuando el hidrógeno circula de nuevo sobre el ánodo de la célula combustible, capta vapor de agua y se bombea nuevamente hacia el reactor donde el vapor de agua reacciona con el hidruro metálico para producir más hidrógeno. A causa del ritmo en que  
20. la reacción se realiza en el reactor, que resulta proporcional al agua formada en la célula combustible por el consumo de hidrógeno, el sistema está inherentemente preparado para su control por medios de presión adecuados.

Puede conseguirse una mejor comprensión de  
25. este invento por el estudio de la descripción siguiente leída con referencia al dibujo adjunto que es un esquema del sistema de célula de combustible a que el mismo se refiere.

Con referencia al dibujo, 1 representa una  
30. célula combustible que contiene un par de electrodos 2 y

30 DEC 1967



2 3662

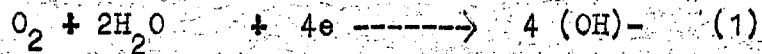
- 3 que constituyen paredes de una cámara 4 llena de electrolito. El electrolito de la cámara 4, con preferencia, es un electrolito alcalino, tal como una solución acuosa de sodio-hidrógeno o potasio-hidrógeno. Los
5. electrodos 2 y 3 son cuerpos porosos conductores, preferentemente tratados para que tengan características acuo-repelentes. Los electrodos 2 y 3 están sostenidos entre empaquetaduras 5 acopladas en rebajos adecuados del cuerpo 6 de la célula. Como se representa, la empaquetadura 5 sostiene los electrodos 2 y 3 de tal modo que proporcione cámaras de gas 7 y 8 entre las superficies exteriores de dichos electrodos y las superficies interiores de las paredes del cuerpo 6. El gas combustible a consumir en la célula combustible 1 se introduce
10. en las cámaras de gas 7 y 8 por medio de tuberías de entrada 9 y 11 respectivamente. Los pasos de descarga de gas combustible desde las cámaras de gas 7 y 8 están constituidos por tuberías de escape 12 y 13 respectivamente. Las conexiones eléctricas entre los electrodos 2
15. y 3 están constituidos por los conductores 14 y 15 respectivamente, que pasan a través de las empaquetaduras 5. La tubería de entrada 9 está preparada para una corriente de oxígeno desde cualquier origen adecuado de suministro, mientras que la tubería de entrada 11 está dispuesta
20. para una corriente de hidrógeno que, de acuerdo con este invento, la proporcionará un reactor 16 de un modo que se describirá con mayor detalle más adelante. Debe observarse que la tubería de escape 12 puede cerrarse si como combustible catódico se utiliza oxígeno puro.
25. Como se comprenderá por los peritos en la
- 30.



263662

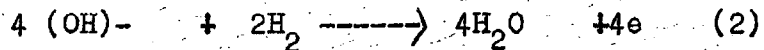
materia, el modo en que la energía libre de la reacción química entre los gases y el electrolito se convierte directamente en electricidad, puede expresarse por las ecuaciones siguientes:

5. En el electrodo de oxígeno 2



10. Cuando el oxígeno se suministra por la tubería de alimentación 9, los iones hidroxilo se forman dentro del electrolito. Al formarse estos iones, se utiliza un electron, dejando así el electrodo 2 positivamente cargado, o con una deficiencia de electrones. Los iones hidroxilo negativamente cargados, se difunden a través del electrolito, o emigran a través de éste, al electrodo de hidrógeno.

15. En el electrodo de hidrógeno 3



20. Con el hidrógeno circulando hacia el electrodo 11, el hidrógeno se ioniza. Reacciona con los iones hidroxilo, para formar agua con liberación de electrones. Consiguientemente, con los conductores 14 y 15 conectados a un circuito exterior, circulará corriente. Así, las reacciones del combustible dependen de la circulación de electrones desde el electrodo de hidrógeno 3 a través del circuito externo, al electrodo de oxígeno 2: De acuerdo con una convención generalmente establecida, el electrodo de oxígeno 2, desde el punto de vista del circuito externo, puede considerarse como el electrodo positivo, y el electrodo de hidrógeno 3, como el electrodo negativo.

283662

300

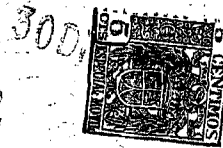


son cuerpos porosos conductores que, con preferencia, se han sometido a tratamiento para mejorar sus características acuorepelentes. Como comprenderán los peritos en la materia, los electrodos pueden comprender cuerpos porosos de grafito que se hayan activado mediante agentes catalíticos adecuados, para mejorar la eficiencia de las reacciones electródicas antes descritas. Por vía de ejemplo, se ha comprobado que la plata es un catalizador apropiado para el electrodo de oxígeno 2, y el paladio y otros metales del grupo del platino, se ha comprobado que son catalizadores apropiados para fomentar la reacción que se realiza en el electrodo de hidrógeno 3.

Como puede verse por la inspección de la ecuación 2 anterior, en la reacción que se realiza en el electrodo de hidrógeno, se forma agua. En funcionamiento, el hidrógeno que circula a través de la cámara de gas 8, por detrás del electrodo de hidrógeno, capta vapor de agua que pasa a través de la superficie porosa del electrodo 8. De acuerdo con este invento, este agua se utiliza para producir hidrógeno en el reactor 16 para el consumo de la célula de combustible. Para ello, la mezcla de hidrógeno y vapor de agua retirada de la cámara de gas 8 por medio de la tubería de descarga 13, se aspira por medio de una bomba apropiada 17 y de un conducto 18, al interior del reactor 16.

El reactor 16 está preparado para la generación de hidrógeno mediante una reacción entre el vapor de agua que circula de nuevo desde la célula de combustible 1 y un hidruro metálico apropiado. Los hidruros que se han comprobado adecuados para este objeto son los de

263662



magnesio, calcio, sodio, potasio y litio. De estos hidru-  
ros los de magnesio y de calcio son los reactivos prefe-  
ridos, por la razón de que cada molécula de los mismos  
contiene dos átomos de hidrógeno. El hidruro a consumir

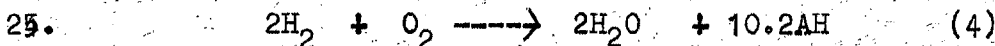
5. en el reactor 16 se introduce mediante una tubería de  
entrada 19, por ejemplo por un expulsor y, con prefe-  
rencia, en forma finamente dividida. Como antes se indicó,  
el agua para la reacción con el hidruro metálico, se  
obtiene del agua producida en el funcionamiento de la

10. célula combustible. Para iniciar el funcionamiento del  
reactor, sin embargo, se introduce agua en él, a través  
de una tubería de entrada, 21. El hidrógeno producido  
en el reactor 16, se suministra a la célula de combusti-  
ble por medio de la tubería 22, a través del regulador

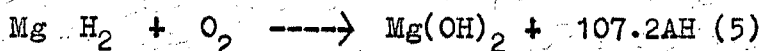
15. de presión 23 y de la tubería de entrada 11. La reacción  
entre el hidruro de magnesio y el agua es típica de la  
reacción de producción de hidrógeno del reactor 16. La  
ecuación de la misma, es la siguiente:



20. El hidrógeno producido por esta reacción se introduce  
en el ánodo de la célula hidrógeno-oxígeno, en la que  
se consume. La reacción de la célula o pila combustible,  
puede escribirse como sigue, combinando las ecuaciones  
(1) y (2):



De acuerdo con esto, la reacción total del sistema es:



Como se indicó anteriormente, la reacción de  
la ecuación (5) se realiza por medio del circuito cerrado  
30. formado entre el reactor y la célula combustible en la

30 DIC 71

263662



que vuelve a circular el hidrógeno.

En el funcionamiento del sistema, el único control necesario es el de la proporción de circulación de hidrógeno. Si esta circulación o corriente es demasiado rápida,

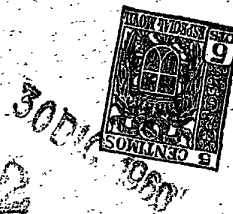
5. el hidrógeno que pasa a través de la cámara de gas 8 absorberá demasiado vapor de agua que, a su vez, aumentará la velocidad de generación de hidrógeno y la presión de éste en el sistema, ascenderá. Si, por el contrario,

10. la circulación o corriente de hidrógeno es insuficiente, no se absorberá bastante vapor de agua por el hidrógeno que atraviesa la cámara de gas 8 y esto dará por resultado un descenso en la presión del hidrógeno. Así pues,

15. es posible controlar el sistema influyendo sobre la presión del hidrógeno, y utilizando esta presión para controlar el funcionamiento de la bomba 17. Para este objeto, el regulador de presión 23 de la tubería de entrada a la célula de combustible 1 está preparado para controlar la operación de la bomba 17 mediante dispositivos de control 24. De este modo, el control de la  
20. célula o pila de combustible, resulta automático.

Por tanto, del modo antes descrito, este invento proporciona un medio nuevo para controlar el funcionamiento de una célula o pila combustible que consuma hidrógeno. Además, utilizando el sistema de circuito cerrado descrito, el agua producida durante el funcionamiento de la célula combustible vuelve a circular para la reacción con un hidruro metálico para la producción de hidrógeno para el consumo de la célula, y la concentración del electrolito permanece constante. Debe

30. observarse también de la ecuación (3) que se necesitan



263662

- 9 g. de agua para cada gramo de hidrógeno producido, y un total de 61 g. de reactivo es la cantidad necesaria para producir 4 g. de hidrógeno. Haciendolo circular de nuevo, solo es necesario consumir 25 g. de reactivo, lo
5. cual constituye un ahorro de 9 g. por gramo de hidrógeno producido. Aunque el sistema de este invento se ha descrito en relación con una célula combustible utilizando oxígeno como combustible catódico, debe tenerse presente que las enseñanzas de este invento pueden
10. aplicarse igualmente a células combustibles que utilicen otros materiales como combustible catódico.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica,
15. debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con fecha 31 de
20. diciembre de 1959, nº ser. 863.144 acogiendo, por lo tanto, a los beneficios que conceden los convenios internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "Perfeccionamientos en medios de reacción adecuados para la producción
25. de hidrógeno"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1º.- Perfeccionamientos en medios de reacción adecuados para la producción de hidrógeno, caracterizados por utilizarse la reacción de un hidruro metálico y agua,
30. y por comprender en combinación una célula de combustible

263662



- que utiliza hidrógeno como material anódico; medios para suministrar el hidrógeno producido en dichos medios de reacción, a la célula de combustible citada, y medios para hacer circular de nuevo el hidrógeno saliente de la mencionada célula de combustible, a los medios de reacción mencionados; dicho hidrógeno saliente, contiene vapor de agua producido durante el funcionamiento de la célula de combustible, y el vapor de agua mencionado se utiliza a su vez en la reacción de los medios indicados.
- 5.
10.                   2º.- Perfeccionamientos, según reivindicación 1ª, caracterizados porque los medios para la nueva circulación del hidrógeno, comprenden dispositivos de bombeo regulados con respecto a la presión del hidrógeno del sistema.
15.                   3º.- Perfeccionamientos en medios de reacción adecuados para la producción de hidrógeno, caracterizados por comprender en combinación, medios de reacción preparados para producir hidrógeno mediante la reacción de un hidruro metálico y agua; una célula de combustible que
20.                   utiliza hidrógeno como material anódico; medios para suministrar el hidrógeno producido en los medios de reacción, a la célula combustible, consumiéndose parte de dicho hidrógeno en esta célula, y el resto absorbiendo el agua producida en el funcionamiento de la célula de
25.                   combustible y expulsada de ésta, y medios para volver a circular el hidrógeno expulsado de la célula de combustible a los medios de reacción, utilizándose el vapor de agua de dicho hidrógeno para la reacción con un hidruro metálico.
30.                   4º.- Perfeccionamientos, según reivindicación



263662

3ª, caracterizados porque los medios para la nueva circulación del hidrógeno, comprenden dispositivos de bombeo controlados de acuerdo con la presión del hidrógeno en el sistema.

5. 5ª.- Perfeccionamientos en medios de reacción adecuados para la producción de hidrógeno, caracterizados por comprender en combinación, un reactor preparado para la producción de hidrógeno por medio de la reacción

10. de un hidruro metálico y agua; dicho hidruro metálico se elige del grupo constituido por los hidruros de magnesio, calcio, sodio, potasio y litio; una célula de combustible que utiliza hidrógeno como material anódico; medios para el suministro del hidrógeno producido en dicho reactor, a la célula de combustible mencio-

15. nada; parte de este hidrógeno, se consume en la célula de combustible, y el resto del mismo absorbe agua producida en el funcionamiento de dicha célula que se expulsa de la misma; y medios para hacer circular nueva-

20. mente el hidrógeno expulsado de la célula de combustible, al reactor indicado; el vapor de agua del mencionado hidrógeno, se utiliza para la reacción con un hidruro metálico.

25. 6ª.- Perfeccionamientos, según reivindicación 5ª, caracterizados porque los medios para la nueva circulación del hidrógeno, comprenden dispositivos de bombeo regulados con respecto a la presión del hidrógeno en el sistema.

30. 7ª.- Perfeccionamientos, según reivindicación 5ª, caracterizados porque la célula de combustible mencionada es una célula de combustible oxígeno-hidrógeno.



263662

89.- Perfeccionamientos en medios de reacción adecuados para la producción de hidrógeno; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en el adjunto dibujo.

5. Esta memoria consta de trece hojas escritas a máquina por una sola cara.

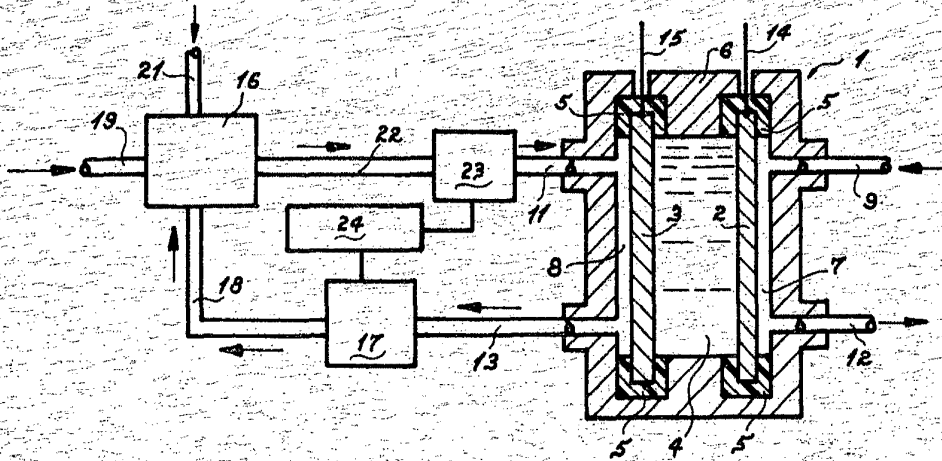
Madrid, 30 DIC 1900

THE ELECTRIC STORAGE BATTERY COMPANY.

J. GOMEZ ACEBO Y MODESTO  
P. P.

ESCALA VARIABLE

263662



Madrid, 10 DIC 1911  
FABRICA DE BATERIAS