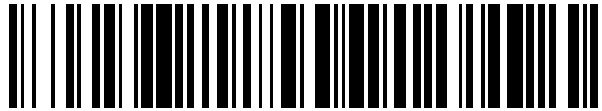


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 482 791**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/06** (2006.01)

**C01B 3/38** (2006.01)

**B01J 8/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2006 E 06814719 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 1938415**

54 Título: **Sistema de suministro de materia prima de alimentación auto-regulado y ensamble de procesamiento de combustible generador de hidrógeno que incorpora el mismo**

30 Prioridad:

**16.09.2005 US 228637**

**22.05.2006 US 802602 P**

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

**04.08.2014**

73 Titular/es:

**DCNS SA (100.0%)  
40-42, rue du Docteur Finlay  
75015 Paris , FR**

72 Inventor/es:

**ADAMS, PATTON, M.;  
EDLUND, DAVID, J.;  
POPHAM, VERNON, WADE;  
SCHARF, MESA y  
STUDEBARKER, R., TODD**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

ES 2 482 791 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

Sistema de suministro de materia prima de alimentación auto-regulado y ensamble de procesamiento de combustible generador de hidrógeno que incorpora el mismo

5

Campo de la descripción

La presente descripción se relaciona generalmente con ensambles de procesamiento de combustible de producción de hidrógeno y sistemas de celda de combustible, y más particularmente con sistemas de suministro de materia prima de alimentación para los mismos.

10

Antecedentes de la descripción

El gas de hidrógeno purificado se usa en la fabricación de muchos productos que incluyen metales, grasas y aceites comestibles, y semiconductores y componentes microelectrónicos. El hidrógeno purificado es además una fuente de combustible importante para muchos dispositivos de conversión de energía. Por ejemplo, muchas celdas de combustible usan hidrógeno purificado y un oxidante para producir un potencial eléctrico. Una serie de celdas de combustibles interconectadas se refieren como un apilado de celdas de combustible, y este apilado puede referirse como un sistema de celda de combustible cuando se combina con fuentes de oxidantes y gas de hidrógeno. Varios procesos y dispositivos pueden usarse para producir el gas de hidrógeno que se consume por las celdas de combustible.

15

20

Un ensamble de procesamiento de combustible de producción de hidrógeno es un ensamble de uno o más dispositivos o componentes que incluye un procesador de combustible con una región productora de hidrógeno que está adaptada para convertir una o más materia prima de alimentación en una corriente de producto que contiene el gas de hidrógeno como un componente mayoritario. En operación, la región productora de hidrógeno se opera típicamente a una temperatura y presión elevada y contiene un catalizador adecuado para producir al menos gas de hidrógeno a partir de las materia prima de alimentación suministradas a esta. La composición, régimen de flujo, y propiedades de la(s) materia(s) prima(s) suministrada a la región que produce hidrógeno puede afectar el desempeño del ensamble de generación de hidrógeno. El gas de hidrógeno producido se puede usar en una variedad de aplicaciones. Una de tales aplicaciones es la producción de energía, tal como en celdas de combustible electroquímicas. Una celda de combustible electroquímica es un dispositivo que convierte un combustible y un oxidante en electricidad, un producto de reacción, y calor. Por ejemplo, las celdas de combustible pueden convertir los gases hidrógeno y oxígeno en agua y electricidad. En tales celdas de combustible, el gas de hidrógeno es el combustible, el gas oxígeno es el oxidante, y el agua es el producto de reacción.

25

30

35

Las celdas de combustible típicamente se acoplan juntas para formar un apilado de celdas de combustible. Un sistema de celda de combustible que produce hidrógeno es un sistema que incluye un ensamble de procesamiento de producción de hidrógeno que se adapta para producir gas de hidrógeno y un apilado de celdas de combustible que se adapta para recibir gas de hidrógeno producido por el ensamble de procesamiento de combustible y para generar una corriente eléctrica de ahí. Cuando el régimen de flujo del gas de hidrógeno al apilado de celdas de combustible se afecta por el régimen de flujo de la materia prima de alimentación a la región productora de hidrógeno del ensamble de generación de hidrógeno, esto puede afectar el desempeño del apilado de celdas de combustible y/o su capacidad para satisfacer una carga aplicada a ella. En consecuencia, los ensambles que procesan combustible que producen hidrógeno y los sistemas de celdas de combustible que producen hidrógeno típicamente incluirán varios controles que regulen el flujo de materia prima de alimentación a la región donde se produce hidrógeno.

40

45

US2003192251 describe un reformador de vapor que produce gas de hidrógeno a partir de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono, tal como un alcohol o un hidrocarburo. El reformador de vapor incluye una región productora de hidrógeno, en la cual una corriente de gas mezclada que contiene gas de hidrógeno y otros gases se produce a partir de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono. El reformador de vapor incluye una región de separación, en la cual la corriente de gas mezclada se separa en una corriente rica en hidrógeno que contiene al menos gas de hidrógeno sustancialmente puro, y una corriente de subproducto que contiene al menos una porción sustancial de otros gases.

50

WO01/12539 describe un ensamble de procesamiento de combustible (10) para producir gas de hidrógeno (18) a partir de la materia prima de alimentación volátil (14). El ensamble de procesamiento de combustible (10) incluye un procesador de combustible (16), tal como un reformador de vapor. El ensamble de procesamiento de combustible (10) incluye además un ensamble de alimentación (12) para suministrar una materia prima de alimentación volátil (14), tal como propano, al procesador de combustible (16).

55

60

WO03/002244 describe un aparato de mezclado de la materia prima de alimentación (10) para los sistemas de procesamiento de combustible (11), y sistemas de procesamiento de combustible y celdas de combustible (11) que incorporan el mismo. Un sistema de procesamiento de combustible (11) de acuerdo con esta descripción incluye uno o más procesadores de combustible (12) adaptados para producir una corriente de hidrógeno producto (14) de una corriente de alimentación (16) que contiene agua (20) y una materia prima de alimentación que contiene carbono (18).

65

El sistema de procesamiento de combustible (11) incluye además una materia prima de alimentación (26) adaptada para mezclar los componentes de la corriente de alimentación (16) en una relación de mezcla determinada y para suministrar esta corriente de alimentación (16) al procesador de combustible(s) (12). El sistema de procesamiento de combustible (11) puede incluir además uno o más apilados de celda de combustible (22) que se adaptan para producir una corriente eléctrica a partir de la corriente de hidrógeno producto (14) producida por el sistema de procesamiento de combustible (11).

#### Breve descripción de los dibujos

- 10 La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un ensamble de procesamiento de combustible con una materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.  
 La Fig. 2 es un diagrama esquemático de un sistema de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.  
 15 La Fig. 3 es un diagrama esquemático de otro sistema de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.  
 La Fig. 4 es un diagrama esquemático de otro sistema de suministro de materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.  
 La Fig. 5 es un gráfico que representa los resultados de un experimento que se realiza mediante el uso del sistema de suministro de materia prima de alimentación de la Fig. 4.  
 20 La Fig. 6 es un diagrama esquemático de un sistema de celda de combustible con un materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.  
 La Fig. 7 es un diagrama esquemático de otro ensamble de procesamiento de combustible con una materia prima de alimentación de acuerdo con la presente descripción.  
 La Fig. 8 es una vista esquemática de otro ejemplo de un ensamble de procesamiento de combustible que puede usarse con sistemas de suministro de materia prima de acuerdo con la presente descripción.  
 25 La Fig. 9 es una vista esquemática de un ensamble de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente descripción en el cual la región productora de hidrógeno y la materia prima de alimentación reciben la misma materia prima de alimentación líquida que contiene carbono.  
 La Fig. 10 es una vista esquemática que muestra una variación del ensamble de procesamiento de combustible de la Fig. 9, donde la materia prima de alimentación que contiene carbono se suministra a la región productora de hidrógeno y al ensamble del quemador desde la misma corriente de suministro.  
 30 Las Fig. 11 es una vista esquemática de un ensamble de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente descripción en la que la región productora de hidrógeno y el ensamble del quemador reciben ambas corrientes combustible, o alimentación, que contienen agua y una materia prima de alimentación líquida que contienen carbono.  
 35 La Fig. 12 es una vista esquemática que muestra una variación del ensamble de procesamiento de combustible de la Fig. 11, donde la región productora de hidrógeno y el ensamble del quemador reciben corrientes de combustible, o alimentación, que contienen agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono desde la misma corriente de suministro.  
 40 La Fig. 13 es una vista esquemática que muestra otra variación de los ensambles de procesamiento de combustible de las Figs. 11 y 12.

#### Descripción detallada y mejor modo de la descripción

- 45 Un ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno que contiene una materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción se muestra en la Fig. 1 y es indicado generalmente en 10. El ensamble de procesamiento de combustible 10 incluye un procesador de combustible 12 que se adapta para producir una corriente de hidrógeno producto 14 que contiene gas de hidrógeno, y preferentemente al menos gas de hidrógeno prácticamente puro a partir de una o más corrientes de alimentación 16. La corriente de alimentación 16 puede incluir al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono 18. El procesador de combustible 12 incluye cualquier dispositivo apropiado, o combinación de dispositivos que es adaptado para producir gas de hidrógeno a partir de la(s) corriente(s) de alimentación 16. En consecuencia, el procesador de combustible 12 incluye una región productora de hidrógeno 19, en la cual una corriente de salida 20 que contiene gas de hidrógeno se produce mediante la utilización de cualquier mecanismo adecuado de producción de hidrógeno. La corriente de salida 20 incluye gas de hidrógeno al menos como un componente mayoritario. La corriente de salida 20 puede incluir uno o más componentes gaseosos adicionales, y de ese modo pueden referirse como una corriente de gas mezclada que contiene gas de hidrógeno como su componente mayoritario.

- 60 Los ejemplos de mecanismos adecuados para producir gas de hidrógeno a partir de corriente(s) de alimentación 16 suministrada(s) por un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 incluyen un reformado al vapor y un reformado térmico, en los que los catalizadores de reformación se usan para producir gas de hidrógeno a partir de una corriente de alimentación 16 que contiene una materia prima de alimentación que contiene carbono 18 y agua 17. Otros mecanismos adecuados para producir gas de hidrógeno incluyen la pirolisis y oxidación catalítica parcial de una materia prima de alimentación que contiene carbono, en cuyo caso la corriente de alimentación no contiene agua como un reactivo para este mecanismo de producción de hidrógeno. Los ejemplos de materia prima de alimentación líquida

adecuada que contiene carbono 18 incluyen al menos un hidrocarburo o alcohol. Los ejemplos de hidrocarburos líquidos adecuados incluyen diesel, keroseno, gasolina y similares. Los ejemplos de alcoholes adecuados incluyen metanol, etanol, y polioles, tales como etilenglicol y propilenglicol.

5 De acuerdo con la presente descripción, la materia prima de alimentación 22 se adapta para extraer o de cualquier otra forma recibir una materia prima de alimentación líquida que contiene carbono a partir de un suministro, o fuente, y para suministrar una corriente de alimentación 16 que contiene la materia prima de alimentación para usar en al menos la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible. El sistema de suministro de materia  
10 prima de alimentación 22 puede utilizar cualquier mecanismo de suministro adecuado, tal como una bomba de desplazamiento dispositivo u otra adecuada, o un mecanismo para impulsar las corrientes de fluidos líquidos. Cuando se usa una o más bombas, el número, tipo, y capacidad de las bombas puede variar, tal como con respecto al régimen de flujo deseado de líquido a bombear de ese modo, la presión deseada para proporcionar al líquido, la composición del líquido, se pretenda o no variar selectivamente el régimen de flujo, etc. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de bombas que pueden usarse incluyen bombas de diafragma, bombas dosificadoras, bombas de engranajes, y similares.

15 Un ejemplo ilustrativo no exclusivo de un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción se muestra en la Fig. 2 y se adapta para suministrar la corriente de alimentación 16 a la región productora de hidrógeno 19 del procesador de combustible 12 del ensamble de procesamiento de combustible 10. Como se muestra, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 incluye un ensamble de bomba 100 que incluye una bomba 102. La bomba 102 incluye una entrada 106 y una salida 108, con la salida estando en comunicación continua con un suministro de materia prima, o fuente, 112, y estando la salida en comunicación continua con el procesador de combustible 12. La bomba 102 incluye además una porción de trabajo, o mecanismo de bombeo, 109 que se localiza generalmente entre la entrada y la salida de la bomba. La bomba 102 se adapta para extraer o de cualquier manera recibir una corriente líquida 110 del suministro 112 y emitir una corriente líquida 116. En  
20 consecuencia, el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 puede ser descrito adaptado para bombear una corriente líquida que contiene al menos una materia prima a la región productora de hidrógeno 19 desde el suministro de materia prima líquida. La corriente 110 puede ser referida como una corriente de entrada o una corriente de admisión, y la corriente 116 puede ser referida como una corriente de salida.

30 La bomba 102 puede ser energizada por cualquier fuente de energía adecuada; los ejemplos ilustrativos no exclusivos incluyen un componente del sistema de celda de combustible que produce hidrógeno 42, tal como un apilado de celdas de combustible 40 y/o un dispositivo de almacenamiento de energía 52. Los ejemplos ilustrativos adicionales incluyen un suministro de energía que es independiente de la energía de salida producida por el sistema de celdas de combustible, tales como una batería externa o dedicada, un enrejado eléctrico, etc. Aunque no se requiere, la bomba 102 puede ser una bomba de una sola velocidad, o de una sola salida, que se adapta para estar encendida, o activa, en cuya configuración la bomba recibe la corriente de líquido 110 y emite la corriente de líquido 116, o bien estar apagada, o sin energía, en cuya configuración la bomba no emite la corriente 116. La salida real de la bomba variará con el voltaje de la potencia de salida suministrada a la bomba, la cual en algunas modalidades puede tender a variar. En algunas modalidades, la bomba puede ser una bomba de velocidad variable que se designa para operar selectivamente a dos o más velocidades y/o dentro de un intervalo de velocidades. En algunas modalidades, la fuente de alimentación para la bomba puede configurarse para regular el ciclo de trabajo o la potencia suministrada a la bomba para regular o controlar de ese modo la salida de la bomba.

45 Como se discutió, el ensamble de bomba 100 incluye al menos una bomba. Por consiguiente, está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de bomba 100 pueda incluir una única bomba 102 o más de una bomba 102. Cuando el ensamble de bomba incluye más de una bomba, las bombas pueden cooperar para extraer corriente de líquido 110 y/o emitir la corriente de salida 116. Adicional o alternativamente, las bombas pueden cada una adaptarse para extraer una corriente de líquido 110 de la misma o diferentes fuentes 112 y/o cada una emitir una corriente de salida 116 de ellas.

50 El suministro 112 incluye cualquier tipo adecuado y/o número de reservorios y/u otras fuentes de las que la corriente de líquido puede ser extraída o, de cualquier otra forma, recibida por una entrada 106 de una bomba 102 del ensamble de bomba 100. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de suministros adecuados 112 incluyen tanques, botes, y otros recipientes para líquidos, que pueden o no estar presurizados. La corriente de líquido 110 contiene al menos un componente de la corriente de alimentación 16, tal como el agua 17 y/o una materia prima de alimentación que contiene carbono 18. Como se indica en la Fig. 2 en líneas discontinuas, y como se discutió en la presente, se encuentra dentro del alcance de la presente descripción que la corriente 110 y/o el suministro 112 contengan al menos dos componentes diferentes de la corriente de alimentación 16, tal como agua 17 y una materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 18. Por lo tanto, está dentro del alcance de la presente descripción que la corriente 110 pueda incluir un  
55 componente único de la corriente de alimentación 16, pueda contener más de un componente de la corriente de alimentación 16, y/o pueda incluir todos los componentes de la corriente de alimentación 16. Los componentes de la(s) corriente(s) de alimentación 16 pueden también ser referidas como materias primas de alimentación de las que la región productora de hidrógeno 19 produce gas de hidrógeno.

65 Cuando la corriente de alimentación 16 contiene agua y una materia prima de alimentación líquida que contiene

carbono, la materia prima de alimentación que contiene carbono puede seleccionarse para que sea miscible en agua. Por ejemplo, el metanol o cualquier otro alcohol son miscibles en agua. En algunas modalidades, la corriente de alimentación puede incluir además un emulsionante u otro aditivo adecuado que promueva la mezcla de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono que de cualquier otra forma no es, o no es adecuadamente, miscible en agua en las condiciones de operación utilizadas por la materia prima de alimentación. Cuando la corriente de alimentación contiene dos o más materias primas de alimentación, las materias primas de alimentación pueden mezclarse en una fuente común, o suministro, o pueden extraerse de fuentes separadas y después de eso mezcladas.

Como se muestra en la Fig. 2, al menos una porción de la corriente de salida líquida 116 puede formar la corriente de alimentación 16. Sin embargo, al menos una porción de la corriente líquida 116 puede adicionalmente o alternativamente ser reciclada a un lugar corriente arriba de la entrada de la bomba 106, tal como al suministro 112 o al conducto de fluido a través de la cual la corriente 110 fluye desde el suministro 112 a la bomba 102. Como se usa en la presente, los términos "corriente arriba" y "corriente abajo" se miden con respecto a la dirección del flujo de fluido a través de la corriente correspondiente. La porción reciclada 120 de la corriente de líquido 116 se muestra en línea sólida al ser suministrada de regreso al suministro 112 y en línea discontinua al suministrarse al conducto de fluido que contiene la corriente 110. Se encuentra además dentro del alcance de la presente descripción que la corriente de reciclaje 120 pueda reciclarse directamente a la bomba, tal como en o próximo a la entrada 106, como se indica en la Fig. 2 con línea discontinua. Aunque no se requiere, el bucle de reciclado formado por el reciclado de al menos una parte de la corriente de líquido 116 puede proporcionar el autocebado de la(s) bomba(s) durante el arranque del sistema de suministro de materia prima.

Los sistemas de suministro de materia prima 22 de acuerdo con la presente descripción que reciclan al menos una porción de la corriente de salida de líquidos puede permitir que la materia prima de alimentación proporcione un flujo de corriente de alimentación 16 para el procesador de combustible a una presión predeterminada, o intervalo de presiones distintas, sin requerir que la salida de la bomba sea positivamente controlada o regulada para ajustar el flujo y/o la presión de la corriente de salida de líquidos de la bomba. Por el contrario, permitir que la porción de la corriente de salida de líquidos 116 que no forma la corriente de alimentación 16 sea reciclada (de regreso al suministro 112 o de cualquier otra forma corriente arriba de la bomba), la materia prima de alimentación puede proporcionar una corriente de alimentación con una presión predeterminada o un intervalo de presiones discreto y que automáticamente se ajusta en el régimen de flujo a la demanda, o requerimientos de la materia prima de alimentación, del procesador de combustible, tal que sea sensible a la carga aplicada a la misma por un apilado de celdas de combustible asociado. Por lo tanto, mientras que no se requiera, está dentro del alcance de la presente descripción que una materia prima de alimentación 22 pueda proporcionar un bombeo de salida constante, o una presión predeterminada y un régimen de flujo de la corriente de salida de líquidos 116, mientras que aun permita una variación en el régimen de flujo of corriente de alimentación 16 de acuerdo con la demanda del procesador de combustible que consume la corriente de alimentación y sin una apreciable, si acaso alguna, variación en la presión de la corriente de alimentación, tal como con la corriente de alimentación mantenida a una presión predeterminada o intervalo discreto de presiones.

En algunas modalidades, tales como durante el bombeo de materias primas líquidas volátiles y/o materias primas de alimentación que contienen gases disueltos, puede ser deseable retornar la corriente de reciclado 120 directamente al suministro 112 o a un reservorio intermedio, o tanque, antes que tener la corriente retornando directamente al conducto de entrada por el ensamble de bomba. Por ejemplo, en el caso de que el gas se haga presente en la corriente de reciclado, es posible que este gas pueda interferir con la operación del ensamble de bomba, tal como dependiendo del tipo de ensamble de bomba, del volumen de gas, etc. Algunos tipos de bombas pueden ser más susceptibles a la interferencia por gases que otros. Debido al reciclado continuo del sistema de suministro de materia prima de alimentación, los gases pueden tender a acumularse, si es que están presentes en la corriente de reciclado. Un ejemplo ilustrativo no exclusivo de una posible fuente de gas en la corriente de reciclado es una corriente de alimentación que contenga un componente volátil, una materia prima de alimentación líquida que contiene gases disueltos, y/o al menos una porción vaporizada de materia prima de alimentación que contiene carbono y componentes de ella.

El suministro 112 puede acoplarse en comunicación fluida con el ensamble de bomba 100 vía cualquier mecanismo adecuado. En algunas modalidades, puede ser deseable utilizar un acoplamiento de liberación rápida, o de desconexión rápida. Tal acoplamiento no requiere que un operador utilice herramientas para desconectar y/o reconectar el acoplamiento y de ese modo desconectar y/o reconectar el flujo de fluido entre el ensamble de bomba. Un acoplamiento de liberación rápida está representado esquemáticamente en la Fig. 2 en 160. El acoplamiento de liberación rápida incluye al menos un miembro de ajuste o acoplamiento 162, y en muchas modalidades incluye un par de miembros de ajustes, o acoplamiento, que se diseñan para selectivamente estar unidos por acoplamiento para establecer el pasaje de fluido entre ellos. En algunas modalidades, los miembros de acoplamiento pueden adoptar la forma de miembros de acoplamientos machos y hembras configurados complementariamente pero ello no se requiere en todas las modalidades. En algunas modalidades que incluyen tal acoplamiento de liberación rápida, al menos un miembro de acoplamiento incluye una válvula 164 que está selectivamente configurada entre las configuraciones de abertura y cierre. En algunas modalidades, la válvula puede ser una válvula automática, o autosellante, que esté girada o de cualquier otra forma adaptada a una transición automática entre las configuraciones de abertura y cierre sensibles al acoplamiento que se configura entre sus configuraciones acoplada (o conectada) y desacoplada (o desconectada). En otras palabras, cuando el acoplamiento está desconectado, la válvula automáticamente transita desde una configuración

abierta, en que el fluido (tal como una corriente líquida 110) puede fluir a través de la misma, a una configuración cerrada, en que se impide o restringe el flujo del fluido a través de la válvula.

En al menos las modalidades del sistema de suministro de materia prima de alimentación en el cual la corriente de reciclado se configura para retornar al suministro, un acoplamiento de liberación rápida 160 puede adicionalmente o alternativamente colocarse corriente arriba del suministro para desconectar selectivamente el suministro de la corriente de reciclado. Este acoplamiento opcional asociado con la corriente de reciclado se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2 y puede tener los mismos componentes y variantes que las descritas antes con respecto al acoplamiento entre el suministro 112 y el ensamble de bomba 100. En la Fig. 2, una válvula opcional de retención 166 está ilustrada esquemáticamente generalmente entre el sistema de suministro de materia prima de alimentación y la región productora de hidrógeno y el procesador de combustible. Tal válvula, cuando presente, puede colocarse para prevenir que la corriente de alimentación 16 fluya de regreso hacia el sistema de suministro de materia prima de alimentación (es decir, hacia afuera de la región productora de hidrógeno y generalmente hacia el sistema de suministro de materia prima de alimentación).

Descrito en términos de conductos de fluido de, o asociado con el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22, y como se ilustra de una forma un tanto esquemática en la Fig. 3, el sistema de suministro de materia prima de alimentación puede describirse incluyendo un conducto de entrada 130 a través del cual se extrae la corriente de líquido 110 o de cualquier otra forma recibe del suministro 112 a la bomba 102. El sistema de suministro de materia prima de alimentación más aun incluye un conducto de salida 132 a través del cual la corriente 116 es emitida desde la salida de la bomba 108. El conducto de salida está en comunicación continua con el conducto de suministro 134, a través del cual al menos una porción de la corriente 116 puede ser suministrada a la región productora de hidrógeno 19 como al menos una porción de la corriente de alimentación 16. Los sistemas de suministro de materia prima 22 de acuerdo con la presente descripción incluyen adicionalmente un conducto de reciclado 136 que define una trayectoria de flujo de fluido que establece una comunicación continua entre el conducto de suministro y una porción de la materia prima de alimentación que está corriente arriba de la porción de trabajo de la bomba 109, tal como retornando la porción reciclada de la corriente 110 al suministro 112 o mediante el reciclado directo de la porción de la corriente a la entrada de la bomba o en un lugar corriente abajo del suministro y corriente arriba de la entrada de la bomba.

En las Figs. 2 y 3, el ejemplo ilustrativo de una materia prima de alimentación 22 se muestra además, e incluye, un limitador de flujo 140. El limitador de flujo 140 se adapta para reducir, o restringir, el área de sección transversal del conducto de reciclado. Por ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 3, el limitador de flujo 140 puede definir un área de sección transversal que sea menor que el área de sección transversal del conducto de suministro 134. En consecuencia, la corriente líquida 116 puede desviarse para que fluya a través del conducto de suministro 134, y por lo tanto a la región productora de hidrógeno 19, cuando la presión en la región productora de hidrógeno y/o conducto de suministro 134 es menor que la presión en la corriente de reciclado (al menos entre el conducto de salida 132 y el limitador de flujo 140). Expresado en términos ligeramente diferentes, el limitador de flujo 140 se adapta para crear una contrapresión contra la corriente de reciclado 120 fluyendo a través del limitador de flujo y a través del conducto de reciclado 136 de regreso al suministro de materia prima u otra localización corriente arriba de la porción de funcionamiento de la bomba. La cantidad seleccionada de contrapresión creada por el orificio puede variar en concordancia con una variedad de factores, tales como una o más preferencias del usuario, el tamaño del orificio, la forma del orificio, el régimen de flujo del líquido emitido por el ensamble de bomba, el tamaño de los conductos de suministro y reciclado, la composición y propiedades de la corriente de alimentación, etc. Preferentemente, el limitador de flujo debe ajustarse a un tamaño o de cualquier otra forma configurado para proporcionar, o mantener, una presión que sea mayor que la seleccionada, o deseada, la presión de suministro de la corriente de alimentación 16 a la región productora de hidrógeno 19 y menor que la presión de suministro umbral descrita subsecuentemente y/o la presión de reciclado umbral.

El limitador de flujo puede incluir cualquier estructura adecuada que se configure para restringir el paso de flujo de la corriente de reciclado a través del conducto de reciclado 136. Como ejemplo ilustrativo no exclusivo, el limitador de flujo puede incluir un orificio 142 que tenga una abertura 144 de menor área de sección transversal que una porción de conducto de reciclado 136 corriente arriba del orificio y/o de menor área de sección transversal que el conducto de suministro 134. Un ejemplo de tal orificio se ilustra esquemáticamente en la Fig. 3. El orificio 142 puede ser referido como un orificio restrictivo. El orificio 142 puede tener una abertura con un tamaño fijo, o no ajustable. Alternativamente, el limitador de flujo puede incluir un orificio que tenga un tamaño de abertura variable, o ajustable. Cuando el orificio se configura para permitir un ajuste de su tamaño de orificio, puede ser configurado para un ajuste manual del tamaño del orificio, tal como sensible a las entradas del usuario a un elemento de control manual y/o sensible a una señal electrónica u otras señales de comando de un controlador u otra porción del ensamble de procesamiento de combustible y/o sistema de celdas de combustible.

Cuando el sistema de suministro de materia prima de alimentación, u otro componente del sistema de procesamiento de combustible, incluye un orificio restrictivo, tal como el orificio 142, también puede incluir un filtro corriente arriba del orificio para proporcionar una protección contra que el orificio se obture o de cualquier otra forma se obstruya. Por ejemplo, tal particulado u otros componentes sólidos indeseables que estén presentes en la corriente líquida que fluya hacia el orificio, provocan que estos componentes sólidos puedan obstruir el filtro si son de un tamaño relativo suficiente

con relación a la abertura del orificio. Los filtros opcionales se ilustran esquemáticamente en las Figs. 2 y 3 en 143. Está dentro del alcance de la presente descripción que el número y tipos de filtros, cuando estén presentes, puedan variar, tal como dependiendo del tamaño del orificio correspondiente, del régimen de flujo y/o de la composición del líquido a ser filtrado, las preferencias en el diseño, etc. En experimentos, un filtro de 43 micrones se probó ser efectivo para orificios en el intervalo de 0.1016-0.127 mm (0.004-0.005 pulgadas), pero otro filtro y tamaños de orificio pueden ser usados sin apartarse del alcance de la presente descripción.

La porción del conducto de reciclado corriente arriba del limitador de flujo puede ser referida como una región de alta presión del conducto de reciclado, y la porción del conducto de reciclado corriente abajo del limitador de flujo puede ser referida como una región de baja presión del conducto de reciclado. Expresado en términos ligeramente diferentes, el conducto de reciclado puede describirse incluyendo una primera porción que se extiende en comunicación continua entre el conducto de salida y el limitador de flujo y define una trayectoria de flujo líquido entre ellos, y una segunda porción que se extiende en comunicación continua entre el limitador de flujo y el suministro 112, el conducto de entrada 130 o cualquiera otra porción del sistema de suministro de materia prima de alimentación que está corriente arriba de la porción de funcionamiento de la bomba. La segunda porción del conducto de reciclado similarmente define un flujo de líquido entre el limitador de flujo y su porción corriente arriba del sistema de suministro de materia prima de alimentación.

En el ejemplo ilustrativo mostrado en la Fig. 3, el conducto de salida se ramifica para establecer una comunicación continua, o conexiones, con el conducto de reciclado y el conducto de suministro. Los conductos de fluido descritos en la presente pueden incluir una estructura adecuada que defina una trayectoria de flujo para la corriente de líquido o de otros fluidos descritos en la presente. En consecuencia, los conductos deben estar formados por un material, construcción, y tamaño adecuados para que las corriente viajen a través de ellos y con las condiciones de operación encontradas de ese modo. Los conductos han sido esquemáticamente ilustrados en la Fig. 3, y está dentro del alcance de la presente descripción que ellos puedan (pero no se requiere) incluir, o estar en comunicación con estructuras y/o componentes adicionales tales como sensores, válvulas, dispositivos de control de flujo, y similares. En la Fig. 3, el acoplamiento de liberación rápida opcional 160 y la válvula de retención 166 que se han descrito antes con respecto a la Fig. 2 también se representan gráficamente en líneas discontinuas para que puedan, pero no se requiere, igualmente ser usadas en la modalidad mostrada en la Fig. 3.

Aunque no se requiere en todas las modalidades, está dentro del alcance de la presente descripción que la bomba 102 se adapte a una corriente de extracción continua 10 y para emitir la corriente de líquido 116 desde ahí, y está dentro del alcance de la presente descripción que la bomba pueda adaptarse para suministrar un régimen de flujo de la corriente 116 mayor que el deseado, o en algunas modalidades poder estar incluso presente en la corriente de alimentación 16. En consecuencia, la bomba puede describirse proporcionando una corriente de salida con un mayor régimen de flujo del líquido que el régimen de flujo de la corriente de alimentación 16 que es producida a partir de ahí y suministrada a la región productora de hidrógeno (u otra porción) del procesador de combustible 12. En tal configuración, la bomba puede describirse configurada para proporcionar un exceso de líquido, o un exceso de régimen de flujo en la corriente de salida 116, proporcionando de ese modo un flujo de líquido que forma una corriente de reciclaje 136.

Al mantener la bomba en un estado de funcionamiento que proporcione una corriente de salida 116 que contiene una cantidad, o régimen de flujo de la materia prima de alimentación mayor que el requerido por la región productora de hidrógeno, la bomba puede configurarse para mantener una salida constante a pesar de la demanda de hidrógeno, o los requerimientos de la región productora de hidrógeno, al menos cuando la región productora de hidrógeno está en un estado de funcionamiento de producción de hidrógeno. En algunas modalidades, la bomba se puede configurar para mantener un régimen de flujo de materia prima líquida que exceda la demanda máxima de la región productora de hidrógeno por la materia prima (es decir, la demanda por materia prima cuando la región productora de hidrógeno está a su máximo régimen de producción y/o cuando la región productora de hidrógeno está produciendo suficiente gas de hidrógeno para producir una salida energética a la máxima salida de potencia nominal del apilado de celdas de combustible). En algunas modalidades, el sistema de suministro de materia prima de alimentación puede estar adaptado para proporcionar una corriente de salida que tenga un régimen de flujo que sea al menos un 10%, al menos un 25%, o hasta al menos un 50% mayor que la cantidad de materia prima de alimentación requerida por la región productora de hidrógeno. Sin embargo, debido a la naturaleza auto-reguladora del sistema de suministro de materia prima de alimentación, el exceso de materia prima no se desperdicia, y en cambio se recicla a través del sistema de suministro de materia prima de alimentación, donde puede ser reusado o retornado al suministro de materia prima.

En las Figs. 2 y 3, el ejemplo ilustrativo del sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 se muestra incluido en una válvula accionada por presión 150. La válvula accionada por presión 150 se adapta para selectivamente permitir que la corriente de reciclado derive al limitador de flujo y de esa forma no sea sometida a la contrapresión creada por el orificio restrictivo 142 u otro limitador de flujo 140 y aun sea capaz de retornar al suministro u otra porción del sistema de suministro de materia prima de alimentación que está corriente arriba de la porción de funcionamiento de la bomba. Los ejemplos ilustrativos no exclusivos de válvulas accionadas por presión adecuadas incluyen válvulas de liberación de presión y válvulas de comprobación que están conectadas fluidamente para, como se describe en la presente, específicamente restringir selectivamente y permitir que el flujo de líquido se derive al limitador de flujo. Como se indica gráficamente en la Fig. 3, la válvula accionada por presión 150 está en comunicación continua con un

conductor de derivación 152 a través del cual al menos una porción de la corriente de reciclado 136 puede fluir selectivamente como una corriente de derivación 154 desde la posición corriente arriba del limitador de flujo a la posición corriente abajo del limitador de flujo. Expresado en términos más estructurales, la válvula accionada por presión se adapta para permitir selectivamente que al menos una porción de la corriente de reciclado fluya desde el conductor 132 a través del conductor de reciclado y de regreso al suministro 112 o conductor de entrada 110 sin tener que fluir a través del limitador de flujo. En la Fig. 2, la válvula accionada por presión se ilustra esquemáticamente como una junta entre el conductor de derivación y el conductor de reciclado corriente arriba del limitador de flujo. Sin embargo, está dentro del alcance de la presente descripción que la válvula accionada por presión pueda estar localizada en cualquier localización adecuada donde selectivamente permita y restrinja el flujo al limitador de flujo, con el flujo estando desviado a través del conductor de derivación cuando la válvula accionada por presión restrinja su flujo al limitador de flujo. Por ejemplo, la Fig. 3 ilustra que la válvula accionada por presión puede estar localizada en una posición intermedia a lo largo del conductor de derivación (es decir, en cualquier lugar entre la entrada y la salida del conductor de derivación). Está más aun dentro del alcance de la presente descripción que la válvula pueda estar localizada en la entrada o salida del conductor.

La válvula accionada por presión 150 normalmente se adapta, o deriva, para restringir el flujo a través del conductor de derivación 152 cuando la presión en la corriente de reciclado 136 corriente arriba del limitador de flujo (es decir, entre la salida del conductor 132 y el limitador de flujo 140) sea menor que la presión de reciclado umbral. Esta configuración puede referirse como configuración cerrada, o de flujo restringido, de la válvula accionada por presión. Sin embargo, cuando la presión alcanza (o excede) esta presión de reciclado umbral, la válvula accionada por presión se adapta para automáticamente permitir que el líquido de la corriente arriba del orificio 142 fluya a través del conductor de derivación 152.

Cuando la presión alcanza (o excede) esta presión de reciclado umbral y la válvula accionada por presión esté (automáticamente) configurada a su configuración de accionamiento sensible a ella, al menos una porción de la corriente de reciclado 120 puede fluir a través del conductor de derivación, reduciendo así la presión de la corriente arriba líquida del limitador de flujo. Esto también puede reducir la presión de la corriente de alimentación suministrada por el sistema de suministro de materia prima de alimentación. La presión de reciclado umbral puede ser la misma que la presión de suministro máxima, o umbral, que es aceptable para la corriente de alimentación 16. Sin embargo, también está dentro del alcance de la presente descripción que estas presiones no sean las mismas. Por ejemplo, la presión de reciclado umbral puede ser seleccionada inferior que la presión de suministro umbral, tal como por un determinado incremento, para proporcionar un amortiguador o presión diferencial entre la presión a la que la válvula accionada por presión se diseña para permitir el flujo a través del conductor de derivación (y así reducir la presión en el suministro y en otras corrientes asociadas) y la presión máxima a la que el conductor de suministro y/o ensamble de procesamiento de combustible se diseña, o desea, para recibir la corriente de alimentación.

Como se indica en la presente, al menos la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible 10 puede ser diseñada para operar a una presión elevada, tal como a una presión de al menos (344737 Pa) 50 psi. En algunas modalidades, puede ser suficiente una presión inferior, tal como cuando la región productora de hidrógeno se adapta para producir gas de hidrógeno usando una oxidación parcial y/o reacción de reformación autotérmica y/o cuando el ensamble de procesamiento de combustible no utiliza un proceso de separación impulsado por presión. Cuando el ensamble de procesamiento de combustible incluye una región de purificación, o separación, como se describe en la presente, esta región puede más aun ser diseñada para operar a una presión elevada. Las presiones de operación máxima y mínima particulares para un ensamble de procesamiento de combustible particular tenderán a variar de acuerdo con una variedad de posibles factores. Los ejemplos ilustrativos de tales factores pueden incluir, pero sin limitarse a la reacción de producción de hidrógeno utilizada en la región productora de hidrógeno 19, la composición de la corriente de alimentación 16, la viscosidad del líquido en la corriente de alimentación 16, el conductor de suministro, la construcción, tamaño, y/o configuración, la construcción del ensamble de procesamiento de combustible, los requerimientos de presión del ensamble de procesamiento de combustible y/o sistema de celdas de combustible corriente abajo de la región productora de hidrógeno, el diseño de opciones y tolerancias, etc. Por ejemplo, algunos ensambles de procesamiento de combustible pueden ser diseñados para mantener, una presión elevada en al menos la región productora de hidrógeno, y opcionalmente en al menos una región de purificación del mismo utilizando un orificio restrictivo o limitador de flujo adecuado corriente abajo de la región productora de hidrógeno, y opcionalmente corriente abajo de una región de purificación que también preferentemente mantenga una presión elevada.

La cantidad de líquido (es decir, el porcentaje de corriente de reciclado 120) que fluye a través del conductor 152 puede variar dentro del alcance de la presente descripción. En algunas modalidades, la totalidad de la corriente que forma la corriente de reciclado 120 puede fluir a través del conductor de derivación cuando la válvula accionada por presión esté en su configuración de accionamiento, o de flujo permitido. En otras modalidades, algo de la corriente 120 puede fluir también a través del orificio 142 u otro limitador de flujo 140 aun en periodos en que la válvula accionada por presión esté en su configuración de accionamiento.

La válvula accionada por presión 150 puede incluir una válvula, o miembro de válvula, 156 y un mecanismo de giro 158 que se adapta para hacer girar la válvula desde su configuración de accionamiento a su configuración cerrada. El mecanismo de giro 158 puede incluir cualquier estructura o dispositivo adecuado que se adapta para proporcionar el



movimiento de giro descrito anteriormente y permitir aún que la válvula accionada por presión se configure a su configuración de accionamiento cuando se alcance, o exceda, la presión de reciclado umbral. Un ejemplo ilustrativo no exclusivo de un mecanismo de giro adecuado es un resorte u otro miembro flexible que ejerza una fuerza de giro opuesta a la fuerza ejercida sobre la válvula accionada por presión por el fluido en la corriente de reciclado corriente arriba del limitador de flujo. En otras palabras, la corriente de líquido corriente arriba del limitador de flujo puede ejercer una fuerza que impulsa la válvula accionada por presión desde su configuración cerrada a su configuración de accionamiento. Esta fuerza se aplica contra la desviación de, o la fuerza ejercida por, el mecanismo de giro 158. Cuando la fuerza ejercida por la corriente excede la fuerza ejercida por el mecanismo de giro, la válvula accionada por presión se configura a su configuración de accionamiento. De cualquier otra forma, cuando la presión de la corriente ejerza una fuerza sobre la válvula accionada por presión que sea menor que la fuerza aplicada por el mecanismo de giro, la válvula accionada por presión se adapta para permanecer en su configuración cerrada. El mecanismo de giro 158 también puede funcionar como un detector de presión, o sensor de presión que se adapta para detectar cuando la presión de la corriente de líquido emitida por el ensamble de bomba excede una presión umbral, tal como una presión de reciclado o suministro umbral. Específicamente, cuando la presión del líquido, como se aplica contra el mecanismo de giro, es suficiente para sobreponerse a la fuerza ejercida por el mecanismo de giro, entonces se excede la presión umbral. En consecuencia, el mecanismo de giro puede adaptarse para ejercer una fuerza de giro que se ajusta o corresponde a la presión umbral, tal como la presión de reciclado o suministro umbral.

El mecanismo de giro 158 puede adaptarse además para hacer regresar automáticamente la válvula accionada por presión a su configuración cerrada. Como un ejemplo ilustrativo, esto puede ocurrir cuando la presión detectada de ese modo (o aplicada a ella) disminuye por debajo de la presión de reciclado umbral, cuando la presión disminuye hasta un nivel que no es suficiente para superar la fuerza de giro ejercida por el mecanismo de giro, y/o después que transcurre un período de tiempo predeterminado desde que la válvula accionada por presión fue configurada hasta su configuración de accionamiento. En otras palabras, está dentro del alcance de la presente descripción que la válvula accionada por presión se configure para permanecer en su configuración de accionamiento, una vez configurada a ella, por al menos un período de tiempo mínimo predeterminado. Está también dentro del alcance de la presente descripción que la válvula accionada por presión pueda configurarse para una transición automática entre sus configuraciones de accionamiento y cerrada sensibles completamente a las fuerzas ejercidas sobre ella por la corriente de líquido y el mecanismo de giro.

Las Figs. 2 y 3 ilustran los ejemplos de sistemas de suministro de materia prima 22 que incluyen un limitador de flujo y una válvula accionada por presión asociada con la corriente de reciclado de la sistema de suministro de materia prima de alimentación. En el funcionamiento, el orificio 142 u otro limitador de flujo 140 se adapta para crear la contrapresión que de esta manera impulsa, o desvía, la corriente de salida desde el ensamble de bomba para fluir a través del conducto de suministro 134 hacia la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible. Sin embargo, si el orificio u otro limitador de flujo se obstruye o de cualquier otra forma falla, entonces la cantidad de contrapresión creada por el limitador de flujo aumentará y la porción de corriente de salida líquida 116 que fluye a través de ella para formar la corriente de reciclado 136 decrecerá o hasta se hará cero, lo que corresponde a cuando no hay flujo a través del limitador de flujo. Si esta presión continua aumentando, es decir, si el ensamble de producción de hidrógeno permanece en funcionamiento, hay un potencial perjuicio o daño. Por ejemplo, las presiones que exceden la presión de suministro umbral y/o la presión de reciclado umbral pueden dañar la bomba 102 o una o más porciones del ensamble de procesamiento de combustible. En esencia, la presión en al menos la corriente de salida 116, y típicamente la corriente de alimentación 16, y la porción de la corriente de reciclado 120 corriente arriba del limitador de flujo, continuará aumentando porque la bomba está configurada para emitir un mayor flujo de corriente de salida 116 que el que es consumido por la región productora de hidrógeno 19. Debido a que el orificio u otro limitador de flujo no es capaz de permitir el exceso de líquido, o cantidades suficientes de exceso de líquido, la presión aumentará para que fluya a través de ella para formar la corriente de reciclado 120. Sin embargo, debido a que los sistemas de suministro de sistema de suministro de materia prima de alimentación descritos antes también incluyen una válvula accionada por presión 150, se evita que la presión incremente por encima de la presión de reciclado o de suministro umbral. Cuando la válvula accionada por presión está en acción, la presión decrecerá hasta al menos que la válvula accionada por presión retorne a su configuración cerrada. Si el limitador de flujo continuase tupidamente o de cualquier otra forma inoperante, o solo parcialmente operativo, la presión puede comenzar a incrementar nuevamente, con la válvula accionada por presión nuevamente estando en transición hacia su configuración de accionamiento y la presión nuevamente aumentará hasta, o por encima, de la presión umbral correspondiente.

En la Fig. 4 se muestra otro ejemplo ilustrativo de una sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción. Similar a los sistemas de suministro de materia prima descritos e ilustrados previamente, el sistema incluye un ensamble de bomba 100 con al menos una bomba 102, un conducto de reciclado 136 con un limitador de flujo 140, y un conducto de derivación 152 con una válvula accionada por presión 150. Está dentro del alcance de la presente descripción que la sistema de suministro de materia prima de alimentación de la Fig. 4 pueda incluir cualquiera de los componentes, elementos, subelementos, rasgos, y variantes como los ejemplos previamente discutidos. Como ejemplos ilustrativos, el sistema de suministro puede incluir, pero no se requiere, al menos un filtro 143, el acoplamiento de liberación rápida 160, la válvula de retención 166, etc. También se muestra en la Fig. 4 una válvula de protección opcional 168 que está colocada de manera fluida entre el suministro 112 y el ensamble

de bomba 100. Tal válvula también puede ser usada con otras modalidades del sistema de suministro de materia prima de alimentación, tales como los mostrados en las Figs. 2 y 3.

5 Similar a los ejemplos previamente descritos e ilustrados, el sistema de suministro de materia prima de alimentación de la Fig. 4 se adapta para proporcionar una corriente de alimentación líquida 16 para un procesador de combustible productor de hidrógeno, con la corriente de alimentación proporcionando una presión seleccionada, o intervalo de presión, sin tener que regular la velocidad o potencia del ensamble de bomba. En consecuencia, el sistema puede implementarse sin una bomba de velocidad variable y/o sin un controlador que se adapte para regular la potencia, o ciclo de servicio, al ensamble de bomba. Estos componentes pueden incluirse en algunas modalidades, de manera de proporcionar un control aumentado sobre la presión suministrada. Sin embargo, el sistema 22 puede configurarse para proporcionar una corriente de alimentación 16 a una presión predeterminada sin requerir estos componentes. Además, el sistema 22 tiene características de seguimiento de la carga, o de seguimiento de la demanda, en que el sistema de suministro puede proporcionar la corriente de alimentación 16 a una variedad de regímenes de flujos que tengan la presión predeterminada sin requerir de la regulación de la velocidad de la bomba o de otra salida.

10 Como se muestra, la sistema de suministro de materia prima de alimentación de la Fig. 4 es similar al sistema de la Fig. 3 excepto que incluye un par de limitadores de flujo 140, con los restrictores identificados en la Fig. 4 en 140' y 140". Los limitadores de flujo 140' and 140" se configuran para permitir diferentes regímenes de flujos de líquido a través de ellos. Por ejemplo, cuando se expresa con limitadores de flujos en la forma de orificios restrictivos 142 que definen la abertura 144 a través de ellos, los limitadores de flujos 140' y 140" pueden definir las aberturas que tienen diferentes áreas de sección transversal y/o que de cualquier otra forma están configurados para permitir diferentes regímenes de flujos a través de ellos. Por ejemplo, el limitador de flujo 140" puede permitir un menor régimen de flujo de líquido a través del mismo, que el limitador de flujo 140'. Como tal, el limitador de flujo puede ser descrito como configurado para proporcionar diferentes niveles de contrapresión al líquido en el sistema de suministro de materia prima de alimentación cuando los limitadores de flujo son respectivamente usados para controlar el flujo del líquido presurizado a un procesador de combustible 12.

15 En la Fig. 4 se muestra además un ensamble de válvula 170 que se adapta para dirigir selectivamente la corriente de salida de líquidos desde el ensamble de bomba a través de uno de dos conductos de suministro predefinidos para formar una corriente de alimentación 16 para al menos una región productora de hidrógeno de un procesador de combustible 12 de un ensamble de procesamiento de combustible 10. En la Fig. 4, el ensamble de válvula 170 ha sido implementado con dos válvulas 172 y 174. Está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de válvula 170 pueda ser implementado de cualquier otra forma, tal como con un número diferente de válvulas, con otros dispositivos de regulación de flujos adecuados, con una válvula de tres vías, etc. El ensamble de válvula 170 selectivamente permite y restringe el flujo de líquido a través del limitador de flujo 140" para selectivamente dirigir la corriente de salida de líquidos 116 desde el ensamble de bomba a través de los conductos primero y segundo 134' y 134".

20 Típicamente una de las válvulas 172 y 174 estará abierta cuando una de las otras válvulas 172 y 174 esté cerrada, y vice versa. Cuando se cierra la válvula 172, la válvula 174 se abre y el sistema de suministro de materia prima de alimentación opera de forma muy similar a los ejemplos previamente descritos presentados en las Figs. 2 y 3. Esta configuración puede ser descrita definiendo, o proporcionando, un primer conducto de suministro, o trayectoria, para que la corriente de salida de líquidos fluya al procesador de combustible. En esta configuración, se previene que la corriente de salida de líquidos fluya a través del limitador de flujo 140".

25 Cuando la válvula 172 está abierta, la válvula 174 está cerrada, y un segundo conducto, o trayectoria, de suministro para la corriente de salida de líquidos es definido. En esta trayectoria, la corriente de salida de líquidos desde el ensamble de bomba debe fluir a través del limitador de flujo 140" para que pueda formar parte de la corriente de alimentación en el conducto de suministro para el procesador de combustible. Las dimensiones relativas del limitador de flujo 140" relativas al limitador de flujo 140' parcialmente, si no completamente, definen una diferencia en el régimen de flujo relativo de la corriente de salida de líquidos 116 a través del primer y segundo conducto de suministro. Aunque no se requiere en todas las modalidades, los limitadores de flujo 140' y 140" definen típicamente diferentes regímenes relativos de flujos de líquidos a través de ellos. Por ejemplo, el limitador de flujo 140" puede definir un régimen de flujo relativo menor que el régimen de flujo definido por el limitador de flujo 140'. Los conductos de suministro primero y segundo también pueden proporcionar corrientes de alimentación con diferentes presiones relativas. Esta diferencia en las presiones puede afectar el desempeño del procesador de combustible asociado, tal como afectar el régimen de producción de gas de hidrógeno, la temperatura del procesador de combustible, etc.

30 Está dentro del alcance de la presente descripción que el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 pueda incluir limitadores de flujo y/o válvulas accionadas por presión para proporcionar selectivamente los conductos de suministro adicionales, tales como regímenes de flujo adicionales y presiones de corrientes de alimentación que se producen, sin el requerimiento de control positivo del ensamble de bomba del sistema de suministro.

35 La abertura y cierre selectivo de los válvulas del ensamble de válvula 170 puede implementarse de una manera adecuada. Por ejemplo, la configuración (abierto/cerrado) de las válvulas del ensamble de válvula puede configurarse

para una operación manual, tal como por un usuario u operario. Adicionalmente o alternativamente, la abertura y cierre selectivo de las válvulas se pueden computarizar, tal que sean sensibles al menos a una de las entradas del usuario, a las entradas de un controlador o sensor asociado, etc.

5 La Fig. 5 presenta gráficamente los resultados de un ejemplo ilustrativo de un experimento en que un sistema de celda de combustible productor de hidrógeno operó con el sistema de suministro de materia prima de alimentación de la Fig. 4 en que los limitadores de flujo 140' y 140" se implementaron como orificios restrictivos con diámetros de 0.127 mm (0.005 pulgadas) y 0.1016 mm (0.004 pulgadas), respectivamente. En el experimento, la entrada eléctrica 182 de un apilado de celdas de combustible que consume gas de hidrógeno del procesador de combustible se cambió de 250  
10 vatios a 120 vatios. Esta transición se indica en la Fig. 5 en 180. La Fig. 5 se presenta con la intención de ilustrar los resultados de un experimento en que el primero y segundo conducto de suministro definido por el sistema de suministro de materia prima de alimentación de la Fig. 4 se implementaron para suministrar una corriente de alimentación de metanol y agua líquidos a un procesador de combustible productor de hidrógeno (reformación de vapor) que proporciona una corriente de hidrógeno producto al apilado de celdas de combustible. Este experimento, y los  
15 componentes usados en el mismo, es una de las posibilidades más adecuadas dentro del alcance de la presente descripción y, por lo tanto, se propone con propósitos ilustrativos y no como limitación.

En la Fig. 5, la temperatura del ensamble de calentamiento en la forma de un quemador que combustiona la corriente de subproducto de la región de purificación de, o asociado con, el procesador de combustible que calienta al menos la  
20 región productora de hidrógeno del procesador de combustible se muestra en 184. La presión de la corriente de alimentación 16 se muestra en 186. La Fig. 5 ilustra la capacidad de carga siguiente del sistema de suministro de materia prima de alimentación a dos regímenes de flujo diferentes. Como se muestra, entonces la salida eléctrica del correspondiente apilado de celdas de combustible se cambia de 250 watts a 120 watts, en 180 la presión de la corriente de alimentación 16 cambia desde una presión media de 689475 Pa (100 psia) a una presión media de 617080 Pa (89.5  
25 psia), y con un régimen de flujo medio de la corriente de alimentación a través del conducto de suministro 134" (en vez del conducto 134') cayendo a 6.5 ml/min desde 8.5 ml/min. Esta disminución en el régimen de flujo medio resultó en una menor salida de gas de hidrógeno (y una corriente de subproducto correspondiente cuando fue usada la región de purificación que produce tal corriente de subproducto).

30 Aunque una corriente de alimentación sencilla 16 se muestra en la Fig. 1, está dentro del alcance de la descripción que más de una corriente 16 pueda ser usada y que esas corrientes puedan contener las mismas, o diferentes, materias primas de alimentación. Esto se ilustra esquemáticamente mediante la inclusión de una segunda corriente de alimentación 16 en líneas discontinuas en la Fig. 1. Similarmente, la Fig. 1 además ilustra en líneas discontinuas que cada corriente de alimentación 16 puede (pero no es requerido) ser asociada con un sistema diferente de suministro de  
35 sistema de suministro de materia prima de alimentación 22, o porciones de estas. Por ejemplo, cuando más de un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 es utilizado, los sistemas pueden (pero no se requiere) extraer al menos una porción de sus corrientes de salida desde un suministro común. Cuando una corriente de alimentación 16 contiene dos o más componentes, tal como una sistema de suministro de materia prima de alimentación que contiene carbono y agua, los componentes pueden ser suministrados a la misma corriente de alimentación o a corrientes de alimentación diferentes.  
40

Cuando la materia prima de alimentación que contiene carbono es miscible con agua, la materia prima de alimentación es típicamente, pero no se requiere que sea suministrada con el componente agua de la corriente de alimentación 16, tal como se muestra en la Fig. 1 por los números de referencias 17 y 18 apuntando a la misma corriente de alimentación  
45 16. Por ejemplo, cuando el procesador de combustible recibe una corriente de alimentación que contiene agua y alcohol soluble en agua, tal como el metanol, estos componentes pueden ser premezclados y suministrados como una única corriente. Por ejemplo, una corriente de alimentación de reformación puede contener aproximadamente 25-75 % en vol. de metanol o etanol u otra materia prima de alimentación que contiene carbono miscible en agua, y aproximadamente 25-75% de agua. Para las corrientes de alimentación formadas (al menos prácticamente) de metanol y agua, las corrientes típicamente contendrán aproximadamente 50-75 % en vol. de metanol y aproximadamente 25-50 % en vol. de agua. Las corrientes que contienen etanol u otros alcoholes miscibles en agua contendrán típicamente un 25-60 % en vol. aproximadamente de alcohol y aproximadamente 40-75 % en vol. de agua. Un ejemplo de una corriente de alimentación que se adapta particularmente bien a los ensambles de generación de hidrógeno que utilizan reformado al vapor o reacciones de reformación térmica contienen 69 % en vol. de metanol y 31 % en vol. de agua, aunque otras  
55 composiciones y materias primas de alimentación que contienen carbono líquidas pueden ser usados sin apartarse del alcance de la presente descripción. Aunque no es requerido, está dentro del alcance de la presente descripción que una corriente de alimentación que contiene a ambos, agua y al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono, pueda ser usada como la corriente de alimentación para la región productora de hidrógeno 19 y como una corriente de combustible combustionable para un ensamble de calentamiento que está adaptado para calentar al menos la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible.  
60

El reformado al vapor es un ejemplo de un mecanismo para producir hidrógeno que puede emplearse en la región productora de hidrógeno 19 en el cual la corriente de alimentación 16 comprende agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono. En un proceso de reformado de vapor, la región productora de hidrógeno 19  
65 contiene un catalizador de reformado al vapor adecuado 23, como se indica en las líneas de trazos en la Fig. 1. En una

modalidad, el procesador de combustible puede ser referido como un reformador de vapor, una región productora de hidrógeno 19 puede ser referido como una región de reformación, y una salida, o mezcla de gases, la corriente 20 puede ser referida a como una corriente reformada. Como se usa en la presente, la región de reformación 19 se refiere a cualquier región productora de hidrógeno que utiliza un mecanismo de producción de hidrógeno por reformado de vapor. Los ejemplos de catalizadores de reformado al vapor adecuados incluyen formulaciones de cobre-cinc de catalizadores de cambio de baja temperatura y una formulación de cromo que se vende bajo el nombre comercial KMA por Süd-Chemie, aunque otros pueden ser usados. Los otros gases que están típicamente presentes en la corriente reformada incluyen monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, vapor de agua, y/o materia prima de alimentación que contiene carbono que no haya reaccionado.

Otro ejemplo ilustrativo de una reacción adecuada que produce hidrógeno que puede ser utilizada en la región productora de hidrógeno 19 es reformado autotérmico, en el cual un catalizador de reformado autotérmico adecuado se usa para producir gas de hidrógeno a partir de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono en presencia de aire. Cuando se usa la reformación autotérmica, el procesador de combustible incluye, además, un ensamble de suministro de aire 67 que está adaptado para suministrar una corriente de aire a la región productora de hidrógeno, tal y como se indica en las líneas discontinuas en la Fig. 1. Las reacciones térmicas productoras de hidrógeno utilizan una reacción primaria endotérmica que es utilizada junto con una reacción de oxidación parcial exotérmica, la cual genera calor dentro de la región productora de hidrógeno en la iniciación de la reacción inicial productora de hidrógeno.

Como un ejemplo ilustrativo de las temperaturas que pueden ser alcanzadas y/o mantenidas en la región productora de hidrógeno 19 a través del uso de un ensamble de calentamiento 60, los reformadores de vapor que producen hidrógeno típicamente operan a temperaturas en el intervalo de 200° C y 900° C. Temperaturas fuera de este intervalo están dentro del alcance de la descripción. Los reformadores de vapor y autotérmicos tienden además a funcionar a presiones elevadas, tales como presiones en el intervalo de 344737 Pa y 6894757 Pa (50 y 1000 psi), aunque pueden usarse presiones fuera de este intervalo y se encuentran dentro del alcance de la presente descripción. Cuando la materia prima de alimentación que contiene carbono es metanol, la reacción de reformado al vapor típicamente operará en un intervalo de temperatura de aproximadamente 200-500° C. Los subconjuntos ilustrativos de este intervalo incluyen 350-450° C, 375-425° C, y 375-400° C. Cuando la materia prima de alimentación que contiene carbono es un hidrocarburo, etanol u otro alcohol, se usará típicamente un intervalo de temperatura de aproximadamente 400-900° C para la reacción de reformado de vapor. Los subconjuntos ilustrativos de este intervalo incluyen 750-850° C, 725-825° C, 650-750° C, 700-800° C, 700-900° C, 500-800° C, 400-600° C, y 600-800° C. Está dentro del alcance de la presente descripción que la región productora de hidrógeno incluya dos o más zonas, o porciones, cada una de ellas puede funcionar a la misma o a diferentes temperaturas. Por ejemplo, cuando el fluido de producción de hidrógeno incluye un hidrocarburo, en algunas modalidades puede ser deseado incluir dos porciones diferentes de producción de hidrógeno, donde una opera a temperaturas menores que las otras para proporcionar una región de pre-reformación. En tal modalidad, el sistema de procesamiento de combustible puede describirse alternativamente incluyendo una o más regiones productoras de hidrógeno. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de ensambles de calentamiento adecuados para usar con los ensambles de procesamiento de combustible de acuerdo con la presente descripción se describen en las publicaciones de patente de los Estados Unidos núms. US 2003 0192251 A1, US 2003 0223926 A1, y US 2006 0272212 A1.

En muchas aplicaciones, puede ser deseable que el procesador de combustible produzca al menos gas de hidrógeno sustancialmente puro. En consecuencia, el procesador de combustible puede utilizar un proceso que produce inherentemente gas de hidrógeno suficientemente puro. Cuando la corriente de salida contiene suficientemente gas de hidrógeno puro y/o concentraciones suficientemente bajas de uno o más componentes no hidrógeno para una aplicación particular, la corriente de hidrógeno producto 14 puede formarse directamente a partir de la corriente de salida 20. Sin embargo, en muchos procesos de producción de hidrógeno, la corriente de salida 20 será una corriente de gas mezclada que contiene gas de hidrógeno como un componente mayoritario junto con otros gases. Igualmente, en muchas aplicaciones, la corriente de salida 20 puede ser hidrógeno sustancialmente puro pero aún contiene concentraciones de uno o más componentes no hidrógeno que son nocivos o de cualquier otra forma indeseables en la aplicación para la que la se pretende usar la corriente de hidrógeno producto.

En consecuencia, el ensamble de procesamiento de combustible 10 puede (pero no se requiere) incluir además una región de purificación 24, en la que una corriente rica en hidrógeno 26 se produzca a partir de la corriente de salida, o de gas mezclada. La corriente rica en hidrógeno 26 contiene al menos una concentración de hidrógeno mayor que la corriente de salida 20 y una concentración reducida de uno u otros gases más o impurezas que están presentes en la corriente de salida. La región de purificación 24 se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1, donde la corriente de salida 20 se muestra al ser suministrada a la región de purificación opcional 24. Como se muestra en la Fig. 1, al menos una porción de la corriente rica en hidrógeno 26 forma la corriente de hidrógeno producto 14. En consecuencia, la corriente rica en hidrógeno 26 y la corriente de hidrógeno producto 14 pueden ser la misma corriente y pueden tener la misma composición y regímenes de flujo. Sin embargo, está además dentro del alcance de la presente descripción que algo de gas de hidrógeno purificado en la corriente rica en hidrógeno 26 pueda ser almacenado para un uso posterior, tal como

en un ensamble adecuado de almacenamiento de hidrógeno, y/o consumido por el ensamble de procesamiento de combustible

5 La región de purificación 24 puede, pero no es requerido, producir al menos una corriente subproducto 28 Cuando presente, la corriente del subproducto 28 pueda estar agotada, puede ser enviada a un ensamble quemador o a otra fuente de combustión, puede ser usada como una corriente de fluido caliente, almacenada para un uso posterior, o utilizada de cualquier otra forma, almacenada o disponible dentro del alcance de la descripción que la corriente del subproducto 28 pueda ser emitida desde la región de purificación como una corriente continua sensible al suministro de la corriente de salida 20 de la región de purificación, o intermitentemente, tal como en un proceso discontinuo o cuando la porción de subproductos de la corriente de salida es retenida al menos temporalmente en la región de purificación.

15 La región de purificación 24 incluye cualquier dispositivo o combinación de dispositivos adecuados, que se adapten para reducir la concentración de al menos un componente de la corriente de salida 20. En la mayoría de las aplicaciones, la corriente rica en hidrógeno 26 tendrá una concentración de hidrógeno mayor que la corriente de salida, o de la mezcla de gases, 20 Sin embargo, está dentro del alcance de la descripción ue la corriente rica en hidrógeno tenga una concentración reducida de uno o más componentes que no sean hidrógeno que pueden estar presentes en la corriente de salida 20, aun teniendo la misma, o incluso una concentración de hidrógeno general reducida como en la corriente de salida. Por ejemplo, en algunas aplicaciones donde la corriente de hidrógeno producto 14 pueda ser usada, ciertas impurezas, o componentes que no sean hidrógeno, son más nocivos que otros. Un ejemplo específico, en muchos sistemas convencionales de celdas de combustible (tales como sistemas de celdas de combustible de membrana de intercambio de protones), el monóxido de carbono puede dañar un apilado de celdas de combustible si está presente incluso en unas pocas partes por millón, mientras que otros componentes que no son hidrógeno que pueden estar presentes en la corriente 20, tal como agua, no dañarán el apilado aún estando presentes en concentraciones mucho más altas. Por lo tanto, en tal aplicación, una región de purificación adecuada puede no incrementar la concentración total de hidrógeno, pero reducirá la concentración de componentes que no sean hidrógeno que sean nocivos, o potencialmente nocivos a la aplicación de la deseada corriente de hidrógeno producto.

30 Los ejemplos ilustrativos de dispositivos adecuados para la región de purificación 24 incluyen una o más membranas selectivas a hidrógeno 30, ensambles de eliminación química de monóxido de carbono 32, y sistemas de balance de presión de adsorción 38. Está dentro del alcance de la descripción que la región de purificación 24 pueda incluir más de un tipo de dispositivo de purificación, y que estos dispositivos puedan tener la misma o distintas estructuras y/o operar bajo los mismos o diferentes mecanismos. Como se discutió, el ensamble de procesamiento de combustible 10 productor de hidrógeno puede incluir al menos un orificio restrictivo u otro limitador de flujo corriente abajo de al menos una región de purificación, de modo que se asocie con una o más de la corriente de hidrógeno producto, corriente rica en hidrógeno, y/o corriente de subproducto.

40 Las membranas selectivas a hidrógeno 30 son permeables a gas hidrógeno, pero son al menos prácticamente, si no completamente, impermeables a otros componentes de la corriente de salida 20 Las membranas 30 pueden estar formadas por cualquier material permeable a hidrógeno adecuado para el uso en el ambiente de funcionamiento y los parámetros en los que funciona la región 24. Los ejemplos de materiales adecuados para las membranas 30 incluyen paladio y aleaciones de paladio, y especialmente películas delgadas de tales metales y aleaciones de metal. Las aleaciones de paladio han demostrado ser particularmente efectivas, especialmente paladio con un 35% a un 45 % en peso de cobre Una aleación paladio-cobre que contiene aproximadamente 40% en peso de cobre ha demostrado ser particularmente efectiva aunque otros componentes y concentraciones relativas pueden ser usados dentro del alcance de la descripción

50 Las membranas selectivas a hidrógeno se forman típicamente a partir de una lámina delgada que es aproximadamente 0.0254 mm (0.001 pulgadas) de espesor. Está dentro del alcance de la presente descripción, sin embargo, que las membranas puedan formarse a partir de otros materiales permeables a hidrógeno y/o selectivos a hidrógeno, que incluyen metales y aleaciones de metal distintas de las discutidas anteriormente así como también materiales no metálicos y composiciones, y que las membranas puedan tener un espesor mayor o menor que el discutido anteriormente. Por ejemplo, la membrana puede ser hecha más fina, con un conmensurable incremento del flujo de hidrógeno. Los ejemplos de mecanismos adecuados para reducir el espesor de las membranas incluyen laminado, metalizado al vacío y ataque químico. Un proceso de ataque químico adecuado se describe en la patente de los Estados Unidos núm. 6,152,995. Los ejemplos de varias membranas, configuraciones de membrana, y métodos para preparar los mismos se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,221,117, 6,319,306, y 6,537,352.

60 Los ensambles de eliminación química de monóxido de carbono 32 son dispositivos que reaccionan químicamente con monóxido de carbono y/u otros componentes indeseados de la corriente 20, si están presentes en la corriente de salida 20, para formar otras composiciones que no son potencialmente nocivas. Los ejemplos de ensambles de eliminación del monóxido de carbono químico incluyen reactores de cambio de gas a agua y otros dispositivos que convierten monóxido de carbono en dióxido de carbono, y lechos catalizadores de metanación que convierten monóxido de carbono e hidrógeno en metano y agua. Está dentro del alcance de la descripción que el ensamble de procesamiento de combustible 10 pueda incluir más de un tipo y/o número de ensambles de eliminación química 32.

El cambio de presión de adsorción (PSA) es un proceso químico en el cual las impurezas gaseosas son eliminadas de la corriente de salida 20 basado en el principio de que ciertos gases que, en las condiciones de temperatura y presión apropiadas, son adsorbidos sobre un material adsorbente más fuertemente que otros gases. Típicamente, son las impurezas las que son adsorbidas y, eliminadas de la corriente de salida 20. El éxito en usar el PSA para la purificación de hidrógeno se debe a la relativamente fuerte adsorción de gases comunes (tales como CO, CO<sub>2</sub>, hidrocarburos incluyendo CH<sub>4</sub>, y N<sub>2</sub>) sobre el material adsorbente. El hidrógeno es adsorbido solo muy débilmente, por lo que el hidrógeno pasa a través de la lecho adsorbente mientras que las impurezas quedan retenidas en el material adsorbente. Los gases de impurezas tales como NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, y H<sub>2</sub>O se adsorben muy fuertemente en el material adsorbente y por lo tanto se eliminan de la corriente 20 junto con otras impurezas. Si el material adsorbente va a ser regenerado y estas impurezas están presentes en la corriente 20, la región de purificación 24 incluye preferentemente un dispositivo adecuado que se adapta para eliminar estas impurezas antes de suministrar la corriente 20 al material adsorbente porque es más difícil desorber estas impurezas.

La adsorción de los gases de impurezas se produce a presión elevada. Cuando se reduce la presión, las impurezas son desorbidos del material adsorbente, regenerando así el material adsorbente. Típicamente, el PSA es un proceso cíclico y requiere al menos dos lechos para la operación continua (opuesto al discontinuo). Los ejemplos de materiales adsorbentes adecuados que se pueden usar en lechos adsorbentes son las zeolitas y el carbón activado, especialmente zeolitas de 5 Å (5 angstroms). El material adsorbente comúnmente se encuentra en forma de pellets y se coloca en un recipiente cilíndrico de presión utilizando una configuración convencional de lecho empacado. Se pueden usar otras composiciones, formas y configuraciones del material adsorbente.

El sistema PSA 38 además proporciona un ejemplo de un dispositivo para usar en la región de purificación 24 en la cual los subproductos, o componentes eliminados, no son directamente agotados desde la región como una corriente de gas concurrentemente con el proceso de purificación de la corriente de salida. En cambio, estos componentes subproductos son eliminados cuando el material adsorbente es regenerado o de cualquier forma eliminado desde la región de purificación.

En la Fig. 1, la región de purificación 24 se muestra dentro del procesador de combustible 12. Está dentro del alcance de la descripción que la región 24, cuando esté presente, pueda ser alternativamente localizada separadamente corriente abajo del procesador de combustible, como se ilustra esquemáticamente con líneas discontinuas y puntos en la Fig. 1. Está además dentro del alcance de la descripción que la región de purificación 24 pueda incluir porciones dentro y externas al procesador de combustible 12.

En el contexto de un procesador de combustible, o ensamble de procesamiento de combustible, que se adapta para producir una corriente de hidrógeno producto que se usará como una alimentación, o combustible, corriente para un apilado de celdas de combustible, el procesador de combustible se adapta preferentemente para producir gas de hidrógeno sustancialmente puro, y aún con mayor preferencia, el procesador de combustible se adapta para producir gas de hidrógeno puro. Para los propósitos de la presente descripción, el gas de hidrógeno sustancialmente puro es mayor que 90% puro, preferentemente mayor que 95% puro, con mayor preferencia mayor que 99% puro, y aún con mayor preferencia mayor que 99.5% puro. Los procesadores de combustible y ensambles de procesamiento de combustible adecuados, que incluyen ejemplos ilustrativos (no exclusivos) de los componentes y configuraciones de estos para producir corrientes de al menos gas de hidrógeno sustancialmente puro se describen en las patentes de los Estados Unidos núms. 6,319,306, 6,221,117, 5,997,594, 5,861,137, las publicaciones de patente de los Estados Unidos pendientes núms. 2001/0045061, 2003/0192251, y 2003/0223926, y la publicación de patente de los Estados Unidos pendiente núm. US 2006 0090397 A1.

En la Fig. 1, el procesador de combustible 12 se muestra incluyendo una capa 68 en la cual, al menos, la región productora de hidrógeno, y opcionalmente la región de purificación, está contenida. La capa 68, la cual puede también ser referida como un alojamiento, permite mover como una unidad los componentes del reformador de vapor o los otros mecanismos de procesamiento de combustible. Este también protege a los componentes del procesador de combustible 12 de daños al proporcionar un cercado protector y reduce la demanda de calentamiento del ensamble de procesamiento de combustible porque los componentes del procesador de combustible pueden ser calentado como una unidad. La capa 68 puede, pero no necesariamente, incluir un material aislante 70, tales como un material aislante sólido, material aislante en forma de manto, y/o una cavidad llena de aire. Se encuentra dentro del alcance de la descripción, sin embargo, que el procesador de combustible pueda estar formado sin un alojamiento o capa. Cuando el procesador de combustible 12 incluye el material aislante 70, el material aislante puede estar interno a la lámina, o externo a la lámina, o ambas. Cuando el material aislante está externo a la lámina que contiene las regiones de reformación y/o purificación descritas anteriormente, el procesador de combustible 12 puede incluir además una cubierta exterior o chaqueta 72 externo al aislamiento, tal como es ilustrado esquemáticamente en la Fig. 1. Está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de procesamiento de combustible pueda ser implementado con una capa, con una capa que incluya componentes adicionales del ensamble de procesamiento de combustible, incluyendo el sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 (o porciones de él), y/o incluyan componentes adicionales del sistema de celdas de combustible. Está además dentro del alcance de la presente descripción que un ensamble de procesamiento de combustible 10 pueda no incluir una capa 68.

Está dentro del alcance de la descripción, además, que uno o más componentes del ensamble de procesamiento de combustible 10 pueda extenderse más allá de la capa o localizarse externamente en al menos la capa 68. Por ejemplo, y como se discutió, la región de purificación 24 puede localizarse externa a la capa 68, tal como donde la región de purificación está directamente acoplada a la capa (tal y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 7) o estar separada de la capa pero en comunicación continua con ésta mediante conductos adecuados de transferencia de fluido (como se indica en la líneas discontinuas y puntos en la Fig. 1). Como otro ejemplo, una porción de la región productora de hidrógeno 19 (tal como porciones de uno o más lechos de catalizadores de reformación) puede extenderse más allá de la capa, tal como se indica esquemáticamente con líneas discontinuas representando en la Fig. 1 una configuración alternativa de la lámina.

Como se discutió, la corriente de hidrógeno producto 14 puede usarse en una variedad de aplicaciones, que incluyen, aplicaciones donde se usa gas de hidrógeno de alta pureza. Un ejemplo de una aplicación es como una corriente de combustible, o de alimentación, para un apilado de celdas. Un apilado de celdas es un dispositivo que produce un potencial eléctrico a partir de una fuente de protones, como un gas de hidrógeno, y un oxidante, como gas de oxígeno. En consecuencia, un apilado de celdas de combustible puede adaptarse para recibir al menos una porción de la corriente de hidrógeno producto 14 y una corriente de oxígeno (que es típicamente suministrada como una corriente de aire), y para producir una corriente eléctrica de ahí. Esto se ilustra esquemáticamente en la Fig. 6, en la cual un apilado de celdas se indica en 40 y produce una corriente eléctrica, la cual es ilustrada esquemáticamente en 41. En una configuración de este tipo, en la cual el procesador de combustible o ensamble de procesamiento de combustible se acopla a un apilado de celdas de combustible, el sistema resultante puede referirse como un sistema de celdas de combustible 42 porque incluye un apilado de celdas de combustible y una fuente de combustible para el apilado de celdas de combustible. Está dentro del alcance de la presente descripción que los procesadores de combustible, materias prima de alimentación, y ensamblajes de calentamiento de acuerdo con la presente descripción puedan usarse en aplicaciones que no incluyen un apilado de celdas de combustible.

Cuando la corriente de hidrógeno producto 14 se diseña para usar en un apilado de celdas de combustible, las composiciones que pueden dañar el apilado de pilas de combustible, tales como el monóxido de carbono y el dióxido de carbono, pueden eliminarse de la corriente rica en hidrógeno, si es necesario, tal como por la región de purificación 24. Para el apilado de celdas de combustible, tal como la membrana de intercambio de protones (PEM) y apilado de celdas de combustible alcalinas, la concentración del monóxido de carbono es preferentemente menor de 10 ppm (partes por millón). Preferentemente, la concentración de monóxido de carbono es menor de 5 ppm, y aún con mayor preferencia, menor de 1 ppm. La concentración de dióxido de carbono puede ser mayor que la del monóxido de carbono. Por ejemplo, las concentraciones de menos de 25% de dióxido de carbono pueden ser aceptables en algunas modalidades. Preferentemente, la concentración es menor de 10%, y aún con mayor preferencia, menor de 1%. Aunque no se requiere, las concentraciones especialmente preferidas son de menos de 50 ppm. Las concentraciones mínimas aceptables presentadas en la presente descripción son ejemplos ilustrativos, y se pueden usar concentraciones distintas de las presentadas en la presente descripción y están dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, los usuarios o fabricantes particulares pueden requerir niveles de concentración mínimos o máximos o intervalos que son diferentes de los señalados en la presente descripción.

El apilado de celdas de combustible 40 contiene al menos una, y típicamente múltiples, celdas de combustible 44 que se adaptan para producir una corriente eléctrica de un oxidante, tal como aire, aire enriquecido con oxígeno, o gas de oxígeno, y la porción de la corriente de hidrógeno producto 14 suministrada a este. Un apilado de celdas de combustible típicamente incluye múltiples celdas unidas entre sí por los extremos comunes a las placas 48 que contienen conductos de suministro/eliminación de fluidos, aunque esta construcción no es requerida para todas las modalidades. Los ejemplos de las celdas de combustible adecuadas incluyen celdas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) y las celdas de combustible alcalina. Otras incluyen celdas de combustible sólido de óxido, celdas de combustible basadas en ácido fosfórico, y celdas de combustible basadas en carbonatos fundidos.

La corriente eléctrica, o salida eléctrica, producida por el apilado 40 puede usarse para satisfacer las demandas de energía, o carga aplicada, de al menos un dispositivo consumidor de energía asociado 46. Los ejemplos ilustrativos de dispositivos 46 incluyen, pero no debe limitarse a, vehículos de motor, vehículos de recreo, vehículos de construcción o industrial, barcos u otros hidroplanos, herramientas, luces o sistemas de iluminación, aparatos (tales como para el hogar u otros aparatos), casas u otras viviendas, oficinas u otros establecimientos comerciales, computadoras, equipos de señalización o comunicación, cargadores de baterías, etc. Igualmente, el apilado de celdas de combustible 40 puede usarse para satisfacer los requerimientos de energía del sistema de pila de combustible 42, que pueden referirse como los requerimientos de energía de balance-de-planta del sistema de pila de combustible. Debe entenderse que el dispositivo 46 se ilustra esquemáticamente en la Fig. 6 y representa uno o más dispositivos, o colección de dispositivos, que se adaptan para extraer corriente eléctrica del sistema de pila de combustible.

El apilado de celdas de combustible 40 puede recibir toda la corriente de hidrógeno producto 14. Alguna o toda la corriente 14 puede ser, adicionalmente, o alternativamente suministrada a través de un conducto apropiado para usar en otro proceso de consumo de hidrógeno, quemado para combustible o calor, o almacenada para su uso posterior. Como un ejemplo ilustrativo, en la Fig. 6 se muestra un dispositivo de almacenamiento 50 en líneas discontinuas. Los

sistemas de pila de combustible y/o de procesamiento de combustible de conformidad con la presente descripción pueden incluir, pero no se requiere, al menos un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno. El dispositivo 50 es adaptado para almacenar al menos una porción de la corriente de hidrógeno producto 14. Por ejemplo, cuando la demanda de gas de hidrógeno por el apilado 40 es menor que la salida de hidrógeno del procesador de combustible 12, el exceso de gas hidrógeno puede ser almacenado en el dispositivo 50. Los ejemplos ilustrativos de un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno adecuado incluyen lechos de hidruro y tanques presurizados. Aunque no se requiere, un beneficio del ensamble de procesamiento de combustible 10 o del sistema de celdas de combustible 42 que incluye un suministro de hidrogeno almacenado es que este suministro puede usarse para satisfacer los requerimientos de hidrógeno del apilado 40, o las otras aplicaciones para las cuales se usa la corriente 14, en situaciones cuando el procesador 12 no tiene la capacidad de satisfacer estas demandas de hidrógeno. Los ejemplos de estas situaciones incluyen cuando el procesador de combustible está iniciando desde un estado frío, o inactivo, en subida ascendente (se calienta y/o presuriza) desde un estado ocioso, desconectado por mantenimiento o reparaciones, y cuando el apilado de celdas de combustible o alguna aplicación está demandando un régimen de flujo de gas hidrógeno mayor que la máxima producción posible del procesador de combustible. Adicionalmente o alternativamente, el hidrógeno almacenado puede ser usado como una corriente de combustible combustionable para calentar el ensamble de procesamiento de combustible o sistema de celdas de combustible. Los ensambles de procesamiento de combustible que no están directamente asociados con un apilado de celdas de combustible pueden aun incluir al menos un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno, permitiendo de este modo que las corrientes de hidrógeno producto proveniente de estos ensambles de procesamiento de combustible se almacenen además para usos posteriores

El sistema de celdas de combustible 42 puede incluir además al menos una batería 52 u otro dispositivo adecuado de almacenamiento de electricidad o almacenamiento de energía que se adapta para almacenar el potencial eléctrico, o potencia de salida, producida por el apilado 40. Los ejemplos ilustrativos, no exclusivos de otros dispositivos de almacenamiento de energía que pueden usarse incluyen volantes y condensadores, tales como ultracondensadores o supercondensadores. De manera similar a la discusión anterior con respecto al exceso de hidrógeno, el apilado de celdas de combustible 40 puede producir una potencia de salida en exceso de aquella necesaria para satisfacer la carga ejercida, o aplicada, por el dispositivo 46, incluyendo la carga requerida para energizar el sistema de celdas de combustible 42. En otra similitud adicional a la discusión anterior del exceso de gas hidrógeno, este exceso de potencia de salida puede ser usado en otras aplicaciones fuera del sistema celdas de combustible y/o almacenada para un uso posterior por el sistema de celdas de combustible. Por ejemplo, la batería u otro dispositivo de almacenamiento puede proporcionar energía suficiente para ser usada por el sistema 42 durante el encendido u otras aplicaciones en la cual el sistema no está produciendo electricidad y/o gas de hidrógeno. En la Fig. 6, las estructuras reguladoras de flujo se indican generalmente en 54 y esquemáticamente representan cualquier distribuidor, válvulas, controladores, interruptores adecuados y similares para el suministro selectivo de hidrógeno y la potencia de salida del apilado de celdas de combustible para el dispositivo 50 y la batería 52, respectivamente, y para extraer el hidrógeno almacenado y la potencia de salida almacenada en estos.

Como se muestra además en al menos las Figs. 1 y 6-8, los ensambles de procesamiento de combustible (y sistemas de pila de combustible) de acuerdo con la presente descripción pueden incluir un ensamble de calentamiento 60 que se adapta para calentar al menos la región productora de hidrógeno, o región de reformación, 19 del procesador de combustible. En algunos ensambles de procesamiento de combustible, de acuerdo con la presente descripción, el ensamble de calentamiento 60 incluye a un ensamble del quemador 62 y puede ser referido como un ensamble de calentamiento basado o impulsado por la combustión. En un ensamble de calentamiento basado en la combustión, el ensamble de calentamiento 60 se adapta para recibir, al menos, una corriente de combustible 64 y combustionar la corriente de combustible en presencia de aire para proporcionar una corriente de combustión caliente 66 que puede usarse para calentar al menos la región productora de hidrógeno 19 del procesador de combustible. La corriente 66 puede referirse además como una corriente de salida caliente. Como se discute en más detalle en la presente descripción, el aire puede ser suministrado al ensamble de calentamiento a través de una variedad de mecanismos. En la Fig. 7, una corriente de aire 74 se muestra en líneas continuas; sin embargo, está dentro del alcance de la descripción que la corriente de aire se suministre adicionalmente o alternativamente al ensamble de calentamiento con al menos una de las corrientes de combustible 64 al ensamble de calentamiento 60 y/o se extraiga del ambiente dentro del cual se usa el ensamble de calentamiento.

Está dentro del alcance de la descripción que la corriente de combustión 66 pueda usarse adicionalmente o alternativamente para calentar otras porciones del ensamble de procesamiento de combustible y/o sistemas de celdas de combustible con los cuales se usa el ensamble de calentamiento 60. También está dentro del alcance de la presente descripción que puedan usarse otras configuraciones y tipos de ensambles de calentamiento 60. Como ejemplo ilustrativo, un ensamble de calentamiento 60 puede ser un ensamble de calentamiento energizado eléctricamente que esté adaptado al menos a la región productora de hidrógeno del ensamble de procesamiento de combustible a través de un generador de calor usando al menos un elemento de calentamiento, tal como un elemento de calentamiento resistivo. Por ello, no es requerido que el ensamble de calentamiento 60 reciba y combustione una corriente de combustible combustionable para calentar la región productora de hidrógeno 19 hasta una temperatura de producción de hidrógeno adecuada.

En las Figs. 1 y 6-8, el ensamble de calentamiento 60 se muestra en una relación solapada con el procesador de



combustible 12 para representar gráficamente que dentro del alcance de la descripción está que el ensamble de calentamiento pueda localizarse parcial o completamente dentro del procesador de combustible 12, de manera que esté al menos parcialmente dentro de la capa 68, y/o que al menos una porción, o todo, del ensamble de calentamiento pueda localizarse externo al procesador de combustible. En esta última modalidad los gases calientes de combustión provenientes del ensamble del quemador serán suministrados a través de conductos de transferencia de calor adecuados hacia el procesador de combustible u otra porción del sistema(s) para que sea calentado.

Como se indica en líneas discontinuas en la Fig. 7, los ensambles de procesamiento de combustible 10 de acuerdo con la presente descripción pueden incluir una región de vaporización 69 que se adapta para recibir una corriente de alimentación líquida 16 (o un componente líquido de la corriente de alimentación 16, tal como una corriente de agua 17 o una corriente de una materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 18) y vaporizar la corriente de alimentación (o la porción de esta) antes de suministrarla a la región productora de hidrógeno 19 del procesador de combustible 12. Como se indica esquemáticamente en la Fig. 7, una corriente de combustión caliente 66 procedente del ensamble de calentamiento puede ser usada para vaporizar la corriente de alimentación en la región de vaporización 69 y/o de cualquier otra forma calentar la corriente de alimentación. Está dentro del alcance de la descripción que el procesador de combustible 12 puede ser construido sin una zona de vaporización y/o que el procesador de combustible esté adaptado para recibir una corriente de alimentación que sea gaseosa o que fue recientemente vaporizada. Está dentro del alcance de la presente descripción que la región de vaporización 69, cuando esté presente, se extienda parcialmente o completamente afuera de la capa 68 (cuando esté presente)

Los procesadores de combustible 12, los ensambles de calentamiento 60, y los sistemas de suministro de materia prima de alimentación 22 de acuerdo con la presente descripción pueden ser configurados en cualquiera de los arreglos descritos, ilustrados y/o incorporados en la presente. En algunas modalidades, los rasgos o aspectos de una o más configuraciones descritas anteriormente pueden ser combinadas con cada una y/o con rasgos adicionales descritos en la presente. Por ejemplo, está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble procesador de combustible 10 que incluye al menos una región de purificación 24 puede (pero no es requerido) alojar la región productora de hidrógeno 19 y al menos una porción de la región de purificación juntas en un alojamiento común, este alojamiento se localiza opcionalmente dentro la capa 68 del procesador de combustible. Esto se ilustra esquemáticamente en la Fig. 8, en la cual la referencia numérica 25 indica generalmente una región productora de hidrógeno 19 de un procesador de combustible, donde la región productora de hidrógeno está contenida dentro de un alojamiento, o recipiente 27 que contiene al menos el catalizador de reformación 23 (u otro) usado para producir la corriente de gas mezclada a partir de la corriente de alimentación que se suministra a la región productora de hidrógeno.

Como se indica en líneas discontinuas en la Fig. 8, la capa 27 (y de esta forma la región 25) puede incluir además, pero no es requerido, una región de purificación 24. Por ejemplo, como se ilustra con líneas discontinuas en la Fig. 8, la región de purificación, cuando está presente en el alojamiento, puede incluir una o más membranas selectivas a hidrógeno 30 y/o un ensamble de eliminación química de monóxido de carbono 32. En consecuencia, la región 25 puede ser descrita como una región de purificación y producción de hidrógeno cuando esta contiene ambas una región productora de hidrógeno 19 y una región de purificación 24. Está dentro del alcance de la descripción que cualquiera de estas regiones 19 y 24 descritas, ilustradas y/o incorporadas en la presente pueden ser usadas en la región 25. Cuando la región 25 no incluye una región de purificación, esta puede ser simplemente descrita como una región productora de hidrógeno 19 que incluye un alojamiento 27. Cuando el alojamiento 27 incluye una región de purificación 24, está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de procesamiento de combustible puede incluir una o más regiones de purificación adicionales (tal como que pueden incluir el mismo o diferentes dispositivos/mecanismos de purificación) externos (es decir, corriente abajo de) del alojamiento 27. Los ensambles de procesamiento ilustrados en la presente descripción de esta forma incluyen una región productora de hidrógeno que está contenida en un alojamiento, donde este alojamiento además está conteniendo opcionalmente una región de purificación. Como se ilustra además en la Fig. 8, está dentro del alcance de la presente descripción que la región de vaporización 69, cuando está presente, puede extenderse parcial o completamente dentro del alojamiento 27.

Muchos procesadores de combustible que producen hidrógeno, tales como los reformadores de vapor y autotérmicos y reactores de pirolisis y oxidación parcial, requieren una materia prima de alimentación que contiene carbono que se usa en la reacción de producción de hidrógeno, y después una corriente de combustible separada, la cual típicamente incluye además una materia prima de alimentación que contiene carbono, que se usa como una fuente de combustible para el ensamble de calentamiento. Como tal, esos ensambles de procesamiento de combustible convencionales requieren una fuente separada, bomba, u otro ensamble de suministro, conductos de transporte, y dispositivos de regulación de flujo, etc. De acuerdo con un aspecto de la presente descripción, que no se requiere para todas las modalidades, una materia prima de alimentación que contiene carbono 84 en fase líquida puede usarse para la porción de materia prima de alimentación que contiene carbono 18 de la corriente de alimentación 16 para la región de reformación 19 y la porción de materia prima de alimentación que contiene carbono 65 de la corriente de combustible 64 para el ensamble de calentamiento 60, tal como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 9. Este uso dual de la materia prima de alimentación que contiene carbono 84 no se requiere en todas las modalidades de la presente descripción. La Fig. 9 también proporciona una ilustración gráfica de un ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno que incluye más de un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22, tal como el sistema de suministro 22 que se adapta para suministrar una corriente de alimentación que contiene agua 17, una corriente de

5 alimentación que contiene materia prima de alimentación que contiene carbono 18, y/o un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22 que se adapta para suministrar la corriente de combustible 64. Como se ilustra en líneas discontinuas en la Fig. 9, está dentro del alcance de la presente descripción que el ejemplo anterior de tres sistemas de suministro de materia prima de alimentación pueda implementarse adicional o alternativamente como un  
10 único sistema de suministro de materia prima de alimentación 22, de manera que pueda incluir más de una bomba y/o producir más de una corriente de salida. Está más aun dentro del alcance de la presente descripción que no todas las corrientes líquidas se suministran al ensamble de procesamiento de combustible por un sistema de suministro de materia prima de alimentación 22. En su lugar, una o más corrientes pueden suministrarse por un mecanismo o sistema suministrador diferente.

15 En el ejemplo ilustrativo mostrado en la Fig. 9, la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 se suministra al ensamble de calentamiento 60 y a la región productora de hidrógeno 19. La Fig. 9 se mostró como una vista fragmentaria debido a que el procesador de combustible 12 puede tener una amplia variedad de configuraciones, tales como las configuraciones que no incluyen una región de purificación, que utiliza más de un tipo o número de mecanismos de purificación, etc. Se pretende que el procesador de combustible fragmentario mostrado en la Fig. 9 (y en las Figuras posteriores) represente esquemáticamente cualquiera de estas configuraciones, así como cualquiera de los reformadores de vapor y otros procesadores de combustible descritos, ilustrados y/o incorporados en la presente descripción.

20 La Fig. 10 es similar a la Fig. 9, excepto que la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 se suministra como una única corriente al ensamble de válvulas 86, en el cual la materia prima de alimentación que contiene carbono se suministra selectivamente a al menos uno de los ensambles de calentamiento y a la región productora de hidrógeno. El ensamble de válvulas 86 puede incluir cualquier estructura adecuada para dividir selectivamente la corriente de materia prima de alimentación que contiene carbono entre el ensamble de calentamiento  
25 y la región productora de hidrógeno. El intervalo de posibles configuraciones incluye el ensamble de calentamiento que recibe toda la materia prima de alimentación que contiene carbono, la región productora de hidrógeno que recibe toda la materia prima de alimentación que contiene carbono, o ambos el ensamble de calentamiento y la región productora de hidrógeno reciben la materia prima de alimentación que contiene carbono. Como se ha discutido aquí, la distribución de la materia prima de alimentación que contiene carbono depende de, al menos en parte, de la materia prima de alimentación que contiene carbono particular que es usada, si la corriente del subproducto 28 es también usada como un combustible para, al menos, una porción del ensamble de calentamiento 60, y del modo de operación particular del procesador de combustible, tal como un modo parado, un modo encendido, o un modo de producción de hidrógeno.

35 La distribución de la materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 entre la región productora de hidrógeno y el ensamble de calentamiento puede ser controlada manualmente. Sin embargo, en muchas modalidades, puede ser deseable que la distribución esté predeterminada y/o, al menos parcialmente automatizada, tal como por la inclusión de un controlador 88 que selectivamente regule el suministro de materia prima 84 entre la región productora de hidrógeno y el ensamble de calentamiento. Un ejemplo de controlador adecuado para un procesador de combustible de reformación de corriente se describe en la patente de los Estados Unidos núm. 6,383,670. En algunas modalidades, el controlador 88 y/o ensamble de válvulas 86 pueden configurarse para permitir un volumen inicial predeterminado de materia prima de alimentación que contiene carbono en el ensamble de calentamiento 60, como será discutido en mayor detalle en la presente.

45 Como se discutió previamente, en el contexto de un reformador de corriente u otro procesador de combustible que produce gas de hidrógeno del agua y de una materia prima de alimentación que contiene carbono, la corriente de alimentación 16 puede, al menos sustancialmente, y típicamente por entero, comprender una mezcla de agua y una materia prima de alimentación que contiene carbono en fase líquida 84 que es preferiblemente miscible en, o con, agua. Como tal, una corriente de alimentación sencilla (compuesta) 90 que contiene agua 17 y materia prima de alimentación que contiene carbono 84 puede ser consumida por ambas la corriente de alimentación que produce hidrógeno 16 de la reacción de reformación, así como por la corriente de combustible del ensamble de calentamiento 64. Se puede lograr una mayor reducción en los suministros, sistemas de suministro, reguladores de flujo, conductos de suministros y similares en conformidad con otro aspecto de la presente descripción por la corriente de alimentación 16 y la corriente de combustible 64, ambas conteniendo la misma materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 y agua 17, con la materia prima de alimentación que contiene carbono siendo preferiblemente miscible en agua. Ello se ilustra esquemáticamente en las Figs. 11 y 12, en las cuales esta corriente compuesta se indicada en 90. Las corrientes 16 y 64 pueden tener casi, o completamente, composiciones idénticas, y pueden estar enteramente formadas de la corriente 90. Está dentro del alcance de la descripción, sin embargo, que al menos una de las corrientes 16 y 64 tenga, al menos, un componente adicional o cantidad adicional de agua o materia prima de alimentación que contiene carbono  
50 adicionada al mismo antes de consumirse la corriente por el ensamble de calentamiento o la región productora de hidrógeno. Similarmente, está dentro del alcance de la presente descripción que las corrientes adicionales puedan suministrar componentes adicionales o cantidades adicionales de agua o de materia prima de alimentación que contiene carbono al ensamble de calentamiento o al procesador de combustible.

65 Similar a las alternativas discutidas de las Figs. 9 y 10 (donde solo se suministró el componente de la materia prima de alimentación que contiene carbono 84 de la corriente de alimentación 16 al ensamble de calentamiento 60 antes que la

materia prima de alimentación que contiene carbono 84 y el agua 17), la corriente de alimentación compuesta 90 puede suministrarse selectivamente al ensamble de calentamiento 60 y a la región productora de hidrógeno 19 en corrientes separadas, de la misma fuente o de fuentes diferentes, como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 11. Alternativamente, y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 12, una única corriente de alimentación compuesta 90 puede suministrarse al ensamble de procesamiento de combustible, y más específicamente, al ensamble de válvulas 86, donde la corriente se divide selectivamente entre el ensamble de calentamiento y la región productora de hidrógeno. Un controlador 88, que puede ser un controlador manual o computarizado u otro controlador electrónico o controlador programado previamente, también se muestra en líneas discontinuas en la Fig. 12. El controlador 88 puede estar localizado interna o externamente en el procesador de combustible 12, y/o puede incluir ambos componentes, interno y externo.

Las cantidades relativas de agua 17 y materia prima de alimentación líquida que contiene carbono 84 en la corriente de alimentación compuesta 90 pueden variar dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, la relación puede depender de factores tales como la materia prima de alimentación que contiene carbono particular que es usada, el mecanismo de producción de hidrógeno que es usado en el procesador de combustible, las preferencias del usuario, el catalizador que es usado, la demanda de gas de hidrógeno, la eficiencia del catalizador de reformación, etc. Las concentraciones relativas de estos componentes pueden expresarse en términos de una relación agua a carbono. Cuando la materia prima de alimentación 84 es metanol, una relación molar 1:1 de vapor de agua al carbono probó ser eficaz. Cuando la materia prima de alimentación 84 es etanol, una relación de 2-3:1 probó ser eficaz. Cuando la materia prima de alimentación 84 es un hidrocarburo, una relación de aproximadamente 3:1 se usa típicamente. Sin embargo, las relaciones ilustrativas descritas antes no significan ser relaciones exclusivas dentro del alcance de la descripción, y otras, incluyendo relaciones mayores y menores que pueden ser usadas.

En la Fig. 13, se muestra una variación de la configuración de la Fig. 12 para ilustrar que está dentro del alcance de la presente descripción que el ensamble de válvulas 86 puede estar localizado interno o externo al procesador de combustible 12. La Fig. 13 también ilustra que cuando el procesador de combustible incluye o se asocia de cualquier otra forma a la región de purificación 24 que produce una corriente de subproducto gaseoso 28, la corriente del subproducto gaseoso 28 puede ser suministrada al ensamble de calentamiento para usar como un combustible gaseoso para el ensamble de calentamiento. Este combustible gaseoso puede suplir al combustible líquido discutido antes (tal como la materia prima de alimentación que contiene carbono 84 o la corriente de alimentación compuesta 90), o puede contener en sí mismo suficiente índice de calentamiento para ciertos reformadores de corriente u otros procesadores de combustibles y/o ciertas configuraciones de funcionamiento de los procesadores de combustibles.

Los ejemplos ilustrativos de sistemas de celdas de combustible que producen hidrógeno 42, ensambles de procesamiento de combustible que producen hidrógeno 10, y materia prima de alimentación 22 se ilustran esquemáticamente en varias de las Figs. 1-4 y 6-13. Estos sistemas pueden incluir componentes adicionales, tales como suministros de aire/oxidante y sistemas de suministro, ensambles de intercambio de calor, y/o fuentes, controladores, sensores, válvulas y otros controladores de flujo, módulos de administradores de energía, etc. Está dentro del alcance de la presente descripción incluir selectivamente uno o más de estos componentes. Igualmente, aunque se muestra un único procesador de combustible 12 y/o un único apilado de celdas de combustible 40 en varias de las Figs. 1-4 y 6-13, está dentro del alcance de la descripción que pueda usarse uno cualquiera o ambos componentes.

#### Aplicabilidad Industrial

Las materias prima de alimentación, y los sistemas de pila de combustible y de procesamiento de combustible que producen hidrógeno que contienen lo mismo que se describe en la presente descripción, son aplicables en las industrias de producción de hidrógeno y energía, e incluyen las industrias de pila de combustible.

Se cree que la descripción que se expone anteriormente en la presente abarca múltiples invenciones distintas con utilidad independiente. Mientras que cada una de estas invenciones ha sido descrita en su forma preferida, las modalidades específicas de ellas, como se describen e ilustran en la presente, no deben ser consideradas en un sentido limitante como son posibles numerosas variaciones. La materia objeto de las invenciones incluye todas las combinaciones y sub-combinaciones originales y no obvias de los varios elementos, rasgos, funciones, y/o propiedades descritas en la presente. Cuando la divulgación o las reivindicaciones presentadas posteriormente recitan "un" o "un primer" elemento o su equivalente, está dentro del alcance de las presentes invenciones que esa descripción o reivindicaciones puedan incluir la incorporación de uno o más de esos elementos, sin requerir ni excluir dos o más de tales elementos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno, que comprende:
  - 5 una región productora de hidrógeno (19) adaptada para recibir al menos una corriente de alimentación (16) que contiene al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono y producir una corriente de gas mezclada (20) que contiene gas de hidrógeno como un componente mayoritario de ahí; y
  - 10 una materia prima de alimentación (22) adaptada para suministrar la corriente de alimentación (16) que contiene al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono a la región productora de hidrógeno (19) del ensamble de procesamiento de combustible, en donde la materia prima de alimentación (22) está en comunicación con un suministro líquido que contiene la materia prima de alimentación que contiene carbono, en donde la materia prima de alimentación comprende:
    - 15 un ensamble de bomba (100) adaptado para extraer del suministro líquido (112) una corriente de entrada líquida (110) que contiene al menos la materia prima de alimentación que contiene carbono y emitir una corriente de salida líquida (116);
    - 20 un conducto de salida (132) en comunicación continua con un conducto de suministro (134) y con un conducto de reciclado (136), en donde el conducto de suministro (134) está en comunicación continua con la región productora de hidrógeno (19) del ensamble de procesamiento de combustible productor de hidrógeno, y el conducto de reciclado (136) está en comunicación continua con al menos uno del suministro líquido (112) y un conducto de entrada (130) a través del cual la corriente de entrada líquida se extrae al ensamble de bomba; el conducto de salida (132) se adapta para recibir la corriente de salida líquida y para definir un trayectoria de flujo para la corriente de salida líquida al conducto de suministro (134) y al conducto de reciclado (136);
    - 25 un limitador de flujo (140) adaptado para crear contrapresión en el conducto de reciclado (136); y
    - una válvula accionada por presión (150) adaptada para permitir selectivamente que el líquido en el conducto de reciclado se derive al limitador de flujo (140).
  - 30 2. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 1, en donde la válvula accionada por presión (150) está en comunicación continua con un conducto de derivación (152) que se extiende en comunicación continua con porciones del conducto de reciclado (136) corriente arriba y corriente abajo del limitador de flujo (140), en donde la válvula accionada por presión (150) se adapta para ser selectivamente configurada entre una configuración cerrada, en la cual la válvula accionada por presión (150) restringe el flujo de la corriente de salida líquida a través del conducto de derivación (152), y una configuración de accionamiento, en la cual la válvula accionada por presión permite el flujo de la corriente de salida líquida a través del conducto de derivación (152), y en donde además la válvula accionada por presión es girada hacia la configuración cerrada.
  - 35 3. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 2, en donde la válvula accionada por presión (150) se adapta para la transición a la configuración de accionamiento cuando la presión de la corriente de salida líquida en el conducto de reciclado (136) corriente arriba del limitador de flujo (140) excede una presión de reciclado umbral.
  - 40 4. El ensamble de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 2, en donde la válvula accionada por presión (150) incluye un miembro de válvula (156) y un mecanismo de giro (158) que se adapta para desviar la válvula desde su configuración de accionamiento a su configuración cerrada, el mecanismo de giro (158) se adapta para ejercer una fuerza de giro que se corresponde con una presión de reciclado umbral a la que la presión del líquido aplicado contra el mecanismo de giro (158) es suficiente para superar la fuerza ejercida por el mecanismo de giro (158).
  - 45 5. El ensamble de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 2, en donde la válvula accionada por presión (150) incluye un miembro de válvula (156) y un mecanismo de giro (158) que se adapta para desviar la válvula desde su configuración de accionamiento a su configuración cerrada, el mecanismo de giro (158) se adapta para ejercer una fuerza de giro que se corresponde con una presión de suministro umbral a la que la presión del líquido aplicado contra el mecanismo de giro (158) es suficiente para superar la fuerza ejercida por el mecanismo de giro (158).
  - 50 6. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el limitador de flujo incluye un orificio restrictivo (142).
  - 55 7. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la corriente de alimentación contiene agua y la materia prima de alimentación que contiene carbono, y opcionalmente en donde el suministro contiene agua y la materia prima de alimentación que contiene carbono.
  - 60

- 5 8. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la región productora de hidrógeno se adapta para recibir hasta un régimen de flujo umbral de la corriente de salida líquida a través del conducto de suministro, y en donde además, el ensamble de bomba se adapta para emitir una corriente de salida líquida que tiene un régimen de flujo mayor que el régimen de flujo umbral.
- 10 9. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 8, en donde cuando la región productora de hidrógeno recibe una porción de la corriente de salida líquida y produce gas de hidrógeno de ahí, el ensamble de bomba se adapta para emitir un régimen de flujo de la corriente de salida líquida que excede el régimen de flujo umbral.
- 15 10. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el ensamble de bomba incluye una bomba de una sola velocidad.
- 20 11. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el conducto de reciclado (136) está en comunicación continua con el suministro (112).
- 25 12. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la materia prima de alimentación (22) se adapta para proporcionar una corriente de alimentación (16) que tiene al menos una presión sustancialmente constante y un régimen de flujo variable.
- 30 13. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el limitador de flujo es un primer limitador de flujo (140'), y en donde además la materia prima de alimentación incluye adicionalmente un segundo limitador de flujo (140'') adaptado para crear contrapresión en el conducto de reciclado, en donde el primer y segundo limitadores de flujo se adaptan para crear diferentes niveles de contrapresión en el conducto de reciclado.
- 35 14. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 13, en donde el primer limitador de flujo (140') y el segundo limitador de flujo (140'') son orificios restrictivos que tienen aberturas de diferente tamaño.
- 40 15. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 13 o 14, en donde el conducto de suministro es un primer conducto de suministro (134'), en donde el conducto de salida (132) está en comunicación continua con el primer conducto de suministro (134'), el conducto de reciclado (136), y un segundo conducto de suministro (134''), en donde el segundo conducto de suministro (134'') está en comunicación continua con la región productora de hidrógeno (19) del ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno, en donde el conducto de salida (132) se adapta para recibir la corriente de salida líquida y para definir una trayectoria de flujo para la corriente de salida líquida al primer conducto de suministro (134'), el segundo conducto de suministro (134''), y la corriente de reciclado, y en donde además el segundo limitador de flujo (140'') se adapta para restringir el régimen de flujo de líquido a través del segundo conducto de suministro (134''), y opcionalmente en donde el primer y el segundo conducto de suministro definen regímenes de flujo diferentes de la corriente de salida líquida a través de estos.
- 45 16. El ensamble de procesamiento de combustible que produce hidrógeno de la reivindicación 15, en donde la materia prima de alimentación incluye un ensamble de válvula (170) adaptado para evitar selectivamente que una porción de la corriente de salida líquida fluya a través del primer conducto de suministro (134') o el segundo conducto de suministro (134'').
- 50 17. Un método para suministrar materia prima de alimentación a un sistema de celdas de combustible que produce hidrógeno que incluye al menos una región productora de hidrógeno (19) adaptada para producir una corriente (20) que contiene gas de hidrógeno a partir de al menos una materia prima de alimentación, y un apilado de celdas de combustible (40) adaptado para producir una potencia de salida de un oxidante y gas de hidrógeno producido en la región productora de hidrógeno, el método comprende:
- 55 extraer una corriente de líquido (110) de un suministro (112) que contiene al menos una materia prima de alimentación que contiene carbono para la región productora de hidrógeno (19) de un sistema de celdas de combustible que produce hidrógeno;
- 60 bombear un flujo de la corriente de líquido a través de un conducto de salida (132) que está en comunicación continua con un conducto de suministro (134) y una primera porción de un conducto de reciclado (136), en donde el conducto de suministro (134) está en comunicación continua con la región productora de hidrógeno (19) del sistema de celdas de combustible que produce hidrógeno, en donde el conducto de reciclado (136) se adapta para proporcionar una trayectoria de flujo para retornar la corriente de líquido a al menos uno del suministro (112) y un lugar corriente arriba de un mecanismo de suministro (102) que se adapta para impulsar la corriente de líquido al conducto de salida, y en donde además la etapa de bombeo produce un flujo de la

corriente de líquido que excede la capacidad del conducto de suministro (134), con una porción en exceso del flujo que fluye en el conducto de reciclado (136);

regular la distribución del flujo entre el conducto de suministro y el conducto de reciclado, en donde la regulación incluye crear contrapresión en el conducto de reciclado con un limitador de flujo (140) que separa el conducto de reciclado en al menos una primera porción que se extiende entre el conducto de salida y el limitador de flujo y una segunda porción que se extiende desde el limitador de flujo, en donde la regulación incluye además permitir selectivamente que la porción en exceso de flujo se derive al limitador de flujo (140) fluyendo a través de un conducto de derivación (152) en comunicación continua con las porciones del conducto de reciclado (136) corriente arriba y corriente abajo del limitador de flujo (140);

recibir al menos una porción del flujo en el conducto de suministro (134) en la región productora de hidrógeno y producir una corriente que contiene gas de hidrógeno de ahí; y

producir una potencia de salida eléctrica de un oxidante y al menos una porción de la corriente que contiene gas de hidrógeno.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
18. El método de la reivindicación 17, en donde el método incluye regular automáticamente la distribución del régimen de flujo entre el conducto de suministro (134) y el conducto de reciclado (136).
  19. El método de la reivindicación 17 o 18, en donde permitir selectivamente incluye restringir que la corriente de líquido fluya a través del conducto de derivación hasta que la presión del flujo exceda una presión de reciclado umbral.
  20. El método de la reivindicación 19, en donde la presión de reciclado umbral es menor que una presión de suministro umbral para la porción del flujo que se suministra a la región productora de hidrógeno.
  21. El método de la reivindicación 19, en donde permitir selectivamente incluye permitir el flujo de la corriente de líquido a través del conducto de derivación al menos hasta que la presión del flujo sea menor que la presión de reciclado umbral y después de eso restringir adicionalmente el flujo de la corriente de líquido a través del conducto de derivación.
  22. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, en donde permitir selectivamente incluye utilizar una válvula accionada por presión (150) que está adaptada para configurarse selectivamente entre una configuración cerrada, en la cual la válvula accionada por presión restringe el flujo a través del conducto de derivación (152), y una configuración de accionamiento, en la que la válvula accionada por presión permite el flujo de la porción en exceso a través del conducto de derivación (152), y en donde además la válvula accionada por presión se gira a la configuración cerrada, y opcionalmente en donde la válvula accionada por presión se adapta para transitar a la configuración de accionamiento cuando la presión del flujo excede una presión de reciclado umbral.
  23. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 22, en donde el limitador de flujo incluye un orificio restrictivo (142).
  24. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23, en donde la región productora de hidrógeno se adapta para recibir hasta una porción umbral del flujo que es menor de 100% del flujo.
  25. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 24, en donde el conducto de suministro incluye un primer conducto de suministro (134'), en donde el limitador de flujo es un primer limitador de flujo (140'), y en donde además la regulación incluye regular la distribución del flujo entre el primer conducto de suministro (134') y el conducto de reciclado (136), en donde la regulación incluye crear contrapresión en el conducto de reciclado con el primer limitador de flujo (140'), en donde el conducto de suministro incluye además un segundo conducto de suministro (134'') y en donde la regulación incluye además crear contrapresión en el segundo conducto de suministro (134'') con un segundo limitador de flujo (140'') en el segundo conducto de suministro (134''), y en donde la regulación incluye además permitir selectivamente que la porción en exceso del flujo se derive al primer limitador de flujo (140') fluyendo a través de un conducto de derivación en comunicación continua con el conducto de reciclado corriente arriba y corriente abajo del primer limitador de flujo.
  26. El método de la reivindicación 25, en donde el primer limitador de flujo (140') y el segundo limitador de flujo (140'') se adaptan para crear diferentes niveles de contrapresión y para definir diferentes regímenes de flujo de líquido a través de este.
  27. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 26, en donde el bombeo incluye bombear la corriente de líquido a un régimen de flujo prácticamente constante.
  28. El método de cualquiera de las reivindicaciones 17 a 27, en donde al menos una de las corrientes de líquido contiene agua y la materia prima de alimentación que contiene carbono, la región productora de hidrógeno (19) incluye un catalizador de reformación que se adapta para producir una corriente de gas mezclada que contiene gas de hidrógeno y otros gases, y opcionalmente el método incluye además eliminar al menos una porción de otros gases de la corriente de gas mezclada.

Fig. 1

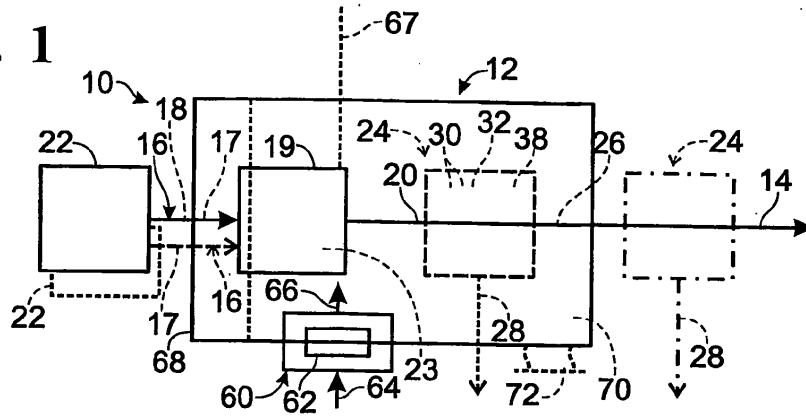


Fig. 2

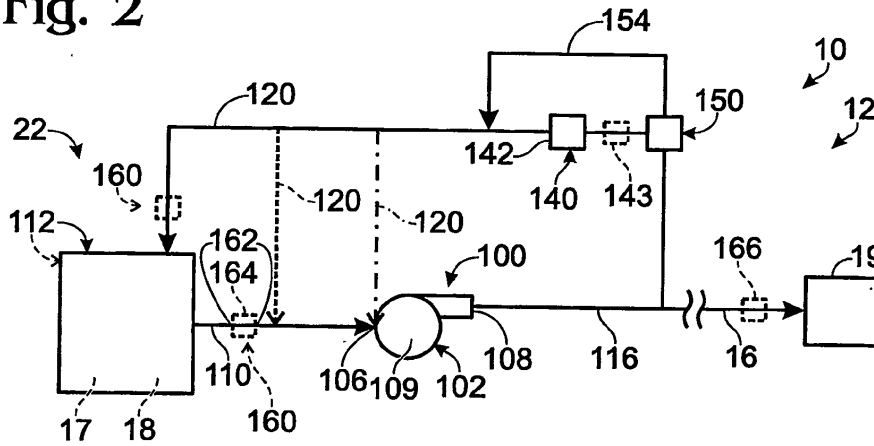


Fig. 3

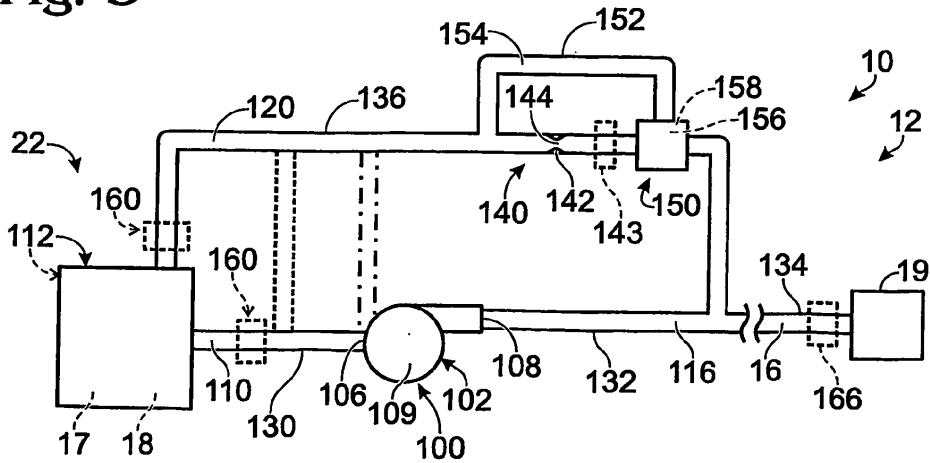


Fig. 4

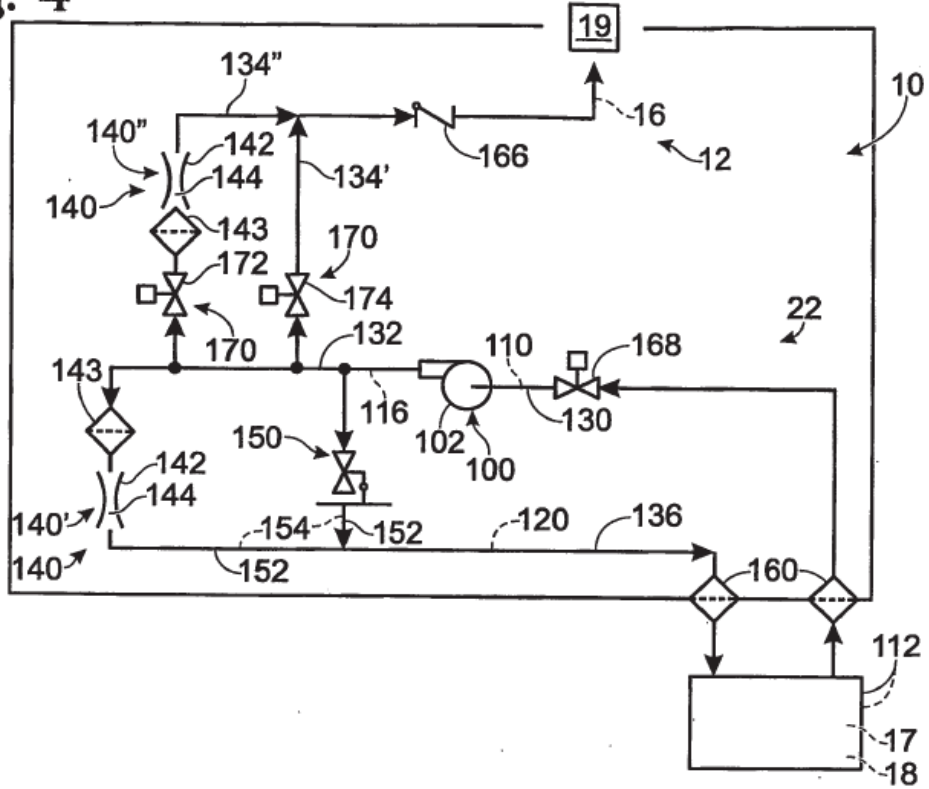


Fig. 5

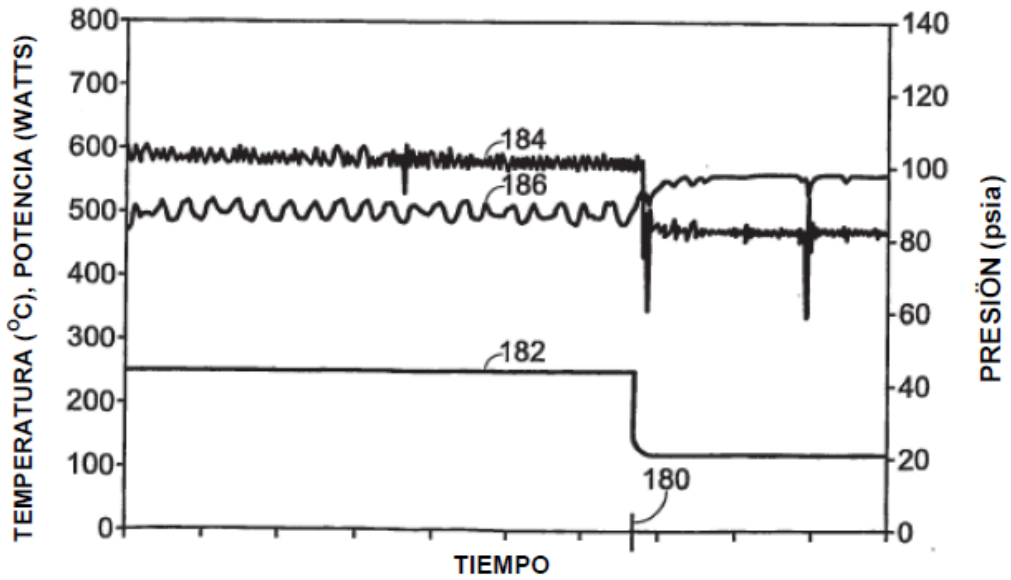




Fig. 6

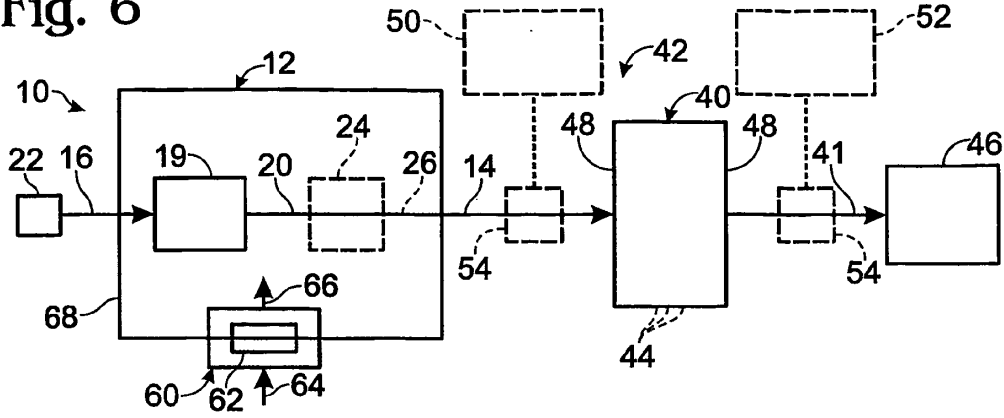


Fig. 7

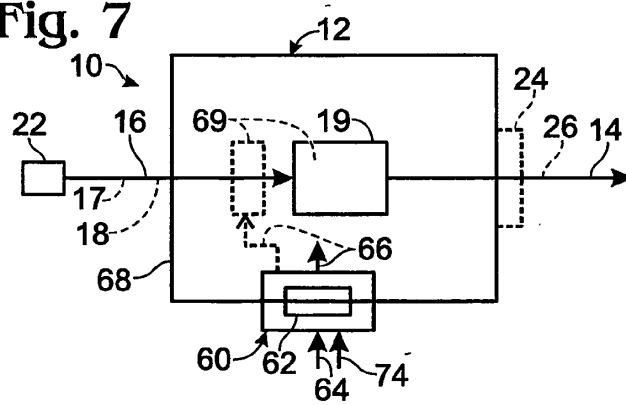


Fig. 8

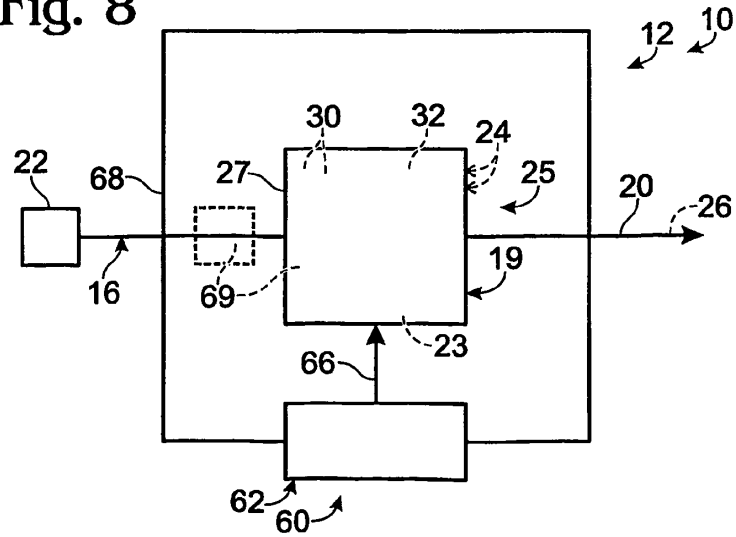


Fig. 9

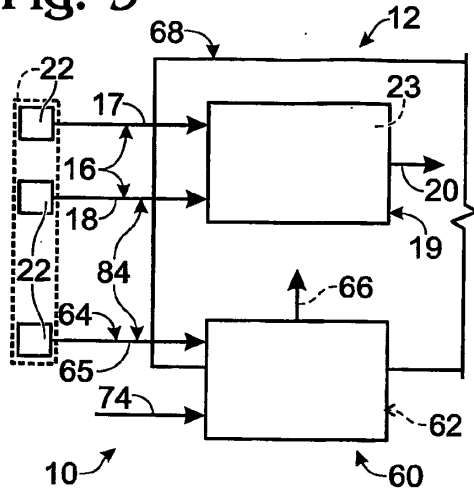


Fig. 10

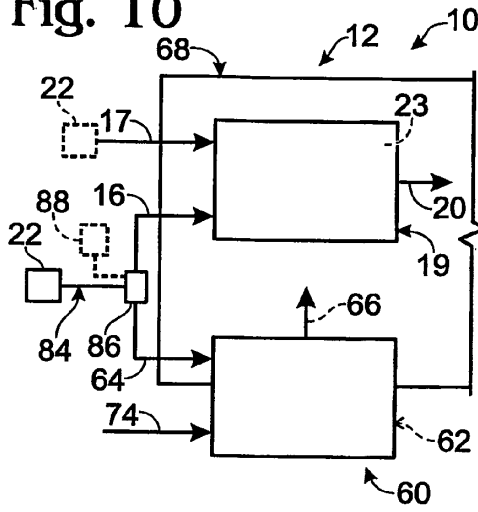


Fig. 11

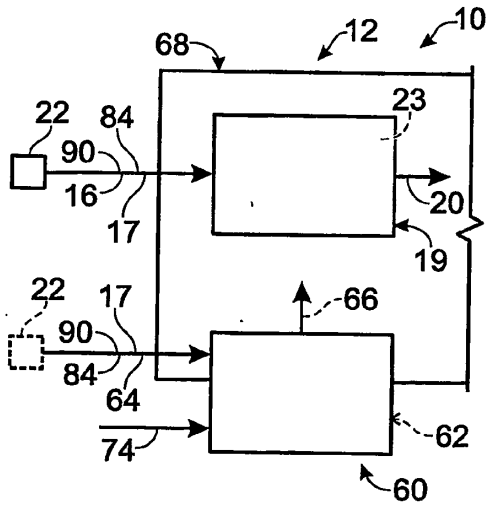


Fig. 12

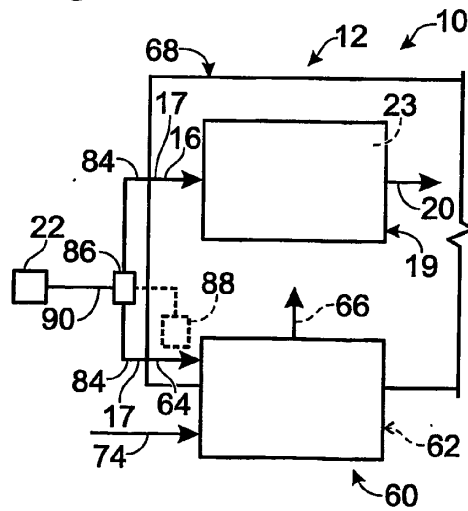


Fig. 13

