



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 275 568**

51 Int. Cl.:
H01M 8/06 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00986703 .7**
86 Fecha de presentación : **21.12.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1252678**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **30.10.2002**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la detección temprana de contaminantes en un sistema de procesamiento de combustible.**

30 Prioridad: **03.01.2000 US 477128**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

73 Titular/es: **IdaTech, L.L.C.**
63065 NE 18th Street
Bend, Oregon 97701-9981, US

72 Inventor/es: **Edlund, David, J. y**
Pledger, William, A.

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Sistema y procedimiento para la detección temprana de contaminantes en un sistema de procesamiento de combustible.

Campo de la invención

La presente invención se relaciona generalmente con sistemas de procesamiento de combustible, y más particularmente con un sistema y procedimiento para la detección temprana de fallos inminentes de los purificadores de hidrógeno usados en tales sistemas de procesamiento de combustible.

Antecedentes y resumen de la invención

Los sistemas de procesamiento de combustible incluyen un procesador de combustible, o unidad generadora de hidrógeno, que produce gas hidrógeno, y un equipo de célula de combustible, que produce una corriente eléctrica y agua a partir del gas de hidrógeno y aire. Como las células de combustible son extremadamente sensibles a ciertos contaminantes, se tiene cuidado de evitar que el suministro de hidrógeno al equipo de célula de combustible contenga niveles de estos contaminantes mayores de los aceptables. Por lo tanto existe la necesidad de detectar contaminantes en el flujo del hidrógeno producto a partir de un procesador de combustible antes de que el flujo de producto contaminado alcance el equipo de célula de combustible.

La presente invención proporciona un sistema y procedimiento para detectar impurezas en el flujo del producto de hidrógeno de un sistema de procesamiento de combustible con tiempo suficiente para evitar que las impurezas alcancen el equipo de célula de combustible asociado al procesador de combustible. Por tanto, en un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de procesamiento de combustible que comprende: una unidad procesadora de combustible adaptada para producir a partir de una reserva de suministro un flujo de hidrógeno producto que comprende al menos gas hidrógeno y uno o más compuestos selectos seleccionados entre el grupo constituido por dióxido de carbono, metano y agua; un equipo de célula de combustible que incluye una o más células de combustible, en el que el equipo de célula de combustible está adaptado para recibir al menos una parte del flujo de hidrógeno producto; y un sistema de control adaptado para medir la concentración de al menos uno del/de los componente/s seleccionados en el flujo de hidrógeno producto y evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto al equipo de célula de combustible si la concentración medida de al menos uno del/de los componente/s seleccionados supera un valor umbral correspondiente.

En un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de un sistema como se describe aquí para evitar la contaminación del equipo de célula de combustible midiendo la concentración de metano y/o agua en un flujo de hidrógeno producto para detectar si ha fallado la unidad de separación.

En un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para evitar la contaminación del equipo de célula de combustible en un sistema de procesamiento de combustible como se describe aquí, comprendiendo el procedimiento medir la concentración de al menos uno del/de los componente/s seleccionados en un flujo de hidrógeno producto; comparar la concentración medida con un valor umbral determinado; y evitar la descarga del flujo de hidrógeno producto al equipo de célula de combustible si la concentración medida supera el valor umbral determinado.

En un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de un sistema de control en un sistema de procesamiento de combustible para evitar la contaminación de una o más células de combustible por monóxido de carbono, en el que el sistema de control controla la concentración de un flujo de producto de hidrógeno de uno o más compuestos selectos seleccionados entre agua, metano y dióxido de carbono, y evita el flujo de producto de hidrógeno al equipo de célula de combustible si la concentración medida de al menos uno del/de los componente/s seleccionados supera un valor umbral correspondiente.

Muchas otras características de la presente invención se volverán manifiestas para aquellos versados en la técnica al hacer referencia a la descripción detallada que sigue y a las hojas de dibujos acompañantes en las que se revelan formas de realización preferidas que incorporan los principios de esta invención solamente como ejemplos ilustrativos.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 2 es el diagrama de la Fig. 1 que muestra otra forma de realización de sistema de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para la detección temprana de contaminantes de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 4 es una vista de alzado frontal esquemática de una interfaz de usuario para un sistema de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada y mejor modalidad de la invención

Se muestra un sistema de procesamiento de combustible en la Figura 1 y se indica generalmente como 10. El sistema 10 incluye un procesador de combustible 12 y un equipo de célula de combustible 14. El equipo de célula de combustible 14 incluye al menos una célula de combustible, y típicamente incluye múltiples células de combustible acopladas juntas. El equipo de célula de combustible recibe gas hidrógeno del procesador de combustible y produce una corriente eléctrica desde ahí según se hace reaccionar el gas hidrógeno con oxígeno para formar agua. La corriente eléctrica producida por el equipo de célula de combustible se usa después para igualar la carga eléctrica aplicada por uno o más aparatos asociados, tales como vehículos, aparatos domésticos, generadores, embarcaciones, etc. Los ejemplos de células de combustible adecuadas incluyen células de combustible de membrana de intercambio protónica (PEM) y células de combustible alcalinas.

El procesador de combustible 12 es un aparato o conjunto de aparatos adaptados para producir gas hidrógeno mediante cualquier mecanismo adecuado a partir de una reserva de suministro individual o de componentes múltiples que comprende uno o más flujos de alimentación. Los ejemplos de procesadores de combustible adecuados incluyen reformadores de vapor. Los ejemplos de mecanismos adecuados incluyen reformación de vapor, oxidación parcial, reformación autotérmica y pirólisis de un hidrocarburo o un alcohol, y electrólisis del agua. Se debería sobrentender que la reserva de suministro para el procesador de combustible 12 variará dependiendo de la forma particular de procesador de combustible que se esté usando. Por ejemplo, cuando el procesador de combustible 12 sea un reformador de vapor, la reserva de suministro incluirá típicamente agua y un alcohol o hidrocarburo. La reformación autotérmica incluirá además un componente o flujo de agua como parte de la reserva de suministro, en cambio, no incluirá la pirólisis y la oxidación parcial.

Para propósitos de ilustración, la siguiente descripción describirá el procesador de combustible 12 y sus diversas formas de realización de forma general, ya que está dentro del objetivo de la presente invención el que se pueda implantar el procesador de combustible 12 como cualquier aparato o serie de aparatos mediante los cuales se produzca gas hidrógeno, así como en el contexto de un reformador de vapor.

En la Figura 1, se muestra una unidad de alimentación 16 descargando los flujos de la reserva de suministro y de agua 18 y 20 en el procesador de combustible 12. La unidad de alimentación 16 incluye una o más bombas que extraen los flujos de los aportes (no se muestra). Cuando la reserva de suministro es miscible con agua, tal como metanol, el conjunto de alimentación puede incluir una cámara de mezcla en la se premezclan la reserva de suministro y agua antes de la descarga en el procesador de combustible. Los flujos 18 y 20 también se pueden precalentar, o incluso evaporar, antes de la descarga en el procesador de combustible. Cuando no se requiera un flujo de agua para el mecanismo particular mediante el cual el procesador de combustible 12 produce gas hidrógeno, debería sobrentenderse entonces que la unidad de alimentación 16 no incluirá el flujo de agua 20.

El procesador de combustible 12 incluye una región productora de hidrógeno 24, en la que se produce gas hidrógeno. Este flujo de hidrógeno inicial 26 típicamente incluye impurezas que se deben eliminar antes de que el gas de hidrógeno producido se pueda descargar en el equipo de célula de combustible 16. En el contexto de un reformador de vapor, se puede hacer referencia a esta región como región reformadora, en la que se hace reaccionar la reserva de suministro y el agua catalíticamente para producir un flujo de hidrógeno (o flujo reformado) que contiene hidrógeno y subproductos. Los subproductos de la reacción de reformación incluyen dióxido de carbono y monóxido de carbono.

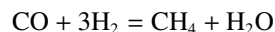
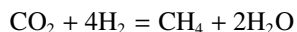
El flujo 26 pasa una región de separación, o unidad de separación, 30, en la que el gas hidrógeno se purifica al menos parcialmente para producir un flujo de hidrógeno producto 34 que contiene al menos una parte sustancial del gas hidrógeno del flujo 26. La región de separación 30 elimina al menos una parte de las impurezas del flujo 26, produciendo el flujo de hidrógeno producto 34 que tiene una concentración mayor de gas hidrógeno que el flujo 26. La región 30 puede retener o consumir la parte eliminada del flujo 26, o puede evacuar la parte eliminada como un flujo de subproducto 36, tal como se muestra en las Figuras 1 y 2. Una forma adecuada de región de separación incluye una o más membranas selectivas de hidrógeno 32 que permiten al gas hidrógeno pasar a su través para producir flujo de producto 34, formando los componentes remanentes del flujo 26 que son incapaces de pasar a través de la/s membrana/s y formando el flujo de subproducto 36. El flujo de subproducto 36 contendrá típicamente reserva de suministro sin reaccionar, algo de gas hidrógeno, dióxido de carbono y monóxido de carbono. Las membranas selectivas de hidrógeno adecuadas incluyen membranas formadas a partir de paladio, aleaciones de paladio o cerámicas. La región de separación 30 puede incluir cualquier otro aparato adecuado o utilizar cualquier otro mecanismo adecuado para purificar hidrógeno, tal como un lecho absorbente o un reactor catalítico. Los ejemplos de lechos absorbentes incluyen lechos de zeolita y de carbono. Los ejemplos de reactores catalíticos incluyen reactores de transición agua-gas y reactores de oxidación selectivos.

A veces el flujo de producto contiene composiciones distintas de gas hidrógeno. Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando hay un pequeño escape u otro defecto en la/s membrana/s de la región de separación. Por lo tanto, el flujo de producto puede contener además algunas concentraciones de dióxido de carbono y monóxido de carbono. Por tanto, es preferible que el procesador de combustible 12 incluya una región purificadora que reduzca la concentración de composiciones que son dañinas para el equipo de célula de combustible 14 por debajo de los niveles aceptables. En

ES 2 275 568 T3

la Figura 2, se muestra el sistema de procesamiento de combustible 10 que incluye un procesador de combustible con tal región purificadora 38. En la región purificadora 38, la concentración de componentes distintos del hidrógeno en el flujo de producto se reduce, con el objetivo específico de reducir las concentraciones de componentes que son dañinos para el equipo de célula de combustible 14 por debajo de los niveles aceptables.

Por ejemplo, la región 38 puede incluir uno o más lechos catalizadores de metanización 40 que convierten el monóxido de carbono y dióxido de carbono del flujo de producto en metano y agua de acuerdo con las siguientes reacciones:



Como el metano y el agua no dañarán el equipo de célula de combustible 14, el flujo de producto limpio 42 no afectará al funcionamiento del equipo 14, siempre que las concentraciones de monóxido de carbono y dióxido de carbono estén por debajo de niveles mínimos aceptables, como se discute con más detalle en lo que sigue.

A veces el flujo de producto 34 contiene también alguna concentración de reserva de suministro sin reaccionar y agua que también pasa a través de la región de separación 30. Por esto, la región purificadora 38 puede incluir además una región de reformación 44 para transformar cualquier reserva de suministro sin reaccionar en gas hidrógeno, dióxido de carbono y monóxido de carbono. Esto aumenta la cantidad de gas hidrógeno producido por el procesador de combustible, mejorando de este modo la eficacia del procesador de combustible. No obstante, se puede sobrentender que la región de reformación de la región de purificación 38 debería estar corriente arriba del/de los lecho(s) de metanización para que cualquier monóxido de carbono y dióxido de carbono producido en la segunda región de reformación pueda transformarse en composiciones que no dañarán el equipo de célula de combustible.

Un ejemplo de un procesador de combustible de reformación de vapor adecuado con una región purificadora se revela en la Solicitud de Patente de EEUU en tramitación con la presente con n° de serie 09/291,447, cuya revelación se incorpora aquí mediante referencia. Debería sobrentenderse que una segunda región de reformación no es fundamental para la presente invención, y que la región purificadora puede utilizar cualquier otro procedimiento adecuado para eliminar o reducir la concentración de componentes que son dañinos para el equipo de célula de combustible 14. También debería sobrentenderse que la presente invención se puede implantar con procesadores de combustible que carecen de una región purificadora.

Sin tener en cuenta la construcción específica del procesador de combustible, la región de separación puede sufrir un fallo, a saber, una pérdida significativa de la selectividad de hidrógeno. Por ejemplo, en regiones de purificación basadas en membrana, esto puede ocurrir si hay un defecto físico en una membrana de separación de hidrógeno o si se presenta un desgarro u otra brecha en la membrana durante el funcionamiento. De ocurrir tal fallo, las concentraciones de dióxido de carbono y monóxido de carbono en el flujo de producto aumentarán drásticamente. Los procesadores de combustible que incluyen una región purificadora podrán reducir estas concentraciones en cierto grado, no obstante, es probable que la concentración de monóxido de carbono y dióxido de carbono supere la capacidad de la región purificadora 38.

Si se deja sin revisar, el flujo de producto que pasa al equipo de célula de combustible contendría concentraciones de dióxido de carbono y monóxido de carbono que superan los niveles mínimos aceptables. De especial preocupación es la concentración de monóxido de carbono, porque una concentración de monóxido de carbono tan baja como unas pocas partes por millón puede contaminar, o dañar permanentemente el equipo de célula de combustible. El dióxido de carbono es menos peligroso para el equipo de célula de combustible, pero es deseable limitar también la concentración de dióxido de carbono, porque disminuirá el potencial en el equipo de célula de combustible, y puede transformarse en monóxido de carbono.

Para evitar que el equipo de célula de combustible 14 sea dañado en caso de que el flujo de producto contenga concentraciones de componentes dañinos que están por encima de niveles umbral aceptables, el sistema 10 incluye además un sistema de control 50 que controla la composición del flujo de producto que abandona el procesador de combustible. El sistema de control 50 incluye una unidad sensora 52, que incluye uno o más sensores adaptados para detectar la concentración de un componente específico del flujo de producto. Por ejemplo, la unidad sensora 52 puede incluir un sensor adaptado para detectar la concentración de monóxido de carbono en el flujo de producto, un sensor para detectar la concentración de dióxido de carbono, etc. Debería sobrentenderse que la unidad sensora 52 puede incluir uno o más sensores adaptados para detectar la concentración de cualquier componente seleccionado o impureza potencial en el flujo de producto. La unidad sensora 52 puede adicionalmente, o alternativamente, medir la composición de todo el flujo de producto.

La unidad sensora 52 se comunica vía cualquier ruta de comunicación adecuada con un controlador 54. Por ejemplo, el sensor puede enviar una señal eléctrica (es decir, voltaje o corriente) al controlador. Otras rutas no exclusivas incluyen una señal óptica, forma de onda u otra señal cualquiera que pueda ser recibida por el controlador y rápidamente transducida a una señal de control. El controlador 54 compara las concentraciones medidas con valores umbral

ES 2 275 568 T3

aceptables, que se puedan almacenar en una parte de memoria 56 del sistema de control. Preferiblemente, la parte de memoria incluye un componente no volátil en el que se almacenan los valores umbral.

5 Est dentro del alcance de la presente invenci3n el que la unidad sensora pueda no s3lo detectar la composici3n del flujo de producto, sino tambi3n comparar la/s concentraci3n/es medida/s con el/los valor/es almacenado/s correspondiente/s. En tal forma de realizaci3n, la unidad sensora hace señales al controlador cuando se supera una o más de las concentraciones umbral.

10 Cuando se supera cualquiera de las concentraciones umbral, el controlador 54 aisla automáticamente el equipo de c3lula de combustible para evitar que el flujo de producto contaminado llegue al equipo. El aislamiento del equipo de c3lula de combustible se puede implantar de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, en las Figuras 1 y 2, se muestra una válvula de aislamiento 58 y, cuando es accionada por el sistema de control 50, evita que el flujo de producto llegue al equipo de c3lula de combustible. Como se muestra, la válvula 58 desvía el flujo de producto a un flujo residual 60. El sistema 10 se puede describir en tanto que incluye una unidad de aislamiento que incluye cualquier
15 mecanismo adecuado para evitar, mediante activaci3n, el flujo de la corriente de hidr3geno producto al equipo de c3lula de combustible. Por ejemplo, la unidad puede incluir una o más válvulas de aislamiento.

La unidad sensora 52 debería medir la concentraci3n del flujo de producto suficientemente corriente arriba de la válvula de aislamiento 58 para que haya suficiente tiempo para medir la composici3n del flujo, determinar si el flujo
20 est contaminado por encima de los niveles aceptables y despu3s aislar el equipo de c3lula de combustible antes de que se introduzca el flujo en el equipo. Por lo tanto, es preferible que la unidad sensora 52 analice el flujo de producto tan corriente arriba de la válvula de aislamiento como sea posible.

Con la forma de realizaci3n del sistema de procesamiento de combustible mostrado en la Figura 1, el sistema de control 50 puede medir la concentraci3n de mon3xido de carbono o di3xido de carbono en el flujo de producto 34. La concentraci3n de mon3xido de carbono debería ser de menos de 10 ppm (partes por mill3n) para evitar que el sistema de control aisle el equipo de c3lula de combustible. Preferiblemente, el sistema limita la concentraci3n de mon3xido de carbono a menos de 5 ppm, e incluso más preferiblemente, a menos de 1 ppm. La concentraci3n de di3xido de carbono puede ser mayor que la de mon3xido de carbono. Por ejemplo, concentraciones de menos del 25% de di3xido de carbono pueden ser aceptables. Preferiblemente, la concentraci3n es de menos del 10%, incluso más preferiblemente, de menos del 1%. Concentraciones especialmente preferidas son las de menos de 50 ppm. Debería sobrentenderse que las concentraciones mínimas aceptables aquí presentadas son ejemplos ilustrativos, y que concentraciones distintas de aquellas aquí presentadas se pueden usar y estn dentro del alcance de la presente invenci3n. Por ejemplo, usuarios o fabricantes particulares pueden requerir niveles o intervalos de concentraci3n mínimos o máximos que sean diferentes de aquellos identificados aquí.
35

Cuando el procesador de combustible incluye una regi3n purificadora, tal como el procesador de combustible mostrado en la Figura 2, se pueden medir otras concentraciones en lugar de, o además de, aquellas descritas anteriormente. Por ejemplo, como el di3xido de carbono y mon3xido de carbono se transforman en metano y agua en la parte de metanizaci3n de la regi3n purificadora, se puede controlar la concentraci3n de metano o de agua. Las concentraciones aceptables de metano en el flujo de producto 42 son de menos del 1%. Preferiblemente, la concentraci3n de metano es de menos de 1000 ppm, e incluso más preferiblemente, de menos de 300 ppm. Las concentraciones aceptables de agua en el flujo de producto 42 son de menos de 5000 ppm. Preferiblemente, la concentraci3n de agua es de menos de 1000 ppm, incluso más preferiblemente, de menos de 300 ppm.
45

Debería sobrentenderse que no todas las composiciones que se est3n midiendo son necesariamente dañinas para el equipo de c3lula de combustible. Por ejemplo, ni el metano ni el agua daann el equipo de c3lula de combustible. Las concentraciones de estas composiciones se pueden medir, no obstante, porque son indicadoras de un fallo en la regi3n de separaci3n del procesador de combustible. Como la regi3n purificadora act3a como una garantía inicial para eliminar, dentro de su capacidad, di3xido de carbono y mon3xido de carbono del flujo de producto, la detecci3n de los productos a partir de la regi3n purificadora proporciona la detecci3n anticipada de un fallo en la regi3n de separaci3n. Por ejemplo, se pueden detectar concentraciones de metano o de agua que superen los niveles umbral aceptables con buena antelaci3n de las concentraciones de di3xido de carbono o mon3xido de carbono que superen los niveles máximos determinados. Por esto, la detecci3n de metano o agua proporciona una detecci3n más temprana de un fallo que la detecci3n de mon3xido de carbono o di3xido de carbono.
55

El agua proporciona una detecci3n incluso más temprana que el metano porque se produce en cantidades estequiom3tricamente mayores que el metano. Además, puede preferirse la detecci3n de agua porque los sensores de agua/humedad son habitualmente menos costosos y menos propensos a la interferencia de otros componentes del flujo de producto. Por supuesto, como se discute anteriormente, es preferible que el sistema detecte más de una composici3n para asegurar la detecci3n antes de que se contamine el equipo de c3lula de combustible. Igualmente puede ser deseable que la unidad sensora 52 incluya sensores redundantes para cualquier composici3n seleccionada en caso de que uno de los sensores est3 dañado o inoperante.
60

El control del di3xido de carbono debería además posibilitar una detecci3n más temprana que el control del mon3xido de carbono porque la concentraci3n relativa de di3xido de carbono en el flujo de producto aumentará antes que la de mon3xido de carbono. Esto es porque el mon3xido de carbono es más reactivo que el di3xido de carbono, y por lo tanto se transformar en metano y agua en la regi3n de purificaci3n más rápidamente que el di3xido de carbono.
65

Está dentro del alcance de la presente invención que el sistema de control 50, que incluye la unidad sensora 52, pueda adaptarse para detectar y aislar el equipo de célula de combustible sensible a concentraciones de composiciones del grupo constituido por dióxido de carbono, metano y agua. Mientras se disponga de un sensor adecuado para detectar la composición deseada, el controlador 54 puede almacenar un valor de concentración umbral asociado para esa composición y aislar automáticamente el equipo de célula de combustible cuando se supere el valor umbral.

El procedimiento descrito anteriormente para evitar el daño al equipo de célula de combustible 14 mediante detección temprana de un fallo en el procesador de combustible 12 se ilustra esquemáticamente como 62 en la Figura 3. En 64, se mide la composición del flujo de producto. Como se comenta, esto puede incluir medir la composición de todo el flujo, o detectar la concentración de composiciones seleccionadas del flujo. En 66, la concentración o concentraciones medida/s se comparan con valores umbral almacenados. Estos valores umbral corresponden a concentraciones umbral aceptables de las composiciones medidas, y si se superan, el equipo de célula de combustible se aísla en 68. Si no se supera ninguno de los valores umbral, entonces se repite el control del flujo de producto, proporcionando de este modo un control periódico, y preferiblemente continuo, del flujo de producto.

Además de aislar el equipo de célula de combustible, el sistema de control 50 puede por lo demás controlar el funcionamiento del sistema de procesamiento de combustible sensible al fallo detectado en el procesador de combustible. Por ejemplo, el flujo de producto, ahora en forma de flujo residual 60, debería utilizarse o de lo contrario desecharse. Por ejemplo, se puede dar salida al flujo a la atmósfera. Sin embargo, puede ser deseable utilizar el flujo 60 para otros propósitos. Porque no sea de ningún modo adecuado para uso como alimento para un equipo de célula de combustible 14 no quiere decir que carezca de valor. Por ejemplo, el flujo 60 se puede usar como combustible para una unidad de combustión para proporcionar calentamiento al sistema de procesamiento de combustible 10 u otro aparato. Esta combustión puede ocurrir en el momento en que se aísla el equipo de célula de combustible, o el flujo se puede almacenar para un uso futuro. También se puede almacenar para un uso futuro distinto del uso como combustible para una unidad de combustión.

El sistema de control 50 también puede detener automáticamente la descarga de reserva adicional de suministro en el procesador de combustible 12. Como ha ocurrido el accionamiento del sistema de control, señalizando de este modo un fallo en el procesador de combustible, se deduce que no hay necesidad de agotar ninguna reserva de suministro adicional hasta que se asegure el fallo. Como esto típicamente implicará la paralización del procesador de combustible, el sistema de control puede además hacer automáticamente que el procesador de combustible comience su secuencia de paralización. Como el equipo de célula de combustible se ha aislado, y por lo tanto ya no se recibe más flujo de hidrógeno del procesador de combustible, también debería controlarse la carga que se aplica al equipo de célula de combustible para que no se supere la capacidad del equipo para igualar la carga. El sistema de control 50 puede desencadenar automáticamente este control de la carga aplicada. Además de los pasos de seguridad anteriores, el sistema de control 50 puede también accionar un sistema de respuesta, que puede incluir una alarma u otro aparato adecuado para alertar a los usuarios de que ha habido, o puede haber inmediatamente, un fallo en el procesador de combustible y que el equipo de célula de combustible ya no recibe más flujo de hidrógeno del procesador de combustible.

Los pasos anteriormente descritos del procedimiento inventado, que se puede implantar mediante el sistema de control, se muestran en la Figura 3 como 70-78. Ninguno de estos pasos es fundamental, no obstante, puede ser preferible implantar alguno o todos estos pasos en un sistema o procedimiento de acuerdo con la presente invención.

El sistema de control 50 se puede implantar con un circuito digital o analógico, o una combinación de los dos. Por ejemplo, el controlador puede incluir software que se ejecuta en un procesador, o puede ser un circuito analógico. Sin tener en cuenta cómo se implanta el controlador 54, puede, pero no necesariamente, incluir una interfaz de usuario. Se muestra esquemáticamente un ejemplo de una interfaz de usuario en la Figura 4 y se indica generalmente como 80. La interfaz 80 capacita al usuario para controlar y/o interactuar con el funcionamiento del controlador.

Como se muestra, la interfaz 80 incluye una región de visualización 82 en la que se presenta la información al usuario. Por ejemplo, la región de visualización 82 puede presentar los valores actuales medidos por la unidad sensora 52. Como se comenta, ésta puede incluir toda la composición del flujo de producto, o concentraciones de componentes seleccionados del mismo. También se puede visualizar otra información concerniente al funcionamiento y rendimiento del sistema de procesamiento de combustible en la región 82. También se muestra en la Figura 4 un aparato de señalización de usuario 84 que alerta a un usuario cuando se ha superado un nivel umbral aceptable y el equipo de célula de combustible se ha aislado. El aparato 84 puede incluir una alarma, luces, o cualquier otro mecanismo o mecanismos adecuados para poner sobre aviso a los usuarios.

La interfaz de usuario 80 puede incluir también un dispositivo de entrada de usuario 86 mediante el cual un usuario se comunica con el sistema de control. Por ejemplo, el dispositivo de entrada 86 capacita a un usuario para ajustar los valores de concentración umbral y/o seleccionar la composición o composiciones particulares que se van a detectar. El dispositivo de entrada 86 puede incluir cualquier aparato para recibir entradas de usuario, que incluyen discos rotatorios e interruptores, botones, teclados, un ratón, pantallas táctiles, etc.

ES 2 275 568 T3

Debería sobrentenderse que está dentro del alcance de la presente invención que el sistema de procesamiento de combustible puede incluir un sistema de control sin una interfaz de usuario, y que no se requiere que la interfaz de usuario incluya todos los elementos aquí descritos. Los elementos descritos anteriormente se han ilustrado esquemáticamente en la Figura 4 de forma colectiva, sin embargo, está dentro del alcance de la presente invención que se puedan implantar por separado. Por ejemplo, la interfaz de usuario puede incluir múltiples regiones de visualización, cada una adaptada para representar uno o más de los tipos de información de usuario descritos anteriormente. Igualmente, se puede usar un solo dispositivo de entrada de usuario, y el dispositivo de entrada puede incluir una visualización que da lugar a que el usuario introduzca valores solicitados o capacite al usuario para alternar entre pantallas de entrada.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de procesamiento de combustible (10), que comprende:

una unidad de procesamiento de combustible (12) adaptada para producir a partir de una reserva de suministro (18) un flujo de hidrógeno producto (34) que comprende al menos gas hidrógeno y uno o más compuestos selectos seleccionados entre el grupo constituido por dióxido de carbono, metano y agua;

un equipo de célula de combustible (14) que incluye una o más células de combustible, en el que el equipo de célula de combustible (14) está adaptado para recibir al menos una parte del flujo de hidrógeno producto (34); y

un sistema de control (50) adaptado para medir la concentración de al menos uno del o de los componentes seleccionados en el flujo de hidrógeno producto (34) y evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de al menos uno del/de los componentes seleccionados supera un valor umbral correspondiente.

2. El sistema de la Reivindicación 1, en el que el sistema de control (50) es un sistema de control automatizado que evita automáticamente el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de al menos uno del/de los componentes seleccionados supera un valor umbral correspondiente.

3. El sistema de la Reivindicación 1 ó 2, en el que el sistema de control (50) incluye al menos un sensor (52) adaptado para medir la concentración de al menos uno del/de los componentes seleccionados del flujo de hidrógeno producto (34).

4. El sistema de la Reivindicación 3, en el que el sistema de control (50) incluye además un controlador (54) en comunicación con al menos un sensor (52) y adaptado para comparar las concentraciones medidas por al menos un sensor (52) con uno o más valores umbral.

5. El sistema de la Reivindicación 4, en el que el controlador (54) está adaptado para accionar automáticamente una unidad de aislamiento si las concentraciones medidas de al menos uno del/de los componentes seleccionados supera un valor umbral correspondiente, y además tras el accionamiento, la unidad de aislamiento está adaptada para evitar la descarga del flujo de hidrógeno producto (34) en el equipo de célula de combustible (14).

6. El sistema de la Reivindicación 5, en el que la unidad de aislamiento incluye al menos una válvula de aislamiento (58) adaptada para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) desviando el flujo de hidrógeno producto (34) para formar un flujo residual (60).

7. El sistema de cualquier Reivindicación anterior, en el que el sistema de control (50) está adaptado para paralizar automáticamente la unidad de procesamiento de combustible (12) si la concentración medida de al menos uno del/de los componentes seleccionados supera un valor umbral correspondiente.

8. El sistema de cualquier Reivindicación anterior, en el que el equipo de célula de combustible (14) está en comunicación con uno o más aparatos adaptados para aplicar una carga eléctrica al equipo de célula de combustible (14), y en el que además el sistema de control (50) está adaptado para controlar la carga eléctrica aplicada al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de al menos uno o más del/de los componentes seleccionados supera un valor umbral correspondiente.

9. El sistema de cualquier Reivindicación anterior, en el que la unidad de procesamiento de combustible (12) está adaptada para producir un flujo de producto (26) vía al menos uno de entre reformación de vapor, electrólisis, pirólisis, oxidación parcial y reformación autotérmica.

10. El sistema de la Reivindicación 9, en el que la unidad de procesamiento de combustible (12) incluye un reformador de vapor y la reserva de suministro (18) incluye agua y reserva de suministro que contiene carbono y opcionalmente la reserva de suministro (18) incluye agua y al menos uno de entre un hidrocarburo y un alcohol.

11. El sistema de la Reivindicación 9 o 10, que además comprende una unidad de separación (30) adaptada para eliminar impurezas del flujo de producto (26) para producir el flujo de hidrógeno producto (34).

12. El sistema de la Reivindicación 11, en el que la unidad de separación (30) adaptada para recibir el flujo de producto (26) y eliminar impurezas del mismo para producir un flujo de hidrógeno producto (34) del mismo que contiene al menos una parte sustancial del hidrógeno en el flujo de producto (26) y opcionalmente la concentración de gas hidrógeno en el flujo de hidrógeno producto (34) es mayor que la concentración de gas hidrógeno en el flujo de producto (26).

13. El sistema de la Reivindicación 11 ó 12, en el que la unidad de separación (30) incluye al menos una membrana selectiva de hidrógeno (32).

ES 2 275 568 T3

14. El sistema de la Reivindicación 13, en el que la unidad de separación (30) incluye al menos una membrana selectiva de hidrógeno (32) que se forma a partir de al menos uno entre paladio y una aleación de paladio.

15. El sistema de cualquiera de las Reivindicaciones 11 a 14, en el que la unidad de separación (30) incluye al menos uno entre un lecho absorbente y un reactor catalítico.

16. El sistema de cualquiera de las Reivindicaciones 11 a 15, en el que la unidad de procesamiento de combustible (12) incluye además una región de purificación adaptada para reducir más la concentración de impurezas en el flujo de hidrógeno producto (34).

17. El sistema de la Reivindicación 16, en el que la región de purificación incluye al menos un lecho catalizador de purificación (38), y opcionalmente incluye al menos un lecho catalizador de reformación (44).

18. El sistema de cualquier Reivindicación anterior, en el que al menos del/de los componentes seleccionados incluye agua.

19. El sistema de la Reivindicación 18, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de agua en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente las 5000 ppm.

20. El sistema de la Reivindicación 18, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de agua en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente las 1000 ppm.

21. El sistema de la Reivindicación 18, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de agua en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente las 300 ppm.

22. El sistema de cualquier Reivindicación anterior, en el que al menos uno del/ de los componentes seleccionados incluye metano.

23. El sistema de la Reivindicación 22, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de metano en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente el 1% del flujo de hidrógeno producto (34).

24. El sistema de la Reivindicación 22, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de metano en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente las 1000 ppm.

25. El sistema de la Reivindicación 22, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de metano en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente las 300 ppm.

26. El sistema de cualquier Reivindicación anterior, en el que al menos uno del/ de los componentes seleccionados incluye dióxido de carbono.

27. El sistema de la Reivindicación 26, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de dióxido de carbono en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente el 25% del flujo de hidrógeno producto (34).

28. El sistema de la Reivindicación 26, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de dióxido de carbono en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente el 10% del flujo de hidrógeno producto (34).

29. El sistema de la Reivindicación 26, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de dióxido de carbono en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente el 1% del flujo de hidrógeno producto (34).

30. El sistema de la Reivindicación 26, en el que el sistema de control (50) está adaptado para evitar el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de dióxido de carbono en el flujo de hidrógeno producto (34) supera aproximadamente las 50 ppm.

31. El uso de un sistema de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 30 para evitar la contaminación del equipo de célula de combustible (14) midiendo la concentración de metano y/o agua en un flujo de hidrógeno producto (34) para detectar si ha fallado la unidad de separación (30).

ES 2 275 568 T3

32. El uso de la Reivindicación 31 es el uso del sistema de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 30 para evitar la contaminación del equipo de célula de combustible (14) midiendo la concentración de metano y/o agua en el flujo de hidrógeno producto (34) para proporcionar una indicación anticipada de dióxido de carbono y/o monóxido de carbono excesivos en el flujo de hidrógeno producto (34).

33. Un procedimiento para evitar la contaminación de un equipo de célula de combustible (14) en un sistema de procesamiento de combustible (10) como se define en cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 30, comprendiendo el procedimiento:

medir la concentración de al menos uno del o de los componentes seleccionados en un flujo de hidrógeno producto (34);

comparar la concentración medida con un valor umbral determinado; y

evitar la descarga del flujo de hidrógeno producto (34) en el equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida supera el valor umbral determinado.

34. Uso de un sistema de control en un sistema de procesamiento de combustible para evitar la contaminación de una o más células de combustible por monóxido de carbono, en el que el sistema de control controla la concentración en un flujo de hidrógeno producto de uno o más componentes selectos seleccionados entre agua, metano y dióxido de carbono, y evita el flujo de la corriente de hidrógeno producto (34) al equipo de célula de combustible (14) si la concentración medida de de al menos uno del/de los componentes seleccionados supera un valor umbral correspondiente.

35. Uso de la Reivindicación 34, en el que el sistema de control controla la concentración de los dos componentes metano y agua.

36. Uso de la Reivindicación 34, en el que el sistema de control controla la concentración del componente única agua.

37. Uso de la Reivindicación 34, en el que el sistema de control controla la concentración del componente único metano.

