

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 829**

51 Int. Cl.:

H01M 8/04119 (2006.01)

H01M 8/0662 (2006.01)

H01M 8/04791 (2006.01)

H01M 8/04746 (2006.01)

H01M 8/0438 (2006.01)

H01M 8/0444 (2006.01)

H01M 8/04313 (2006.01)

H01M 8/1018 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2020** **E 20185151 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2023** **EP 3771009**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para limpiar un componente de célula de combustible mediante aire comprimido, así como vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

26.07.2019 DE 102019211171

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.06.2024

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

ANTRACK, MARKUS y
PEYMANDAR, DE-NIANG MARIA

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 972 829 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 y dispositivo para limpiar un componente de célula de combustible mediante aire comprimido, así como vehículo ferroviario

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento y a un dispositivo para operar una unidad de célula de combustible para un vehículo ferroviario. La presente invención además hace referencia a un vehículo ferroviario correspondiente con un dispositivo de esa clase.

10 Un sistema de célula de combustible para utilizarse como fuente de accionamiento para un vehículo ferroviario. En el mismo, por ejemplo hidrógeno, como medio operativo, se oxida con oxígeno que se encuentra en un flujo de aire, para proporcionar energía de accionamiento para el vehículo ferroviario. Es un desafío el hecho de prolongar la vida útil de los componentes de un sistema de célula de combustible y de posibilitar un funcionamiento de un sistema de célula de combustible conveniente en cuanto a los costes.

15 Por la primera publicación de la solicitud DE 102 30 283 A1 se conocen un procedimiento y una disposición para limpiar los gases de componentes, que deben suministrarse a una célula de combustible para el funcionamiento, que no son convenientes para el funcionamiento de la célula de combustible, mediante un sistema de filtro dispuesto en un canal de suministro. Por la primera publicación de la solicitud DE 10 2009 043569 A1 se conoce un procedimiento para operar un sistema de célula de combustible, en el que el sistema de célula de combustible, durante un procedimiento de desconexión, es lavado con aire desde un dispositivo de transporte de aire, del lado de suministro de aire. Por la primera publicación de la solicitud DE 102 30 283 A1 se conoce un procedimiento para operar un sistema de humidificación para un sistema de célula de combustible para un vehículo a motor, en el que un contenido de agua líquida en un humidificador se determina mediante la medición de un flujo de fuga. Por último, por el documento US 2017/0200959 A1 se conocen un procedimiento, así como un sistema, para impedir una finalización de un flujo de retorno en una célula de combustible.

25 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y un dispositivo para operar una unidad de célula de combustible para un vehículo ferroviario, que respectivamente posibiliten un funcionamiento eficiente y conveniente en cuanto a los costes, de un sistema de célula de combustible. Además, un objeto consiste en proporcionar un vehículo ferroviario con un dispositivo de esa clase.

El objeto se soluciona mediante un procedimiento y un dispositivo con las características de las reivindicaciones independientes correspondientes. En las respectivas reivindicaciones dependientes se indican configuraciones y perfeccionamientos del procedimiento, así como del dispositivo.

30 Según un aspecto, un procedimiento para operar una unidad de célula de combustible para un vehículo ferroviario comprende una puesta a disposición de un flujo de aire comprimido y una puesta a disposición de una variable. Además, el procedimiento comprende un suministro del flujo de aire comprimido a través de un conducto de aire de suministro hacia un componente de célula de combustible de la unidad de célula de combustible y, debido a ello, la limpieza del componente de célula de combustible mediante el flujo de aire comprimido, en función de la variable.

35 Mediante el procedimiento descrito, de manera sencilla y conveniente en cuanto a los costes, es posible una limpieza intermedia de un componente de célula de combustible de una unidad de célula de combustible, mediante aire comprimido. Un lavado de esa clase con aire comprimido puede limpiar un componente de célula de combustible sucio, y mejorar nuevamente su funcionalidad, así como su eficiencia. Con ello, puede contribuirse a un funcionamiento prolongado de la unidad de célula de combustible y a un funcionamiento fiable de un vehículo ferroviario correspondiente. Un proceso de limpieza de esa clase, con aire comprimido, se realiza por ejemplo después de finalizado un intervalo de tiempo predeterminado y/o en base a una señal de medición de un sensor que, en comparación con un valor umbral predeterminado, permite obtener información sobre el estado del componente de célula de combustible.

45 El aire comprimido, así como el flujo de aire comprimido, en particular puede extraerse de un conducto de aire principal que habitualmente se encuentra presente, que está proporcionado en un vehículo ferroviario para la alimentación de aire comprimido de consumidores de flujo de masas de aire.

50 Los vehículos ferroviarios, como locomotoras, vagones, unidades automotoras, tranvías o ferrocarriles subterráneos, necesitan un suministro de aire comprimido fiable para distintos consumidores de masas de aire, como por ejemplo un sistema de frenado, una suspensión neumática y una instalación de retrete. Un suministro de aire comprimido de esa clase se genera por ejemplo mediante un compresor y se suministra al conducto de aire principal del vehículo ferroviario. El aire comprimido proporcionado en el conducto de aire principal puede derivarse desde el mismo y puede suministrarse a un consumidor conectado en cuanto al flujo, como flujo de aire comprimido. De manera alternativa, el procedimiento descrito también puede realizarse con otro flujo de gas. Expresado de otro modo, el término "flujo de aire" en general comprende un flujo de gas y no está limitado obligatoriamente al aire. Lo

correspondiente se aplica de forma análoga para el término "aire comprimido", que también puede denominarse como un gas que se encuentra bajo presión.

5 Según un perfeccionamiento preferente del procedimiento, la puesta a disposición de una variable comprende una predeterminación de un valor umbral de tiempo. Además, el procedimiento comprende un suministro del flujo de aire comprimido a través del conducto de aire de suministro hacia el componente de célula de combustible de la unidad de célula de combustible y, debido a ello, la limpieza del componente de célula de combustible mediante el flujo de aire comprimido, cuando el valor umbral de tiempo se ha superado.

10 Según la invención, la puesta a disposición de una variable comprende una detección de una señal de medición de un sensor que es representativa para una propiedad, relevante para el funcionamiento, de un aire del proceso, en un componente de célula de combustible de la unidad de célula de combustible. La puesta a disposición de una variable comprende además una determinación de un valor para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso, en el componente de célula de combustible, en función de la señal de medición detectada, y una comparación del valor determinado con un valor umbral predeterminado para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso. Además, el procedimiento comprende un suministro del flujo de aire comprimido a través de un conducto de aire de suministro, hacia el componente de célula de combustible de la unidad de célula de combustible, en función de la comparación del valor determinado con el valor umbral predeterminado para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso. Debido a esto, una limpieza del componente de célula de combustible se realiza mediante el flujo de aire comprimido.

20 Según la invención, el componente de célula de combustible está diseñado como una unidad de humidificación para humidificar un aire del proceso para la unidad de célula de combustible. El aire del proceso se refiere al aire que es suministrado a la unidad de célula de combustible para la transformación de energía.

25 Una unidad de humidificación se necesita en particular en las unidades de célula de combustible que requieren una cierta humedad del aire en el aire del proceso que debe procesarse. Por ejemplo, esto hace referencia a una célula de combustible con una membrana de polímero-electrolito (PEM) para el accionamiento de una plataforma de un tren regional. La tecnología PEM, debido a sus temperaturas de funcionamiento reducidas ($< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$), ofrece diversas posibilidades de aplicación, de modo que puede utilizarse tanto en rangos de potencia relativamente reducidos, como también en rangos de potencia relativamente elevados. En las células de combustible PEM que transportan flujos más intensos, la membrana de polímero-electrolito eventualmente requiere una humidificación del reactivo, para evitar que el mismo se deshidrate bajo carga.

30 Una capacidad para el intercambio de protones en un proceso de transformación de energía de las células de combustible es directamente proporcional a la humedad del polímero de la membrana de polímero-electrolito. Un polímero seco limita la conductividad de la membrana de polímero-electrolito, y provoca pérdidas en la célula de combustible. Para un funcionamiento eficiente de una unidad de célula de combustible de esa clase, por tanto, están proporcionados humidificadores o unidades de humidificación que actualmente, debido a intervalos de cambio cortos y fijos de los humidificadores, ocasionan costes de mantenimiento elevados de la unidad de célula de combustible.

35 En los conceptos de mantenimiento anteriores se prevé solamente un cambio regular, que depende de un estado, de un humidificador.

40 Mediante el procedimiento descrito puede alcanzarse una extensión de un intervalo de tiempo de la unidad de humidificación y, con ello, pueden reducirse los costes para el mantenimiento. La limpieza de la unidad de humidificación, debido al tiempo o al funcionamiento, con ello, contribuye a una vida útil de funcionamiento más prolongada de la unidad de humidificación, permitiendo además nuevamente mejorar la funcionalidad de una unidad de humidificación sucia. Por ejemplo, está predeterminado un valor umbral de tiempo de 6 semanas, de manera que después de finalizado un periodo de funcionamiento de la unidad de célula de combustible, de 6 semanas, se realiza automáticamente un lavado con aire comprimido de la unidad de humidificación. De manera alternativa, para realizar un proceso de limpieza de esa clase también son posibles otros intervalos de tiempo, como por ejemplo cada 4 semanas o después de 450 horas de funcionamiento.

50 Una longitud del intervalo de tiempo para la limpieza en función del tiempo puede determinarse mediante un modelo de carga. Un modelo de carga de esa clase por ejemplo puede definirse en función de conocimientos sobre el entorno de funcionamiento del vehículo ferroviario, en particular en función de concentraciones conocidas de gases nocivos determinados y partículas en el aire ambiente de la vía en la que se utiliza o debe utilizarse el vehículo ferroviario. Mediante una estimación de la carga de la membrana de la unidad de humidificación con esas sustancias, el funcionamiento de la unidad de humidificación puede determinarse en el tiempo, de modo que puede definirse un intervalo de tiempo correspondiente, después del cual debe realizarse una limpieza de la unidad de humidificación para garantizar el funcionamiento de la unidad de humidificación. De manera alternativa o complementaria, esas estimaciones pueden confirmarse o corregirse mediante mediciones prácticas, en particular

55 utilizando un sensor de humedad. De manera ventajosa, mediante la utilización de un modelo de carga para

determinar un intervalo de tiempo adecuado puede prescindirse de la utilización de un sensor de humedad durante el funcionamiento del vehículo ferroviario.

5 Debido al funcionamiento, un sensor de humedad o un sensor de humedecimiento puede determinar una reducción de una humedad del aire, en cuanto al flujo, a continuación de la unidad de humidificación. En comparación con un valor umbral predeterminado de humedad del aire puede iniciarse después un lavado con aire comprimido. De manera alternativa o adicional, un sensor de humedad puede estar proporcionado, en cuanto al flujo, delante de la unidad de humidificación, y puede posibilitar una comparación de la humedad del aire, del aire del proceso, delante y detrás de la unidad de humidificación.

10 Si el componente de célula de combustible está diseñado como unidad de humidificación, entonces la propiedad, relevante para el funcionamiento, está diseñada como humedad del aire, del aire del proceso, y un sensor que se encuentra presente, como sensor de humedad, está diseñado para detectar la humedad del aire, del aire del proceso, en la unidad de humidificación.

15 El procedimiento, según un perfeccionamiento de esa clase, comprende una detección de una humedad del aire, del aire del proceso, para la unidad de célula de combustible en la unidad de humidificación, y una comparación de la humedad del aire detectada con un valor umbral predeterminado para la humedad del aire, del aire del proceso, en la unidad de humidificación. El procedimiento comprende además un suministro del flujo de aire comprimido a través del conducto de aire de suministro hacia la unidad de humidificación, cuando la humedad del aire detectada se encuentra por debajo del valor umbral predeterminado para la humedad del aire.

20 En una forma de ejecución, la unidad de humidificación presenta una membrana y dos sensores de humedad. Un sensor de humedad está dispuesto en la unidad de humidificación en la membrana, y otro sensor de humedad está dispuesto en la unidad de humidificación, en cuanto al flujo, a continuación de la membrana. El procedimiento, según una forma de ejecución de esa clase, comprende una detección de una primera humedad del aire, del aire del proceso, en la membrana de la unidad de humidificación, mediante el sensor de humedad, y una detección de una segunda humedad del aire, del aire del proceso, en cuanto al flujo, detrás de la membrana de la unidad de humidificación, mediante el otro sensor de humedad. El procedimiento comprende además una comparación de la primera y la segunda humedad del aire detectada, del aire del proceso, y un suministro del flujo de aire comprimido a través del conducto de suministro, hacia la unidad de humidificación, en función de la comparación de la primera y la segunda humedad del aire detectada.

30 Con relación a la presente invención se tiene conocimiento de que un factor técnico de influencia limitante, en un intervalo de cambio de una unidad de humidificación, de por ejemplo 7000 horas de funcionamiento, es una membrana utilizada en la unidad de humidificación. La membrana en la unidad de humidificación se obstruye debido a que el aire del proceso, después de circular por las células de combustible, es conducido nuevamente de regreso hacia la unidad de humidificación. El intervalo de cambio puede extenderse prolongando la vida útil de la membrana utilizada. Mediante el procedimiento descrito, la vida útil puede prolongarse mediante el lavado con aire comprimido. Los efectos de limpieza que se producen debido a ello durante el lavado retrasan la obstrucción y el ensuciamiento de una membrana de esa clase.

40 El proceso de limpieza puede comprender un lavado del componente de célula de combustible con distintas presiones y flujos volumétricos del flujo de aire comprimido. El proceso de limpieza puede comprender además un lavado con aire comprimido que sigue un curso de presión predeterminado. Por ejemplo, inicialmente tiene lugar un suministro del flujo de aire comprimido con una presión de 1,0-1,5 bar y después se aumenta brevemente hasta 2 bar. También es posible un lavado pulsado del componente de célula de combustible con un flujo de aire comprimido.

45 Según otro aspecto, un dispositivo para operar una unidad de célula de combustible para un vehículo ferroviario presenta un conducto de aire de suministro para conducir un flujo de aire comprimido, que, en cuanto al flujo, puede acoplarse a un conducto de aire principal para conducir aire comprimido y para la alimentación de consumidores de flujo de masas de aire del vehículo ferroviario. El dispositivo presenta además un componente de célula de combustible para el tratamiento de aire del proceso para la unidad de célula de combustible, que está acoplado, en cuanto al flujo, al conducto de aire de suministro, de manera que el flujo de aire comprimido, a través del conducto de aire de suministro, puede introducirse en el componente de célula de combustible, y debido a ello puede realizarse una limpieza del componente de célula de combustible.

50 Según la invención, el dispositivo presenta al menos un sensor que está acoplado al componente de célula de combustible, y que está configurado para detectar una señal de medición que es representativa para una propiedad, relevante para el funcionamiento, de un aire del proceso, en el componente de célula de combustible.

Al menos un sensor está diseñado como un sensor de humedad y está configurado para detectar una humedad del aire, del aire del proceso, en una unidad de humidificación. La unidad de humidificación constituye un componente de célula de combustible para humidificar el aire del proceso para la unidad de célula de combustible.

5 El dispositivo, según un perfeccionamiento preferente, comprende un acumulador de aire comprimido para recibir y descargar aire comprimido que, en cuanto al flujo, está acoplado al conducto de aire de suministro y que proporciona el flujo de aire comprimido para limpiar el componente de célula de combustible.

Además, el dispositivo puede presentar una unidad neumática para regular el flujo de aire a través del conducto de aire de suministro que, en cuanto al flujo, está dispuesta delante del componente de célula de combustible. La unidad neumática, por ejemplo, comprende una válvula o una válvula de mariposa que está dispuesta en el
10 conducto de aire de suministro y que regula una circulación del flujo de aire comprimido. Por ejemplo, el conducto de aire de suministro está acoplado a un conducto de aire principal de un vehículo ferroviario, en el que está proporcionado un aire comprimido con una presión de aproximadamente 10 bar. En el conducto de aire de suministro, mediante el acumulador de aire comprimido y/o mediante la unidad neumática, la presión del aire se regula a menos bares, por ejemplo 2 bar, y se suministra para un proceso de limpieza del componente de célula de
15 combustible.

El procedimiento antes descrito en particular puede realizarse mediante una configuración del dispositivo que, en forma de una bifurcación del conducto de aire principal, realiza un sistema de limpieza intermedia que con un flujo de aire comprimido posibilita una limpieza del componente de célula de combustible. Debido a que el dispositivo posibilita un proceso de limpieza según una forma de ejecución del procedimiento antes descrito, las propiedades y
20 las características descritas del procedimiento también se describen para el dispositivo, y de forma inversa.

Según otro aspecto, un vehículo ferroviario comprende un conducto de aire principal para conducir aire comprimido y para la alimentación de consumidores de flujo de masas de aire del vehículo ferroviario, y una unidad de célula de combustible para proporcionar energía de accionamiento para el vehículo ferroviario. El vehículo ferroviario presenta además una configuración del dispositivo antes descrito para operar la unidad de célula de combustible, que
25 posibilita un proceso de limpieza de un componente de célula de combustible de la unidad de célula de combustible. De este modo, el conducto de aire de suministro, en cuanto al flujo, está acoplado al conducto de aire principal, y el componente de célula de combustible, en cuanto al flujo, está acoplado a la unidad de célula de combustible. El vehículo ferroviario, por ejemplo, implementa un tren de accionamiento que utiliza el dispositivo para limpiar una unidad de humidificación.

30 Debido a que el vehículo ferroviario comprende una configuración del dispositivo antes descrito, las propiedades y características descritas del dispositivo se describen también para el vehículo ferroviario, y de forma inversa.

Mediante la utilización de aire comprimido para la limpieza intermedia de la unidad de humidificación, la misma puede funcionar por más tiempo. Con respecto al subsistema de la célula de combustible, el cambio preventivo de un humidificador en el mantenimiento se asocia a un aumento relativo de los costes. Mediante el procedimiento
35 descrito, el dispositivo descrito y el vehículo ferroviario descrito pueden ahorrarse costes para el mantenimiento o para un cambio.

El sistema de limpieza intermedia mediante aire comprimido, que puede realizarse con el dispositivo, en particular utiliza el aire comprimido que ya se encuentra en el vehículo ferroviario. De manera alternativa también puede proporcionarse por separado aire comprimido para el proceso de limpieza. Un compresor central del vehículo
40 ferroviario proporciona aire comprimido para distintos consumidores de masas de aire, como un sistema de frenado, una suspensión neumática y una instalación de retrete. La utilización del aire comprimido como un recurso que ya se encuentra presente es ventajosa, porque el mismo ya está previamente limpiado y puede prescindirse de un sistema de filtro adicional. El aire comprimido no debe generarse mediante un componente adicional, porque el aire comprimido se extrae desde el conducto principal.

45 El aire extraído circula por un conducto de aire de suministro, en dirección de un recipiente de presión, para el almacenamiento. El recipiente de presión, mediante un sistema de control, unidades neumáticas, como válvulas, válvulas de mariposa, etc., y un tubo flexible, está conectado a la unidad de humidificación en cuanto al flujo.

Si el dispositivo presenta una unidad de humidificación y un sensor de humedad, el mismo está dispuesto en la membrana de la unidad de humidificación y mide la humedad del aire, del aire del proceso. Debido a la obstrucción
50 de la membrana, al transcurrir el tiempo de funcionamiento, se reduce la humedad. A partir de un valor límite definido que representa el valor umbral predeterminado para la humedad del aire, en base a la señal de medición del sensor de humedad, se presenta una señal en el control del recipiente de presión. A continuación se inicia una circulación del aire comprimido almacenado a través de la membrana.

Con ello, no sólo pueden ahorrarse costes para las unidades de humidificación que se cambian, durante un ciclo de vida de por ejemplo 30 años, sino que también pueden mantenerse reducidas las existencias de repuestos, de unidades de humidificación, que deben tenerse a disposición en un depósito.

5 Mediante la limpieza intermedia regular de la membrana de la unidad de humidificación, mediante aire comprimido, probablemente pueden duplicarse las horas de funcionamiento de la unidad de humidificación, hasta un cambio. Por ejemplo, se instalan tres unidades de humidificación para una unidad de célula de combustible, de modo que, de manera correspondiente, pueden ahorrarse costes elevados para el mantenimiento.

10 Las propiedades, características y ventajas de la invención, descritas anteriormente, así como el modo de alcanzar las mismas, se explican además mediante la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución, en combinación con las figuras correspondientes. Muestran:

Figura 1 una representación esquemática de un vehículo ferroviario con una unidad de célula de combustible, y

Figura 2 un ejemplo de ejecución esquemático de un dispositivo para operar la unidad de célula de combustible según la figura 1,

15 Figura 3 otro dispositivo para operar la unidad de célula de combustible según la figura 1, y

Figura 4 un diagrama de operaciones para un procedimiento para operar la unidad de célula de combustible según la figura 1.

20 Los elementos con la misma construcción o función están identificados con los mismos símbolos de referencia en todas las figuras. Para una mayor claridad eventualmente no todos los elementos representados, en todas las figuras, están identificados con los símbolos de referencia correspondientes.

La figura 1, en una representación esquemática, muestra un vehículo ferroviario 100 con un dispositivo 10 que está diseñado para operar una unidad de célula de combustible 20 del vehículo ferroviario 100. La unidad de célula de combustible 20 en particular está diseñada para proporcionar energía de accionamiento para el vehículo ferroviario 100 en base a un proceso químico de transformación.

25 El vehículo ferroviario 100 presenta un conducto de aire principal 1 que proporciona aire comprimido para la alimentación de consumidores de flujo de masas de aire conectados. Los consumidores de flujo de masas de aire son por ejemplo un sistema de frenado, un mecanismo de puerta, una instalación de retrete o una suspensión neumática del vehículo ferroviario 100, que funcionan mediante aire comprimido. Como se describe a continuación, el dispositivo 10 constituye un sistema de limpieza de aire comprimido y representa otro consumidor de flujo de
30 masas de aire que utiliza el aire comprimido desde el conducto de aire principal 1. El dispositivo 10 posibilita un lavado y una limpieza de un componente de célula de combustible 6, 16, contribuyendo con ello a un funcionamiento eficiente y conveniente en cuanto a los costes de la unidad de célula de combustible 20 y del vehículo ferroviario 100.

35 La figura 2, en una vista esquemática, muestra un ejemplo de ejecución del dispositivo 10, que presenta un conducto de aire de suministro 2 que, en cuanto al flujo, está acoplado al conducto de aire principal 1 del vehículo ferroviario 100. El aire comprimido en el conducto principal 1, por ejemplo, está proporcionado y limpiado previamente mediante un compresor central del vehículo ferroviario 100.

40 El aire comprimido extraído del conducto principal 1, como flujo de aire comprimido, circula por el conducto de aire de suministro 2 en dirección de un recipiente de aire comprimido o acumulador de aire comprimido 3, para el almacenamiento. El acumulador de aire comprimido 3 está acoplado a una unidad de control 4 que controla un flujo de aire a través del conducto de aire de suministro 2. Además, una o varias unidades neumáticas 5 están acopladas al conducto de aire de suministro 2, que por ejemplo controlan una válvula o una válvula de mariposa, y un flujo de aire a través del conducto de aire de suministro 2. Además, el conducto de aire de suministro 2 está conectado a un componente de célula de combustible, en cuanto al flujo, que según el ejemplo de ejecución representado en la
45 figura 2 está realizado como una unidad de humidificación 6.

La unidad de humidificación 6 presenta una membrana 61. La membrana, en la figura 2, está indicada como un elemento rectangular con líneas verticales. Adicionalmente están dispuestos dos sensores de humedad 8 que están configurados para medir una humedad del aire como propiedad, relevante para el funcionamiento, de un aire del proceso. El aire del proceso se suministra a la unidad de célula de combustible para el proceso de transformación de energía. Un sensor de humedad 8 está dispuesto en la membrana 61 y el otro sensor de humedad 8, en cuanto al
50 flujo, está dispuesto a continuación de la membrana 61.

Con el transcurso del tiempo de funcionamiento la membrana 61 se obstruye, de manera que, en cuanto al flujo, a continuación de la membrana 61, se reduce la humedad del aire en el aire del proceso. A partir de que se alcanza un valor inferior a un valor umbral definido para la humedad del aire en el aire del proceso, en base a la señal de medición del sensor o de los sensores de humedad 8, se presenta una señal en la unidad de control 4 del acumulador de aire comprimido 3. A continuación, un flujo de aire comprimido se libera desde el acumulador de aire comprimido 3 y mediante la unidad neumática 5, de forma controlada, se suministra a la unidad de humidificación 6. Con ello, tiene lugar flujo dirigido y una limpieza de la membrana 61 con el aire comprimido almacenado.

De ese modo pueden retrasarse los costes para un cambio de la unidad de humidificación 6 y puede prolongarse la duración de funcionamiento fiable de la unidad de humidificación 6. Mediante la limpieza intermedia regular de la membrana 61 de la unidad de humidificación 6, mediante aire comprimido, probablemente pueden duplicarse las horas de funcionamiento de la unidad de humidificación 6, hasta un cambio. Por ejemplo, se instalan tres unidades de humidificación 6 para una unidad de célula de combustible 20, de modo que, de manera correspondiente, pueden ahorrarse costes elevados para el mantenimiento.

Además están indicados otros acoplamientos 11-15 en cuanto al flujo. Entre otros, se ilustra un acoplamiento 11 para el aire del proceso, que es proporcionado por un compresor del sistema de célula de combustible y que se suministra a la unidad de humidificación 6. Además, se ilustra un acoplamiento para el aire del proceso, que se suministra después de un paso por la unidad de humidificación 6 de la unidad de célula de combustible 20. El acoplamiento 13 ilustra el aire del proceso reconducido desde la unidad de célula de combustible 20, que se suministra para otra humidificación de la unidad de humidificación 6. El acoplamiento 15 representa una salida para un aire de extracción, del aire del proceso y/o del flujo de aire comprimido. El acoplamiento 14 constituye otra salida para el aire del proceso y/o para el flujo de aire comprimido desde la unidad de humidificación 6, en dirección del canal de aire de extracción 15.

El dispositivo 10, con ello, proporciona un sistema de limpieza para un componente de célula de combustible 6, 16 y, en cuanto al flujo, conecta el conducto de aire principal 1 del vehículo ferroviario 100 con el circuito del sistema de célula de combustible, que comprende la unidad de célula de combustible 20.

La figura 3, en una vista esquemática, muestra otro dispositivo 10 que no es un objeto de la invención. El dispositivo posibilita un proceso de limpieza para un componente de célula de combustible en la realización de una unidad de filtro 16. La unidad de filtro 16 está dispuesta en un canal de flujo 9 y comprende por ejemplo un sistema de filtro de partículas 161 de varias capas que se ensucia y obstruye con el transcurso del tiempo de funcionamiento. El dispositivo 10 presenta dos sensores de presión 18, de los cuales uno, en cuanto al flujo, está dispuesto delante del sistema de filtro de partículas 161, y el otro, en cuanto al flujo, está dispuesto detrás de dicho sistema. Los sensores de presión 18 están configurados para medir un aire comprimido como variable, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso en la unidad de filtro 16. Mediante un control del aire comprimido, en base a señales de medición del sensor o de los sensores de presión 8, puede iniciarse una limpieza intermedia de la unidad de filtro 16 con aire comprimido. De manera alternativa o adicional, un proceso de limpieza también puede realizarse después de finalizado un intervalo de tiempo predeterminado. Esa opción de limpieza también puede preverse en el ejemplo de ejecución con la unidad de humidificación 6 según la figura 2.

Después de un procedimiento de limpieza de esa clase, la unidad de filtro 16 utilizada posee una calidad y una pureza comparables, como una unidad de filtro nueva de fábrica, de manera que son posibles ahorros de costes considerables. Para una distribución provechosa del aire comprimido que puede introducirse en la unidad de filtro 16, el dispositivo 10 además puede presentar un conducto de aire comprimido 19 extensible.

La unidad de filtro 16 también puede estar sometida a un plan de limpieza controlado en el tiempo. El mismo prevé por ejemplo una limpieza intermedia semanal para asegurar que con un aire comprimido, utilizado en forma reducida, del flujo de aire comprimido suministrado, el sistema de filtro de partículas 161 pueda limpiarse sin daños. Después de un periodo definido, mediante la unidad de control 4 del acumulador de aire comprimido 3, tiene lugar un inicio del proceso de limpieza y comienza a circular un flujo a través de la unidad de filtro 16, con el aire comprimido almacenado.

En un proceso de lavado de esa clase, por ejemplo, al mismo tiempo un canal de aire de extracción 15, en cuanto al flujo, se bloquea detrás de la unidad de filtro 16 con una tapa de bloqueo 17. El aire de extracción que se produce durante el proceso de limpieza preferentemente se suministra al ambiente mediante el canal de aire de extracción 15 separado.

Con ello, pueden ahorrarse o reducirse costes elevados para el mantenimiento, ya que en general dos o más unidades de filtro 16 están instaladas por sistema de célula de combustible.

La figura 4 muestra un diagrama de operaciones para un procedimiento para realizar un proceso de limpieza de la unidad de humidificación 6, así como de la unidad de filtro 16. En una etapa S1, se extrae aire comprimido desde el

conducto principal 1, se almacena en el acumulador de aire comprimido 3 y se proporciona para un proceso de limpieza.

5 En una etapa S3, por ejemplo, se determina la finalización de un periodo de tiempo. De manera alternativa o adicional, mediante los sensores de humedad 8 o los sensores de presión 18 se detecta una humedad del aire, así como una presión del aire en el aire del proceso.

En una etapa S5 se determina si se ha superado un intervalo de tiempo predeterminado o un valor umbral de tiempo predeterminado, y/o la humedad del aire determinada o la presión del aire determinada se compara con un valor umbral predeterminado correspondiente.

10 En una etapa S7, aire comprimido almacenado se libera de forma controlada desde el acumulador de aire comprimido 3, y a la unidad de humidificación 6, así como a la unidad de filtro 16, se suministra un flujo de aire comprimido para la limpieza cuando se ha determinado que se ha superado el valor umbral de tiempo predeterminado, y/o cuando se ha determinado que la humedad del aire determinada o la presión del aire determinada se encuentra por debajo del valor umbral predeterminado correspondiente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para operar una unidad de célula de combustible (20) para un vehículo ferroviario (100), que comprende:

- la puesta a disposición de un flujo de aire comprimido (S1),

5 - la puesta a disposición de una variable, y

- el suministro del flujo de aire comprimido a través de un conducto de aire de suministro (2) hacia un componente de célula de combustible (6) de la unidad de célula de combustible (20) y, debido a ello, la limpieza del componente de célula de combustible (6) mediante el flujo de aire comprimido, en función de la variable, en el que la puesta a disposición de la variable comprende una detección de una señal de medición de al menos un sensor (8), que es representativa para una propiedad, relevante para el funcionamiento, de un aire del proceso en el componente de célula de combustible (6) de la unidad de célula de combustible (20), y una determinación de un valor para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso en el componente de célula de combustible (6) en función de la señal de medición detectada, y una comparación del valor determinado con un valor umbral predeterminado para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso, y en el que el suministro del flujo de aire comprimido a través del conducto de aire de suministro (2) hacia el componente de célula de combustible (6) de la unidad de célula de combustible (20) y, debido a ello, la limpieza del componente de célula de combustible (6) mediante el flujo de aire comprimido, se realiza en función de la comparación del valor determinado con el valor umbral predeterminado para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso, y

20 en el que el componente de célula de combustible está diseñado como unidad de humidificación (6) para humidificar el aire del proceso para la unidad de célula de combustible (20), la propiedad, relevante para el funcionamiento, está diseñada como humedad del aire, del aire del proceso, en la unidad de humidificación (6), y al menos un sensor está diseñado como sensor de humedad (8) para detectar la humedad del aire, del aire del proceso, en la unidad de humidificación (6), que comprende:

25 - la detección de una humedad del aire, del aire del proceso, para la unidad de célula de combustible (20) en la unidad de humidificación (6).

- la comparación de la humedad del aire detectada con un valor umbral predeterminado para la humedad del aire, del aire del proceso, en la unidad de humidificación (6), y

30 - el suministro del flujo de aire comprimido a través del conducto de aire de suministro (2) hacia la unidad de humidificación (6), cuando la humedad del aire detectada se encuentra por debajo del valor umbral predeterminado para la humedad del aire.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la puesta a disposición de las variables comprende una predeterminación de un valor umbral de tiempo, y en el que el suministro del flujo de aire comprimido a través del conducto de aire de suministro (2) hacia el componente de célula de combustible (6) de la unidad de célula de combustible (20) y, debido a ello, la limpieza del componente de célula de combustible (6), se realiza mediante el flujo de aire comprimido, cuando se ha superado el valor umbral de tiempo predeterminado.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la unidad de humidificación (6) presenta una membrana (61), y un sensor de humedad (8) en la unidad de humidificación (6), en cuanto al flujo, está dispuesto delante de la membrana (61), y otro sensor de humedad (8) en la unidad de humidificación (6), en cuanto al flujo, está dispuesto detrás de la membrana (61), que comprende:

- la detección de una primera humedad del aire, del aire del proceso, en cuanto al flujo, delante de la membrana (61) de la unidad de humidificación (6), mediante el sensor de humedad (8),

- la detección de una segunda humedad del aire, del aire del proceso, en cuanto al flujo, detrás de la membrana (61) de la unidad de humidificación (6), mediante el otro sensor de humedad (8),

45 - la comparación de la primera y la segunda humedad del aire detectadas, del aire del proceso, de una con otra, y

- el suministro del flujo de aire comprimido a través del conducto de aire de suministro (2), hacia la unidad de humidificación (6), en función de la comparación de la primera y la segunda humedad del aire detectadas.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende:

- la predeterminación de un valor umbral de tiempo (S5), y

5 - el suministro del flujo de aire comprimido hacia el componente de célula de combustible (6) de la unidad de célula de combustible (20) y, debido a ello, la limpieza del componente de célula de combustible (6) mediante el flujo de aire comprimido en función del valor umbral de tiempo predeterminado y del valor determinado para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso, en el componente de célula de combustible (6).

5. Dispositivo (10) para operar una unidad de célula de combustible (2) para un vehículo ferroviario (100), que presenta:

10 - un conducto de aire de suministro (2) para conducir un flujo de aire comprimido que, en cuanto al flujo, puede acoplarse a un conducto de aire principal (1) para la conducción de aire comprimido y para la alimentación de consumidores de flujo de masas de aire del vehículo ferroviario (100), y

15 - un componente de célula de combustible (6) para el tratamiento de aire del proceso para la unidad de célula de combustible (20), que está acoplado en cuanto al flujo al conducto de aire de suministro (2), de manera que el flujo de aire comprimido, a través del conducto de aire de suministro (2), puede introducirse en el componente de célula de combustible (6), y debido a ello puede realizarse una limpieza del componente de célula de combustible (6),

20 - al menos un sensor (8) que está acoplado al componente de célula de combustible (6), y que está configurado para detectar una señal de medición que es representativa para una propiedad, relevante para el funcionamiento, de un aire del proceso, en el componente de célula de combustible (6),

donde el componente de célula de combustible, como unidad de humidificación (6), está diseñado para humidificar el aire del proceso para la unidad de célula de combustible (20), y al menos un sensor, como sensor de humedad (8), está diseñado para detectar una humedad del aire, del aire del proceso, en la unidad de humidificación (6), como propiedad relevante para el funcionamiento,

25 donde el dispositivo está configurado:

para comparar un valor para la humedad del aire detectada, del aire del proceso, con un valor umbral predeterminado para la propiedad, relevante para el funcionamiento, del aire del proceso, y para suministrar el flujo de aire comprimido a través del conducto de aire de suministro (2) hacia la unidad de humidificación (6) y, debido a ello, para limpiar la unidad de humidificación (6) mediante el flujo de aire comprimido, cuando el valor para la humedad del aire se encuentra por debajo del valor umbral predeterminado.

35 6. Dispositivo (10) según la reivindicación 5, en el que la unidad de humidificación (6) presenta una membrana (61), y un sensor de humedad (8) en la unidad de humidificación (6) está dispuesto en la membrana (61), y otro sensor de humedad (8) en la unidad de humidificación (6), en cuanto al flujo, está dispuesto a continuación de la membrana (61).

7. Dispositivo (10) según la reivindicación 5 ó 6, que comprende:

un acumulador de aire comprimido (3) para recibir y descargar aire comprimido que, en cuanto al flujo, está acoplado al conducto de aire de suministro (2) y que proporciona el flujo de aire comprimido para limpiar el componente de célula de combustible (6).

8. Dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 5 a 7, que comprende:

40 una unidad neumática (5) para regular el flujo de aire a través del conducto de aire de suministro (2), donde la unidad neumática, en cuanto al flujo, está dispuesta delante del componente de célula de combustible (6).

9. Vehículo ferroviario (100), que comprende:

- un conducto de aire principal (1) para conducir aire comprimido y para la alimentación de consumidores de flujo de masas de aire del vehículo ferroviario (100),

45 - una unidad de célula de combustible (20) para proporcionar energía de accionamiento para el vehículo ferroviario (100) y

- un dispositivo (10) según una de las reivindicaciones 5 a 8 para operar la unidad de célula de combustible (20), donde el conducto de aire de suministro (2), en cuanto al flujo, está acoplado al conducto de aire principal (1), y el componente de célula de combustible (6, 16), en cuanto al flujo, está acoplado a la unidad de célula de combustible (20).

FIG 1

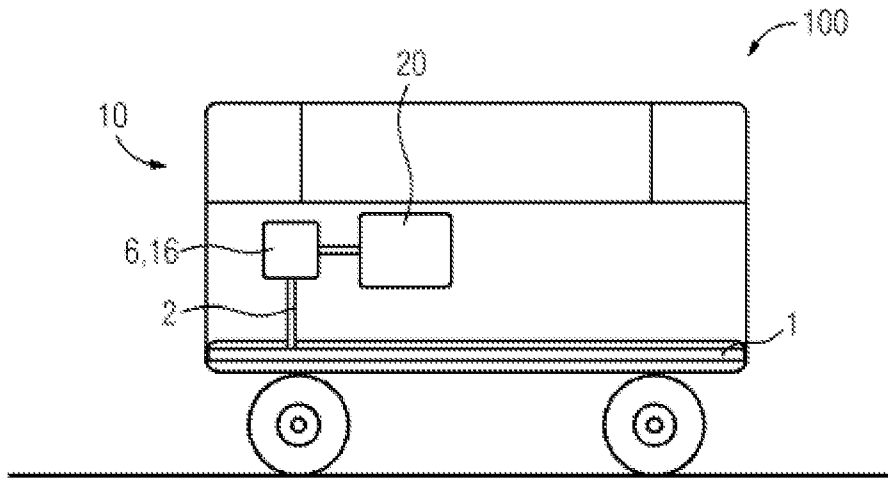


FIG 2

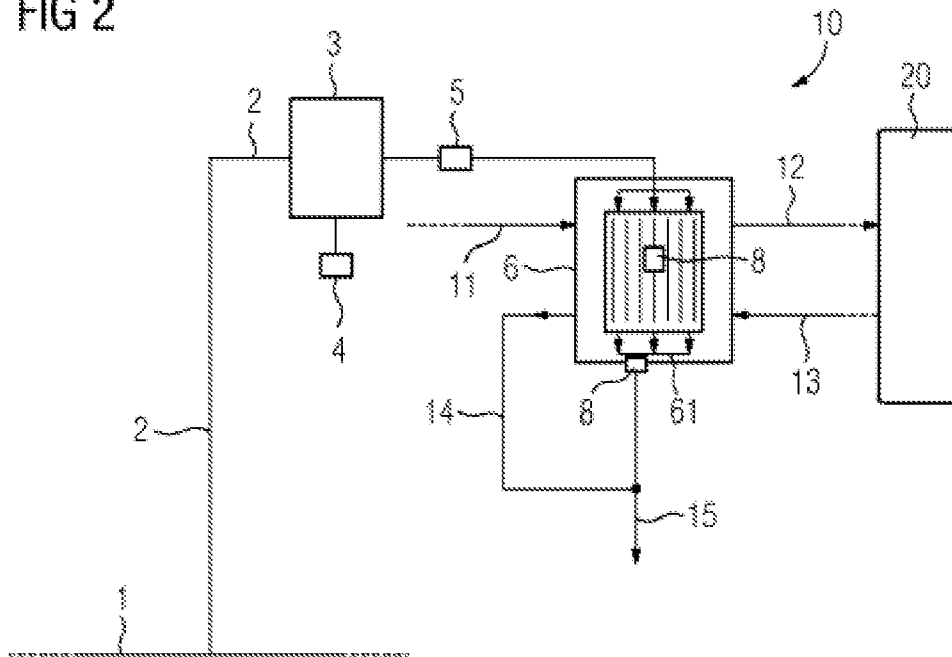


FIG 3

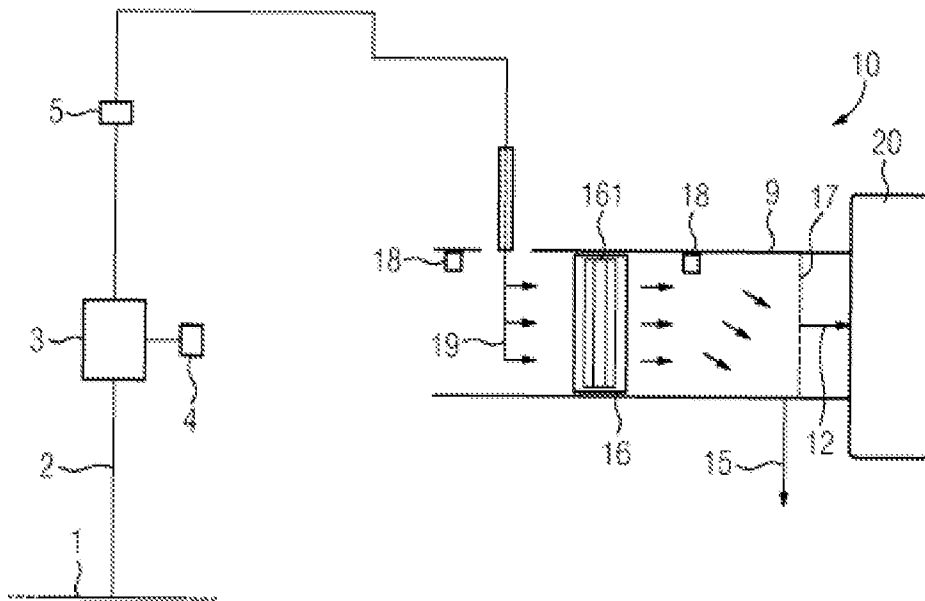


FIG 4

