

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 685**

51 Int. Cl.:

H01M 8/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2012 E 12163466 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2521210**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar una instalación de celda de combustible de reformador**

30 Prioridad:

05.05.2011 DE 102011100534

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

18.05.2017

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(100.0%)**

**Wertstrasse 112-114
24143 Kiel, DE**

72 Inventor/es:

**POMMER, HANS y
DANNENBERG, NORBERT**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 612 685 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

Procedimiento para hacer funcionar una instalación de celda de combustible de reformador

La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una instalación de celda de combustible de reformador, una instalación de celda de combustible de reformador y un submarino con una instalación de celda de combustible de reformador.

Es conocido el empleo de celdas de combustible para alimentar con corriente redes de corriente, en especial redes de corriente de a bordo de submarinos. Dentro de esto, estas celdas de combustible forman parte de instalaciones de celda de combustible de reformador, en las que un reformador proporciona combustible a la celda de combustible.

Sin embargo, las instalaciones de celda de combustible de reformador están limitadas en su tiempo de reacción regularmente por la lenta dinámica, es decir el largo tiempo de reacción del reformador. En consecuencia, las instalaciones de celda de combustible de reformador reaccionan ante las solicitudes de potencia dinámicas de los consumidores con frecuencia con excesiva lentitud o de forma no suficientemente estable. Esto dificulta el empleo de instalaciones de celda de combustible de reformador en especial en submarinos, en los que una instalación de celda de combustible está sometida con frecuencia a solicitudes de potencia dinámicas.

El documento US 2008/0038598 A1 describe un procedimiento para hacer funcionar una instalación de celda de combustible de reformador, en el que el reformado que sale del reformador se alimenta a un primer separador de gas, en donde el combustible gaseoso separado en este separador de gas se alimenta a un acumulador y a continuación a la celda de combustible. El reformado que permanece en el separador de gas se alimenta a un segundo separador de gas, en donde el combustible gaseoso separado en este separador de gas se alimenta a su vez a la celda de combustible.

Por ello la tarea de la invención consiste en proporcionar un procedimiento para hacer funcionar una instalación de celda de combustible de reformador, con el que puedan satisfacerse mejor las solicitudes de potencia dinámicas a una instalación de celda de combustible de reformador, en especial a una instalación de celda de combustible de reformador de un submarino. Además de esto, la tarea de la invención consiste en crear una instalación de celda de combustible de reformador y un submarino con una instalación de celda de combustible de reformador, con los que pueda llevarse a cabo el procedimiento.

Esta tarea es resuelta con un procedimiento para hacer funcionar una instalación de celda de combustible de reformador con las características especificadas en la reivindicación 1, así como con una instalación de celda de combustible de reformador con las características especificadas en la reivindicación 11 y un submarino con las características especificadas en la reivindicación 15. En las reivindicaciones dependientes, en la siguiente descripción y en el dibujo se especifican unos perfeccionamientos preferidos de la invención.

El procedimiento conforme a la invención se usa para hacer funcionar una instalación de celda de combustible de reformador con un reformador y una celda de combustible. Se entiende que por celda de combustible en el sentido de la presente invención debe entenderse una instalación de celda de combustible con un gran número de celdas de combustible conectadas en serie y/o en paralelo, como las que se usan por ejemplo en los submarinos. En el procedimiento, a partir del reformado del reformador se separa combustible gaseoso y se alimenta a la celda de combustible, de tal manera que el reformado, al menos en parte, se alimenta tanto a un primer como a un segundo separador de gas. El combustible separado mediante el primer separador de gas se alimenta en un primer caso de necesidad primero a un acumulador, antes de que se alimente a la celda de combustible. En los casos restantes se elimina esta alimentación de combustible al acumulador o al menos se reduce esta alimentación. El combustible separado mediante el segundo separador de gas se usa en el procedimiento para la alimentación continua de la celda de combustible.

En el procedimiento conforme a la invención, mediante el primer y el segundo separador de gas se separa desde el reformado del reformador combustible para hacer funcionar la celda de combustible, es decir, el primer y el segundo separador de gas filtran el combustible para una subsiguiente alimentación de la celda de combustible a partir del reformado.

El primer caso de necesidad se produce a este respecto en especial cuando, mediante el primer y el segundo separador de gas, se separa más combustible de lo que es necesario actualmente para alimentar la celda de combustible. Un primer caso de necesidad de este tipo se produce por ejemplo en el caso de variaciones de carga negativas (se trata de variaciones de carga tendentes a una menor carga) de la celda de combustible o bien durante el arranque del reformador, en el que todavía no se hace funcionar la celda de combustible. Después en el procedimiento se usa el combustible separado mediante el primer separador de gas para llenar el acumulador. El combustible no tiene en consecuencia que quemarse, por ejemplo dentro del reformador, sino que está disponible a continuación en especial para variaciones de carga positivas de la celda de combustible, es decir, para variaciones de carga tendentes a una carga mayor.

De este modo la instalación de celda de combustible de reformador puede hacerse funcionar también de forma fiable

- 5 en el caso de variaciones de carga grandes y/o muy rápidas de la celda de combustible, ya que una variación temporal de la alimentación de la celda de combustible con combustible no está limitada conforme a la invención por la dinámica temporal del reformador. Más bien la alimentación del acumulador con combustible o la alimentación de combustible desde el acumulador a la celda de combustible, que puede llevarse a cabo temporalmente muy rápidamente, hace posible una adaptación muy rápida de la alimentación de la celda de combustible a su estado de carga. Además de esto no es necesario que el hidrógeno sobrante, que no se necesita para alimentar la celda de combustible, se quemé o refrigere dentro del reformador. En este sentido, con el procedimiento conforme a la invención puede hacerse funcionar una instalación de celda de combustible de reformador de forma térmicamente no crítica.
- 10 En el procedimiento se usa de forma preferida hidrógeno como combustible y/o se hace funcionar el reformador con un carburante formado por un hidrocarburo, en especial metanol y agua.
- 15 En un perfeccionamiento preferido del procedimiento conforme a la invención se usan como separadores de gas filtros de membrana y/o como acumulador un acumulador de presión. En especial se usa como combustible un gas y como acumulador un acumulador de presión de gas, en donde la alimentación del combustible desde el primer separador de gas al acumulador está además regulada o controlada por presión, en especial en función de la presión del lado de combustible del primer separador de gas. En este perfeccionamiento de la invención la presión de combustible en el lado del combustible del primer separador de gas puede usarse para llevar el combustible hasta el acumulador de presión.
- 20 En el procedimiento el combustible alimentado al acumulador se alimenta de forma preferida, en un segundo caso de necesidad, a la celda de combustible. En un segundo caso de necesidad de este tipo, si la celda de combustible tiene una mayor necesidad de combustible, puede alimentarse rápidamente combustible. No existe entonces, conforme a la invención, una limitación de la alimentación de combustible a la celda de combustible a causa de la dinámica del reformador.
- 25 El primer caso de necesidad destaca de forma preferida por una carga o variación de carga sobre la celda de combustible menor que/igual a un primer valor umbral. En un primer caso de necesidad de este tipo es menor la necesidad de combustible de la celda de combustible. Después puede evitarse eficazmente conforme a la invención una alimentación excesiva de la celda de combustible con combustible, por medio de que el combustible actualmente sobrante producido por el reformador se alimenta al acumulador y no a la celda de combustible. Alternativa o adicionalmente el primer caso de necesidad destaca por un llenado del acumulador inferior/igual a un primer grado de llenado. El acumulador se llena entonces con el combustible alimentado desde el primer separador de gas. De este modo se asegura que el acumulador mantenga acumulado suficiente combustible, para poder compensar por ejemplo futuras variaciones de carga positivas de la celda de combustible. El primer grado de llenado se corresponde convenientemente con un llenado del acumulador con la mitad de su capacidad de acumulación o con un menor llenado del acumulador.
- 30 El segundo de necesidad destaca de forma preferida por una carga o variación de carga sobre la celda de combustible mayor que/igual a un segundo valor umbral, que es en especial mayor que/igual al primer valor umbral. En este segundo caso de necesidad la necesidad de la celda de combustible no puede satisfacerse mediante la producción de combustible del reformador. Se evita conforme a la invención una alimentación insuficiente de la celda de combustible con combustible, por medio de que el combustible actualmente necesario adicionalmente para hacer funcionar la celda de combustible es conducido desde el acumulador a la celda de combustible. Alternativa o adicionalmente el segundo caso de necesidad destaca por un llenado del acumulador mayor que/igual a un segundo grado de llenado. El acumulador se vacía entonces por medio de que se alimenta combustible desde el acumulador a la celda de combustible. De este modo se asegura que el acumulador presente una capacidad de acumulación libre suficiente, para poder compensar posibles variaciones de carga negativas subsiguientes de la celda de combustible. El segundo grado de llenado se corresponde convenientemente con un llenado del acumulador con la mitad de su capacidad de acumulación o con un mayor llenado del acumulador.
- 35 El segundo de necesidad destaca de forma preferida por una carga o variación de carga sobre la celda de combustible mayor que/igual a un segundo valor umbral, que es en especial mayor que/igual al primer valor umbral. En este segundo caso de necesidad la necesidad de la celda de combustible no puede satisfacerse mediante la producción de combustible del reformador. Se evita conforme a la invención una alimentación insuficiente de la celda de combustible con combustible, por medio de que el combustible actualmente necesario adicionalmente para hacer funcionar la celda de combustible es conducido desde el acumulador a la celda de combustible. Alternativa o adicionalmente el segundo caso de necesidad destaca por un llenado del acumulador mayor que/igual a un segundo grado de llenado. El acumulador se vacía entonces por medio de que se alimenta combustible desde el acumulador a la celda de combustible. De este modo se asegura que el acumulador presente una capacidad de acumulación libre suficiente, para poder compensar posibles variaciones de carga negativas subsiguientes de la celda de combustible. El segundo grado de llenado se corresponde convenientemente con un llenado del acumulador con la mitad de su capacidad de acumulación o con un mayor llenado del acumulador.
- 40 En el procedimiento conforme a la invención se alimenta convenientemente el reformado del reformador al primer separador de gas y su residuo en el lado del reformado se alimenta al segundo separador de gas. De este modo la presión parcial del combustible en el reformado alimentado al primer separador de gas es mayor que la presión parcial del combustible en el residuo alimentado al segundo separador de gas. De este modo aumenta también ventajosamente la presión parcial del combustible en el lado del combustible del primer separador de gas. Esta mayor presión parcial se usa en el procedimiento conforme a la invención, de forma adecuada, para llevar el combustible desde el primer separador de gas al acumulador.
- 45 En el procedimiento conforme a la invención se alimenta convenientemente el reformado del reformador al primer separador de gas y su residuo en el lado del reformado se alimenta al segundo separador de gas. De este modo la presión parcial del combustible en el reformado alimentado al primer separador de gas es mayor que la presión parcial del combustible en el residuo alimentado al segundo separador de gas. De este modo aumenta también ventajosamente la presión parcial del combustible en el lado del combustible del primer separador de gas. Esta mayor presión parcial se usa en el procedimiento conforme a la invención, de forma adecuada, para llevar el combustible desde el primer separador de gas al acumulador.
- 50 En el procedimiento, si no existe ningún primer caso de necesidad y en especial tampoco ningún segundo, el combustible separado mediante el primer separador de gas se reúne ventajosamente con el combustible separado mediante el segundo separador de gas, antes de su alimentación a la celda de combustible. De forma especialmente preferida se alimenta al mismo tiempo el reformado del reformado al primer separador de gas y su residuo en el lado del reformado se alimenta al segundo separador de gas. En este perfeccionamiento de la invención el primer y el segundo separador de gas cooperan como un único separador de gas agrandado. La separación de combustible desde el reformado se realiza después de forma especialmente eficiente. En especial con la utilización de filtros de
- 55
- 60

membrana como separadores de gas, el grado de eficacia depende de la superficie efectiva de la membrana del filtro. En este perfeccionamiento de la invención la superficie efectiva de la membrana del filtro del separador de gas aumentado se corresponde con la suma de las superficies de la membrana del filtro del primer filtro de membrana y de la membrana del filtro del segundo filtro de membrana. En este perfeccionamiento de la invención puede llevarse a cabo el procedimiento con una instalación de celda de combustible de reformador especialmente económica, para llevar a cabo el procedimiento como se describe a continuación, ya que puede usarse un segundo separador de gas con un menor tamaño, si el primer y el segundo separador de gas se usan en cooperación para alimentar la celda de combustible.

En un perfeccionamiento preferido del procedimiento se controlan y/o regulan la alimentación del combustible al acumulador y/o la alimentación del combustible alimentado al acumulador a la celda de combustible en función de las presiones en unas zonas de la instalación de celda de combustible de reformador. En este perfeccionamiento puede prescindirse ventajosamente de un(a) complicado(a) control/regulación electrónico(a).

En el procedimiento se impide o limita de forma preferida una realimentación del combustible alimentado al acumulador al primer separador de gas. En especial si se utilizan filtros de membrana como separadores de gas se impide de este modo una difusión indeseada de combustible en el lado del reformado del primer separador de gas. De forma apropiada se utiliza para ello un dispositivo de ajuste de circulación, en especial una válvula de retención, una válvula magnética, una válvula de ajuste o un regulador de corriente másica.

Es ventajosa la utilización del procedimiento conforme a la invención en un submarino. Un submarino con una instalación de celda de combustible de reformador puede alimentarse de forma fiable con energía, con el procedimiento descrito anteriormente, también en el caso de grandes variaciones de carga.

La instalación de celda de combustible de reformador conforme a la invención presenta un reformador y una celda de combustible. La instalación de celda de combustible de reformador está configurada para funcionar con un procedimiento como el que se ha descrito anteriormente y comprende al menos un primer y un segundo separador de gas, que están configurados respectivamente para separar combustible gaseoso desde el reformado y están unidos por conducto, en el lado del reformado, al reformador. La instalación de celda de combustible de reformador comprende además un acumulador configurado para acumular combustible separado. A este respecto están previstas una conexión en el lado de combustible del primer separador de gas al acumulador, una conexión del acumulador en el lado de combustible a la celda de combustible y una conexión en el lado del combustible del segundo separador de gas a la celda de combustible.

El primer y el segundo separador de gas están conectados a este respecto al reformador, de forma que conducen respectivamente reformado, de forma preferida mediante unos conductos que están configurados para conducir reformado. Por conexión del primer separador de gas al acumulador, conexión del acumulador a la celda de combustible y conexión del segundo separador de gas a la celda de combustible debe entenderse respectivamente una conexión conductora de combustible, en especial mediante conductos que están configurados para conducir combustible.

La instalación de celda de combustible de reformador presenta ventajosamente unos medios de conmutación, en especial controlables o regulables mediante presión. Los medios de conmutación están configurados para interrumpir o reducir la circulación en cada caso de la conexión del primer separador de gas al acumulador, la conexión del segundo separador de gas a la celda de combustible y/o del acumulador a la celda de combustible. Estos medios de conmutación están formados convenientemente por válvulas controlables, en especial válvulas magnéticas, válvulas de ajuste o reguladores de corriente másica.

En la instalación de celda de combustible de reformador existe de forma preferida una unión en el lado del combustible entre el primer y el segundo separador de gas. Están previstos en especial unos medios de conmutación para interrumpir o reducir la circulación de esta unión entre el primer y el segundo separador de gas. Para ello está prevista convenientemente una válvula de compensación, en especial una válvula magnética o un regulador de circulación.

En la instalación de celda de combustible de reformador está unido de forma preferida el lado del reformado del segundo separador de gas al lado de reformado del primer separador de gas. El primer y el segundo separador de gas pueden cooperar entonces en cada caso como un único separador de gas agrandado, como se ha descrito anteriormente respecto al procedimiento conforme a la invención.

El submarino conforme a la invención presenta una instalación de celda de combustible de reformador, como se ha descrito anteriormente.

A continuación se explica con más detalle la invención, con base en un ejemplo de realización representado en el dibujo. Aquí muestran:

la fig. 1, en una exposición muy simplificada y en sección transversal, un submarino conforme a la invención con una instalación de celda de combustible de reformador y una red de corriente de a bordo, y

la fig. 2 un esquema de conexiones de la instalación de celda de combustible de reformador y de la red de corriente de a bordo del submarino conforme a la fig. 1.

El submarino 5 representado en la fig. 1 presenta una red de corriente de a bordo 10 y una instalación de celda de combustible de reformador 15, que está conectada eléctricamente a la red de corriente de a bordo 10 para alimentar la misma.

Como se ha representado en la fig. 2, la instalación de celda de combustible de reformador 15 presenta un reformador 20, que está configurado para reformar metanol y agua y formar un reformado que contiene hidrógeno. El hidrógeno contenido en el reformado que contiene hidrógeno del reformador se usa para alimentar una celda de combustible 25 de la instalación de celda de combustible de reformador 15, que puede quemar el hidrógeno y con ello entregar a la red de a bordo 10 la energía eléctrica obtenida.

El reformado que contiene hidrógeno es conducido desde el reformador 20, a través de un conducto de gas 30, hasta el lado del reformado 35 de un primer filtro de membrana 40. El lado del reformado 35 del primer filtro de membrana 40 está unido, a través de otro conducto de reformado 45, al lado de reformado 50 de un segundo filtro de membrana 55. El segundo filtro de membrana 55 está unido además a un conducto de gas 60, que se usa para realimentar al reformador 20 del reformado residual enriquecido con combustible.

El primer filtro de membrana 40 y el segundo filtro de membrana 55 están configurados para separar el hidrógeno a partir del reformado que contiene hidrógeno del reformador 20. El lado del hidrógeno 65 del primer filtro de membrana 40 está unido por conducto, a través de un conducto de hidrógeno 70 con dispositivo de ajuste de circulación 75, a un acumulador de presión 80 para acumular el hidrógeno separado mediante el primer filtro de membrana 40. El dispositivo de ajuste de circulación 75 es en el ejemplo de realización mostrado una válvula magnética. Alternativamente el dispositivo de ajuste de circulación 75 puede estar formado también por una válvula de retención u otras válvulas controlables, por ejemplo una válvula de ajuste o un regulador de corriente másica. El acumulador de presión 80 está unido por conducto a su vez, a través de un conducto de hidrógeno 85 con una válvula de mantenimiento de presión 90, a la celda de combustible 25. El segundo filtro de membrana 55 está unido por conducto, a través de un conducto de hidrógeno 95 con una válvula de mantenimiento de presión 100, a la celda de combustible 25. Los conductos de hidrógeno 85, 95 se reúnen aguas debajo de las válvulas de mantenimiento de presión 90, 100 y antes de su unión a la celda de combustible 25.

Las válvulas de mantenimiento de presión 90, 100 mantienen la presión de hidrógeno de los conductos de hidrógeno 85, 95 aguas debajo de las válvulas de mantenimiento de presión 90, 100 y, de este modo, la presión de hidrógeno en el lado del hidrógeno de la celda de combustible 25, a una presión mínima necesaria para el funcionamiento de la celda de combustible 25. A este respecto la presión de mantenimiento de la válvula de mantenimiento de presión 100 está diseñada, en el conducto de hidrógeno 85 que une el segundo filtro de membrana 55 a la celda de combustible 25, a una presión insignificamente mayor (en el ejemplo de realización mostrado 2, 3 bares) que la presión de mantenimiento de la válvula de mantenimiento de presión 90 en el conducto de hidrógeno 85 que une el acumulador de presión 80 a la celda de combustible 25 (en el ejemplo mostrado 2,1 bares). Esta elección de las presiones de mantenimiento de las válvulas de mantenimiento de presión 90, 100 garantiza que, para una alimentación continua de la celda de combustible 25, se use el hidrógeno conducido a través del conducto de hidrógeno 85 hasta la celda de combustible 25. Solamente si la presión en la celda de combustible 25 desciende por debajo de la presión de mantenimiento de la válvula de mantenimiento de presión 90 en el conducto de hidrógeno 85, que une el acumulador de presión 80 a la celda de combustible 25, se conduce a este respecto hidrógeno desde el acumulador de presión 80 hasta la celda de combustible 25.

El dispositivo de ajuste de circulación 75 es activado por una unidad de regulación 105. La unidad de regulación 105 detecta como magnitud de entrada la potencia eléctrica de la celda de combustible 25. Para ello está dispuesto un medidor de corriente 107 a una línea eléctrica 108 que conecta la celda de combustible 25 a la red de corriente de a bordo 10, la cual alimenta con energía eléctrica de la celda de combustible 25 la red de corriente de a bordo 10. El medidor de corriente 107 está conectado por señal, a través de una línea de señal 109, a la unidad de regulación 105. A partir de los valores de corriente medidos mediante el medidor de corriente 107 se calcula en la unidad de regulación 105 la potencia eléctrica, es decir la carga de la celda de combustible 25, y se ajusta el dispositivo de ajuste de circulación 75 a un valor de circulación adaptado a la carga de la celda de combustible 25. De este modo se adapta la presión en el acumulador de presión 80 al estado de carga actual de la celda de combustible 25. Unas magnitudes de entrada adicionales del dispositivo de ajuste de circulación 75 forman la presión en el acumulador de presión 80 y la presión en el lado del hidrógeno de la celda de combustible 25.

Los lados del hidrógeno 65 del primer filtro de membrana 40 y del segundo filtro de membrana 55 están unidos además entre ellos, a través de un conducto de hidrógeno 110, con una válvula de compensación 115. La válvula de compensación 115 es en el ejemplo de realización mostrado una válvula magnética. Alternativamente un regulador de circulación puede formar también la válvula de compensación 115.

En su estado de régimen, la celda de combustible 25 se encuentra en estados de funcionamiento con reducidas variaciones de carga positivas y negativas, es decir variaciones de carga entre un primer (negativo) y un segundo (positivo) valor umbral. En un estado de régimen de este tipo de la celda de combustible 25, el reformador 20 puede

5 seguir las insignificantes variaciones de carga de la celda de combustible 25 con la adaptación de la producción de reformado. Con este fin está previsto un dispositivo de control 120, que está conectada por señal al medidor de corriente 107 y de este modo obtiene un valor de corriente, como medida de la carga de la celda de combustible 25 como magnitud de entrada. El dispositivo de control 120 obtiene como magnitud de entrada adicional el valor de presión del hidrógeno aplicado a la celda de combustible 25. En función de las magnitudes de entrada obtenidas, el dispositivo de control 120 ajusta una válvula 125, la cual está dispuesta en un conducto de metanol 130, que está unido por conducto al reformador 20 para alimentar metanol. El conducto de metanol 130 alimenta el reformador 20 en función del ajuste de la válvula 125 con una afluencia de metanol adaptada de forma correspondiente.

10 En el estado de régimen de la celda de combustible 25, en el que la producción de reformado del reformador 20 puede compensar por sí sola las variaciones de carga de la celda de combustible 25, la válvula de compensación 115 está abierta. Con la válvula de compensación 115 abierta el primer 40 y el segundo filtro de membrana 55 están conectados unos al otro en cierta medida para formar un único filtro de membrana agrandado. De este modo se usan simultáneamente ambos filtros de membrana 40, 55 para limpiar y precipitar el hidrógeno y presentan, conjuntamente, un elevado grado de eficacia para limpiar el hidrógeno.

15 En el estado de régimen de la celda de combustible 25 el dispositivo de ajuste de circulación 75 está cerrado. Una alimentación de hidrógeno separado mediante el primer filtro de membrana 40, a través del conducto de hidrógeno 70, hasta el acumulador de presión 80, está de este modo anulado en el estado de régimen.

20 Al producirse una variación de carga negativa, que el reformador 20 no puede compensar a causa de su dinámica temporalmente lenta con una reducción de la producción de reformado, se cierra la válvula de compensación 115. El primer filtro de membrana 40 filtra la mayor parte del hidrógeno situado en el reformado que contiene hidrógeno, de tal manera que la presión de hidrógeno en el lado del hidrógeno 65 del primer filtro de membrana 40 aumenta claramente. Si la presión de hidrógeno supera un valor ajustado por la regulación de circulación 105 al dispositivo de ajuste de circulación, el dispositivo de ajuste de circulación 75 abre el conducto de hidrógeno 70 hacia el acumulador de presión 80. El hidrógeno separado por el primer filtro de membrana 40 circula a través del conducto de hidrógeno 70 y llena el acumulador de presión 80. La celda de combustible 25 recibe al mismo tiempo, en una menor medida, el hidrógeno aplicado a la celda de combustible 25 aguas debajo de la válvula de mantenimiento de presión 90. Por ello la presión de hidrógeno imperante aguas debajo de la válvula de mantenimiento de presión 90 mantiene cerrada la válvula de mantenimiento de presión 90. De este modo se anula una alimentación de la celda de combustible desde el acumulador de presión 80.

30 A través del conducto de reformado 45, que une en el lado del reformado el primer filtro de membrana 40 al segundo filtro de membrana 55, fluye el reformado enriquecido con hidrógeno mediante el primer filtro de membrana 40 hasta el segundo filtro de membrana 55. El hidrógeno separado mediante el segundo filtro de reformado 55 llega a través del conducto de hidrógeno 95 hasta la celda de combustible 25. Debido a que a la celda de combustible 25 se alimenta seguidamente el hidrógeno separado mediante el segundo filtro de membrana 55, la alimentación de la celda de combustible 25 está adaptada a su fluctuación de carga negativa.

35 Al producirse una variación de carga positiva, que no puede compensarse mediante el reformador 20 a causa de su dinámica temporalmente lenta con un aumento de la producción de reformado, desciende la presión aplicada al lado del hidrógeno de la celda de combustible 25. Después de cierto tiempo esta presión desciende por debajo de la presión de mantenimiento de la válvula de mantenimiento de presión 90 en el conducto de hidrógeno 85, que une el acumulador de presión 80 a la celda de combustible 25. En este caso se abre la válvula de mantenimiento de presión 90 y el hidrógeno acumulado en el acumulador de presión 80 llega, a través del conducto de hidrógeno 85, hasta la celda de combustible 25. Al mismo tiempo se abre la válvula de compensación 115 y se cierra el dispositivo de ajuste de circulación 75. La celda de combustible se alimenta a continuación tanto con el hidrógeno acumulado en el acumulador de presión 80 como con el hidrógeno separado mediante el primer filtro de membrana 40 y el segundo filtro de membrana 55. De este modo la alimentación de la celda de combustible 25 está adaptada a la variación de carga positiva.

40 Al arrancar la instalación de celda de combustible de reformador 15 no se carga todavía la celda de combustible 25 desde el principio, siempre que el acumulador de presión 80 no esté todavía lleno o no lo suficiente de hidrógeno. El dispositivo de ajuste de circulación 75 está abierto, mientras que la válvula de compensación 115 está al principio cerrada. A través del primer filtro de membrana 40 circula después hidrógeno y llega a través del conducto de hidrógeno 70 hasta el acumulador de presión 80, hasta que la presión en el acumulador de presión 80 ha aumentado hasta una presión suficiente para hacer funcionar la instalación de celda de combustible de reformador 15. El acumulador de presión 80 está llenado de este modo hasta un grado de llenado adecuado. Si el reformador 20 proporciona suficiente hidrógeno para la alimentación estática de la celda de combustible 25, se acopla la celda de combustible 25 y se carga eléctricamente. Con una carga casi constante se abre la válvula de compensación 115 y el primer 40 y el segundo filtro de membrana 55 separan juntos hidrógeno para alimentar la celda de combustible 25 a partir del reformado.

Lista de símbolos de referencia

ES 2 612 685 T3

5	Submarino
10	Red de corriente de a bordo
15	Instalación de celda de combustible de reformador
20	Reformador
25	Celda de combustible
30	Conducto de reformado
35	Lado del reformado del primer filtro de membrana 40
40	Primer filtro de membrana
45	Conducto de reformado
50	Lado del reformado del segundo filtro de membrana 55
55	Segundo filtro de membrana
60	Conducto de reformado
65	Lado del hidrógeno del primer filtro de membrana 40
70	Conducto de hidrógeno
75	Dispositivo de ajuste de circulación
80	Acumulador de presión
85	Conducto de hidrógeno
90	Válvula de mantenimiento de presión
95	Conducto de hidrógeno
100	Válvula de mantenimiento de presión
105	Unidad de regulación
107	Medidor de corriente
108	Línea de corriente
109	Línea de señal
110	Conducto de hidrógeno
115	Válvula de compensación
120	Dispositivo de control
125	Válvula
130	Conducto de metanol

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para hacer funcionar una Instalación de celda de combustible de reformador (15) en un estado de régimen, un estado de variación de carga negativa o un estado de variación de carga positiva, en el que a partir del reformado del reformador (20) se separa combustible gaseoso y se alimenta a la celda de combustible (25), de tal manera que el reformado, al menos en parte, se alimenta a tanto a un primer (40) como a un segundo separador de gas (55), en donde el combustible separado mediante el primer separador de gas (40) se alimenta a un acumulador (80) antes de que se alimente al celda de combustible (25), y en donde el combustible separado mediante el segundo separador de gas (55) se usa para alimentar continuamente la celda de combustible (25), y en donde un lado del hidrógeno (55) del primer separador de gas (40) y un lado del hidrógeno (65) del segundo separador de gas (50) están unidos entre sí con una válvula de compensación (115), **caracterizado porque** el combustible separado mediante el primer separador de gas (40) se alimenta al acumulador (80) en el estado de variación de carga negativa, con la válvula de compensación (115) cerrada, y en el estado de régimen y en el estado de variación de carga positiva esta alimentación de combustible hasta el acumulador (80), con la válvula de compensación (115) abierta, se anula o se reduce.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se usa hidrógeno como combustible y/o se hace funcionar el reformador (20) con un carburante formado por un hidrocarburo y agua.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** se usan como separadores de gas (40, 55) filtros de membrana y/o como acumulador (80) un acumulador de presión.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizado porque** el combustible alimentado al acumulador (80) se alimenta, en un segundo caso de necesidad, a la celda de combustible (25).
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer caso de necesidad destaca por una carga o variación de carga sobre la celda de combustible (25) menor que/igual a un primer valor umbral y/o un llenado del acumulador (80) menor que/igual a un primer grado de llenado, y/o el segundo caso de necesidad destaca por una carga o variación de carga sobre la celda de combustible (25) mayor que/igual a un segundo valor umbral, que es en especial mayor que/igual al primer valor umbral, y/o un llenado del acumulador (80) mayor que/igual a un segundo grado de llenado
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se alimenta el reformado del reformador (20) al primer separador de gas (40) y su residuo en el lado del reformado se alimenta al segundo separador de gas (55).
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** si no existe ningún primer caso de necesidad y en especial tampoco ningún segundo, el combustible separado de la celda de combustible (25) mediante el primer separador de gas (40), se reúne con el combustible separado mediante el segundo separador de gas (55), antes de su alimentación a la celda de combustible (25).
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se controlan y/o regulan la alimentación del combustible al acumulador (80) y/o la alimentación del combustible alimentado al acumulador (80) a la celda de combustible (25) en función de las presiones en unas zonas de la instalación de celda de combustible de reformador (15).
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se impide o limita una realimentación del combustible alimentado al acumulador (80) al primer separador de gas (40).
- 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se lleva a cabo en un submarino (5).

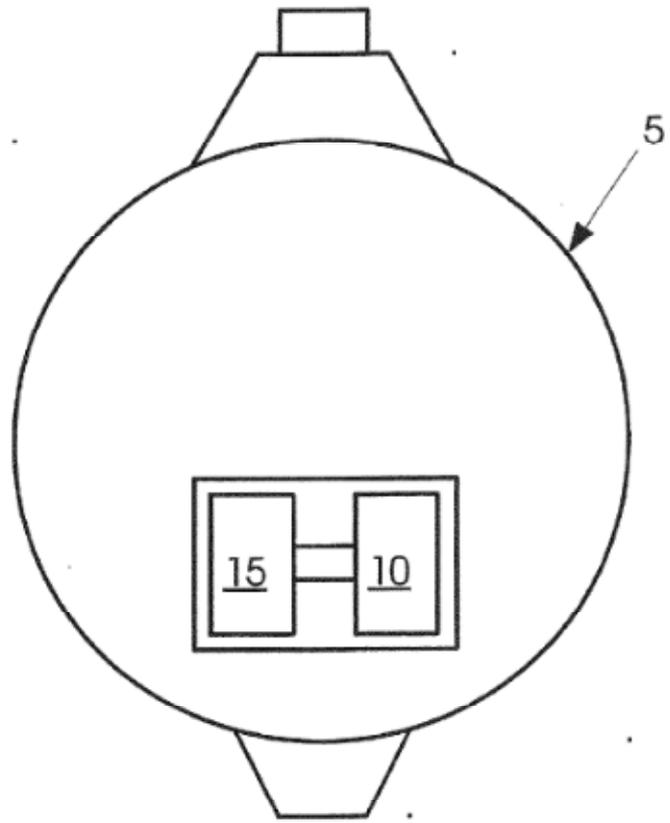


Fig. 1

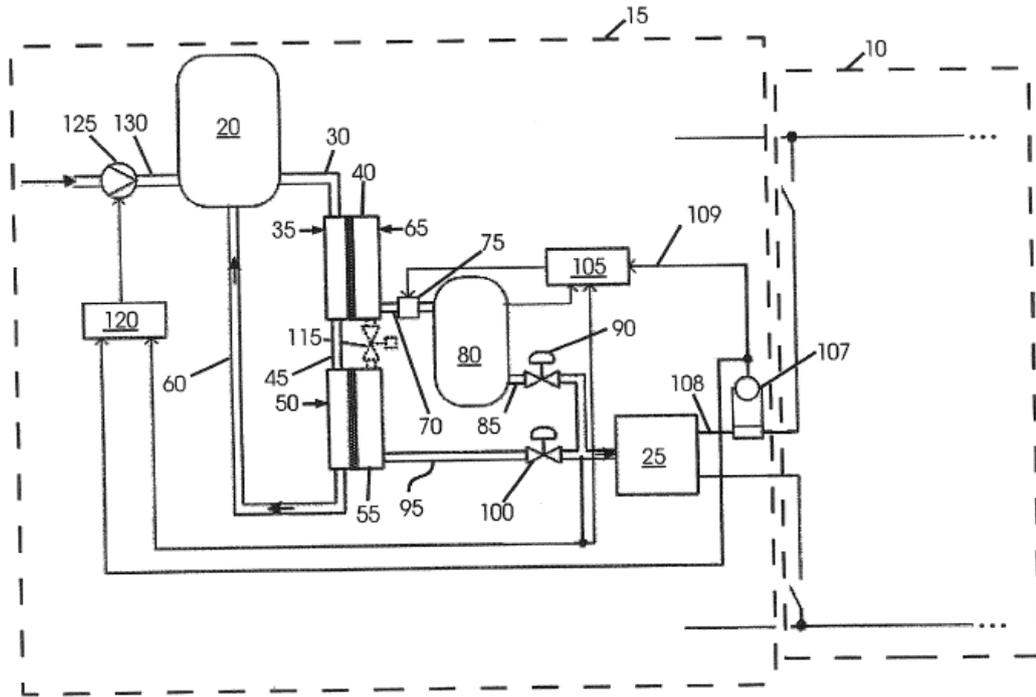


Fig. 2