

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 776**

51 Int. Cl.:

C25B 15/08 (2006.01)

C25B 1/04 (2011.01)

H01M (2006.01)

H01M 8/0662 (2006.01)

H01M (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2016** **PCT/EP2016/078687**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017** **WO17089466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2016** **E 16801220 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.08.2021** **EP 3380652**

54 Título: **Cámara de purga dinámica**

30 Prioridad:

25.11.2015 DE 102015120456

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

02.03.2022

73 Titular/es:

HPS HOME POWER SOLUTIONS GMBH (100.0%)
Carl-Scheele-Strasse 16
12489 Berlin, DE

72 Inventor/es:

HIERL, ANDREAS;
RADUE, DIRK;
SCHNEIDER, GUNNAR;
BENZ, UWE;
SCHRÖDER, KEVIN y
ABUL-ELLA, ZEYAD

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 897 776 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

Cámara de purga dinámica

- 5 La presente invención se refiere a una disposición de lavado para lavar (purgar) una unidad de pila de combustible en su lado del ánodo y / o una unidad de electrólisis en su lado del cátodo. La presente invención también se refiere a una central doméstica de energía y a un método para operar una central doméstica de energía.
- 10 Las disposiciones para lavar una unidad de pila de combustible en su lado del ánodo y / o una unidad de electrólisis en su lado del cátodo son básicamente conocidas por el estado de la técnica. El lavado es necesario para eliminar los componentes de gas extraños no deseados, así como el agua líquida que se acumula localmente en las estructuras de la pila y que puede afectar negativamente el rendimiento y la vida útil de la pila combustible y / o del electrolizador a intervalos regulares o dependiendo de las condiciones de funcionamiento.
- 15 El objeto de la presente invención es proporcionar una disposición de lavado mejorada con respecto a la seguridad del H_2 , al comportamiento operativo y al diseño de los flujos de material relevantes, una central doméstica de energía con una disposición de lavado y un método para operar una central doméstica de energía.
- 20 El documento US 2006/0105224 A1 describe un sistema de pilas de combustible que tiene medios para lavar (purgar) la pila de pilas de combustible.
- Por el documento US 2002/0094469 A1 se conoce un sistema de pila de combustible que tiene un acumulador intermedio a modo de fuelle para poder liberar el hidrógeno lavado al medio ambiente más lentamente.
- 25 Por el documento DE 10 2014 103 724 A1 se conoce un dispositivo de pila de combustible con un dispositivo de purga y un recipiente intermedio.
- Por el documento US 2005/0214617 A1 se conoce un sistema de pila de combustible con un acumulador para recoger el gas de ánodo purgado.
- 30 Por el documento US 2006/0263658 A1 se conoce un sistema de pila de combustible con una cámara para absorber temporalmente el hidrógeno que ha sido purgado.
- Por el documento US 2013/0149627 se conoce un sistema de pila de combustible con un tanque intermedio que tiene un sensor de nivel para el agua que se acumula en el tanque intermedio.
- 35 Por el documento WO 2012/113932 A2 se conoce un sistema de ventilación y calefacción en el que el calor residual de una pila de combustible se puede utilizar para calentar una habitación.
- 40 Por el documento JP 2001130901 se conoce un sistema de pila de combustible que tiene una unidad de compensación de presión con dos cámaras que están separadas entre sí por una membrana de tal manera que los volúmenes de las dos cámaras pueden cambiar mediante la correspondiente deflexión de la membrana.
- 45 Con respecto a la disposición de descarga, el objetivo se logra mediante una disposición de lavado según la reivindicación 1.
- El caudal másico de descarga, que generalmente consta en gran parte de H_2 , se puede mezclar con un caudal másico de aire para que la mezcla de gas resultante tenga una concentración de H_2 en todos los estados operativos muy por debajo del límite inferior de ignición de H_2 en el aire. Este efecto de dilución permite un funcionamiento seguro del sistema.
- 50 El elemento de flujo de salida puede diseñarse como diafragma, mariposa, boquilla, bomba de chorro, boquilla venturi o recombinador. El acumulador intermedio puede derivarse de la segunda sección de canal de lavado. La segunda sección de canal de lavado puede discurrir, al menos en secciones, a través del acumulador intermedio.
- 55 La invención incluye el conocimiento de que, en una purga de acuerdo con la técnica anterior, que tiene lugar en forma de pulso con un caudal másico de lavado, típicamente durante fracciones de segundo se purgan cantidades relativamente altas de hidrógeno de una unidad de pila de combustible y / o de una unidad de electrólisis. Después de una purga similar en forma de pulso, no se libera más hidrógeno durante mucho tiempo. Como resultado, cuando se mezcla con el aire de escape, pueden producirse concentraciones de hidrógeno de manera local y temporal críticamente altas, en particular concentraciones por encima del límite inferior de ignición, lo que puede conducir a una peligrosa reacción de oxihidrógeno. Por lo tanto, al menos durante el pulso con un caudal másico de lavado elevado, el caudal másico de aire de residual debe aumentarse para garantizar un efecto de dilución suficiente.
- 60 Debido a que, según la invención, un acumulador intermedio con una cámara de almacenamiento está conectado aguas abajo de la válvula de purga, la masa de fluido descargada en forma de pulso con el caudal másico de lavado
- 65

se puede descargar con un caudal másico de descarga que es menor que el caudal másico de lavado. Esto da como resultado ventajosamente un suavizado del caudal másico de lavado en forma de pulso, lo que conduce ventajosamente a evitar concentraciones críticas de hidrógeno con un caudal másico de aire de escape simultáneo menor.

Según la invención, la cámara de almacenamiento es expandible. La cámara de almacenamiento puede ser expandida por la masa de fluido a lavar de manera pulsada de la unidad de pila de combustible y / o la unidad de electrólisis con el caudal másico de lavado. La cámara de almacenamiento está diseñada de manera particularmente preferida como un fuelle que puede acomodar un volumen de lavado correspondiente, es decir, el caudal másico de lavado multiplicado por la duración del pulso de una purga, sin o con solo una ligera acumulación de contrapresión. Una cámara de almacenamiento configurada como fuelle puede estar configurada para volver a su estado no expandido mediante fuerza gravitacional, en particular exclusivamente mediante la fuerza gravitacional de una placa de extremo del fuelle, preferiblemente móvil. Para una adaptación específica de la fuerza que hace que el fuelle vuelva a su estado no expandido y, por lo tanto, el tiempo de descarga y la curva de presión a lo largo del tiempo del acumulador intermedio del fuelle, la fuerza gravitacional también se puede aumentar o compensar parcialmente mediante un dispositivo de resorte adjunto.

Para descartar mayores pérdidas de rendimiento y efectos de envejecimiento, es conveniente utilizar aproximadamente por cada proceso de lavado 0,75 NI (litros estándar) de gas rico en H₂ por kW de potencia nominal de la unidad de pila de combustible a lavar por el lado del ánodo. Un proceso de lavado en forma de pulso dura preferiblemente menos de 0,5 s, preferiblemente un máximo de 0,2 s. También es ventajoso utilizar por cada proceso de lavado aproximadamente 0,75 NI (litros estándar) de gas rico en H₂ por kW de potencia nominal de la unidad de electrólisis.

A continuación, si no se menciona lo contrario, se debe suponer que una configuración de la ruta de lavado con respecto a los requisitos de la unidad de pila de combustible también es suficiente para la unidad de electrólisis. Sin embargo, en el caso de niveles de rendimiento y condiciones de funcionamiento significativamente modificados en el sistema general, las configuraciones también se pueden llevar a cabo de manera análoga utilizando requisitos especiales de lavado de la unidad de electrólisis.

La presión en el lado del ánodo y, por lo tanto, la presión previa durante el proceso de lavado es típicamente de alrededor de 300 milibares en una unidad de pila de combustible que opera a presión ambiental en el lado del aire.

El caudal másico de lavado y el volumen de lavado para la unidad de pila de combustible se pueden configurar mediante la disposición de lavado, generalmente con una presión de ánodo fija, a través de la resistencia al flujo de la válvula de purga de la pila de combustible (por ejemplo, una válvula electromagnética) y / o el tiempo de apertura durante el pulso.

El caudal másico de lavado y el volumen de lavado para la unidad de electrólisis se pueden configurar mediante la elección de la presión del cátodo a la que comienza el proceso de lavado, la resistencia al flujo de la válvula de purga de electrólisis (por ejemplo, una válvula electromagnética) y / o el tiempo de apertura durante el pulso.

La relación entre el caudal másico de aire residual y el caudal másico de descarga, así como la eficiencia de la mezcla de los dos caudales másicos, determinan la concentración de gases inflamables, en particular H₂, en el aire de escape. Por razones de seguridad, debe estar muy por debajo del límite inferior de ignición del H₂ en el aire (el límite inferior de ignición del H₂ en el aire es del 4%), preferiblemente por debajo de aproximadamente 2%. Con un caudal másico de aire residual dado, este puede convertirse en la variable límite para el caudal másico de descarga máximo que todavía está permitido y, se debe dimensionar toda la disposición de lavado basándose en él.

Los parámetros del área de la sección transversal del fuelle, la relación entre la longitud y el diámetro del fuelle, la rigidez de resorte del material del fuelle, el peso de la placa de extremo móvil y, en particular, la configuración de la resistencia al flujo del elemento de flujo de salida, pueden ser utilizados para determinar el comportamiento de carga / descarga, en particular la progresión temporal del caudal másico. Los datos de configuración del fuelle y del elemento de flujo de salida que se describen a continuación pueden aplicarse a un dispositivo de lavado para una unidad de pila de combustible con una potencia nominal de 1 kW.

El coeficiente de flujo del elemento de flujo de salida es de manera particularmente preferible mayor o igual que el de la válvula de purga.

El área de la sección transversal del fuelle es preferiblemente de 100 a 150 cm². La relación entre la longitud y el diámetro de un volumen activo del fuelle a la máxima deflexión es de forma especialmente preferente de 1,5:1 a 1:1. La rigidez elástica del fuelle se sitúa preferentemente entre 50 y 100 N / m. El material de la parte elástica del fuelle puede consistir preferiblemente en un elastómero químicamente estable y permanentemente elástico o en un metal que no se vuelva quebradizo en contacto con el hidrógeno.

El elemento de flujo de salida tiene preferiblemente un coeficiente de flujo que es esencialmente el mismo que el de la válvula de purga. Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante un diafragma con un diámetro libre de aproximadamente 1 mm. El peso de la placa de extremo que se puede mover libremente está preferiblemente entre 0,3 y 0,5 kg. Una cámara de almacenamiento diseñada como fuelle tiene preferiblemente un volumen en estado expandido de menos de 3 litros, preferiblemente menos de 2,6 litros.

El fuelle se configura preferiblemente de modo que la sobrepresión en el fuelle con respecto al medio ambiente durante el funcionamiento corresponda como máximo a la presión nominal del ánodo, por ejemplo 300 milibares. El fuelle está diseñado con especial preferencia de modo que la sobrepresión a la deflexión máxima sea inferior a 100 milibares y / o durante el funcionamiento nominal, es decir, hasta aproximadamente 50 por ciento de su deflexión máxima, sea como máximo de 20 milibares.

El volumen muerto de una cámara de almacenamiento configurada como fuelle es preferiblemente mínimo por razones de seguridad. Se prefiere particularmente que un volumen muerto de una cámara de almacenamiento configurada como fuelle sea inferior a 250 ml.

La cámara de almacenamiento se puede configurar como acumulador de vejiga o como acumulador de pistón (véase Fig.5). Como alternativa a un diseño expansible de la cámara de almacenamiento, la cámara de almacenamiento se puede diseñar como un recipiente de presión rígido en el que la cámara de almacenamiento está configurada de manera que la masa de fluido descargada en forma de pulso de la unidad de pila de combustible y / de o la unidad de electrólisis con el caudal másico de lavado conduzca a un aumento de presión en la cámara de almacenamiento.

En una realización preferida, el acumulador intermedio tiene un estrangulador de salida como elemento de flujo de salida, que puede estar configurado como diafragma. El estrangulador de salida se puede dimensionar de modo que, por ejemplo, una cámara de almacenamiento diseñada como fuelle con un volumen de 2,6 litros en estado expandido se descargue en al menos 30 segundos.

El elemento de flujo de salida puede ser preferiblemente un cilindro de metal sinterizado o un cilindro de cerámica sinterizada o un vellón de metal, a través del cual el caudal másico de descarga se distribuye uniformemente en el aire residual. Esto mejora la mezcla del gas que contiene hidrógeno que sale con el aire residual que diluye la concentración de hidrógeno. La ventajosa pérdida de presión nominal a través de este dispositivo se puede dimensionar de forma análoga al estrangulador de salida descrito anteriormente.

El elemento de flujo de salida puede ser preferiblemente un recombinador catalíticamente activo o tener uno de estos. A esto se le suministra preferiblemente un caudal másico de descarga que contiene hidrógeno en presencia de un catalizador de oxidación, preferiblemente catalizadores del grupo de metales del platino que contienen metales nobles, aire en alto exceso, de modo que la recombinación del hidrógeno con el oxígeno atmosférico, a aproximadamente 0,5% a 8% de hidrógeno en el aire, preferiblemente a 1% a 5% en aire hidrógeno, se lleve a cabo de manera controlada y sin llama dando en agua bajo liberación de calor.

Se ha descubierto que es ventajoso que al recombinador se le asigne un compresor para suministrar aire al recombinador, cuyo control está acoplado en el tiempo con un control de la válvula de purga. Como alternativa o adicionalmente, el control del compresor se puede vincular a la pre-operación y / o post-operación de un dispositivo de ventilación de una central doméstica de energía. Alternativa o adicionalmente, el control del compresor puede ser una temperatura de salida del caudal másico de salida y / o un flujo de aire residual / flujo de aire de escape provocado por un dispositivo de ventilación de una central doméstica de energía.

La ventaja de la invención es que, al igualar el caudal másico de descarga a través del acumulador intermedio, las concentraciones que se producen se pueden establecer bien y por tanto la recombinación se puede controlar de forma segura con un mínimo esfuerzo de control. Por tanto, la energía química del hidrógeno contenido en el caudal másico de descarga se puede utilizar térmicamente en el proceso y el aire residual del sistema no está contaminado con hidrógeno del proceso de lavado.

Se ha encontrado que es ventajoso que el elemento de flujo de salida esté configurado para un caudal másico de menos de 2,5 NI / min por kW de potencia nominal de la pila de combustible, preferiblemente como máximo 2,0 NI / min por kW de potencia nominal de la pila de combustible, en cada caso en condiciones normales de operación (funcionamiento libre de errores del acumulador intermedio).

La disposición de lavado se puede configurar para reducir un caudal volumétrico de lavado a un caudal volumétrico de descarga de menos del 10%, preferiblemente menos del 3% del caudal volumétrico de lavado. El caudal volumétrico de descarga se descarga preferiblemente al medio ambiente a través de un flujo de aire residual / flujo de aire de escape de al menos 50 Nm³ / h. La presión de funcionamiento nominal de la cámara de almacenamiento es preferiblemente inferior a 50 milibares, preferiblemente inferior a 20 milibares, por encima de la presión de funcionamiento del flujo de aire residual / flujo de aire de escape.

Durante el proceso de lavado, está previsto que agua líquida se pueda descargar. En una variante preferida, el agua se separa primero del flujo de gas y luego se retroalimenta ventajosamente al proceso de la pila de combustible y / o la electrólisis. La separación de agua se puede implementar ventajosamente en el recipiente de acumulación, ya que allí las velocidades de flujo del gas portador son ventajosamente bajas para la separación del líquido por medio de fuerzas gravitacionales.

El recipiente acumulador tiene preferiblemente al menos una entrada y / o una salida, cada una para el gas de lavado. El líquido que llega al con alta velocidad de flujo al recipiente acumulador junto con el gas de lavado que contiene hidrógeno a través de la entrada puede separarse allí del flujo de gas, preferiblemente de forma gravimétrica y / o a través de insertos de guía de flujo y / o de separación de gotas y / o con una introducción tangencial correspondiente por fuerzas centrífugas o mediante otros métodos comunes de acuerdo con la tecnología de la técnica anterior. El líquido puede recogerse preferiblemente en el fondo del acumulador intermedio y drenarse de forma cerrada a través de la salida de líquido y, preferiblemente, devolverse al proceso.

La disposición de lavado puede conectarse a, y/o tener, un separador de gas-líquido, preferiblemente a un separador de oxígeno presente en la unidad de electrólisis o al recipiente llenado de agua y / o un tanque de compensación también presente allí.

El separador gas-líquido y / o el tanque de compensación pueden estar dispuestos en un canal lateral que se ramifica desde la segunda sección de lavado. Preferiblemente, un tanque de compensación está conectado aguas abajo de un separador de gas-líquido. Se ha comprobado que es ventajoso que el canal lateral esté configurado a modo de sifón. Un canal lateral en forma de sifón puede servir como protección contra sobrepresión para el acumulador intermedio, cuya columna de agua, en caso de una sobrepresión demasiado elevada de hidrógeno, puede presionar sobre el separador de gas-líquido. El hidrógeno que fluye luego a través del canal lateral causa un alivio de presión en el acumulador intermedio. En una variante preferida, también se puede integrar un sistema de separación gas-líquido en el canal lateral en forma de sifón. Con tal diseño de la disposición de lavado, el agua del proceso de lavado también puede devolverse al módulo de electrólisis para su uso.

La disposición de lavado tiene un sensor de nivel de llenado, en particular un sensor de nivel de llenado asignado al acumulador intermedio. Según la invención, el sensor de nivel de llenado está configurado y dispuesto para detectar un estado de expansión de la cámara de almacenamiento. El sensor de nivel de llenado se puede configurar preferiblemente como un sensor óptico o sensor magnético o como un sensor ultrasónico y preferiblemente está permitido para el funcionamiento en un entorno que potencialmente contiene hidrógeno. El sensor de nivel está preferiblemente dispuesto y configurado de tal manera que, en un estado de expansión de preferiblemente un máximo del 80% del volumen máximo, lo que puede ocurrir en caso de una válvula solenoide con fallos que ya no cierra, se activa una cadena de seguridad que evita más flujos de salida de hidrógeno. En un método preferido, el sensor de nivel de llenado también puede usarse para monitorear la calidad del proceso de lavado y / o para transferir el proceso de lavado de un proceso controlado a un proceso regulado detectando el volumen realmente lavado.

En una realización preferida adicional, se puede incluir en la disposición de lavado uno o más acumuladores intermedios adicionales, cada uno con una cámara de almacenamiento expandible. Al menos dos de las cámaras de almacenamiento pueden conectarse en conexión de fluido con respecto a un flujo del caudal másico de lavado de tal manera que se realice un flujo paralelo o en serie en las cámaras de almacenamiento. La ventaja de esta disposición es que el diseño puede establecer diferentes parámetros, que, por ejemplo, posibilitan: una separación de agua mejorada en dos etapas, que se puede implementar en particular con la conexión de fluido en serie y / o una redundancia o reserva y / o una detección de un error, por ejemplo, monitoreando la respuesta del otro (redundante) acumulador intermedio. En el caso de acumulación de dos etapas o de múltiples etapas, por ejemplo, los acumuladores intermedios se pueden encender y apagar individualmente mediante una válvula solenoide, o los acumuladores intermedios pueden responder a diferentes presiones en diseños diferentes.

Con respecto a la central doméstica de energía, el objetivo se logra mediante una central doméstica de energía con al menos una unidad de pila de combustible y / o una unidad de electrólisis, donde la central doméstica de energía tiene una disposición de lavado como se describió anteriormente, que está conectada para lavar la unidad de pila de combustible a su lado de ánodo y / o para lavar la unidad de electrólisis a su lado de cátodo.

En una realización preferida de la central doméstica de energía, tiene un sistema de ventilación de espacio de estancia. El sistema de ventilación de espacio de estancia puede tener un canal de aire de suministro a través del cual se puede conducir el aire de suministro al sistema de ventilación de espacio de estancia. El sistema de ventilación de espacio de estancia puede tener un canal de aire de suministro de espacio a través del cual se puede conducir el aire desde el sistema de ventilación de espacio de estancia a un espacio de estancia, como, por ejemplo, una sala de estar. El sistema de ventilación del salón puede tener un canal de aire residual a través del cual el aire residual puede ser guiado desde el sistema de ventilación de espacio de estancia al ambiente. El elemento de flujo de salida de la disposición de lavado está dispuesto preferiblemente de tal manera que la masa de fluido que sale del elemento de flujo de salida pueda descargarse al medio ambiente a través del canal de aire residual.

Alternativamente, la masa de fluido emergente también se puede mezclar con el aire del cátodo de la unidad de pila de combustible a través del elemento de flujo de salida. Cuando fluye a través del cátodo, el contenido de hidrógeno reacciona catalíticamente en gran medida con el oxígeno del catalizador que se encuentra allí. Esto crea vapor de agua y calor, lo que aumenta la temperatura del aire y, por lo tanto, está disponible para calentar el aire de la habitación.

La central doméstica de energía está diseñada y / o es operable preferiblemente de tal manera que la presión de operación nominal de la cámara de almacenamiento sea menor de 50 milibares, preferiblemente menor de 20 milibares, más preferiblemente menor de 10 milibares por encima de la presión de operación del flujo de aire residual dirigido a través del canal de aire residual. El lado del ánodo de la unidad de pila de combustible está diseñado preferiblemente para una presión de funcionamiento de como máximo 300 milibares.

La central doméstica de energía con la disposición de lavado se puede configurar además de acuerdo con la disposición de lavado descrita anteriormente.

Con respecto al método para operar una central doméstica de energía, el objetivo se logra mediante un método con el paso: expulsar la masa de fluido junto con un aire de escape a través del canal de aire residual al entorno circundante. El método de acuerdo con la invención se lleva a cabo con una central doméstica de energía como se describió anteriormente. Otra disposición preferida es tal, que la disposición de lavado se configura en términos de tamaño y configuración de manera que pueda usarse conjuntamente para la unidad de pila de combustible y para la unidad de electrólisis si ambos componentes están presentes en el sistema al mismo tiempo. Normalmente, la unidad de pila de combustible y la unidad de electrólisis no se operan al mismo tiempo, pero los requisitos que los dos componentes imponen al dispositivo de lavado suelen ser diferentes, pero se pueden cumplir de manera específica configurando los parámetros descritos aquí.

Se ha comprobado que es ventajoso que la masa de fluido se expulse con un caudal másico de descarga de como máximo 2,5 NI / min por kW de potencia nominal de la pila de combustible y el aire residual se expulse con un caudal volumétrico de al menos 100 m³ / h. El método puede proporcionar una purga a intervalos, con un máximo de 0,8 NI por kW de potencia nominal de la pila de combustible, donde, preferiblemente, por cada purga, sale como masa fluida de una unidad de pila de combustible y / o una unidad de electrólisis con un caudal másico de lavado. Preferiblemente hay una pausa de lavado de al menos 20 segundos entre los intervalos, preferiblemente una pausa de lavado de más de 30 segundos.

El método prevé preferiblemente que, por cada purga, se absorba un máximo de 0,8 NI por kW de potencia nominal de pila de combustible en el acumulador intermedio y se descargue a través del elemento de flujo de salida con un caudal másico de aproximadamente 2 NI / min por kW de potencia nominal de pila de combustible.

Los ejemplos de realización de la presente invención se explican a continuación a modo de ejemplo con referencia a las figuras adjuntas. Se muestra en:

Fig. 1 una representación esquemática de un primer ejemplo de realización de una central doméstica de energía con una disposición de lavado;

Fig. 2 una representación esquemática de un segundo ejemplo de realización de una central doméstica de energía con una disposición de lavado;

Fig. 3 una representación esquemática del tercer ejemplo de realización de una central doméstica de energía con un recombinador como elemento de flujo de salida;

Fig. 4 una representación esquemática de un perfil de tiempo del caudal másico de lavado y el caudal másico de descarga;

Fig. 5 una representación esquemática de varios estados de un acumulador intermedio; y

Fig. 6 una representación esquemática de un acumulador intermedio con una cámara de almacenamiento expandible.

En la Fig. 1, una central doméstica de energía 500 según la invención tiene una unidad de pila de combustible 200. La central doméstica de energía 500 puede tener un sistema de ventilación de espacio de estancia, del cual solo se muestran aquí un conducto de aire de suministro 551 y un conducto de aire residual 555. Además, la central doméstica de energía 500 tiene una disposición de lavado 100 para lavar la unidad de pila de combustible 200 en su lado del ánodo 200A.

La disposición de lavado 100 tiene un canal de lavado que en el presente caso está formado por una primera sección de canal de lavado 20 y una segunda sección de canal de lavado 21. La primera 20 y la segunda 21 sección del canal de lavado se pueden conectar en conexión de fluido entre sí mediante una válvula de purga 10 de la disposición de lavado 100. La primera sección de canal de lavado 20 está conectada en conexión de fluido por un lado al lado del

ánodo 200A de la unidad de pila de combustible 200, en este ejemplo con una potencia nominal de pila de combustible de 1 kW, y por otro lado a la válvula de purga 10. Un acumulador intermedio 30 con una cámara de almacenamiento 31 está conectado aguas abajo de la válvula de purga 10 y está conectado en conexión de fluido a la válvula de purga 10 a través de la segunda sección de canal de lavado 21. El acumulador intermedio 30 se bifurca desde la segunda sección de canal de lavado 21.

En el presente caso, la cámara de almacenamiento 31 está configurada como fuelle. La cámara de almacenamiento 31 configurada como fuelle sirve para el almacenamiento intermedio de una masa de fluido que se va a expulsar de la unidad de pila de combustible 200 de forma pulsada con un caudal másico de lavado M1. Esta masa de fluido que se expulsa en forma de pulso con un caudal másico de lavado M1 de, por ejemplo, 100 NI / min durante un período de aproximadamente 500 milisegundos puede entrar, cuando la válvula de purga 10 está abierta, en la cámara de almacenamiento 31, que está diseñada como un fuelle, y esta se expande en el proceso. La cámara de almacenamiento 31, diseñada como fuelle, tiene un volumen de 2,6 litros en el estado expandido E1.

La disposición de lavado 100 tiene además un elemento de flujo de salida 40 que está conectado en conexión de fluido a la segunda sección de canal de descarga 21. El elemento de flujo de salida 40 está diseñado para un caudal másico de descarga M2 de como máximo 2,5 NI / min durante el funcionamiento normal y se utiliza para descargar la masa de fluido con un caudal másico de descarga M2 que es significativamente menor en términos de cantidad que el caudal másico de lavado M1.

Un canal lateral 45 se deriva de la segunda sección de canal de lavado 21, que en el presente caso está configurado a modo de sifón. Un separador de gas-líquido 50 y un tanque de compensación 60 están dispuestos en el canal lateral 45.

Un sensor de nivel de llenado 35 está asignado al acumulador intermedio 30, que en el presente caso está diseñado y dispuesto para detectar un estado de expansión de la cámara de almacenamiento 31. En el presente caso, la cámara de almacenamiento 31 se muestra expandida en menos del 50%, de modo que el sensor de nivel de llenado 35, que en el presente caso está diseñado como una barrera de luz óptica, no está activado.

El aire de suministro ZL puede entrar en una sección de la carcasa 510 del sistema doméstico de energía 500 a través del canal de aire de suministro 551, donde, en el presente caso, la disposición de lavado 100 y la unidad de pila de combustible 200 están dispuestas dentro de la sección de carcasa 510 del sistema doméstico de energía 500. El aire residual AL del sistema de ventilación de espacio de estancia (no mostrado) puede guiarse al entorno a través del canal de aire residual 555. El elemento de flujo de salida 40 de la disposición de lavado 100 está dispuesto de tal manera que la masa de fluido que sale del elemento de flujo de salida 40 puede descargarse al medio ambiente a través del conducto de aire residual 555.

En la Fig. 2, una central doméstica de energía 500 tiene una unidad de electrólisis 300 con una disposición de lavado 100 conectada. También se muestra en la Fig. 2 un conducto de aire de suministro 551 de un sistema de ventilación de espacio de estancia, no mostrado, que entra en la sección de carcasa 510 del sistema doméstico de energía 500. Además, se puede ver el conducto de aire residual 555 de un sistema de ventilación de espacio de estancia (no mostrado), desde el cual el aire residual AL de la sección de carcasa 510, que está asignado a la unidad de electrólisis 300, puede salir de la central doméstica de energía 500.

La central doméstica de energía 500 en la Fig. 2 tiene una disposición de lavado 100 para lavar la unidad de electrólisis 300 en su lado del cátodo 300K. La disposición de lavado 100 tiene una primera 20 y una segunda 21 sección de canal de lavado que se pueden conectar en conexión de fluido entre sí a través de una válvula de purga 10 de la disposición de lavado 100. La disposición de lavado 100 también tiene un acumulador 30, conectado aguas abajo de la válvula de purga 10, con una cámara de almacenamiento 31, que en el presente caso está configurada como un fuelle y está prevista para el almacenamiento intermedio de una masa de fluido que se va a expulsar de la unidad de electrólisis 300 de forma pulsada con un caudal másico de lavado M1. La segunda sección de canal de lavado 21 discurre al menos en secciones a través del almacén intermedio 30.

Esta masa de fluido se puede descargar a través de un elemento de flujo de salida 40, que está conectado en conexión de fluido a la segunda sección de canal de lavado 21, con un caudal másico de descarga M2 que es menor que el caudal másico de lavado M1.

En el presente caso, el elemento de flujo de salida 40 de la disposición de lavado 100 está dispuesto de tal manera que la masa de fluido que sale del elemento de flujo de salida 40 puede descargarse al medio ambiente a través del conducto de aire residual 555.

La cámara de almacenamiento 31 tiene un separador de agua interno 32 de modo que el agua separada pueda devolverse a una central doméstica de energía para su uso posterior. En el presente caso, esto tiene lugar a través del canal lateral 45.

La Fig. 3 muestra la disposición de la figura 1, en la que el elemento de flujo de salida 40 está previsto como recombinador. El caudal másico de descarga M2 fluye hacia el elemento de flujo de salida 40 provisto como un recombinador, y un flujo de aire M3 fluye a través de un ventilador 41 separado. Dentro del recombinador, los dos flujos de material se mezclan y el hidrógeno contenido en el caudal másico de descarga se reacciona catalíticamente con oxígeno del flujo de aire M3 para formar agua y calor.

El gas producto calentado, ahora libre de hidrógeno, se añade al aire residual AL.

La Fig. 4 sirve para explicar el funcionamiento de la disposición de lavado según la invención basándose en una curva de caudal másico a lo largo del tiempo.

Una unidad de pila de combustible (no mostrada) se lava en los momentos T1, T2 y T3 con un caudal másico de lavado M1, M1', M1'' en forma de pulso. Hay una pausa de 24 segundos entre las purgas individuales. Como puede verse en la figura 3, los caudales másicos de lavado M1, M1', M1'' descargados en forma de pulso tienen cada uno un caudal másico de lavado de 5, por ejemplo 96 NI / min, que es el caso, por ejemplo, cuando una purga es de un máximo de 0,8 NI y es descargado desde el lado del ánodo de una unidad de pila de combustible de menos de 500 milisegundos. En la parte inferior de la figura se muestra un caudal másico de descarga correspondiente M2, M2' y M3''. Estos caudales másicos de lavado tienen cada uno un caudal másico de lavado de menos de 2 NI / min. A la mitad de un intervalo entre dos purgas, un caudal másico de lavado M2, M2', M3'' alcanza, por ejemplo, un caudal másico de 0 L / min, es decir, el acumulador intermedio está a correspondientemente descargado y listo para el siguiente caudal másico de lavado que se va a expulsar de forma pulsada.

La figura 5 muestra tres estados de expansión E1, E2, E3 de una cámara de almacenamiento 31, configurada como fuelle, de un acumulador intermedio 30 de una disposición de lavado 100 según la invención. También se muestra un sensor de nivel de llenado 35 asignado al acumulador intermedio 30, en el presente caso en forma de barrera de luz, para detectar un estado de expansión correspondiente de la cámara de almacenamiento 31, en el presente caso en particular la detección de error de la cámara de almacenamiento 31 diseñada como un fuelle.

La Fig. 5a) muestra un estado de expansión E1, que, en funcionamiento normal sin errores, inmediatamente después de recibir una purga en forma de pulso entregada con un caudal másico de lavado con 0,8 NI, es decir, en un estado que se muestra en la Fig. 3 en los puntos temporales T1, T2 y T3. El estado E1 no expandido se indica en la figura 5a) mediante el eje correspondientemente designado y se asume con una masa de fluido de 0 a 0,25 NI (volumen muerto) en la cámara de almacenamiento 31 configurada como fuelle.

Como puede verse en la Fig. 5b), la cámara de almacenamiento 31, configurada como fuelle, se expande a la mitad de su estado de expansión máxima. Este puede ser el caso, por ejemplo, en el caso de un error de software que pueda afectar la tasa de purga. El sensor de nivel 35 detecta el estado de expansión E2 de la cámara de almacenamiento 31 configurada como fuelle, mostrado en la Fig. 5B, lo que tiene el efecto de que no se disparen más purgas.

En la Fig. 5c), se muestra el estado de error de una cámara de almacenamiento 31 diseñada como un fuelle y "suspendida" en su estado de expansión E3 máximamente expandido. Este estado de expansión E3 también es detectado por el sensor de nivel de llenado 35. Dado que la cámara de almacenamiento 31 diseñada como fuelle ya no puede servir como acumulador intermedio para una purga que descarga en forma de pulso, el caudal másico de descarga M2 aumenta a un nivel indeseablemente alto de, por ejemplo, 4 NI / min. Para protegerse contra esta condición indeseable, un canal lateral 45 se bifurca desde la segunda sección de canal de lavado 21 y tiene un separador gas-líquido 50. Dado que el canal lateral 45 está configurado en el presente caso en forma de sifón, sirve como protección contra sobrepresión para la cámara de almacenamiento 31 configurada como fuelle.

En la Fig. 6 se muestra un acumulador intermedio 30 con una cámara de almacenamiento expandible 31 diseñada como un acumulador de pistón. El caudal másico de lavado M1 se dirige a la cámara de almacenamiento llena de líquido 31, que en la realización mostrada está limitada por elementos cilíndricos 31', 31'' dispuestos concéntricamente y que se pueden mover axialmente entre sí y desplazan así el líquido FL. El elemento cilíndrico interno 31' se mueve hacia arriba de una manera similar a un pistón, realizando, de este modo, una expansión de la cámara de almacenamiento 31. Como en el caso de un fuelle (véase Fig. 5), una placa de extremo, en este caso la placa de cubierta 32 del elemento cilíndrico interior 31', y opcionalmente una disposición de resorte (no mostrada), pueden generar una presión definida en el volumen de gas de lavado, que se puede vaciar de nuevo a través del elemento de flujo de salida 40 en un intervalo de tiempo deseado. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 6, también se implementa la función de separación gas / líquido.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de lavado (100) para lavar (purgar) una unidad de pila de combustible (200) en su lado de ánodo (200A) y / o una unidad de electrólisis (300) en su lado de cátodo (300K), en donde la disposición de lavado (100) tiene un canal de lavado (20, 21) con una primera (20) y una segunda (21) sección de canal de lavado, que se pueden conectar en conexión de fluido entre sí a través de una válvula de purga (10) del dispositivo de lavado (100), y con un acumulador intermedio (29) que está conectado en conexión de fluido con el canal de lavado (20, 21) y aguas abajo de la válvula de purga (10), con una cámara de almacenamiento (31) que está prevista para el almacenamiento intermedio de una masa de fluido a descargar, en forma de pulso, con un caudal másico de lavado (M1) desde la unidad de pila de combustible (200) y / o desde la unidad de electrólisis (300), de modo que esta masa de fluido pueda descargarse con un caudal másico de descarga (M2), que es menor que el caudal másico de lavado (M1), fuera de un elemento de flujo de salida (40) conectado en conexión de fluido a la segunda sección del canal de descarga (21) donde la cámara de almacenamiento (31) es expansible por la masa de fluido a descargar en forma de pulso con el caudal másico de lavado (M1) desde la unidad de pila de combustible (200) y / o desde la unidad de electrólisis (300) y un sensor de nivel de llenado (35) está asignado al acumulador intermedio (30), que está configurado y dispuesto para detectar un estado de expansión de la cámara de almacenamiento (31).
2. Disposición de lavado (100) según la reivindicación 1, caracterizada porque la cámara de almacenamiento (31) está configurada como fuelle o acumulador de pistón o acumulador de vejiga o acumulador de membrana rodante.
3. Disposición de lavado (100) según la reivindicación 2, caracterizada porque la cámara de almacenamiento (31) configurada como fuelle está configurada para volver a su estado no expandido (E0) mediante fuerza gravitacional.
4. Disposición de lavado (100) según la reivindicación 2 o 3, caracterizada porque, en su estado expandido (E1), la cámara de almacenamiento (31) configurada como fuelle tiene un volumen inferior a 3 litros.
5. Disposición de lavado (100) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la cámara de almacenamiento comprende un separador de agua dispuesto en el interior, de modo que el agua separada de una central doméstica de energía pueda ser devuelta para su uso posterior.
6. Disposición de lavado (100) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento de flujo de salida (40) está diseñado para un caudal másico de descarga (M2) no superior a 2,5 NI / min por kW de potencia nominal de la pila de combustible.
7. Disposición de lavado (100) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por un separador gas-líquido (50) y / o un tanque de compensación (60), que están dispuestos en un canal lateral (45) del dispositivo de lavado (100) que se ramifica desde la segunda sección de canal de lavado (21).
8. Disposición de lavado (100) según la reivindicación 7, caracterizado porque el canal lateral (45) tiene forma de sifón.
9. Disposición de lavado (100) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento de flujo de salida (40) es, o comprende, un recombinador catalíticamente activo.
10. Disposición de lavado (100) según la reivindicación 9, caracterizada porque un compresor está asignado al recombinador para suministrar aire al recombinador, y cuyo control está acoplado en el tiempo con un control de la válvula de purga (10).
11. Disposición de lavado (100) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque un coeficiente de flujo del elemento de flujo de salida (40) es superior o igual al coeficiente de flujo de la válvula de purga (10).
12. Central doméstica de energía (500) con al menos una unidad de pila de combustible (200) y / o una unidad de electrólisis (300), caracterizada porque la central doméstica de energía (500) tiene una disposición de lavado (100) según una de las reivindicaciones anteriores, que está conectada para lavar la unidad de pila de combustible (200) a su lado de ánodo (200A) y / o para lavar la unidad de electrólisis (300) a su lado de cátodo (300K).
13. Central doméstica de energía (500) según la reivindicación 12, caracterizada por un sistema de ventilación de espacio de estancia con un canal de aire de suministro exterior (551,) a través del cual se puede conducir el aire de suministro al sistema de ventilación de espacio de estancia, un canal de aire de suministro de espacio a través del cual el aire puede ser guiado al espacio de estancia por el sistema de ventilación de espacio de estancia y con un canal de aire residual (555) a través del cual el aire residual del sistema de ventilación de espacio de estancia puede ser guiado al entorno circundante, donde el elemento de flujo de salida (40) del dispositivo de descarga (100) está

dispuesto de manera que la masa de fluido que sale del elemento de flujo de salida (40) pueda ser expulsada al entorno circundante a través del canal de aire residual (555).

5 14. Central doméstica de energía (500) según la reivindicación 12 o 13, caracterizada porque la presión de operación nominal de la cámara de almacenamiento (31) es inferior a 50 milibares, preferentemente inferior a 20 milibares, más preferentemente inferior a 10 milibares, por encima de una presión de operación del flujo de aire residual guiado a través del canal de aire residual (555).

10 15. Central doméstica de energía (500) según una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizada porque el lado del ánodo (200A) de la unidad de pila de combustible (200) está diseñado para una presión de funcionamiento no superior a 300 milibares.

15 16. Método para operar una central doméstica de energía (500) según una de las reivindicaciones 12 a 15, que comprende el paso de: expulsar la masa de fluido junto con el aire residual a través del canal de aire residual (555) al entorno circundante.

20 17. Método según la reivindicación 16, en el que la masa de fluido se expulsa con un caudal másico de descarga no superior a 2,5 NI / min por kW de potencia nominal de la pila de combustible y / o el aire residual se expulsa con un caudal volumétrico de al menos 500 m³ / h.

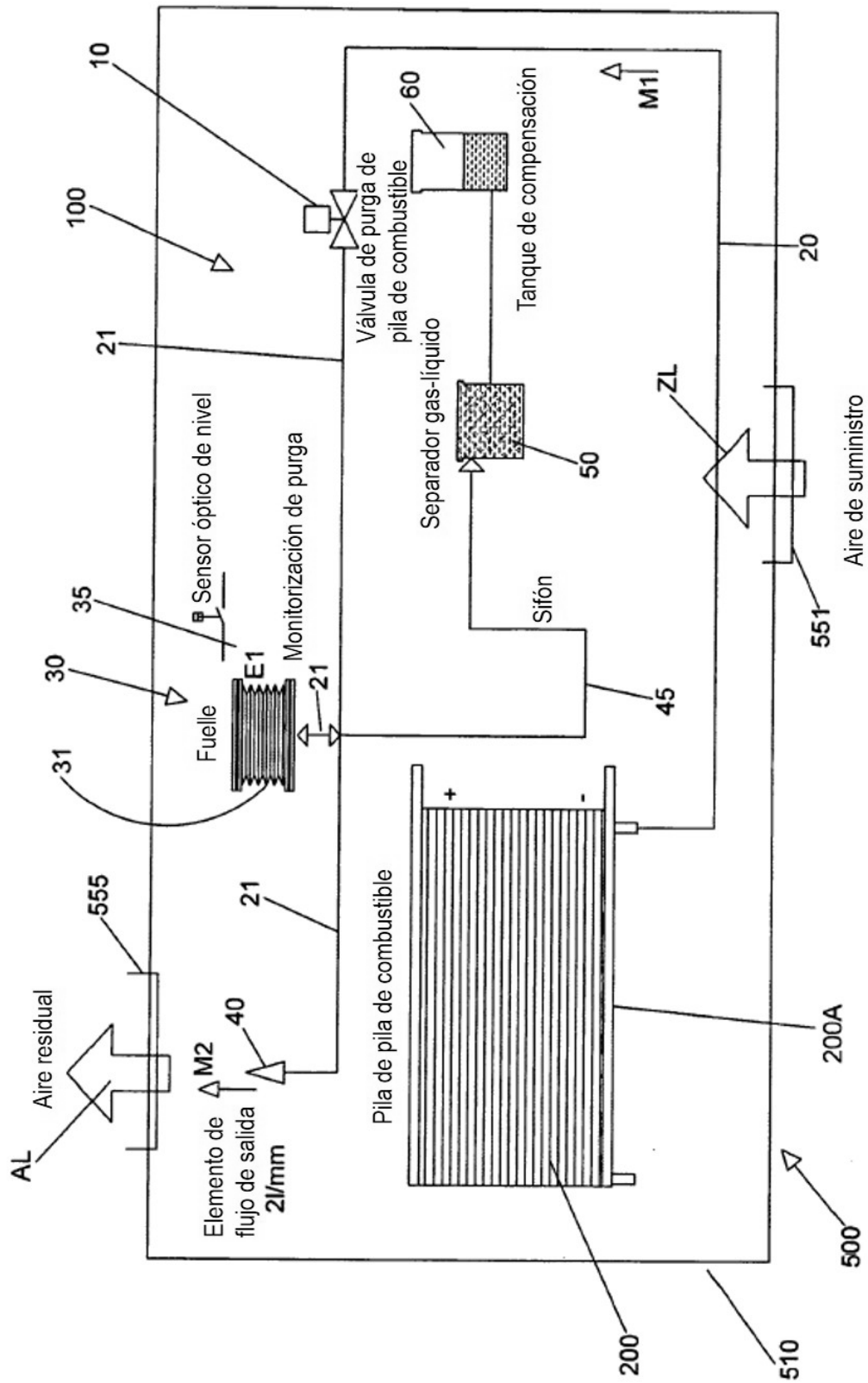


FIG. 1

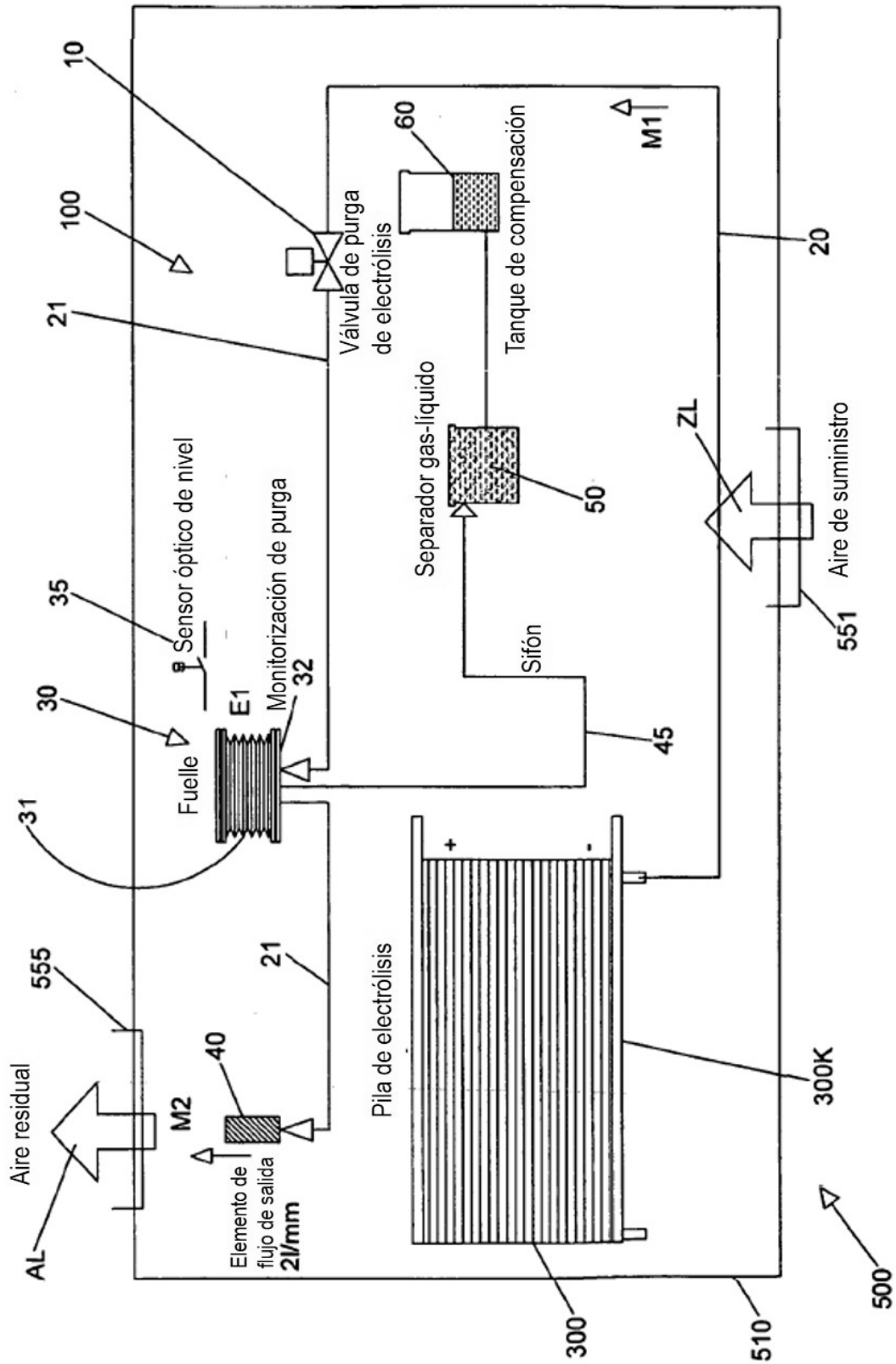


FIG. 2

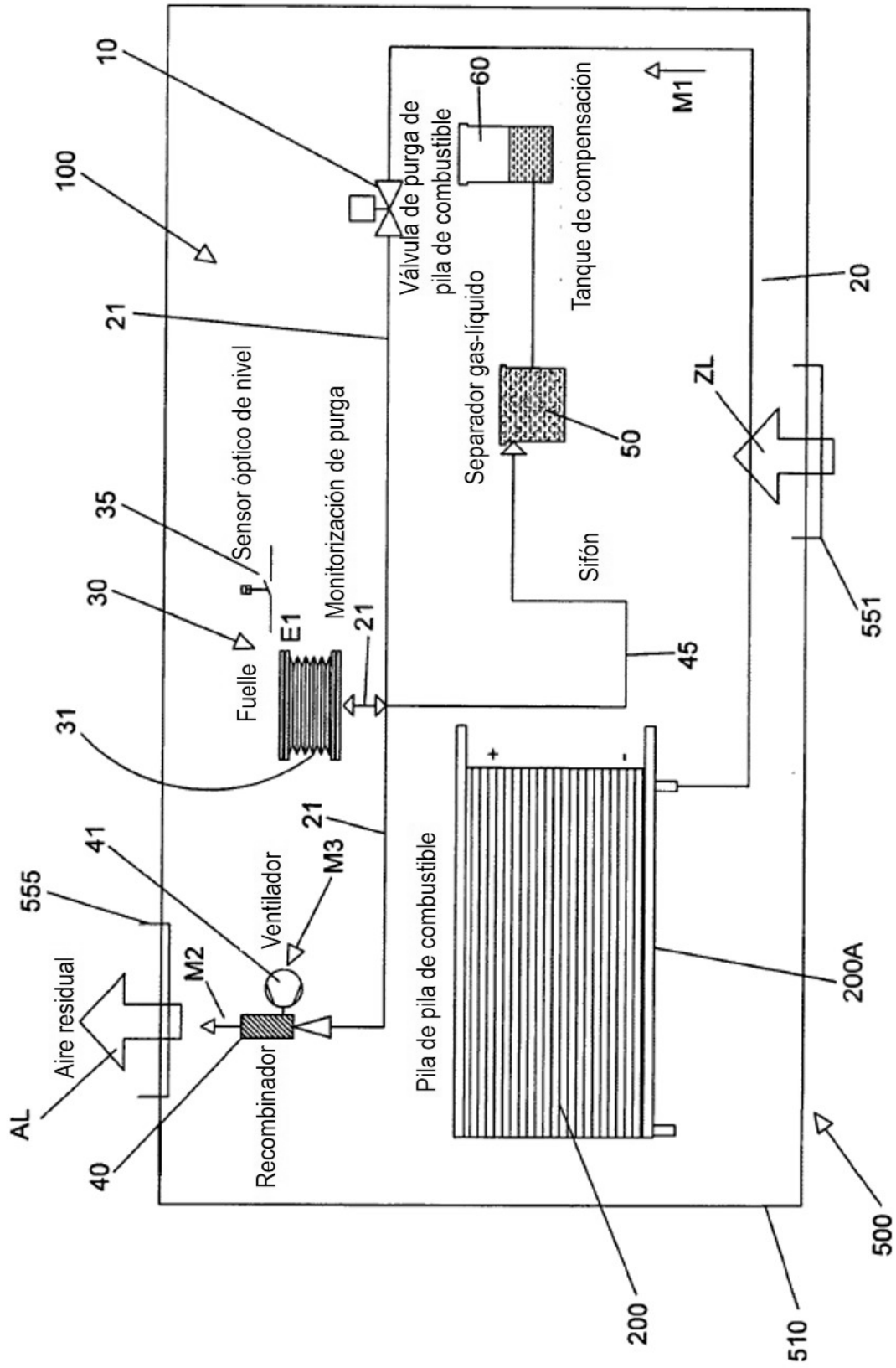


FIG. 3

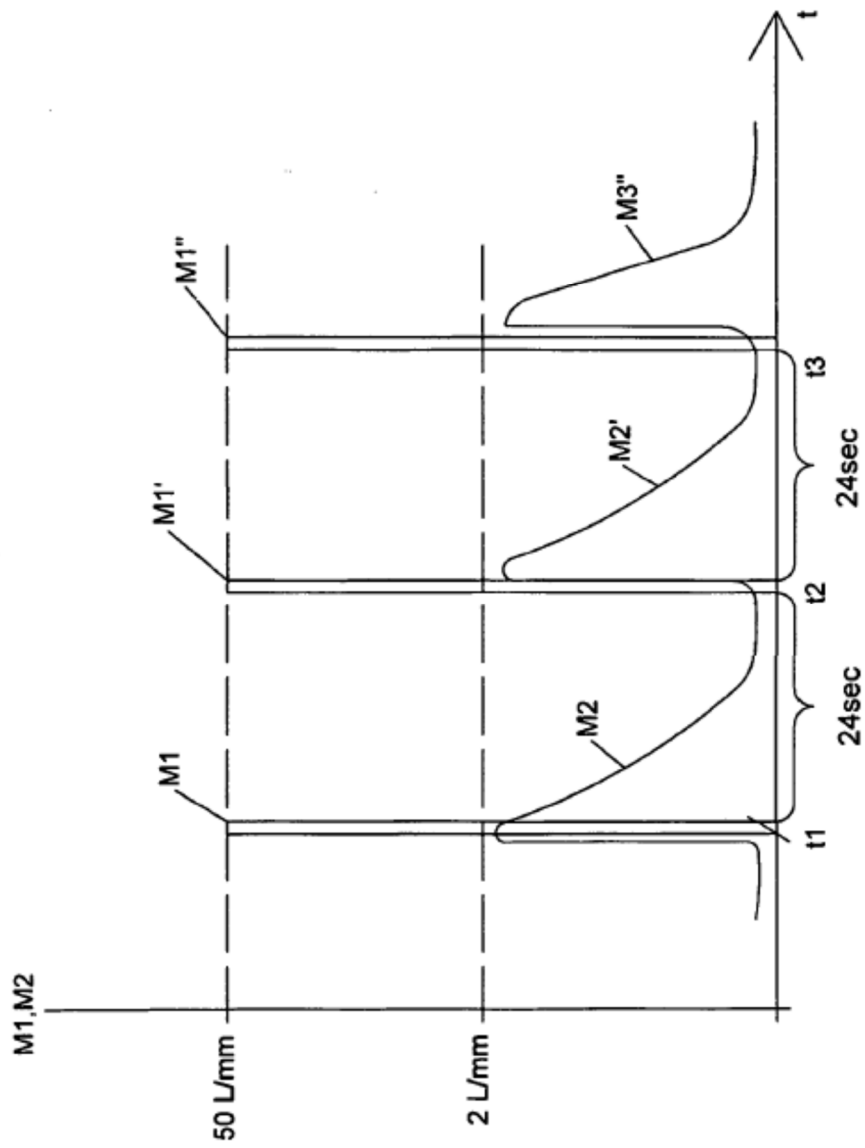


FIG. 4

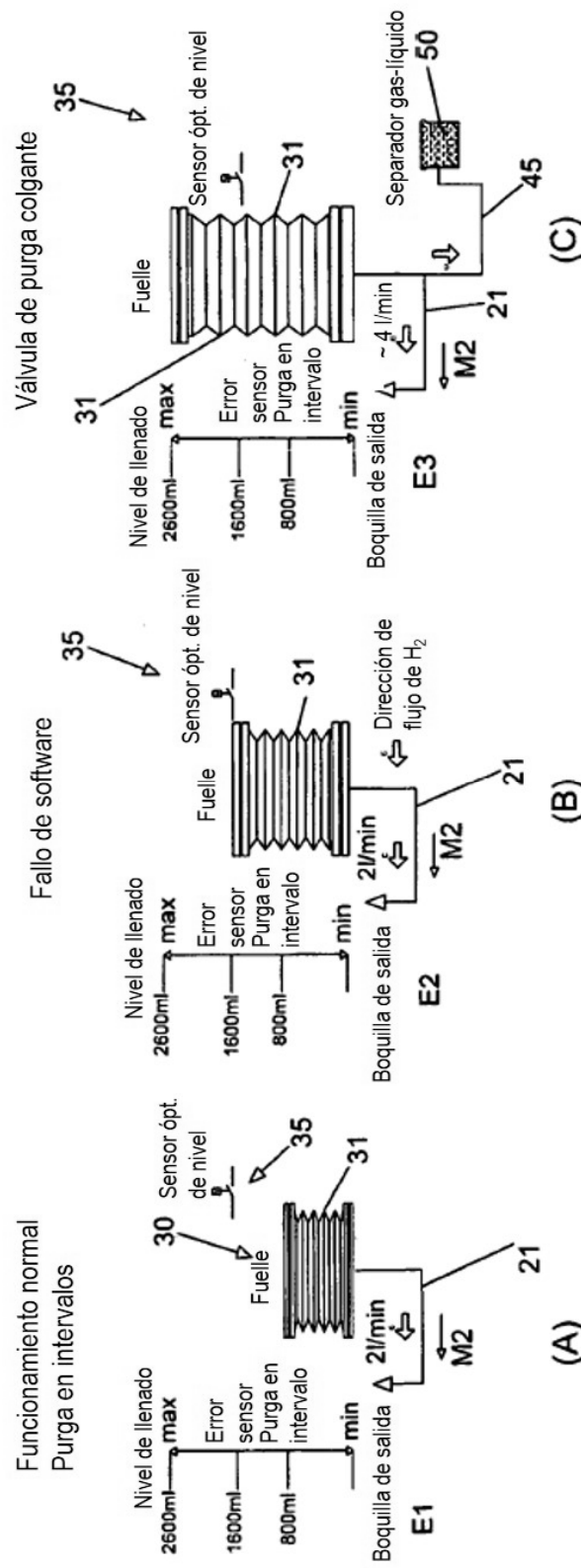


FIG. 5

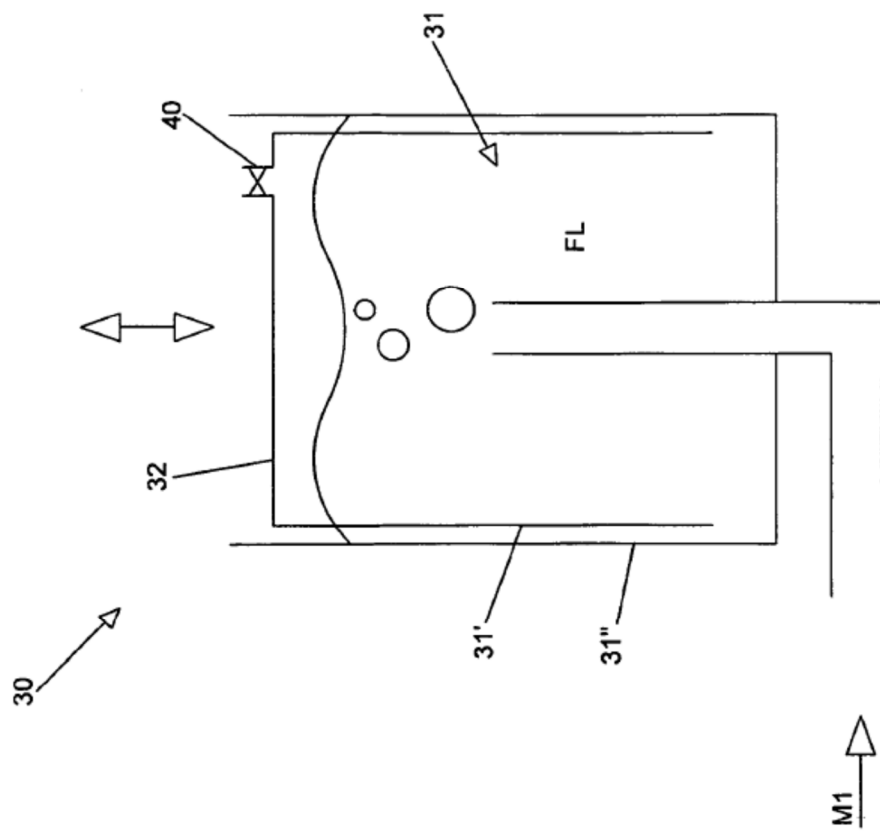


FIG. 6