



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 878**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04025976 .4**

86 Fecha de presentación : **02.11.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1653545**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2006**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de células de combustible así como instalación de células de combustible.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2007

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es: **Coerlin, Detlev;**
Stühler, Walter y
Voitlein, Ottmar

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el funcionamiento de una instalación de células de combustible así como instalación de células de combustible.

La invención se refiere a un procedimiento para el control de la altura del nivel de llenado de un separador de líquido de una instalación de células de combustible así como a una instalación de células de combustible.

Para las instalaciones de células de combustible se utilizan, de acuerdo con el campo de aplicación, diferentes tipos de células de combustible. Éstas se diferencian especialmente en lo que se refiere al gas de reacción utilizado, al electrolito de la célula de combustible así como en lo que respecta a la temperatura de funcionamiento de la célula de combustible. Habitualmente se agrupan una pluralidad de células de combustible individuales para formar una pila de células de combustible, con el fin de elevar la potencia eléctrica de la instalación de células de combustible. Las células de combustible individuales están conectadas en este caso eléctricamente en serie entre sí. Durante el funcionamiento de la instalación de células de combustible se alimentan a la pila de células de combustible dos gases de reacción, a saber, por una parte, un gas de combustión o gas anódico, por ejemplo hidrógeno y, por otra parte, un gas catódico, por ejemplo oxígeno, aire o aire enriquecido con oxígeno.

Se deduce a partir del documento EO 1 251 681 A2 un sistema de células de combustible, en el que para la refrigeración de la célula de combustible está previsto un circuito de refrigeración con un depósito de agua de refrigeración. A través del circuito de refrigeración se lleva a cabo al mismo tiempo una humidificación de los gases de reacción. Para conseguir una compensación del agua y de la temperatura durante el funcionamiento de la célula de combustible, está previsto controlar la presión de los gases de reacción alimentados, con el fin de poner a disposición una cantidad de agua suficiente. Para la determinación de la cantidad de agua que se produce en la reacción, se recurre a condiciones de funcionamiento como la corriente generada.

Se deduce a partir del Artículo "Management strategy for PEM fuel cell stacks", publicado en el Journal of Power Sources, Elsevier Sequoia S. A. Lausana, CH, Vol. 114, N° 1 del 25 de Febrero de 2003, páginas 70 - 79, un procedimiento, en el que para la determinación de la distribución de los gases de reacción sobre varias pilas de células de combustible de una célula de combustible PEM, se mide la cantidad del agua de reacción producida y a partir de ello se deduce la cantidad de gas.

La célula de combustible PEM es accionada a una temperatura de funcionamiento de $< 80^{\circ}\text{C}$. El agua de reacción que se produce durante el funcionamiento en el lado del gas catódico aparece, en virtud de esta temperatura de funcionamiento baja, como agua líquida y se transporta con un exceso de gas de reacción desde el espacio de gas catódico de la célula hacia el exterior. También en el espacio de gas anódico o de gas combustible se produce agua en virtud de una humidificación de los gases de reacción (la llamada humedad de reactivos).

Para conseguir un rendimiento lo más alto posible, se aplica con frecuencia en la instalación de células de combustible el principio de la llamada formación en cascada. A este respecto, la instalación de células de combustible presenta, en general, varias pilas de células de combustible, que están dispuestas unas detrás de otras en forma de cascada. Las pilas de células de combustible individuales están dispuestas en este caso tanto en el lado del gas como también eléctricamente en serie. Las pilas de células de combustible individuales son alimentadas en el lado del gas con exceso de gas de reacción y el exceso es alimentado en el lado de entrada a la pila siguiente de células de combustible. En la última pila de células de combustible se consume el gas de reacción restante. Esta pila no es ya aclarada, por lo tanto, en el funcionamiento normal y se acumulan allí agua así como gases inertes introducidos con los gases de reacción. La última pila de células de combustible debe ser aclarada, por lo tanto, de vez en cuando. Esta última pila de células de combustible se designa como pila de células de combustible o célula de aclarado.

Especialmente en esta disposición del tipo de cascada de varias pilas de células de combustible, entre dos pilas consecutivas está dispuesto para cada lado del gas, respectivamente, un separador de agua. El gas de reacción excesivo correspondiente es conducido, por lo tanto, a través del separador hacia la pila siguiente. En el separador se acumulan tanto el agua de reacción que se produce durante la reacción electrolítica como también la humedad de los reactivos como agua. El agua es descargada desde el separador a través de una derivación que se puede cerrar con una válvula. El separador debería estar lleno, sin embargo, con agua hasta una altura mínima de nivel de llenado, con el fin de evitar una pérdida de gas a través de la válvula. Por otra parte, a través del agua en el separador se mantiene también la humedad deseada de los gases de reacción. La cantidad de nivel de llenado en el separador está, por lo tanto, controlada y regulada. A este respecto, es principio, es posible tanto un control del nivel con la ayuda de sensores del nivel de llenado, como también un control del tiempo, es decir, una apertura de la válvula después de intervalos de tiempo predeterminados. No obstante, en el caso de un simple control de tiempo, existe el problema de que de acuerdo con la potencia cedida de la instalación de células de combustible, se pueden producir diferentes cantidades de agua por intervalo de tiempo, de manera que a través de un simple control de tiempo no se configuran o solamente en una medida insuficiente estos procesos dinámicos. Este problema existe en el caso de utilización de sensores del nivel de llenado. Sin embargo, este gasto de aparatos para ello es relativamente alto, puesto que es necesaria una instalación sensora del nivel de llenado para cada separador.

La invención tiene el cometido de posibilitar un funcionamiento sencillo de una instalación de células de combustible.

El cometido se soluciona de acuerdo con la invención a través de un procedimiento de acuerdo con la reivindicación

1.

Para la determinación de la cantidad de corriente generada en un intervalo de tiempo se suma la corriente generada, es decir, que se forma la integral de tiempo sobre el valor de la corriente en función del tiempo. La corriente de masas del gas de reacción es la cantidad de gas de reacción respectivo consumida por unidad de tiempo.

A partir de la cantidad de corriente sumada, se determina la cantidad de agua que se ha producido en el intervalo de tiempo, la cual se produce en la reacción electrolítica. Para la determinación del agua que se produce durante la reacción se determina a tal fin, por una parte, la cantidad de agua producto que se ha producido en la reacción electrolítica. Esta agua producto se produce en el lado del oxígeno como producto de reacción. La cantidad de agua producto producida resulta directamente a partir de la cantidad de gas que participa en la reacción y a partir de la ecuación de la reacción.

De una manera más conveniente, para una determinación exacta del agua producida se utiliza, por una parte, también la cantidad de agua producida en la reacción electrolítica en virtud de la humidificación realizada habitualmente de los gases de reacción. La cantidad condensada de la humedad de reactivos es igualmente proporcional a la cantidad de gas, consumida en la reacción, del gas de reacción respectivo y depende, además, de la temperatura y de las relaciones de la presión.

En este procedimiento se utiliza que la corriente de masas de los gases de reacción es directamente proporcional a la cantidad de corriente generada por la pila de células de combustible o bien por la instalación de células de combustible. A partir de la cantidad de gases de reacción se puede determinar de nuevo, en virtud del conocimiento de los ciclos de reacción y especialmente también en virtud del conocimiento de la composición de los gases de reacción, la cantidad de los productos o productos residuales que se producen durante la reacción. Una ventaja especial en este procedimiento se puede ver en que el punto de partida para la determinación de los productos de reacción o de los productos residuales producidos es la cantidad de corriente generada por la instalación de células de combustible, en que, por lo tanto, se detectan efectos dinámicos, por ejemplo oscilaciones en la generación de potencia y entran en la determinación de la cantidad de los productos generados. Esto posibilita, por lo tanto, una determinación exacta de la cantidad de los productos producidos y, por consiguiente, un control exacto del funcionamiento de la instalación de células de combustible.

De una manera preferida, en este caso, la corriente de masas se determina a partir de la llamada ecuación de Faraday $z \cdot F \cdot m_G / M_G = I(t)$. En este caso, z es el número de los electrones implicados en la reacción, F es la constante de Faraday, m_G es la corriente de masas del gas de reacción, M_G es la masa molar del gas de reacción respectivo y $I(t)$ es el valor de la corriente actual.

Para el control de una altura adecuada del nivel de llenado en el separador de líquido se calcula de una manera conveniente, a partir de una altura conocida del nivel de llenado inicial, la altura actual del nivel de llenado y en el caso de que se alcance una altura máxima del nivel de llenado, se abre la válvula de salida para el vaciado del separador de líquido. De una manera más conveniente, el vaciado se lleva a cabo en este caso de una manera controlada, de manera que se ajusta en el separador de líquido una nueva altura definida del nivel de llenado inicial. El vaciado se lleva a cabo en este caso de una manera preferida bajo control del tiempo. A este respecto, teniendo en cuenta un caudal de flujo conocido a través de la válvula de salida se determina a través de la duración de tiempo de la válvula de salida abierta la cantidad de agua que ha salido.

Puesto que el control del vaciado se basa en la cantidad de corriente generada, este control se designa también como control o supervisión en función de la carga de la altura del nivel de llenado en el separador de líquido. Este control se emplea de una manera más conveniente en una instalación de células de combustible con pilas de células de combustible dispuestas en cascada. A este respecto, las pilas individuales de células de combustible están dispuestas en serie de acuerdo con la técnica de la circulación y entre dos pilas de células de combustible consecutivas está previsto en cada caso un separador de líquido para cada lado del gas. Las pilas de células de combustible son impulsadas en este caso con diferentes corrientes de masas parciales, que presentan una relación definida entre sí. Esta relación se ajusta en este caso al número de las células de combustible individuales en las pilas de células de combustible individuales.

De acuerdo con un desarrollo conveniente, el control en función de la carga se utiliza no sólo para la supervisión del nivel de llenado del separador de líquido, sino adicional o alternativamente también para el control de un proceso de aclarado de una célula de aclarado de la instalación de células de combustible. Como una célula de aclarado o una pila de células de aclarado se entiende en este caso la última célula de aclarado o bien la última pila de células de aclarado, vistas desde el punto de vista de la técnica de la circulación, las cuales están conectadas en el lado de salida del gas con una válvula de aclarado. En esta célula de aclarado se acumulan en el transcurso del funcionamiento tanto agua como también gases inertes. Especialmente los gases inertes conducen a mermas en la potencia eléctrica de la instalación de células de combustible. Por lo tanto, la célula de aclarado debe aclararse de vez en cuando, es decir, que la célula de aclarado debe abrirse y los gases inertes acumulados así como el agua acumulada son desviados junto con una parte de gases de reacción no consumidos. En virtud del arrastre implicado con ello de gases de reacción se limitan

ES 2 280 878 T3

los procesos de aclarado a la medida mínima necesaria. Hasta ahora se utilizan a tal fin regulaciones en función de la tensión o en función de la corriente. Estas regulaciones requieren, en parte, un gasto de circuito realmente alto. En comparación con ello, en el control o regulación previstos aquí es suficiente detectar la cantidad de corriente generada por la instalación de células de combustible.

El cometido se soluciona de acuerdo con la invención, además, a través de una instalación de células de combustible con las características de acuerdo con la reivindicación de patente 10. Las ventajas indicadas con relación al procedimiento y las configuraciones preferidas se pueden transferir en el sentido correcto también a la instalación de células de combustible.

Un ejemplo de realización de la invención se explica en detalle a continuación con la ayuda de la figura única del dibujo. Este muestra en una representación esquemática y muy simplificada una instalación de células de combustible PEM dispuestas en cascada.

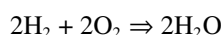
La instalación de células de combustible comprende en el ejemplo de realización esquemático tres pilas de células de combustible 2A, B, C dispuestas en serie unas detrás de las otras de diferente tamaño. El tamaño se reduce de forma continua en la dirección de flujo indicada por medio de flechas. Las pilas de células de combustible 2A, B, C presentan en cada caso una pluralidad de células de combustible individuales no representadas aquí en detalle. Cada pila de células de combustible 2A, B, C está dividida en dos cámaras de gas 4A, B y, en concreto, para el gas de combustión o gas anódico sobre uno de los lados y para el gas catódico sobre el otro lado. Como gas de combustión se utiliza en el ejemplo de realización hidrógeno H_2 y como gas catódico se utiliza oxígeno O_2 .

Estos dos gases de reacción atraviesan las pilas individuales de células de combustible 2A, B, C unas detrás de las otras. Entre dos pilas de células de combustible 2A, B, C consecutivas está interconectado en cada caso un separador de líquido 6 en un conducto de gas 8. A cada separador de líquido 6 está asociada una válvula de salida 10 con un elemento de regulación 12.

La última pila de células de combustible 2C está configurada como una pila de células de combustible de aclarado, que está cerrada en el lado extremo por medio de válvulas de aclarar 14, que se abren en caso necesario.

Las pilas de células de combustible 2A, B, C individuales están conectadas eléctricamente en serie entre sí, como se indica a través de la línea eléctrica 16 representada con puntos. En esta línea eléctrica 16 está conectado un aparato de medición de la corriente 18, que está conectado con una unidad combinada de evaluación y de control 20. Esta unidad de control 20 está conectada de nuevo con los elementos de regulación 12 individuales, especialmente a través de líneas de control 22.

Durante el funcionamiento de la instalación de células de combustible se alimentan gases de reacción a las pilas individuales de células de combustible 2A, B, C. En este caso, se alimenta para cada uno de los dos gases de reacción una corriente definida de masas de gas m_G (m_{H_2} , m_{O_2}), es decir, una cantidad de gas predeterminada del gas de reacción respectivo por unidad de tiempo. De esta corriente total de masas m_G , una corriente parcial de masas $T1$ participa en la reacción electrolítica en la primera pila de células de combustible 2A y se consume en este caso, es decir, de acuerdo con la ecuación de reacción:



se convierte en agua producto como producto de reacción. La corriente de masas de agua producto se designa con m_w .

Además del agua producto m_w se condensa también la llamada humedad de los reactivos m_F en la reacción electrolítica. Por la humedad de los reactivos se entiende en este caso la carga de humedad de los gases de reacción, puesto que éstos son humedecidos, en general, durante el funcionamiento de la instalación de células de combustible.

La corriente de gas remanente es conducida a través del siguiente separador de líquido 6, donde se separan el agua producto m_w así como la humedad de los reactivos m_F , antes de que el gas residual sea alimentado a la segunda pila de células de combustible 2B. En ésta -como ya en la primera pila de células de combustible 2A- solamente se consume una corriente parcial de masas $T2$ de los gases de reacción. La corriente parcial restante $T3$ remanente es conducida de nuevo a través del separador siguiente y es alimentada a la tercera pila de células de combustible 2C.

En esta última pila de células de combustible 2C se convierte totalmente de una manera ideal la cantidad de gas restante de acuerdo con la corriente parcial de masas $T3$. Puesto que aquí no se realiza ya la corriente de gas, se acumula en la célula de aclarado 2C el agua producto m_w y la humedad de los reactivos m_F . Puesto que los gases de la reacción no posee, además, una pureza del 100%, sino que presentan más bien una cierta porción de gases inertes, éstos se acumulan adicionalmente en la pila de células de aclarado 2C. Puesto que a medida que se incrementa la concentración de gas inerte, se empeora la cesión de potencia eléctrica de toda la instalación de células de combustible debe aclararse la pila de células de combustible 2C de vez en cuando. A tal fin, se abren las válvulas de aclarado 13 en un tiempo dado y a continuación se cierran de nuevo.

Las corrientes parciales de masas T1, T2, T3 individuales presentan una relación definida y fija entre sí, que está correlacionada con la relación del número de las células de combustible individuales de las tres pilas de células de combustible 2A, B, C.

Durante el funcionamiento de la instalación de células de combustible, los separadores de líquido 6 individuales deberían estar llenos con agua hasta una altura mínima del nivel de llenado, con el fin de impedir una irrupción del gas. Al mismo tiempo, la altura del nivel de llenado no debería exceder una altura máxima del nivel de llenado con el fin de impedir que sea arrastrada agua a la pila siguiente de células de combustible 2B, C. Por lo tanto, es necesaria y está prevista una supervisión del nivel de llenado de los separadores de líquido.

En el presente caso, se regula el control o regulación de la altura del nivel de llenado en los separadores de líquido 6 individuales en función de la carga, es decir, en función de la corriente generada durante el funcionamiento de la instalación de células de combustible. Este principio se basa en la consideración de que las corrientes de masas producidas de agua producto m_w así como de humedad condensada de los reactivos m_F son directamente proporcionales a la corriente generada a través de la instalación de células de combustible y al número de las células de la pila respectiva de células de combustible 2A, B, C. Si se suma ahora el valor actual de la corriente sobre un intervalo de tiempo ΔT , entonces se puede derivar de ello la cantidad absoluta m_w de agua producto o bien m_F de humedad condensada de los reactivos.

A través de una medición sencilla de la corriente y de la suma de los valores medidos de la corriente durante el tiempo se puede determinar, por lo tanto, el aumento de las alturas del nivel de llenado en los separadores de líquido 6 individuales de una manera puramente calculada, sin otro gasto adicional de aparatos. Para la supervisión de la altura absoluta del nivel de llenado se regula, además, al arranque de la instalación de células de combustible una altura inicial previamente definida del nivel de llenado. Si se alcanza la altura máxima del nivel de llenado, entonces se abre de forma controlada una válvula de salida 10 respectiva de un separador de líquido 6 respectivo. De una manera preferida, las válvulas de salida 10 permanecen abiertas durante un tiempo determinado, por lo que el vaciado se lleva a cabo de una manera controlada en el tiempo. En este caso, a partir de las magnitudes técnicas de la circulación conocidas, predeterminadas por la construcción, y a partir del tiempo de apertura se calcula la cantidad descargada de agua, de manera que se obtiene una nueva altura definida del nivel de llenado. En lugar del control de tiempo, puede estar previsto también un aparato de medición del caudal. Como otra variante, en un desarrollo conveniente, se mide el control del tiempo de tal forma que el separador de líquido 6 respectivo circula total o casi totalmente vacío, de manera que se regula en cada caso una altura inicial del nivel de llenado de cero. En este caso, se tiene en cuenta una irrupción de gas reducida temporal.

En este tipo de control y supervisión de la altura del nivel de llenado es posible sin problemas determinar y supervisar simplemente a partir de una medición de la corriente individualmente para cada uno de los separadores de líquido 6 su altura actual del nivel de llenado y, por lo tanto, también activar cada separador de líquido particular de forma individual para la descarga del agua. A este respecto, se aprovecha que en virtud de las pilas de células de combustible 2A, B, C dispuestas eléctricamente en serie entre sí, se aplica a todas las pilas de células de combustible 2A, B, C el mismo valor de la corriente actual $I(t)$, de manera que solamente es necesario medir la corriente en un lugar.

Para la determinación del aumento de la altura del nivel de llenado en los separadores de líquido 6 individuales y para su supervisión está prevista la unidad de evaluación y de control 20. A ésta se transmite el valor actual de la corriente $I(t)$ desde el aparato de medición de la corriente 18. En la unidad de evaluación se determinan en este caso a partir de la relación

$$m_G \sim I(t)$$

con la ayuda de la Ley de Faraday válida para la célula de combustible

$$z \cdot F \cdot m_G / M_G = I(t)$$

la corriente de masas m_G y a través de la relación

$$\frac{z \cdot F}{M} \cdot \int \frac{dm_G}{dt} dt = \int I(t) dt$$

la cantidad del gas de reacción m_G respectivo consumido en la reacción por intervalo de tiempo ΔT . En este caso, z es el número de los electrones que reaccionan durante la reacción electrolítica, F es la constante de Faraday, m_G es la corriente de masas del gas de reacción respectivo, es decir, la cantidad (masa) del gas de reacción respectivo por unidad de tiempo, M_G es la masa molar del gas de reacción respectivo y $I(t)$ es el valor actual de la corriente.

A partir de la ecuación de reacción $2H_2 + 2O_2 \Rightarrow 2H_2O$ se obtiene entonces directamente la cantidad del agua producto separada m_w , que es, por lo tanto, directamente proporcional a los valores actuales de la corriente $I(t)$ sumados

ES 2 280 878 T3

sobre el intervalo de tiempo ΔT . Teniendo en cuenta las constantes que existen aquí, la cantidad del agua producto que se produce por cada célula de combustible es $m_w 0,3358 \frac{\text{ml}}{\text{Ah, Célula}}$, es decir, que con una cantidad de corriente de una hora Amperio, se producen 0,3358 ml por célula.

Para la cantidad de humedad condensada de los reactivos m_F se aplica

$$m_F = X \cdot m_G$$

siendo X el factor de humidificación, que se determina de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$X = \left[\frac{p_D}{(p_{\text{ges}} - p_D)} \right] \cdot \frac{M_D}{M_G}$$

En este caso, p_D es la presión del vapor de agua, p_{ges} es la presión total, M_D es la masa molar del vapor de agua y M_G es la masa molar del gas. La cantidad de la humedad residual m_F separada se puede determinar, por lo tanto, a presiones conocidas y a temperatura conocida de la misma manera a partir de los valores de la corriente $I(t)$ actuales sumados.

Además o de una manera alternativa a la determinación del aumento de la cantidad de agua en los separadores de líquido 6 respectivos se calcula a través de la medición de la corriente de una forma preferida también el aumento y, por lo tanto, la cantidad de los gases inertes que se acumulan en la pila de células de aclarar 2C. Con un aumento conocido de los gases inertes en la corriente de gas de los gases de reacción se obtiene eso directamente a partir de la relación en la que la corriente de masas de los gases de reacción es proporcionar al valor de la corriente actual.

Esto se utiliza de una manera más conveniente para el control individual de la válvula de aclarado 14 respectiva. Es decir, que cuando se alcanza una concentración determinada del gas inerte sobre el lado del oxígeno o sobre el lado del hidrógeno se abren las válvulas de aclarar 14 durante un periodo de tiempo predeterminado o controlado.

A través del control descrito en función del valor de la corriente especialmente de las válvulas de salida 10 se tienen en cuenta sin problemas las oscilaciones de la potencia de la instalación de células de combustible, que dan como resultado valores actuales de la corriente $I(t)$ oscilantes, de manera que se pueden determinar en cualquier momento las alturas actuales de los niveles de llenado en los separadores de líquido 6 individuales. Al mismo tiempo, esta determinación individual de las alturas de los niveles de llenado es posible sin mucho gasto de aparatos. Solamente es necesario un aparato de medición de la corriente. Se prescinde de una manera preferida totalmente de sensores del nivel de llenado en los separadores de líquido individuales 6. Especialmente en las instalaciones de células de combustible dispuestas en cascada con una pluralidad de pilas de células de combustible 2A, B, C individuales, esto significa una simplificación considerable del gasto de aparatos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de la altura del nivel de llenado de un separador de líquido (6) de una instalación de células de combustible con varias pilas de células de combustible (2A, B, C) dispuestas en serie de acuerdo con la técnica de la circulación, entre las cuales está dispuesto el separador de líquido (6), en el que se alimentan gases de reacción (H_2 , O_2) a la pila respectiva de células de combustible (2A, B, C), se transforma una corriente de masas (m_G) determinada de los gases de reacción (H_2 , O_2) respectivos durante la reacción electrolítica y como resultado de la reacción se produce agua, que se acumula en el separador de líquido (6), en el que la cantidad de corriente generada por la instalación de células de combustible en un intervalo de tiempo (ΔT) es registrada como medida para la corriente de masas (m_G) convertida en el intervalo de tiempo (ΔT) y a partir de ello se determina la cantidad (m_w , m_F) del agua que se produce en el intervalo de tiempo (ΔT) y en función de ello se controla la altura del nivel de llenado.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la cantidad (m_w) de un agua producto que se produce durante la reacción electrolítica en el intervalo de tiempo (ΔT) se determina como producto de la reacción.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que los gases de la reacción (H_2 , O_2) alimentados a la pila de células de combustible presentan una humedad de los reactivos, que se condensa y se produce en el separador de líquido (6), siendo determinada la cantidad (m_F) de la humedad de los reactivos, que se produce en el intervalo de tiempo (ΔT).
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la corriente de masas (m_G) se determina a partir de la ecuación $z \cdot F \cdot m_G / M_G = I(t)$, en la que z es el número de los electrones implicados en la reacción, F es la constante de Faraday, M_G es la masa molar del gas de reacción respectivo (H_2 , O_2) y $I(t)$ es el valor de la corriente actual.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que a partir de una altura inicial del nivel de llenado conocido se calcula la altura actual del nivel de llenado y cuando se alcanza una altura máxima del nivel de llenado se abre una válvula de salida (10) para el vaciado del separador de líquido (6).
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el vaciado se realiza de forma controlada, especialmente controlada por el tiempo, de manera que se ajusta en el separador de líquido (6) una altura inicial definida del nivel de llenado.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que las pilas de células de combustible (2A, B, C) son impulsadas con diferentes corrientes parciales de masas ($T1$, $T2$, $T3$) y las corrientes parciales de masas ($T1$, $T2$, $T3$) presentan una relación definida entre sí.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la instalación de células de combustible presenta una célula de aclarado (2C), en la que se acumulan agua así como gases inertes, siendo aclarada la célula de aclarado (2C) en función de la cantidad de agua.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que con la porción de gas inerte conocida del gas de reacción respectivo (H_2 , O_2), se determina la cantidad del gas inerte que se ha acumulado en la célula de aclarar (2C) y cuando se alcanza una porción predeterminada del gas inerte en la célula de aclarar (2C), ésta es aclarada.
10. Instalación de células de combustible
 - con varias pilas de células de combustible (2A, B, C) dispuestas en serie de acuerdo con la técnica de la circulación, entre las cuales está dispuesto en cada caso un separador de líquido (6), siendo alimentados a las pilas de células de combustible (2A, B, C) en el funcionamiento unos gases de reacción (H_2 , O_2), de manera que una corriente de masas (m_G) determinada de los gases de reacción respectivos (H_2 , O_2) se convierte
 - en la reacción electrolítica y se produce como resultado el agua de reacción,
 - con una instalación de medición de la corriente (18) para la medición del valor actual de la corriente ($I(t)$),
 - con una unidad de evaluación (20), con cuya ayuda se determina a partir de los valores de la corriente ($I(t)$) sumados en un intervalo de tiempo (ΔT) la cantidad de agua (m_w , m_F) producida en el intervalo de tiempo (ΔT), así como
 - con una unidad de control (20) para la activación de una válvula de salida (10) del separador de líquido (6) para el control de la altura del nivel de llenado en función de la cantidad de agua producida.
11. Instalación de célula de combustible de acuerdo con la reivindicación 10, en la que con la ayuda de la unidad de evaluación (20), a partir de los valores de la corriente ($I(t)$) sumados en un intervalo de tiempo (Δt), se determina una cantidad de gas inerte (m_i) que se produce en el intervalo de tiempo (ΔT) y la unidad de control (20) está prevista para la activación de una válvula de aclarar (14) de una célula de aclarar (2C).

