

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 940**

51 Int. Cl.:

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 16/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2007 E 07795723 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 2150999**

54 Título: **Sistemas de celdas de combustible con hidratación de mantenimiento por desplazamiento de alimentación primaria**

30 Prioridad:

30.05.2007 US 755227

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

10.03.2014

73 Titular/es:

**IDATECH, LLC (100.0%)
63065 NE 18TH STREET
BEND, OR 97701, US**

72 Inventor/es:

**KELLEY, MASON, P.;
LAVEN, ARNE y
SNIDER, TOD, L.**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 446 940 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

Sistemas de celdas de combustible con hidratación de mantenimiento por desplazamiento de alimentación primaria

5 Solicitud relacionada

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente de los Estados Unidos con número de serie 11/755,227, titulada de manera similar que se presentó el 30 de mayo 2007.

10 Campo de la descripción

La presente descripción se dirige generalmente a los sistemas de celdas de combustible, y más particularmente a los sistemas de celdas de combustible que llevan a cabo la hidratación de mantenimiento mediante el suministro eléctrico para satisfacer al menos parte de una carga aplicada desde un ensamble consumidor de energía mientras que una fuente de alimentación primaria está en comunicación eléctrica con, y disponible para suministrar energía al ensamble consumidor de energía.

15

Antecedentes de la descripción

20 Las pilas de celdas de combustible son dispositivos electroquímicos que producen agua y un potencial eléctrico de un combustible, tal como una fuente de protones, y un oxidante. Muchas pilas de celdas de combustible convencionales utilizan gas de hidrógeno como fuente de protones y gas de oxígeno, aire, o aire enriquecido con oxígeno como oxidante. Las pilas de celdas de combustible incluyen típicamente muchas celdas de combustible que se acoplan de manera fluida y eléctricamente juntas entre las placas de extremo comunes. Cada celda de combustible incluye una región del ánodo y una región del cátodo que están separadas por una barrera electrolítica. En algunas celdas de combustible, la barrera electrolítica toma la forma de una membrana electrolítica. El gas de hidrógeno se suministra a la región del ánodo, y el gas de oxígeno se suministra a la región del cátodo. Los protones del gas de hidrógeno se extraen a través de la barrera electrolítica hasta la región del cátodo, donde se forma el agua. Mientras que los protones pueden pasar a través de la barrera electrolítica, los electrones no pueden. En lugar de ello, los electrones que se liberan a partir del gas de hidrógeno viajan a través de un circuito externo para formar una corriente eléctrica.

25

Los sistemas de celdas de combustible se pueden diseñar para ser la fuente de alimentación primaria y/o de respaldo para un ensamble consumidor de energía que incluye uno o más dispositivos consumidores de energía. Cuando se implementa como una fuente de alimentación de respaldo o auxiliar para un ensamble consumidor de energía, el sistema de celdas de combustible se utiliza durante los momentos en que la fuente de alimentación primaria es incapaz o no está disponible para satisfacer alguna o toda la demanda de energía, o la carga aplicada, del ensamble consumidor de energía.

35

40 Las membranas electrolíticas de algunos sistemas de celdas de combustible, tales como membranas de intercambio de protones (PEM), o sistemas de celdas de combustible de polímero sólido, necesitan generalmente un nivel adecuado de hidratación para permitir que las membranas electrolíticas funcionen de manera eficiente para la generación de potencia de salida eléctrica. Durante la generación de energía por un sistema de celdas de combustible; se genera agua para la hidratación de la membrana mediante la reacción electroquímica. Sin embargo, durante períodos de inactividad, que son comunes para los sistemas de celdas de combustible que se utilizan como un suministro eléctrico auxiliar (es decir de respaldo), las membranas electrolíticas tienen una tendencia a secarse cuando aumenta su período de inactividad. Como resultado, se puede reducir sustancialmente la capacidad del sistema de celdas de combustible para proporcionar de forma fiable y eficaz la energía cuando sea necesario. Una propuesta para mantener la hidratación es conectar el sistema de celdas de combustible a una carga artificial o "simulada", tal como una o más resistencias o ensambles de luces, y hacer funcionar después el sistema de celdas de combustible periódicamente para suministrar energía a la carga artificial. Esta estructura que aplica la carga se denomina como una carga artificial debido a que está presente principalmente para permitir que el sistema de celdas de combustible genere una potencia de salida eléctrica satisfaciendo la carga aplicada. Sin embargo, la carga artificial aumenta el tamaño, peso y/o costos del sistema de celdas de combustible. Además, aparte de proporcionar mantenimiento, la alimentación de la carga artificial desperdicia la potencia de salida eléctrica y por lo tanto el combustible y puede generar calor sustancial en o cerca del sistema de celdas de combustible. En consecuencia, se necesitan nuevas propuestas para mantener la buena disposición de los sistemas de celdas de combustible que sirven como fuentes de alimentación de respaldo.

45

60 La WO 2005/004269 se dirige a un método para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento de los sistemas de celdas de combustible que sirven como fuentes de alimentación primaria.

65 Resumen de la descripción

La presente descripción se dirige generalmente a los sistemas de celdas de combustible, y más particularmente a los sistemas de celdas de combustible que llevan a cabo la hidratación de mantenimiento mediante el suministro eléctrico para satisfacer al menos parte de una carga aplicada desde un ensamble consumidor de energía mientras que una fuente de alimentación primaria está en comunicación eléctrica con, y disponible para suministrar energía al ensamble consumidor de energía para satisfacer la porción de la carga aplicada que se satisface por el sistema de celdas de combustible. En algunas modalidades, un sistema de celdas de combustible puede determinar un momento de inicio, o condición de inicio, para el mantenimiento del sistema de celdas de combustible. El sistema de celdas de combustible se puede activar entonces a partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio, o condición de inicio, iniciando el suministro de al menos combustible, y oxidante opcionalmente, a una pila de celdas de combustible del sistema. La energía se puede suministrar entonces desde el sistema de celdas de combustible activado a un voltaje de salida que es más alto que un voltaje en el que se suministra energía desde la fuente de alimentación primaria, de manera que la carga aplicada se satisface, al menos en parte, por la alimentación del sistema de celdas de combustible en lugar de la alimentación de la fuente de alimentación primaria. Tras el funcionamiento del sistema de celdas de combustible durante un período suficiente para rehidratar la pila de celdas de combustible, se puede interrumpir el funcionamiento del sistema de celdas de combustible, con la fuente de alimentación primaria se reanuda el suministro eléctrico para satisfacer la carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática de porciones seleccionadas de una red de suministro eléctrico ilustrativa que suministra energía desde una fuente de alimentación primaria para satisfacer una carga aplicada de un ensamble consumidor de energía mientras está inactivo un sistema de celdas de combustible para la energía de respaldo en una red, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 2A es una vista esquemática de la red de suministro eléctrico ilustrativa de la Fig. 1 durante la hidratación de mantenimiento del sistema de celdas de combustible, con el sistema de celdas de combustible que suministra energía a un voltaje suficiente para satisfacer al menos una porción de la carga aplicada del ensamble consumidor de energía mientras que la fuente de alimentación primaria está disponible para suministrar energía para satisfacer la porción de la carga aplicada que se suministra por el sistema de celdas de combustible, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 2B es una vista esquemática de la red de suministro eléctrico ilustrativa de la Fig. 1 durante el funcionamiento estándar del sistema de celdas de combustible como una fuente de alimentación de respaldo, con el sistema de celdas de combustible que suministra energía para satisfacer al menos una porción de la carga aplicada del ensamble consumidor de energía mientras que la fuente de alimentación primaria no está disponible o se suministra insuficiente energía para satisfacer la totalidad de la carga aplicada, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 3 es otra vista esquemática de la red de suministro eléctrico ilustrativa de la Fig. 1 que muestra componentes, aspectos y características ilustrativas adicionales que se pueden presentar en la red de suministro eléctrico, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 4 es una vista esquemática de aspectos seleccionados de una celda de combustible ilustrativo, como se puede usar en las pilas de celdas de combustible de acuerdo con la presente descripción.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo de un método ilustrativo para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento de un sistema de celdas de combustible en la red de suministro eléctrico de las Figs. 1-3, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo fragmentario de las porciones seleccionadas del método ilustrativo de la Fig. 5, que incluye una propuesta ilustrativa para regular el voltaje en el método, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 7 es un diagrama de flujo fragmentario de las porciones seleccionadas del método ilustrativo de la Fig. 5, que incluye una propuesta ilustrativa para monitorear la estabilidad de la energía suministrada desde el sistema de celdas de combustible, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo fragmentario de las porciones seleccionadas del método ilustrativo de la Fig. 5, que incluye una propuesta ilustrativa para probar una carga aplicada antes de iniciar el suministro de combustible, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

La Fig. 9 es un diagrama de flujo fragmentario de las porciones seleccionadas del método ilustrativo de la Fig. 5, que incluye una propuesta ilustrativa para regular el voltaje del sistema de celdas de combustible de acuerdo con un voltaje medido de la fuente de alimentación primaria, de acuerdo con aspectos de la presente descripción.

Descripción detallada y el mejor modo de la descripción

La presente descripción se dirige a los sistemas de celdas de combustible que llevan a cabo la hidratación de mantenimiento mediante el suministro eléctrico para satisfacer al menos parte de una carga aplicada de un ensamble consumidor de energía. El sistema de celdas de combustible puede suministrar energía mientras que una fuente de alimentación primaria está en comunicación eléctrica con, y disponible para satisfacer alguna o todas las necesidades de energía del ensamble consumidor de energía. Particularmente, el sistema de celdas de combustible puede desplazar al menos una porción de la alimentación primaria suministrada desde una fuente de alimentación

primaria mediante el suministro eléctrico al ensamblaje consumidor de energía a un voltaje más alto que el voltaje en el que se suministra la alimentación primaria al ensamblaje consumidor de energía. En consecuencia, el sistema de celdas de combustible puede suministrar energía, lo que se puede denominar también en la presente como una potencia de salida eléctrica, para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde un ensamblaje consumidor de energía mientras que una fuente de alimentación primaria, que está configurada nominalmente para satisfacer esta carga aplicada, está disponible para satisfacer la porción de la carga aplicada que se satisface por el sistema de celdas de combustible durante el período de hidratación de mantenimiento.

Durante este período de hidratación de mantenimiento, el sistema de celdas de combustible puede generar agua para la hidratación de mantenimiento de una o más pilas de celdas de combustible en el sistema de celdas de combustible como un subproducto de suministro eléctrico al ensamblaje consumidor de energía. En algunos ejemplos, se puede seleccionar el voltaje más alto del sistema de celdas de combustible (1) en base a un voltaje esperado o conocido (por ejemplo, medido) de la fuente de alimentación primaria, y/o (2) mediante el aumento del voltaje del sistema de celdas de combustible hasta que en el sistema de celdas de combustible se genera suficiente potencia de salida eléctrica para llevarse a cabo la hidratación de mantenimiento. Los sistemas de celdas de combustible con hidratación de mantenimiento de acuerdo con la presente descripción pueden ofrecer (pero no están obligados a) ventajas sustanciales sobre otras propuestas para la hidratación de mantenimiento, tal como el uso más eficiente de combustible, menos generación de calor localmente, y/o un aumento menor, si hay alguno, en el tamaño/peso de los sistemas de celda de combustible, entre otras.

Las Figs. 1, 2A, y 2B muestran una red de suministro eléctrico ilustrativa 20 en la que está inactivo un sistema de celdas de combustible 22 (Fig. 1), que lleva a cabo la hidratación de mantenimiento (Fig. 2A), o que proporciona la energía de respaldo (Fig. 2B). La red de suministro eléctrico 20 puede incluir una fuente de alimentación primaria 24 en comunicación eléctrica, como se indica en 26, con un ensamblaje consumidor de energía 28, que aplica una carga 30 (vea la Fig. 1). La fuente de alimentación primaria 24 puede suministrar alimentación primaria 32 al ensamblaje consumidor de energía 28 a un voltaje de 34 (V) para satisfacer la carga aplicada, como se muestra en las Figs. 1 y 2A. El sistema de celdas de combustible 22 puede estar también en comunicación eléctrica (y/o ser conmutable) con el ensamblaje consumidor de energía 28, como se indica en 36.

El sistema de celdas de combustible 22 puede servir como una fuente de alimentación auxiliar 38, que se puede denominar también como una fuente de alimentación de respaldo, para la red de suministro eléctrico. El sistema de celdas de combustible por lo tanto puede no ser necesario para la generación de energía mientras que la fuente de alimentación primaria se hace funcionar normalmente. El sistema de celdas de combustible por lo tanto no puede generar ninguna energía, como se indica en 40 y por una línea discontinua de comunicación eléctrica, si el mantenimiento no se lleva a cabo y la fuente de alimentación primaria está disponible y capaz de satisfacer la totalidad de la carga aplicada. En consecuencia, debido a la inactividad del sistema de celdas de combustible con el tiempo, una pila de celdas de combustible 42 del sistema de celdas de combustible 22 puede llegar a deshidratarse, indicado esquemáticamente en 44 en la Fig. 1, ya que se pierde agua a través de la evaporación a partir de las celdas de combustible 46 de la pila de celdas de combustible sin que se reponga por el agua formada durante la generación de energía. Alternativamente, o adicionalmente, la inactividad del sistema de celdas de combustible puede reducir la eficacia por uno o más de otros mecanismos tales como oxidación catalítica y/o contaminación de la pila de celdas de combustible, en cualquier caso, con el tiempo, la salud del sistema de celdas de combustible puede debilitarse y el sistema puede sufrir una pérdida de rendimiento si el sistema no funciona periódicamente.

La Fig. 2A muestra la red de suministro eléctrico 20 durante el funcionamiento de mantenimiento del sistema de celdas de combustible 22, particularmente la hidratación de mantenimiento de la pila de celdas de combustible 42 del sistema. El sistema de celdas de combustible 22 puede suministrar energía de celdas de combustible, o potencia de salida eléctrica, 48, mediante la generación de una corriente eléctrica a un voltaje de 50 (V+) suficiente para satisfacer al menos una porción de carga 30 del ensamblaje consumidor de energía 28. Particularmente, el sistema de celdas de combustible puede suministrar energía de celdas de combustible 48 al ensamblaje consumidor de energía a un voltaje mayor de 50 (V+) después al voltaje de 34 (V) al cual se suministra alimentación primaria 32 al ensamblaje consumidor de energía, de manera que la energía de celdas de combustible sustituye al menos una porción de la alimentación primaria que se suministra al ensamblaje consumidor de energía. Expresado de otro modo, el voltaje mayor de la energía de celdas de combustible puede provocar que el ensamblaje consumidor de energía consuma la energía de celdas de combustible en lugar de o antes que al menos una porción, al menos la mayoría, y/o al menos sustancialmente la totalidad de la alimentación primaria que se consumió por el ensamblaje consumidor de energía antes de que fuera iniciado el mantenimiento de la celda de combustible y mientras que la fuente de alimentación primaria esté disponible de otra manera para satisfacer esta porción de la carga aplicada. Como resultado, el sistema de celdas de combustible puede generar suficiente energía para formar agua 52 lo que aumenta la hidratación de la pila de celdas de combustible, que se puede describir como la hidratación de la pila de celdas de combustible.

La Fig. 2B muestra la red de suministro eléctrico 20 durante el funcionamiento estándar del sistema de celdas de combustible 22. Con el funcionamiento estándar, el sistema de celdas de combustible puede proporcionar energía de respaldo para satisfacer al menos una porción o la totalidad de la carga aplicada 30 del ensamblaje consumidor de

energía 28 mientras que la fuente de alimentación primaria no está disponible o no suministra suficiente energía para satisfacer la totalidad de la carga aplicada. Por ejemplo, y como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2B, la fuente de alimentación primaria no está disponible y por lo tanto no se suministra energía al ensamble consumidor de energía, como se indica por una línea discontinua en 54. Cuando se suministra energía de respaldo, el sistema de celdas de combustible 22 puede suministrar energía a, por ejemplo, el voltaje mayor de 50 (V+) usado para la hidratación de mantenimiento (vea la Fig. 2A), en el voltaje más bajo de 34 (V) en el que la alimentación primaria se suministra típicamente al ensamble consumidor de energía, o a cualquier otro voltaje adecuado.

La energía se puede suministrar al ensamble consumidor de energía 28 en cualquier forma adecuada. Por ejemplo, tanto el sistema de celdas de combustible 22 como la fuente de alimentación primaria 24 pueden suministrar energía como corriente directa (DC) o como corriente alterna (AC). Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, y para los propósitos de ilustración solamente, la fuente de alimentación primaria puede suministrar alimentación primaria de DC a un voltaje de cincuenta y cuatro voltios y el sistema de celdas de combustible puede anular la alimentación primaria mediante el suministro de energía de celdas de combustible de DC a un voltaje que es mayor que cincuenta y cuatro voltios, tal como un voltaje de cincuenta y cinco voltios, cincuenta y seis voltios, al menos cincuenta y cinco voltios, etc. La anulación de la alimentación primaria se puede describir también como el desplazamiento o sustitución de al menos una porción de la alimentación primaria.

La Fig. 3 muestra componentes, aspectos y características ilustrativas adicionales que pueden ser, pero no están necesariamente obligados a ser, incluidos en la red de suministro eléctrico 20. La red puede incluir un sistema de celdas de combustible 22 de acuerdo con la presente descripción e ilustra también un ejemplo no exclusivo de cómo el sistema de celdas de combustible 22 se puede integrar en una red de suministro eléctrico e ilustra además aspectos y características adicionales que se pueden incluir opcionalmente en el sistema de celdas de combustible 22, ya sea que se use o no el sistema de celdas de combustible como una fuente de alimentación primaria o de respaldo en la red de suministro eléctrico 20.

La red de suministro eléctrico 20 puede incluir un ensamble consumidor de energía 28 y un sistema productor de energía 60. El sistema productor de energía puede incluir una fuente de alimentación primaria 24, una fuente de alimentación auxiliar (o de respaldo) 38 (por ejemplo, el sistema de celdas de combustible 22), y, opcionalmente, una fuente de alimentación de almacenamiento de energía 62.

El ensamble consumidor de energía 28 incluye al menos un dispositivo consumidor de energía 64 y se adapta para energizarse mediante el sistema productor de energía 60, por ejemplo, mediante la fuente de alimentación primaria 24, la fuente de alimentación auxiliar 38, y/o la fuente de alimentación de almacenamiento de energía 62. Expresado en términos ligeramente diferentes, el ensamble consumidor de energía 28 incluye al menos un dispositivo consumidor de energía 64 que está en comunicación eléctrica con el sistema productor de energía a través del circuito de carga 66. El ensamble consumidor de energía se puede energizar mediante solamente una fuente de alimentación a la vez o se puede energizar, en parte, por dos o más fuentes de alimentación al mismo tiempo. Cuando se energiza por dos o más fuentes de alimentación al mismo tiempo, la potencia de salida de energía colectiva se puede suministrar al ensamble consumidor de energía, opcionalmente con distintos subconjuntos de dispositivos consumidores de energía 64 que se energizan por distintas fuentes de alimentación.

El(los) dispositivo(s) consumidor(es) de energía 64 se pueden acoplar eléctricamente a la fuente de alimentación primaria 24, fuente de alimentación auxiliar 38 (sistema de celdas de combustible 22), y/o a uno o más dispositivos consumidores de energía 62 incluidos en la red de suministro eléctrico 20. El(los) dispositivo(s) 64 pueden aplicar una carga 30 a una fuente de alimentación, tal como el sistema de celdas de combustible 22, y pueden extraer una corriente eléctrica de la fuente de alimentación para satisfacer la carga. Esta carga se puede denominar como una carga aplicada, y puede incluir carga(s) térmica(s) y/o eléctrica(s). Está dentro del alcance de la presente descripción que la carga aplicada se puede satisfacer por el sistema de celdas de combustible 22, la fuente de alimentación primaria 24, y/o el dispositivo de almacenamiento de energía 62. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de dispositivos consumidores de energía 64 pueden incluir vehículos con ruedas (por ejemplo, automóviles, camiones, vehículos recreativos, motocicletas, etc.), componentes de vehículos de a bordo, aeronave, embarcaciones y otro tipo de embarcación, luces y ensambles de alumbrado, herramientas, electrodomésticos, computadoras, equipo industrial, equipo de señalización y comunicaciones, radios, cargadores de baterías, una o más casas, una o más residencias, una o más oficinas o edificios comerciales, uno o más vecindarios, o cualquier combinación adecuada de los mismos, entre otros.

El ensamble consumidor de energía se adapta para aplicar una carga al sistema productor de energía 60. La carga típicamente incluye al menos una carga eléctrica. La fuente de alimentación primaria se adapta (nominalmente) para satisfacer esa carga (es decir, proporcionando una suficiente potencia de salida de energía al ensamble consumidor de energía), y la fuente de alimentación auxiliar se adapta (nominalmente) para proporcionar una potencia de salida de energía para al menos parcialmente, si no completamente, satisfacer la carga aplicada cuando la fuente de alimentación primaria es incapaz o de otra manera no está disponible para hacerlo (cuando el sistema de celdas de combustible está proporcionando energía de respaldo) o está disponible (cuando el sistema de celdas de combustible está llevando a cabo el mantenimiento). Estas potencias de salida de energía se pueden denominar adicionalmente o alternativamente en la presente como potencias de salida eléctrica. La energía y/o potencias de

salida eléctrica se pueden describir de manera que tienen una corriente y un voltaje. Aunque no se requiere, está dentro del alcance de la presente descripción que la fuente de alimentación auxiliar se adapta para satisfacer inmediatamente esta carga aplicada al ser incapaz de hacerlo la fuente de alimentación primaria. En otras palabras, está dentro del alcance de la presente descripción que la fuente de alimentación auxiliar se adapta para proporcionar el ensamble consumidor de energía 28 con un suministro eléctrico ininterrumpible, o un suministro ininterrumpido de alimentación. Por esto se entiende que la fuente de alimentación auxiliar se puede configurar para proporcionar una potencia de salida de energía que satisface la carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía 28 en situaciones donde la fuente de alimentación primaria no es capaz o no está disponible para satisfacer esta carga, con la fuente de alimentación auxiliar que se adapta para proporcionar esta potencia de salida de energía lo suficientemente rápido que el suministro eléctrico a ese ensamble consumidor de energía que no está o no se interrumpe sensiblemente. Por esto se entiende que la potencia de salida de energía se puede proporcionar lo suficientemente rápido que no se detiene el funcionamiento del ensamble consumidor de energía o de otra manera no se afecta negativamente.

El ensamble consumidor de energía se puede disponer en comunicación eléctrica con las fuentes de alimentación primaria y auxiliar a través de cualquier conducto(s) de alimentación adecuado(s), tal como los representados esquemáticamente en 68 en la Fig. 3. La fuente de alimentación primaria y fuente de alimentación auxiliar se pueden describir como que tienen distribuidores eléctricos en comunicación uno con respecto a otro y el ensamble consumidor de energía.

El ensamble consumidor de energía 28 se puede adaptar para energizarse ante todo y principalmente por la fuente de alimentación primaria 24. La fuente de alimentación primaria 24 puede ser cualquier fuente adecuada de una potencia de salida de energía adecuada 32 para satisfacer la carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía. Por ejemplo, la fuente de alimentación primaria 24 puede incluir, corresponder a, o ser parte de una red de servicios eléctricos, otro sistema de celdas de combustible, un sistema de energía solar, un sistema de energía eólica, un sistema de energía nuclear, un sistema de energía a base de turbina, un sistema de energía hidroeléctrica, etc.

La Fig. 3 representa esquemáticamente que la red de suministro eléctrico 20 puede, pero no está obligada a, incluir al menos un dispositivo de almacenamiento de energía 62, tal como un ensamble de baterías 70 de una o más baterías 72. El ensamble de baterías puede incluir cualquier tipo y número de celdas adecuado, tal como una pluralidad de baterías o celdas colocadas en serie o en paralelo, y se puede denominar como un ensamble de baterías que incluye al menos una batería 72 y un cargador de batería opcional. Cuando el ensamble de baterías 70 incluye dos o más baterías, el ensamble de baterías puede incluir, o estar en comunicación eléctrica con, un rectificador u otro dispositivo adecuado para igualar y/o normalizar la carga y/o potencia de salida eléctrica de las baterías.

El dispositivo de almacenamiento de energía 62, cuando se incluye, se puede adaptar para almacenar al menos una porción de la potencia de salida eléctrica, o potencia de salida de energía, 48 de la pila de celdas de combustible 42 del sistema de celdas de combustible 22 o la energía de la fuente de alimentación primaria, tal como para cargar las baterías y/o igualar las cargas en medio de y/o entre las baterías. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de otros dispositivos de almacenamiento de energía adecuados que se pueden usar en lugar de o en combinación con una o más baterías incluyen condensadores, ultracondensadores, y/o supercondensadores. Otro ejemplo ilustrativo es un volante. El dispositivo de almacenamiento de energía 62 se puede configurar para proporcionar energía a los dispositivos consumidores de energía 64, tal como para satisfacer una carga aplicada de la misma, cuando la pila de celdas de combustible no es capaz de hacerlo o cuando la pila de celdas de combustible no es capaz de satisfacer completamente la carga aplicada. El dispositivo de almacenamiento de energía 62 se puede usar adicional o alternativamente para alimentar el sistema de celdas de combustible 22 durante la puesta en marcha del sistema de celdas de combustible.

La red de suministro eléctrico 20 puede, pero no está obligada a, incluir al menos un módulo de gestión de alimentación 74. El módulo de gestión de alimentación 74 incluye cualquier estructura(s) o dispositivo(s) adecuado(s) para acondicionar o de otra manera regular la potencia de salida eléctrica producida por la fuente de alimentación primaria 24, fuente de alimentación auxiliar 38, y/o fuente de alimentación de almacenamiento de energía 62, y/o que se suministra hasta/desde los dispositivos consumidores de energía 64. El módulo de gestión de alimentación 74 puede incluir tales dispositivos ilustrativos como convertidores reductor y/o elevador, rectificadores, inversores, filtros de potencia, relés, interruptores, o cualquier combinación de los mismos, entre otros. En algunas modalidades, la red de suministro eléctrico puede incluir al menos un módulo de gestión de alimentación 74 acoplado operativamente a un circuito de salida 76 del sistema de celdas de combustible e incluir un mecanismo de ajuste de voltaje 78 para cambiar el voltaje de salida 50, en el que el sistema de celdas de combustible está suministrando (o intenta suministrar) alimentación al ensamble consumidor de energía 28 y/o dispositivo de almacenamiento de energía 62. Como se describe en más detalle a continuación, el mecanismo de ajuste de voltaje 78 se puede acoplar a un sistema de control del sistema de celdas de combustible, para controlar el funcionamiento del mecanismo de ajuste de voltaje.

- La red de suministro eléctrico 20 puede, pero no está obligada a, incluir uno o más sensores 80. Los sensores 80 se pueden configurar para medir una o más características eléctricas y/o características no eléctricas para cualquier porción adecuada de la red o el medio ambiente. Cuando están presentes, los sensores 80 pueden incluir uno o más sensores eléctricos para medir una característica eléctrica de la red de suministro eléctrico. Por ejemplo, el(los) sensor(es) eléctrico(s) pueden incluir un sensor de potencia de salida auxiliar 82 incluido en y/o acoplado operativamente al circuito de salida 76 para medir una característica eléctrica de la potencia de salida de la celda de combustible. Alternativamente, o adicionalmente, los sensores eléctricos pueden incluir un sensor de potencia de salida primario 84 incluido en y/o acoplado operativamente a un circuito de salida 86 de la fuente de alimentación primaria 24 para medir una característica eléctrica de la alimentación primaria 32, y/o el(los) sensor(es) eléctrico(s) pueden incluir un sensor de carga 88 incluido en y/o acoplado operativamente al circuito de carga 66 para medir una característica eléctrica de la carga. El sensor eléctrico puede medir cualquier característica eléctrica adecuada y/o combinación de las características eléctricas, tales como corriente de salida, voltaje, resistencia, impedancia, y/o capacitancia, entre otros.
- Cada sensor eléctrico se indica en la Fig. 3 cuando se asocia con un módulo de gestión de alimentación 74. Sin embargo, aunque cada sensor eléctrico se puede asociar con y/o integrar en el módulo de gestión de alimentación, está también dentro del alcance de la presente descripción que el sensor eléctrico puede ser un dispositivo y/o ensamble diferente de los dispositivos. Adicionalmente, el sensor eléctrico se puede posicionar en cualquier localización adecuada con respecto a un módulo de gestión de alimentación 74, tal como más cerca a o más lejos de una fuente de alimentación correspondiente (o el ensamble consumidor de energía), o se puede usar sin un módulo de gestión de alimentación 74 en el circuito correspondiente (por ejemplo, en el auxiliar, primario, o circuito de carga).
- La red de suministro eléctrico 20 y/o el sistema de celdas de combustible 22 opcionalmente pueden incluir uno o más sensores 80 para medir una o más de las otras características de la red 20, el sistema de celdas de combustible 22, o el medio ambiente y se comunican estos valores a un controlador. Por ejemplo, el sensor 80 puede ser un sensor de temperatura ambiente 94 para medir una temperatura ambiente. Alternativamente, o adicionalmente, el sensor 80 puede ser un sensor de temperatura 96 para medir una temperatura en o cerca del sistema de celdas de combustible 22 (por ejemplo, la temperatura de la pila de celdas de combustible 42 y/o de los reactivos (y/o el escape) aguas arriba de y/o aguas abajo desde la pila de celdas de combustible). Además, el sensor 80 puede ser un sensor de hidratación 98 en la pila de celdas de combustible 42, un sensor de humedad 100 para medir el ambiente o la humedad del sistema, o los similares. Los sensores de temperatura ilustrativos que pueden ser adecuados incluyen termistores, termopares, termómetros infrarrojos, termómetros de resistencia eléctrica, termómetros de mercurio en tubo de vidrio, sensores de temperatura de banda prohibida de silicio, termómetros de bloqueo coulomb, y los similares. Los sensores de hidratación y/o humedad ilustrativos que pueden ser adecuados incluyen higrómetros, sensores de impedancia (por ejemplo, medir la impedancia de la pila de celdas de combustible o una porción de las mismas), sensores electrolíticos, indicadores de color, sensores espectroscópicos, o los similares.
- El sistema de celdas de combustible 22 puede incluir al menos un sistema de suministro de reactivo 110 que se adapta para suministrar reactivos a la al menos una pila de celdas de combustible 42. La pila de celdas de combustible, a su vez, se adapta para producir una corriente eléctrica a partir de la reacción de los reactivos en las celdas de combustible 46 de la pila de celdas de combustible. Los reactivos incluyen generalmente un combustible 112, tal como gas de hidrógeno 114, y un oxidante 116, tal como gas de oxígeno 118 (o aire u otro gas que contiene oxígeno que es adecuado para su uso como un oxidante por la pila de celdas de combustible).
- El combustible 112 y el oxidante 116 se pueden suministrar a las celdas de combustible 46 en la pila de celdas de combustible 42 desde al menos una fuente de combustible, o suministro de combustible, 120 y al menos una fuente oxidante, o suministro de oxidante, 122. El combustible y el oxidante se pueden suministrar por los mismos sistemas de suministro o por separado 110. Como tal, en algunas modalidades, el sistema de celdas de combustible se puede describir como que incluye un sistema de suministro de reactivos 110 que se adapta para suministrar corrientes de combustible y oxidante de los respectivos suministros o fuentes de combustible y oxidante. En algunas modalidades, el sistema de suministro de reactivos y/o el sistema de celdas de combustible se pueden describir como que incluyen un sistema de suministro de combustible 124 y/o un sistema de suministro de oxidante 126. Cuando el combustible es gas de hidrógeno y el oxidante es aire, el sistema de suministro de combustible se puede denominar como un sistema de suministro de hidrógeno y el sistema de suministro de oxidante se puede denominar como un sistema de suministro de aire.
- El sistema de suministro de reactivos y/o el sistema de celdas de combustible que contienen las celdas de combustible para ser hidratadas se pueden describir como que incluyen, y/o que están en comunicación de fluidos con, una estructura de conductos adecuados, o ensamble de conductos 128. El ensamble de conductos 128 proporciona al menos un conducto de fluidos a través del cual el combustible (tal como gas de hidrógeno) se puede suministrar desde la fuente de combustible a las regiones del ánodo de la pila de celdas de combustible, y al menos un conducto a través del cual el aire u otros oxidantes adecuados se pueden suministrar desde la fuente oxidante a las regiones del cátodo de la pila de celdas de combustible.

Además, y como se describe en más detalle en la presente, cuando es deseable hidratar la celdas de combustible en la pila de celdas de combustible después de los períodos de inactividad, el ensamble de conductos y/o el sistema de suministro de reactivos se adaptan de manera selectiva para suministrar combustible a las regiones del ánodo de las celdas de combustible para que se hidraten y oxidante a las regiones del cátodo de las celdas de combustible para que se hidraten. El sistema de suministro de reactivos y/o el ensamble de conductos pueden tener una configuración generadora de energía, como se ilustra esquemáticamente aquí, con uno o más conductos de combustible, o líneas de combustible 130 que portan una corriente 132 de combustible 112 desde la fuente de combustible 120 a las regiones del ánodo de las celdas de combustible, y uno o más conductos oxidantes, o líneas de oxidante 134 que portan una corriente 136 de oxidante 116 desde la fuente oxidante 122 a las regiones del cátodo de las celdas de combustible.

La fuente de combustible 120 y fuente oxidante 122 cada una puede incluir cualquier mecanismo(s) adecuado(s) para almacenar, generar, y/o suministrar el combustible 112 y el oxidante 116. Cada fuente puede ser un sistema cerrado que está sellado herméticamente o puede ser un sistema abierto que está abierto a la atmósfera ambiental (tal como un suministro de aire que extrae aire de la atmósfera ambiental). Si está estructurado como un sistema cerrado, la fuente de combustible/oxidante puede (pero no está obligada a) incluir un recipiente, tal como un tanque, para contener el combustible (o una materia prima de combustible) o el oxidante. El recipiente puede ser capaz de soportar un aumento de la presión interna, de manera que el contenido del recipiente se puede presurizar por encima de la presión atmosférica. El recipiente puede tener cualquier posición adecuada con relación a la pila de celdas de combustible. Por ejemplo, el recipiente se puede posicionar para proporcionar una fuente interna, es decir, una fuente de combustible/oxidante dentro de una carcasa que contiene tanto el recipiente como la pila de celdas de combustible, o el recipiente se puede posicionar en una relación separada a la pila de celdas de combustible para proporcionar una fuente externa. La fuente externa puede estar cerca, por ejemplo, en la misma habitación y/o edificio o en el mismo terreno que la pila de celdas de combustible, o la fuente externa puede estar remota de la pila de celdas de combustible, tal como una fuente de combustible (u oxidante) que funciona por un suministrador municipal o una compañía eléctrica.

La fuente oxidante 122 puede incluir cualquier estructura adecuada para proporcionar una cantidad suficiente de oxidante (por ejemplo, oxígeno, aire, u otros oxidantes adecuados) a la pila de celdas de combustible a una presión adecuada para su uso en la pila de celdas de combustible. En algunas modalidades, la fuente oxidante puede incluir un mecanismo de accionamiento para empujar el oxidante a la pila de celdas de combustible. El mecanismo de accionamiento puede incluir o ser un soplador, ventilador, u otra fuente de menor presión de oxidante. Alternativamente, o adicionalmente, el mecanismo de accionamiento puede incluir o ser un compresor, bomba, u otra fuente de oxidante de mayor presión. En algunas modalidades, la fuente oxidante se puede adaptar para proporcionar aire enriquecido con oxígeno o desprovisto de nitrógeno a la pila de celdas de combustible. En algunas modalidades, se extrae el aire de la pila de celdas de combustible del entorno próximo a la pila de celdas de combustible, y en algunas modalidades, no se utiliza el mecanismo de accionamiento para propulsar el oxidante a la pila de celdas de combustible (por ejemplo, para proporcionar un diseño de "cátodo abierto" o "respiración de aire"). Ejemplos no exclusivos de fuentes adecuadas 122 de gas de oxígeno 118 incluyen un tanque presurizado de oxígeno, aire enriquecido con oxígeno, o aire; o un ventilador, compresor, soplador u otros dispositivos para dirigir el aire ambiental a las regiones del cátodo de las celdas de combustible en la pila de celdas de combustible.

La fuente de combustible 120 puede proporcionar generación y/o almacenamiento del gas de hidrógeno u otro combustible en cualquier forma adecuada. El combustible puede estar en una forma molecular adecuada para su uso en la pila de celdas de combustible o puede estar en una forma precursora (una materia prima) que se procesa para producir el combustible cambiando la estructura molecular de la forma precursora. Si se almacena como combustible en lugar de como una materia prima, el combustible puede estar en una forma desunida (por ejemplo, como un gas o líquido) que está disponible a petición o puede estar en una forma unida (por ejemplo, absorbida) que se debe liberar a fin de usar el combustible en la pila de celdas de combustible. Ejemplos de fuentes de combustible adecuadas 120 de gas de hidrógeno 114 incluyen un tanque presurizado, un lecho de hidrato metálico u otro dispositivo de almacenamiento de hidrógeno adecuado, un hidruro químico (tal como una solución de borohidruro sódico), y/o un procesador de combustible u otro ensamble de generación de hidrógeno 138 que producen una corriente que contiene gas de hidrógeno puro o al menos sustancialmente puro de al menos una materia prima.

En algunas modalidades, la fuente de combustible puede incluir un ensamble de generación de hidrógeno 138 adaptado para producir una corriente de hidrógeno del producto que contiene gas de hidrógeno 114 como un componente mayoritario. Por ejemplo, la corriente del producto puede contener gas de hidrógeno puro o sustancialmente puro. El ensamble de generación de hidrógeno puede incluir un ensamble productor de hidrógeno, o la región de procesamiento de combustible, que incluye al menos una región productora de hidrógeno en la que el gas de hidrógeno se produce a partir de una o más materias primas. El ensamble de generación de hidrógeno puede incluir también un sistema de suministro de materia prima que se adapta para suministrar la una o más materias primas a la región productora de hidrógeno en una o más corrientes de alimentación. El sistema de suministro de materia prima se puede adaptar para suministrar la(s) corriente(s) de alimentación en una condición y régimen de flujo adecuado para producir el flujo deseado de gas de hidrógeno del mismo. El sistema de suministro de materia

prima puede recibir las materias primas a partir de una fuente presurizada y/o puede incluir al menos una bomba u otro mecanismo de propulsión adecuado para suministrar selectivamente la(s) materia(s) prima(s) bajo presión para el ensamble de generación de hidrógeno. La región productora de hidrógeno se puede adaptar para producir gas de hidrógeno como un producto de reacción primario o mayoritario a través de cualquier proceso químico adecuado o combinación de procesos.

Ejemplos de mecanismos adecuados para producir gas de hidrógeno a partir de una o más corrientes de alimentación incluyen reformado al vapor y reformado autotérmico, en el que los catalizadores de reformado se usan para producir gas de hidrógeno a partir de una corriente de alimentación que contiene una materia prima que contiene carbono y agua. Otros mecanismos adecuados para producir gas de hidrógeno incluyen pirólisis y oxidación parcial catalítica de una materia prima que contiene carbono, en cuyo caso la corriente de alimentación no contiene agua. Aún otro mecanismo adecuado para producir gas de hidrógeno es la electrólisis, en cuyo caso la materia prima puede ser agua. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de materias primas que contienen carbono adecuadas incluyen al menos un hidrocarburo o alcohol. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de hidrocarburos adecuados incluyen metano, propano, gas natural, diesel, keroseno, gasolina y los similares. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de alcoholes adecuados incluyen metanol, etanol, y polioles, tal como etilenglicol y propilenglicol. Está dentro del alcance de la presente descripción que el procesador de combustible se puede adaptar para producir gas de hidrógeno utilizando más de un solo mecanismo productor de hidrógeno.

En muchas aplicaciones, es deseable para el ensamble de generación de hidrógeno producir al menos gas de hidrógeno sustancialmente puro. En consecuencia, el ensamble de generación de hidrógeno puede incluir una o más regiones productoras de hidrógeno que utilizan un proceso que produce inherentemente gas de hidrógeno suficientemente puro, o el ensamble de generación de hidrógeno puede incluir dispositivos de purificación y/o separación adecuados que eliminan las impurezas del gas de hidrógeno producidas en la región productora de hidrógeno. Como otro ejemplo, el ensamble de generación de hidrógeno puede incluir dispositivos de purificación y/o separación que están aguas abajo desde la región productora de hidrógeno y adaptados para reducir la concentración de uno o más componentes que no son de hidrógeno de la corriente del producto de reacción desde la región productora de hidrógeno. En el contexto de un sistema de celdas de combustible, el ensamble de generación de hidrógeno se puede adaptar para producir al menos gas de hidrógeno sustancialmente puro, o incluso gas de hidrógeno puro. Para los propósitos de la presente descripción, el gas hidrógeno sustancialmente puro se refiere al gas de hidrógeno que es puro mayor que el 90%, y opcionalmente puro mayor que el 95%, puro mayor que el 99%, o puro mayor que el 99.5%. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de procesadores de combustible adecuados se describen en las patentes de Estados Unidos números 6,221,117, 5,997,594, 5,861,137, y las publicaciones de solicitud de patente de Estados Unidos números 2001/0045061, 2003/0192251, y 2003/0223926. Las descripciones completas de las patentes identificadas anteriormente y las solicitudes de patente publicadas se incorporan en la presente como referencia para todos los propósitos.

El sistema de suministro de reactivos puede incluir cualquiera de los dispositivos de gestión de flujo adecuados, que puede(n) ser mecanismo(s) y/o estructura(s) para portar, guiar, restringir el flujo de, y/o llevar el combustible y/o el oxidante entre las fuentes de combustible y oxidante y la pila de celdas de combustible a través de ensamble de conductos. El sistema de suministro de reactivos y/o el ensamble de conductos se pueden considerar distintos desde la fuente de combustible y/o la fuente oxidante, o puede constituir una porción o la totalidad de una o ambas fuentes. El sistema de suministro de reactivos por lo tanto puede incluir cualquier combinación adecuada de conductos, válvulas, y/o mecanismos de accionamiento (para accionar el funcionamiento de la válvula y/o el flujo de fluidos), entre otros. Cada dispositivo de gestión de flujo se puede hacer funcionar manualmente (es decir, que requiere un esfuerzo o la acción humana), de forma automática (es decir, mediante una máquina sin la necesidad de desencadenar o aplicar esfuerzo o acción humana), o ambos. Si se hace funcionar manualmente, el dispositivo de gestión de flujo se puede configurar para hacerse funcionar a mano o mediante un mecanismo de accionamiento que se controla por la acción humana directa. Cada dispositivo de gestión de flujo se puede estructurar para ejercer cualquier efecto adecuado en el régimen de flujo y/o dirección de flujo de una corriente de combustible y/o corriente oxidante entre su fuente respectiva (120 y/o 122) y la pila de celdas de combustible 42. En consecuencia, cada dispositivo de gestión de flujo 140 puede funcionar para aumentar o disminuir la tasa flujo de fluidos correspondiente y/o para iniciar o detener el flujo de fluidos. Alternativamente, o adicionalmente, cada dispositivo de gestión de flujo 140 puede funcionar para desviar el flujo de combustible y/u oxidante a una trayectoria de flujo distinta. Los dispositivos de gestión de flujo ilustrativos pueden incluir una válvula y/o un mecanismo de accionamiento. Se puede usar cualquier tipo adecuado de válvula, tal como llave de paso, sangría, aguja, corte, pincha, ángulo, bola, cheque (para restringir el flujo inverso), mariposa, diafragma, aleta, solenoide, globo, corrediza, compuerta, o los similares.

Los sistemas de celdas de combustible y/o las redes de suministro eléctrico de acuerdo con la presente descripción pueden, pero no están obligados a, incluir además un sistema de control. El sistema de control puede incluir al menos un controlador (por ejemplo, un microprocesador y/o un dispositivo de cómputo, entre otros) que regula selectivamente el funcionamiento del sistema de celdas de combustible y/o la red de suministro eléctrico, tal como mediante el monitoreo y control del funcionamiento de varios componentes y/o el monitoreo y control de varios parámetros de funcionamiento del sistema de celdas de combustible y/o la red de suministro

eléctrico 20. El controlador puede tener cualquier configuración adecuada, y puede incluir programa, microprograma, y/o componentes de hardware.

5 El sistema de control puede incluir cualquier número y tipo adecuado de enlaces de comunicación para recibir las señales de entrada y para enviar las señales de salida (por ejemplo, señales de comando). Para el propósito de ilustración esquemática, se muestra el controlador 152 en la Fig. 3 que está en comunicación, a través de los enlaces de comunicación respectivos 154-166, con el sistema de suministro de reactivos 110, la pila de celdas de combustible 42, y cada uno de los módulos de gestión de alimentación 74 y los sensores 80. Sin embargo, cada uno de estos enlaces de comunicación es opcional y por lo tanto la red de suministro eléctrico 20 y/o el sistema de celdas de combustible 22 se pueden configurar para tener cualquier subconjunto adecuado de los enlaces de comunicación aquí representados. Además, alternativamente o adicionalmente, el controlador puede estar en comunicación con y/o acoplado operativamente a cualquier otra porción adecuada de la red de suministro eléctrico 20. El sistema de control puede incluir o estar en comunicación con cualquier número y tipo adecuado de sensores 80 para medir varios sistemas o parámetros o características ambientales (tal como temperatura, presión, régimen de flujo, corriente, voltaje, capacidad, composición, etc.) y comunicar estos valores al controlador.

15 La comunicación entre el sistema de control 150 y cualquier porción de la red de suministro eléctrico 20 pueden estar en comunicación en su mayoría o exclusivamente de forma unidireccional o pueden incluir al menos comunicación bidireccional. En algunas modalidades, el sistema de control 150 puede incluir una pluralidad de controladores 152 en comunicación uno con respecto a otro. Por ejemplo, uno de los controladores puede ser un controlador primario o central que coordina y controla la actividad de uno o más (o todos) de los otros controladores. El acoplamiento y/o la comunicación entre los controladores y/o entre un controlador y entre cada componente del sistema de celdas de combustible 22 y/o la red de suministro eléctrico 20 puede ser por cable o inalámbrica para cada acoplamiento y por lo tanto puede ser eléctrico (por ejemplo, conductor), electromagnético (por ejemplo, acoplamiento inductivo y/o capacitivo), óptico, y/o los similares.

20 El sistema de control puede automatizar y/o controlar cualquiera de los aspectos adecuados del funcionamiento del sistema de celdas de combustible. Por ejemplo, el sistema de control puede controlar (1) la determinación de un momento de inicio para llevar a cabo el mantenimiento, (2) el inicio de suministro de combustible (y oxidante opcionalmente) (es decir, la activación de la pila de celdas de combustible) en base al momento de inicio, (3) la potencia de salida eléctrica, que incluye el voltaje de salida, (4) duración del mantenimiento, y/o los similares. En consecuencia, el sistema de control puede automatizar la medición y/o ajuste de las características del sistema de celdas de combustible 22 y/o la red de suministro eléctrico 20. Aspectos opcionales adicionales de los métodos que se puede llevar a cabo por el sistema de control del sistema de celdas de combustible 22 y/o la red de suministro eléctrico 20 se describen en relación con las Figs. 5-9.

30 El sistema de control 150 puede incluir un mecanismo temporizador (un reloj o temporizador) 168 en comunicación con el controlador 152. El mecanismo temporizador puede medir el tiempo relativo (por ejemplo, tiempo transcurrido desde un evento particular). Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de un tiempo relativo que se mide incluye un período de tiempo desde que se hidrató por última vez la pila de celdas de combustible mediante la hidratación de mantenimiento y/o el funcionamiento estándar. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de tal período de tiempo incluyen al menos un día, una semana, dos semanas, un mes, etc. Otros ejemplos de tiempo relativo que se miden incluyen un período de tiempo desde el último intento fallido de hidratación de mantenimiento y/o desde que se inició pero no se terminó. Alternativamente, o adicionalmente, el temporizador puede medir o rastrear el tiempo calendario, es decir, fecha y/o hora del día.

40 El controlador 152 puede hacer funcionar el sistema de suministro de reactivos 110, tal como el ensamble de generación de hidrógeno 138 y/o uno o más dispositivos de gestión de flujo 140 de los mismos, en base a uno o más valores de tiempo medidos por el mecanismo temporizador 168. Por ejemplo, el controlador se puede programar o configurar de otra manera para iniciar el suministro de combustible para la hidratación de mantenimiento en respuesta a un tiempo transcurrido programado o momento de inicio programado medido por el temporizador. El tiempo transcurrido y/o momento de inicio se puede programar, o configurar, para iniciar la hidratación de mantenimiento periódicamente con cualquier frecuencia adecuada de hidratación, tal como una o más veces por día, una o más veces por semana, una o más veces por mes, etc. En consecuencia, el sistema de celdas de combustible se puede programar para llevar a cabo operaciones de hidratación automáticas sobre una base regular o irregular cuando el sistema de celdas de combustible está inactivo o latente (es decir, que no se usa como una fuente de alimentación auxiliar en respuesta a la no disponibilidad o insuficiencia de la fuente de alimentación primaria). En algunas modalidades, se pueden llevar a cabo uno o más tratamientos de hidratación de mantenimiento en base a cuándo se hizo funcionar por última vez el sistema de celdas de combustible para generar energía (es decir, en una configuración generadora de energía) o sin considerar cuando se usó el sistema de combustible para generar energía.

55 El sistema de control, y particularmente el controlador 152, pueden proporcionar control automatizado de activación y desactivación (o apagado) del sistema de celdas de combustible. Particularmente, el sistema de control puede controlar el suministro de combustible y/u oxidante a la pila de celdas de combustible. El controlador por lo tanto se

puede acoplar operativamente a cualquier porción adecuada del sistema de suministro de reactivos 110 para controlar la configuración del sistema de celdas de combustible 22 para la generación de energía (por ejemplo, iniciar el suministro de uno o más reactivos a la pila de celdas de combustible) y/o de la inactividad (por ejemplo, detener el suministro de uno o más reactivos a la pila de celdas de combustible). Por ejemplo, el controlador se puede acoplar operativamente a un dispositivo de gestión de flujo 140 que inicia o detiene el flujo de un reactivo, tal como el combustible y/u oxidante, para activar o desactivar respectivamente el sistema de celdas de combustible. Como se usa en la presente, el sistema de celdas de combustible se puede denominar como que está inactivo o desactivado cuando está en cualquier configuración que no proporciona suministro de combustible 112 y/u oxidante 116 a la pila de celdas de combustible 42. En consecuencia, con el sistema de celdas de combustible en la configuración inactiva, el sistema de control 150 se puede activar pero puede ser sustancial o no la generación de potencia de salida eléctrica (y/o el potencial eléctrico) por la pila de celdas de combustible y no haber, o no ser significativa la formación de agua a partir de la reacción del combustible y el oxidante.

El controlador 152 se puede adaptar para controlar el funcionamiento del sistema de suministro de reactivos 110, y/o el flujo de combustible y/u oxidante a través del ensamble de conductos 128, basado al menos en parte en una o más características del sistema de celdas de combustible y/o características ambientales medidas por el(los) sensor(es) 80. Las características pueden referirse a una condición del sistema de celdas de combustible por sí sola, ya que se mide por uno o más sensores ilustrativos 96, 98 asociados con la pila de celdas de combustible 42, y/o pueden referirse al entorno exterior, pero generalmente cercano, al sistema de celdas de combustible, como se representa por los sensores ambientales ilustrativos 94, 100. Las características ilustrativas pueden corresponder a una temperatura del sistema de celdas de combustible, temperatura ambiente, un nivel de hidratación de la pila de celdas de combustible, humedad ambiental, y/o los similares.

Las operaciones del controlador, tal como las señales de comando de ese modo generadas, se pueden proporcionar por o corresponder de otra manera a un algoritmo para determinar cuando un sistema de celdas de combustible se debe hacer funcionar para la hidratación de mantenimiento, y/o por cuánto tiempo el sistema de celdas de combustible se debe hacer funcionar para la hidratación de mantenimiento. El algoritmo puede considerar cualquier combinación adecuada de temperatura ambiente, temperatura del sistema, nivel de hidratación sentido de una celda de combustible o pila de celdas de combustible, humedad ambiental, longitud del tiempo que ha estado inactivo el sistema de celdas de combustible (desde la hidratación de mantenimiento más reciente y/o desde la generación de potencia de salida eléctrica), y/o los similares. En algunas modalidades, la hidratación del sistema de celdas de combustible se puede llevar a cabo de acuerdo con un valor programado, tal como un intervalo de tiempo programado entre los tratamientos de hidratación de mantenimiento y/o desde que una celda de combustible (o pila de celdas de combustible o sistema de celdas de combustible) estuvo en una configuración generadora de energía. Sin embargo, el intervalo de tiempo programado se puede (pero no está obligado a) ajustar en base a otras condiciones medidas y/o valores programados, tal como temperatura ambiente promedio, humedad ambiental promedio, nivel de hidratación sentido de la pila de celdas de combustible, una temperatura umbral programada para llevar a cabo un tratamiento de hidratación; un nivel de hidratación umbral programado para llevar a cabo un tratamiento de hidratación, y/o los similares.

El sistema de celdas de combustible 22 puede incluir cualquiera de los otros componentes adecuados. Por ejemplo, el sistema de celdas de combustible 22 puede también, pero no está obligado a, incluir un sistema de gestión térmico. El sistema de gestión térmico se puede adaptar para regular la temperatura de cualquier porción adecuada del sistema de celdas de combustible 22, por ejemplo, mantener la pila de celdas de combustible dentro de un intervalo de temperatura de funcionamiento predeterminado o seleccionado, tal como por debajo de una temperatura umbral máxima, y/o por encima de una temperatura umbral mínima. El sistema de gestión térmico por lo tanto puede incluir un mecanismo de enfriamiento y/o un mecanismo de calentamiento. Por ejemplo, el sistema de gestión térmico puede utilizar un fluido que se impulsa alrededor de un circuito de flujo por una bomba. El fluido puede fluir a través de y/o alrededor de la celda de combustible 42, para proporcionar enfriamiento y/o calentamiento de la pila de celdas de combustible. El circuito de flujo puede (pero no está obligado a) incluir una válvula termostática que funciona para dirigir el fluido en la proximidad del mecanismo de enfriamiento/calentamiento, para la transferencia de calor, o para desviar el fluido lejos del mecanismo de enfriamiento/calentamiento a través de un desvío, de acuerdo con la temperatura de la pila de celdas de combustible y/o del fluido. Se puede usar cualquier mecanismo de enfriamiento y/o mecanismo de calentamiento adecuado en el sistema de celdas de combustible. Por ejemplo, el mecanismo de enfriamiento puede incluir un radiador y al menos un ventilador. En otras modalidades, el mecanismo de enfriamiento puede incluir un compresor de refrigeración, un dispositivo Peltier, un ventilador o soplador, etc. Los mecanismos de calentamiento ilustrativos pueden incluir un calentador de resistencia, un calentador de combustión (por ejemplo, un calentador de gas), una lámpara infrarroja, un dispositivo Peltier, o los similares. La temperatura del sistema de control térmico se puede medir por un sensor de temperatura. Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de sistemas de gestión térmica adecuados se describe en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos núm. 2007/0042247, la descripción completa de la cual se incorpora de este modo como referencia. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos adicionales de sistemas de celdas de combustible auxiliares, y los componentes y configuraciones de los mismos, se describen en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos núm. 2004/0247961, la descripción completa de la cual se incorpora de este modo como referencia.

El sistema de celdas de combustible 22 puede incluir la pila de celdas de combustible 42 que incluye al menos una celda de combustible 46, y típicamente, una pluralidad de celdas de combustible 46. Las celdas de combustible se pueden conectar eléctricamente una con respecto a otra, tal como en serie, y se pueden conectar mecánicamente para proporcionar comunicación de fluidos entre las celdas de combustible. Aunque no se requiere por todas modalidades, las celdas de combustible se pueden colocar cara a cara una con respecto a otra, y en una pila o dos o más pilas adyacentes, o, por ejemplo, en arreglos geométricos más complejos.

Las celdas de combustible de la presente descripción pueden utilizar cualquier tipo adecuado de celda de combustible, que incluye pero sin limitarse a las celdas de combustible que reciben gas de hidrógeno y gas de oxígeno como fuentes de protones y oxidantes. Un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de tal celda de combustible es una membrana de intercambio de protones (PEM), o celda de combustible de polímero sólido, aunque se pueden usar los sistemas y métodos de hidratación de mantenimiento de la presente descripción con otros tipos de celdas de combustible en las que es deseable mantener el nivel de hidratación de la celda de combustible después de períodos de inactividad. Para el propósito de ilustración, se ilustra esquemáticamente una celda de combustible ilustrativa 46 en la forma de una celda de combustible de la membrana de intercambio de protones (PEM) en la Fig. 4.

Cada celda de combustible 46 se puede estructurar para generar un potencial eléctrico usando regiones discretas separadas por un divisor, o barrera electrolítica, 180 (que se puede denominar también como una barrera de electrones). Por ejemplo, la celda de combustible puede incluir una región del ánodo 182 (las regiones de ánodo se indican de manera colectiva esquemáticamente por "-") y una región del cátodo 184 (las regiones de cátodo se indican de manera colectiva esquemáticamente por "+"), con presiones o cargas eléctricas negativas y positivas durante el funcionamiento de la celda de combustible. La barrera electrolítica 180 puede actuar para dividir la celda de combustible 46 de manera que el combustible y el oxidante no se mezclan libremente uno con respecto a otro, mientras que permite el movimiento selectivo de la carga positiva a través de la barrera (y por lo tanto actúa como una barrera de electrones). La barrera restringe el contacto, particularmente el contacto sustancial del combustible y el oxidante, lo que significa que el combustible y el oxidante permanecen (en su mayoría) separados uno con respecto a otro. Sin embargo, mientras no se desee o requiera necesariamente por todas las modalidades, en algunas modalidades la barrera electrolítica puede permitir una menor cantidad de fuga del combustible y/u oxidante a través de la barrera mientras que aún sirve como barrera. La barrera electrolítica se puede estructurar como un electrolito soportado en una lámina o membrana, por ejemplo, una membrana de intercambio de protones 180 que permite el paso de los protones mientras que bloquea el paso o flujo de los electrones, y como tal se puede describir también como una membrana de intercambio de iones.

Las celdas de combustible de la membrana de intercambio de protones típicamente utilizan un ensamble de membrana-electrodo 186 que consiste de una membrana de intercambio de iones o electrolítica 180 localizada entre una región del ánodo 182 y una región del cátodo 184. Cada región 182 y 184 incluye un electrodo 188, específicamente, un ánodo 190 y un cátodo 192, respectivamente. Cada región 182 y 184 incluye además un soporte 194, tal como una placa de soporte 196. El soporte 194 puede formar una porción de un ensamble de placa bipolar. Las placas de soporte 196 de la celda de combustible 46 pueden portar, o conducir, el potencial de voltaje relativo producido por la celda de combustible.

En funcionamiento, el gas de hidrógeno 114 del suministro 120 se suministra a la región del ánodo, y el aire (y/o el oxígeno) 118 del suministro 122 se suministra a la región del cátodo. El gas de hidrógeno y el gas de oxígeno se pueden suministrar a las regiones respectivas de la celda de combustible a través de cualquier mecanismo adecuado a partir de los suministros respectivos 120 y 122.

El gas de hidrógeno y el gas de oxígeno típicamente reaccionan uno con respecto a otro a través de una reacción de oxidación-reducción. Aunque la membrana electrolítica 180 restringe el paso de una molécula de hidrógeno (una molécula de combustible), permitirá que el ión de hidrógeno (protón) pase a través de ella, en gran parte debido a la conductividad iónica de la membrana. La energía libre de la reacción de oxidación-reducción impulsa el protón del gas de hidrógeno a través de la barrera. Como la membrana 180 tiende también a no ser conductora eléctricamente, un circuito externo 198 es la trayectoria de energía más baja para el electrón restante. En la región del cátodo 184, los electrones del circuito externo y los protones de la membrana se combinan con el oxígeno para producir agua y calor.

Lo mostrado también en la Fig. 4 son una corriente de purga o escape del ánodo 200, que puede contener gas de hidrógeno, y una corriente de escape del aire del cátodo o una corriente de purga del cátodo, 202, que está típicamente al menos parcialmente, si no sustancialmente, desprovista de gas de oxígeno. La corriente de purga del ánodo 200 puede incluir además otros componentes, tal como gas de nitrógeno, agua, y otros gases que están presentes en el gas de hidrógeno u otra corriente de combustible que se suministra a la región del ánodo. La corriente de purga del cátodo 202 incluirá típicamente también agua. La pila de celdas de combustible 42 puede incluir una alimentación de hidrógeno común (u otro reactivo/combustible), entrada de aire, y purga de la pila y corrientes de escape; y en consecuencia puede incluir conductos de fluidos adecuados para suministrar las corrientes adecuadas a, y recoger las corrientes desde, las celdas de combustible individuales. De manera similar,

se puede usar cualquier mecanismo adecuado para purgar selectivamente las regiones. Está también dentro del alcance de la presente descripción que la corriente de gas de hidrógeno que se suministra a la región del ánodo como una corriente de combustible se puede (pero no está obligada a que) reciclar (a través de cualquier mecanismo adecuado y/o a través de un conducto de reciclaje adecuado a partir de la región del ánodo) para reducir la cantidad de gas de hidrógeno que se derrocha o se escapa de otra manera en la corriente de purga del ánodo 200. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el gas de hidrógeno en la región del ánodo se puede reciclar para resumistrar a la región del ánodo a través de una bomba de reciclaje y un conducto de reciclaje asociado. En tal modalidad, la bomba de reciclaje puede extraer gas de hidrógeno de la región del ánodo de una celda de combustible (o pila de celdas de combustible) y resumistrar el gas de hidrógeno reciclado a través del conducto de reciclaje a la región del ánodo de la celda de combustible (y/o una celda de combustible diferente o pila de celdas de combustible).

En la práctica, la pila de celdas de combustible 42 puede incluir una pluralidad de celdas de combustible 46 con ensambles de placa bipolares u otros soportes adecuados que separan los ensambles de membrana-electrodo adyacentes. Los soportes pueden permitir que los electrones libres pasen de la región del ánodo de una celda a la región del cátodo de una celda adyacente a través del ensamble de placa bipolar, estableciendo de ese modo un potencial eléctrico a través de la pila. Este potencial eléctrico puede crear un flujo neto de electrones que produce una corriente eléctrica, que se puede usar para satisfacer una carga aplicada, tal como a partir de un(os) dispositivo(s) consumidor(es) de energía 64.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo 220 que representa un ejemplo ilustrativo, no exclusivo de un método 222 para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento de un sistema de celdas de combustible 22 que sirve como una fuente de alimentación de respaldo (o auxiliar) en una red de suministro eléctrico 20. El método 222 puede incluir cualquier combinación adecuada de las etapas del método aquí presentadas y en las Figs. 6-9 y se pueden llevar a cabo las etapas del método en cualquier orden adecuado. Cada etapa del método presentada y/o descrita en la presente descripción se puede incluir en u omitir a partir del método, según sea adecuado. Si se incluye, cada etapa del método se puede llevar a cabo una vez, dos veces, o más veces. Adicionalmente, en algunas modalidades, una o más de las etapas del método se pueden llevar a cabo de manera condicional, es decir, solamente si se cumplen una o más condiciones por el sistema 22, la red de suministro eléctrico 20, y/o el medio ambiente. Además, cualquier porción adecuada o la totalidad de cada método 222 descrito en la presente se puede llevar a cabo automáticamente, por ejemplo, controlado por un sistema de control 150 y/o el(los) controlador(es) 152 del sistema 22 y/o la red de suministro eléctrico 20, se pueden controlar o llevar a cabo mecánicamente, o se pueden controlar manualmente por una persona.

El método se puede llevar a cabo bajo el control de un programa que se ejecuta por un controlador. En consecuencia, el método se puede realizar en código de programa de computadora que porta las instrucciones y se puede almacenar en los medios de almacenamiento legibles por computadora tangibles (por ejemplo, discos duros, CD-ROM, discos flexibles, etc.). Particularmente, cuando el código de programa de computadora se carga y se ejecuta por el controlador, el controlador se convierte en un aparato para la práctica del método junto con otras porciones de una red de suministro eléctrico. En algunas modalidades, se puede recibir el código de programa de computadora desde otra fuente a través de la transmisión de datos, tal como fibras ópticas, radiación electromagnética, conductores eléctricos (por ejemplo, alambres, cables, etc.), o los similares.

El método 222 puede incluir una etapa para determinar un momento de inicio para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento, como se indica en 224. Determinar un momento de inicio, como se usa en la presente, puede incluir seleccionar un momento de inicio, establecer un momento de inicio, identificar un momento de inicio, y/o iniciar la hidratación de mantenimiento. El momento de inicio se puede determinar por cualquiera de los criterios adecuados. Por ejemplo, el momento de inicio se puede determinar en base a, al menos en parte, cuando se activó por última vez el sistema de celdas de combustible por el suministro de combustible, última vez que se hizo funcionar para proporcionar energía de respaldo, y/o última vez que se hizo funcionar para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento. En consecuencia, el momento de inicio se puede determinar, por ejemplo, en base a, al menos en parte, un intervalo de tiempo medido por el temporizador 168 bajo la dirección del controlador 152. Alternativamente, o adicionalmente, el momento de inicio se puede determinar en base a, al menos en parte, una o más señales recibidas desde al menos un sensor 80. El momento de inicio por lo tanto se puede basar, al menos en parte, en un nivel de umbral de deshidratación medido por un sensor de hidratación de la pila de celdas de combustible 42, una característica eléctrica de la fuente de alimentación primaria, una característica eléctrica de la carga aplicada, una temperatura ambiente, una humedad ambiental, y/o los similares.

El método 222 puede incluir también una etapa para iniciar el suministro de al menos combustible a la pila de celdas de combustible, como se indica en 226. La etapa para iniciar el suministro puede implicar iniciar el suministro de cualquiera de los reactivos adecuados a la pila de celdas de combustible, por ejemplo, suministro de combustible y oxidante o suministro de combustible solamente, tal como si ya está disponible para la pila de celdas de combustible. En cualquier caso, la etapa para iniciar el suministro se puede describir como que se activa la pila de celdas de combustible y/o sistema de celdas de combustible para la generación de energía. "Activar" o "activación," como se usa en la presente, significa proporcionar la pila de celdas de combustible 42 con un conjunto completo de

reactivos (combustible y oxidante) para la reacción electroquímica en la pila de celdas de combustible, ya sea o no que de una carga se extrae la energía de la pila de celdas de combustible. La etapa para iniciar el suministro por lo tanto puede activar la pila de celdas de combustible para colocar la pila de celdas de combustible en una configuración activa a partir de una configuración inactiva, en la que no se suministró la pila de celdas de combustible con al menos un reactivo y por lo tanto no se generó energía. Iniciar el suministro de combustible puede resultar en una corriente de combustible que es constante o que varía sustancialmente con el tiempo (por ejemplo, un aumento y/o disminución del volumen de combustible que se suministra por unidad de tiempo). Además, la etapa para iniciar el suministro puede incluir hacer funcionar el sistema de suministro de reactivos, tal como hacer funcionar un dispositivo de gestión de flujo (por ejemplo, abrir una(s) válvula(s)) y/o procesar el combustible a partir de una materia prima, entre otros.

La etapa para iniciar el suministro de combustible y/o reactivos se puede llevar a cabo de acuerdo con el momento de inicio determinado en 224 en el método 222. El término "de acuerdo con el momento de inicio," como se usa en la presente, incluye generalmente "en base al momento de inicio" o "en correspondencia con el momento de inicio." En consecuencia, la etapa para iniciar el suministro puede, por ejemplo, iniciar exactamente o casi exactamente en el momento de inicio o después del paso de un retraso relativamente corto después del momento de inicio (tal como dentro de aproximadamente un segundo, un minuto, o una hora del momento de inicio). El retraso se puede provocar por uno o más procedimientos conducidos por el método 222 y/o la red 20 antes de que se inicie el suministro de combustible. Los procedimientos ilustrativos pueden incluir probar los aspectos de la red 20 (por ejemplo, probar si la carga es suficiente, probar la estabilidad de la carga, medir la hidratación de la pila de celdas de combustible, medir una característica eléctrica de la fuente de alimentación primaria, etc.) y/o establecer la generación de un combustible a partir de una materia prima o liberar el combustible a partir de una forma almacenada, entre otros.

La determinación de un momento de inicio puede implicar seleccionar un momento de inicio en el futuro. En consecuencia, el método 222 puede incluir opcionalmente una etapa para monitorear el tiempo transcurrido, como se indica generalmente en 228, hasta que se ha alcanzado el momento de inicio. Por ejemplo, el método 222 puede incluir un punto de decisión condicional que compara el tiempo transcurrido con el momento de inicio objetivo, como se indica en 230, para determinar ya sea o no si se ha alcanzado el momento de inicio. Si no se ha alcanzado el momento de inicio, el método puede incluir la espera, como se indica en 232, durante un período de tiempo adicional y llevar a cabo después la comparación de nuevo. Se puede repetir el bucle resultante "esperar y comparar" hasta que se alcanza el momento de inicio. Si se ha alcanzado el momento de inicio, el método 222 puede salir del bucle y continuar con la siguiente etapa para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento, tal como el inicio de suministro de combustible 226. Aunque se refiere en el contexto la etapa para iniciar el suministro de combustible, está dentro del alcance de la presente descripción que esta etapa puede incluir iniciar el oxidante, tal como suministro de aire. En algunas modalidades, la determinación de un momento de inicio puede incluir seleccionar el momento actual como el momento de inicio. Por ejemplo, se pueden usar uno o más sensores, directa o indirectamente (por ejemplo, a través de un controlador), para determinar el momento de inicio y por lo tanto puede desencadenar el rendimiento (o intento de rendimiento) de la hidratación de mantenimiento tras la medición de un valor de umbral. En consecuencia, el método 222 puede continuar directamente a la siguiente etapa del método, tal como la etapa 226, sin esperar después la determinación del momento de inicio.

El método 222 puede incluir también regular un voltaje del sistema de celdas de combustible, como se indica en 234, que se puede llevar a cabo de forma automática y/o manualmente. Regular el voltaje incluye generalmente cualquier manipulación o ajuste del voltaje de salida del sistema de celdas de combustible 22 para alcanzar un voltaje de salida en el que una carga aplicada del ensamble consumidor de energía se satisface al menos parcialmente por la energía de celdas de combustible en lugar de disponer de alimentación primaria. En consecuencia, regular el voltaje puede incluir configurar o ajustar el voltaje de salida del sistema de celdas de combustible (1) a un punto de ajuste predefinido que se conoce o se espera que sea mayor que el voltaje de la fuente de alimentación primaria, (2) de acuerdo con, o en respuesta a, un voltaje medido (u otra característica eléctrica medida) de la fuente de alimentación primaria, y/o (3) a niveles progresivamente más altos hasta que en el sistema de celdas de combustible se genera suficiente energía (y/o hasta que se alcanza y/o supera un voltaje de umbral).

La etapa para regular el voltaje 234, si no se lleva a cabo satisfactoriamente, se puede seguir, como se indica con una línea discontinua 236, por una etapa para detener el suministro de combustible, como se indica en 238. Expresado de otro modo, la pila de celdas de combustible se puede desactivar mediante la terminación del suministro de combustible (y/u oxidante) si no se puede alcanzar un voltaje de salida suficiente en el momento actual. También se puede determinar un nuevo o siguiente momento de inicio, como se indica en 224, antes, durante, y/o después de la etapa para detener el suministro de combustible. El nuevo o siguiente momento de inicio puede corresponder al siguiente mantenimiento periódico programado (es decir, mediante la cancelación en lugar de aplazar el tratamiento de mantenimiento actual) o puede ser mucho antes que el siguiente mantenimiento periódico, tal como en una hora o menos o un día o menos.

La regulación del voltaje 234, si se lleva a cabo satisfactoriamente, puede conducir a una etapa de suministro de energía, como se indica en 240, desde el sistema de celdas de combustible 22 al ensamble consumidor de energía

28 para satisfacer al menos una porción, si no la totalidad, de la carga aplicada del ensamble consumidor de energía mientras que en la fuente de alimentación primaria 24 se genera una potencia de salida eléctrica y está disponible para satisfacer la porción (o la totalidad) de la carga aplicada que se satisface por la potencia de salida eléctrica de la pila de celdas de combustible del sistema de celdas de combustible 22. La etapa de suministro eléctrico incluye generalmente generar agua para aumentar la hidratación de la pila de celdas de combustible 42. Adicionalmente, la etapa de suministro eléctrico puede incluir generar energía de celdas de combustible en cualquier porcentaje adecuado de la capacidad total o la generación de energía por la pila de celdas de combustible 42, tal como al menos 25%, al menos 50%, al menos 75%, o más de la capacidad total.

La etapa de suministro eléctrico se puede llevar a cabo para cualquier intervalo de hidratación adecuado para alcanzar un tratamiento de hidratación de mantenimiento después de un período de inactividad de las celdas de combustible. Como se usa en la presente, el término "intervalo de hidratación" puede referirse a un período durante el cual se genera agua en la pila de celdas de combustible. Como se describió, el intervalo de hidratación puede corresponder a un período en el que en la pila de celdas de combustible se genera energía que desplaza al menos una porción de alimentación primaria disponible. El término "tratamiento de hidratación de mantenimiento" como se usa en la presente, puede referirse a suministrar energía para un intervalo de hidratación suficiente para aumentar sustancialmente la hidratación de la pila de celdas de combustible, tal como aumentar la cantidad de hidratación por al menos 10%, 25%, o 50%, entre otros. El tratamiento de hidratación de mantenimiento se puede llevar a cabo de manera predeterminada, tal como para un período de tiempo predeterminado y/o para una cantidad predeterminada de energía suministrada, hidratación, y/o generación de agua, entre otros.

Como se usa en la presente, "período de inactividad" se refiere a un período en el que no se ha usado la pila de celdas de combustible para generar una potencia de salida eléctrica durante más de al menos un período de umbral de tiempo, tal como al menos un día, una semana, dos semanas, un mes, o más, y/o durante un período suficiente para reducir la hidratación de la pila de celdas de combustible sustancialmente. Por lo tanto "período de inactividad" no abarca una interrupción momentánea en la pila de celdas de combustible que está en una configuración generadora de energía, tal como en la que el estado de hidratación de la pila de celdas de combustible no se ha deteriorado notablemente a partir de que las celdas de combustible estaban en una configuración generadora de energía.

El método 222 puede incluir un proceso de decisión 242 que determina ya sea o no si se completa el tratamiento de hidratación de mantenimiento. Por ejemplo, el proceso de decisión 242 puede determinar si se ha suministrado energía de celdas de combustible para un período de tiempo predeterminado y/o para una cantidad predeterminada de energía suministrada, hidratación, y/o generación de agua, entre otros. Si no se completa el tratamiento, como se indica en 244, se puede continuar la etapa de suministro eléctrico. Si se completa el tratamiento, como se indica en 246, se puede detener al menos el suministro de combustible, como se indica en 238, y se puede determinar otro momento de inicio, como se indica en 224.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo fragmentario 260 que presenta las porciones seleccionadas del método 222 y que muestra una propuesta ilustrativa para regular el voltaje, como se indica en 234, en el método 222. La propuesta aquí presentada se puede llevar a cabo ya sea o no si se conoce el voltaje de la fuente de alimentación primaria, pero puede ser particularmente adecuada cuando se desconoce este voltaje. En un punto del momento adecuado después del inicio del suministro de combustible, como se indica en 226, un sensor 80 puede medir una característica eléctrica del sistema de celdas de combustible correspondiente a la energía auxiliar (energía de celdas de combustible), como se indica en 262. La energía auxiliar se puede medir usando cualquier característica eléctrica sensada adecuada.

Un proceso de decisión 264 puede determinar entonces ya sea o no si es suficiente la energía de celdas de combustible medida para la hidratación de mantenimiento. Si es suficiente (por ejemplo, si está en y/o por encima de un valor de energía de umbral), como se indica en 266, el método puede continuar suministrando energía, como se indica en 240, al ensamble consumidor de energía 28. Si no es suficiente (por ejemplo, si está por debajo del valor de energía de umbral), como se indica en 268, el método 222 puede continuar a un segundo proceso de decisión 270 que determina ya sea o no si el voltaje de salida de la pila de celdas de combustible ha alcanzado y/o superado un voltaje de umbral. Si se ha alcanzado y/o superado el voltaje de umbral, como se indica en 272, el método 222 puede continuar para detener el suministro de combustible, como se indica en 238, y puede continuar también, como se indica en 274, para determinar otro momento de inicio (vea la Fig. 5). Si no se ha alcanzado y/o superado el voltaje de umbral, como se indica en 276, el método 222 puede continuar a una etapa para aumentar el voltaje de salida; como se indica en 278, desde la pila de celdas de combustible 42. La energía de celdas de combustible se puede medir entonces (de nuevo), como se indica en 262. La etapa para aumentar el voltaje se puede llevar a cabo gradualmente con cada ciclo a través del bucle de regulación de voltaje. Se puede aumentar el voltaje por el mismo incremento en cada ciclo, tal como 0.1-1.0 voltios por ciclo, o aproximadamente 0.1, 0.25, 0.5, o 1.0 voltios por ciclo, entre otros. Alternativamente, el tamaño del aumento puede variar dentro del alcance de la presente descripción. Este método, o proceso, se puede denominar como que aumenta gradualmente el voltaje de la potencia de salida eléctrica de la pila de celdas de combustible hasta que o bien se desplace una porción suficiente de la potencia de salida eléctrica de la fuente primaria (es decir, una porción suficiente de la carga aplicada que se satisface ahora por

el sistema de celdas de combustible en lugar de la fuente de alimentación primaria pese a que la fuente de alimentación primaria genera una potencia de salida eléctrica) o hasta que se alcance o se supere un voltaje de la celda de combustible umbral.

5 La Fig. 7 es un diagrama de flujo fragmentario 280 que presenta las porciones seleccionadas del método 222 y que muestra una propuesta ilustrativa para monitorear la estabilidad de la energía suministrada desde el sistema de celdas de combustible. La estabilidad de la energía de celdas de combustible se puede monitorear, como se indica en 282, cuando se suministra la alimentación primaria, como se indica en 240, al ensamble consumidor de energía 28. Monitorear la energía de celdas de combustible puede incluir una etapa para medir la energía de celdas de combustible suministrada, como se indica en 284. La etapa para medir se puede llevar a cabo múltiples veces para proporcionar una medida de la energía de celdas de combustible con el tiempo. El método 222 puede continuar entonces a un proceso de decisión 286 que determina ya sea o no si la energía de celdas de combustible es lo suficientemente estable para el rendimiento de la hidratación de mantenimiento. Por ejemplo, proceso de decisión 286 puede determinar ya sea o no si la energía de celdas de combustible varían en más de una cantidad umbral. En cualquier caso, si el proceso de decisión 286 determina que la energía de celdas de combustible es lo suficientemente estable, como se indica en 288, se puede continuar la etapa de suministro de energía de celdas de combustible, como se indica en 240. En contraste, si el proceso de decisión 286 determina que la energía de celdas de combustible no es lo suficientemente estable, como se indica en 290, se puede detener la etapa de suministro eléctrico llevando a cabo la etapa para detener el suministro de combustible, como se indica en 238. El método 222 puede continuar opcionalmente, como se indica en 274, para determinar otro momento de inicio (vea la Fig. 5) para intentar de nuevo la hidratación de mantenimiento. Por ejemplo, la hidratación de mantenimiento (por ejemplo, regular el voltaje y suministrar energía) se puede intentar de nuevo después de esperar un período de tiempo predeterminado. Ejemplos ilustrativos, no exclusivos de tales períodos de tiempo incluyen 1 semana o menos, 3 días o menos, 1 día o menos, 12 horas o menos, 6 horas o menos, 2 horas o menos, 1 hora o menos, o aproximadamente 1, -5, 10, 30, o 60 minutos, entre otros.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo fragmentario 300 que presenta porciones seleccionadas del método ilustrativo 222 y que muestra una propuesta ilustrativa para probar una carga aplicada antes de iniciar el suministro de combustible. La carga aplicada se puede probar, como se indica en 302, de acuerdo con el momento de inicio. La etapa para probar la carga aplicada puede incluir una etapa para medir la carga aplicada, como se indica en 304. El método 222 puede continuar entonces a un proceso de decisión 306 que determina ya sea o no si la carga medida es suficiente para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento con el sistema de celdas de combustible. Si la carga no es suficiente, como se indica en 308, el método 222 puede continuar para la determinación de otro momento de inicio, como se indica en 224, tal como otro momento de inicio después del paso de un intervalo tiempo predeterminado. Si la carga es suficiente, como se indica en 310, el método 222 puede continuar a la etapa para iniciar el suministro de combustible, como se indica en 226. En algunas modalidades, la etapa para probar la carga aplicada, como se indica en 302, se puede llevar a cabo después de la etapa para iniciar el suministro de combustible, como se indica en 226. En consecuencia, si se ha iniciado el suministro de combustible antes de probar la carga aplicada, se puede detener el suministro de combustible si la carga aplicada se determina que es insuficiente para la hidratación de mantenimiento.

La Fig. 9 es un diagrama de flujo fragmentario 320 de las porciones seleccionadas del método ilustrativo 222 y muestra una propuesta ilustrativa para regular el voltaje del sistema de celdas de combustible. El método 222 puede incluir una etapa para medir un voltaje primario, como se indica en 312. El "voltaje primario," como se usa en la presente, significa el voltaje en el que la fuente de alimentación primaria suministra alimentación primaria al ensamble consumidor de energía. La etapa para medir un voltaje primario se puede llevar a cabo midiendo cualquier característica eléctrica adecuada de la fuente de alimentación primaria relacionada con su voltaje primario. La medición del voltaje primario se puede llevar a cabo en cualquier momento adecuado, tal como antes de o después de la etapa para iniciar el suministro de combustible, como se indica en 226. La etapa para regular el voltaje del sistema de celdas de combustible, como se indica en 234, entonces se puede llevar a cabo de acuerdo con el voltaje primario medido. Por ejemplo, el voltaje de salida de la pila de celdas de combustible se puede ajustar a un nivel que está por encima del voltaje primario medido, tal como una cantidad predeterminada por encima del voltaje primario medido (por ejemplo, al menos 0.25, 0.5, 1, o 2 volts, entre otros, por encima del voltaje primario). En algunas modalidades, el voltaje primario se puede medir repetidamente durante la hidratación de mantenimiento para permitir el ajuste del voltaje de salida de la pila de celdas de combustible, si es necesario, debido a la variación en el voltaje primario medido.

En algunas modalidades, la presente descripción se puede describir como que se dirige a un medio de almacenamiento codificado con un código de programa de computadora legible por máquina, el código que incluye las instrucciones para provocar que un controlador implemente un método para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento de un sistema de celdas de combustible que sirven como una fuente de alimentación auxiliar para un ensamble consumidor de energía que se dispone en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación primaria. En tal modalidad, el método puede incluir cualquiera de los métodos descritos, ilustrados, y/o incorporados en la presente. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el método puede incluir al menos determinar un momento de inicio para el mantenimiento del sistema de celdas de combustible, activar el sistema de celdas de combustible a

partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio iniciando el suministro de al menos combustible a una pila de celdas de combustible del sistema, y suministrar energía desde el sistema de celdas de combustible activado para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía. En tal ejemplo, la energía del sistema de celdas de combustible se puede suministrar a un voltaje de salida que es mayor que un voltaje en el que se suministra energía desde la fuente de alimentación primaria al ensamble consumidor de energía, de manera que el ensamble consumidor de energía usa, al menos en parte, la energía del sistema de celdas de combustible en lugar de la alimentación de la fuente de alimentación primaria, haciendo funcionar de ese modo el sistema de celdas de combustible para la generación de energía y la hidratación asociada mientras que está disponible la fuente de alimentación primaria.

En algunas modalidades, la presente descripción se puede describir como que se dirige a un conjunto de señales de datos que incluye las instrucciones para provocar que un controlador implemente un método para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento de un sistema de celdas de combustible que sirve como una fuente de alimentación auxiliar para un ensamble consumidor de energía que se dispone en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación primaria. En tal modalidad, el método puede incluir cualquiera de los métodos descritos, ilustrados, y/o incorporados en la presente. Como un ejemplo ilustrativo, no exclusivo, el método puede incluir al menos determinar un momento de inicio para el mantenimiento del sistema de celdas de combustible, activar el sistema de celdas de combustible a partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio iniciando el suministro de al menos combustible a una pila de celdas de combustible del sistema, y suministrar energía desde el sistema de celdas de combustible activado para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía. En tal ejemplo, la energía del sistema de celdas de combustible se puede suministrar a un voltaje de salida que es mayor que un voltaje en el que se suministra energía desde la fuente de alimentación primaria al ensamble consumidor de energía, de manera que el ensamble consumidor de energía usa, al menos en parte, la energía del sistema de celdas de combustible en lugar de la alimentación de la fuente de alimentación primaria, haciendo funcionar de ese modo el sistema de celdas de combustible para la generación de energía y la hidratación asociada mientras que está disponible la fuente de alimentación primaria.

Aplicabilidad industrial

Los sistemas de celdas de combustible descritos en la presente son aplicables a las industrias de producción de energía, y más particularmente a las industrias de celdas de combustible.

REIVINDICACIONES

1. Un método para llevar a cabo la hidratación de mantenimiento de un sistema de celdas de combustible (22) que sirve como una fuente de alimentación auxiliar para un ensamble consumidor de energía (28) dispuesto en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación primaria (24) y que incluye una pila de celdas de combustible (42), un sistema de suministro de reactivos para suministrar al menos un combustible a la pila de celdas de combustible para la generación de una potencia de salida eléctrica, y un circuito de salida para conducir la potencia de salida eléctrica al ensamble consumidor de energía (28), el método que comprende:
- determinar, durante un período de inactividad del sistema de celdas de combustible (22) y un período en el que la fuente de alimentación primaria (24) es el suministro de energía que tiene un voltaje para el ensamble consumidor de energía (28), un momento de inicio para la hidratación de mantenimiento del sistema de celdas de combustible (22);
 activar el sistema de celdas de combustible (22) a partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio iniciando el suministro por el sistema de suministro de reactivos de al menos el combustible a la pila de celdas de combustible (42) del sistema de celdas de combustible (22) para generar energía con el sistema de celdas de combustible activado (22);
 suministrar energía, a través del circuito de salida, desde el sistema de celdas de combustible activado (22) para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía (28), en donde la energía del sistema de celdas de combustible (22) se controla para suministrarse a un voltaje de salida que es mayor que el voltaje en el que la energía de la fuente de alimentación primaria (24) se suministra al ensamble consumidor de energía (28), de manera que el ensamble consumidor de energía (28) usa, al menos en parte, la energía del sistema de celdas de combustible (22) en lugar de la alimentación de la fuente de alimentación primaria (24), haciendo funcionar de ese modo el sistema de celdas de combustible (22) para la generación de energía y la hidratación asociada mientras que está disponible la fuente de alimentación primaria (24);
 continuar a la etapa de suministro eléctrico para un intervalo de hidratación; y
 detener la etapa de suministro eléctrico después de la terminación de un tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado del sistema de celdas de combustible (22).
2. El método de la reivindicación 1, en donde el intervalo de hidratación corresponde a un intervalo de tiempo predeterminado, y en donde se detiene la etapa de suministro eléctrico después que se ha suministrado la energía del sistema de celdas de combustible (22) al ensamble consumidor de energía (28) para el intervalo de tiempo predeterminado; y/o en donde el tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado corresponde a una cantidad predeterminada de energía suministrada del sistema de celdas de combustible (22), y en donde se detiene la etapa de suministro eléctrico después que se ha suministrado la cantidad predeterminada de energía al ensamble consumidor de energía (28) del sistema de celdas de combustible (22) por la etapa de suministro de energía; y/o en donde se detiene la etapa de suministro eléctrico después que se ha proporcionado una cantidad predeterminada de hidratación a la pila de celdas de combustible (42) por la etapa de suministro de energía, y/o en donde se detiene la etapa de suministro eléctrico después que se ha generado una cantidad predeterminada de agua en la pila de celdas de combustible (42) por la etapa de suministro de energía.
3. El método de la reivindicación 1 o reivindicación 2, que comprende además una etapa para monitorear una característica de la energía suministrada del sistema de celdas de combustible (22) durante la etapa de suministro de energía, en donde se detiene la etapa de suministro eléctrico antes que se haya completado el tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado si la etapa de monitoreo indica que la energía suministrada del sistema de celdas de combustible (22) no cumple uno o más criterios predeterminados, opcionalmente, que comprende además una etapa de repetición de las etapas para determinar un momento de inicio, activar el sistema de celdas de combustible (22), y suministrar energía si se detiene la etapa de suministro eléctrico antes que se haya completado el tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado.
4. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la etapa para determinar un momento de inicio incluye una etapa para determinar un momento de inicio correspondiente a un período predeterminado de inactividad del sistema de celdas de combustible (22); y/o en donde la etapa para determinar un momento de inicio incluye una etapa para determinar un momento de inicio al menos en parte de acuerdo con un parámetro medido del sistema de celdas de combustible (22), un parámetro medido fuera del sistema de celdas de combustible (22), o ambos, y opcionalmente que comprende además una etapa para medir al menos un parámetro seleccionado a partir del grupo que consiste de temperatura, humedad, e hidratación, en donde la etapa para medir al menos un parámetro proporciona el parámetro medido de acuerdo con que el momento de inicio se determina al menos parcialmente.
5. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde las etapas para determinar un momento de inicio, activar el sistema de celdas de combustible (22), y suministrar energía se repiten a intervalos de tiempo

regulares; y/o en donde las etapas para determinar un momento de inicio, activar el sistema de celdas de combustible (22), y suministrar energía se llevan a cabo automáticamente.

- 5 6. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde la etapa para activar el sistema de celdas de combustible (22) incluye una etapa de suministro de gas de hidrógeno (114) a una pila de celdas de combustible (42) que incluye una membrana de intercambio de protones (180).
- 10 7. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende además una etapa para ajustar el voltaje de salida del sistema de celdas de combustible (22); en donde la etapa para ajustar el voltaje de salida incluye una etapa para aumentar el voltaje de salida, si es necesario, para suministrar energía del sistema de celdas de combustible (22) a un voltaje de salida que es mayor que el voltaje de energía de la fuente de alimentación primaria (24).
- 15 8. El método de la reivindicación 7, en donde la etapa para aumentar el voltaje de salida incluye una etapa para aumentar el voltaje de salida gradualmente; y/o en donde la etapa para aumentar el voltaje de salida incluye una etapa para aumentar el voltaje de salida (a) hasta que el sistema de celdas de combustible (22) genere la energía por encima de un nivel de umbral o (b) hasta que el voltaje de salida alcance y/o supere un valor de umbral, lo que ocurra primero, y en donde, si el voltaje de salida alcanza y/o supera el primer valor de umbral, las etapas para activar el sistema de celdas de combustible (22) y aumentar el voltaje de salida se repiten una o más veces hasta que el sistema de celdas de combustible (22) genera la energía por encima del nivel de umbral de manera que se puede llevar a cabo la etapa de suministro eléctrico; en donde opcionalmente, si el voltaje de salida alcanza y/o supera el valor de umbral, las etapas para activar el sistema de celdas de combustible (22) y aumentar el voltaje de salida se repiten después de esperar un intervalo de tiempo predeterminado.
- 25 9. El método de la reivindicación 7, que comprende además una etapa para medir una característica eléctrica de la energía de la fuente de alimentación primaria (24), en donde la etapa para ajustar el voltaje se basa al menos en parte en la etapa para medir una característica eléctrica de la energía de la fuente de alimentación primaria (24).
- 30 10. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende además una etapa para medir la carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía, (28) antes que la etapa para activar el sistema de celdas de combustible (22), en donde la etapa para activar el sistema de celdas de combustible (22) se aplaza si la carga aplicada no cumple uno o más criterios predeterminados.
- 35 11. El método de la reivindicación 1, en donde la fuente de alimentación primaria (24) y el sistema de celdas de combustible (22) están en comunicación eléctrica con una o más baterías, y en donde la etapa de suministro eléctrico incluye una etapa para cargar la una o más baterías; en donde opcionalmente la una o más baterías incluyen una pluralidad de baterías conectadas en paralelo, y en donde la etapa de suministro eléctrico incluye una etapa para igualar la carga entre las baterías.
- 40 12. Un sistema de celdas de combustible (22) con hidratación de mantenimiento mientras que sirve como una fuente de alimentación auxiliar para un ensamble consumidor de energía (28) que se dispone en comunicación eléctrica con una fuente de alimentación primaria (24), el sistema de celdas de combustible (22) que comprende:
- 45 una pila de celdas de combustible (42);
 un sistema de suministro de reactivos para suministrar al menos un combustible a la pila de celdas de combustible (42) para la generación de potencia de salida eléctrica; y
 un circuito de salida (76) para conducir la potencia de salida eléctrica al ensamble consumidor de energía (28);
 caracterizado porque el sistema de celdas de combustible (22) comprende además un controlador acoplado operativamente a al menos el sistema de suministro de reactivos y el circuito de salida y configurado para (1) determinar un momento de inicio para la hidratación de mantenimiento del sistema de celdas de combustible (22) después de un período de inactividad, (2) activar el sistema de celdas de combustible (22) a partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio iniciando el suministro de al menos combustible a la pila de celdas de combustible (42) a partir del sistema de suministro de reactivos, (3) regular un voltaje de salida en el que la potencia de salida eléctrica se conduce al ensamble consumidor de energía (28) a partir de la pila de celdas de combustible activada (42) de manera que la energía se suministra desde el sistema de celdas de combustible activado (22) para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía (28), (4) permitir el suministro de la energía del sistema de celdas de combustible (22) al ensamble consumidor de energía (28) para un intervalo de hidratación, y (5) detener el suministro de la energía después de la terminación de un tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado; en donde
- 50 una pila de celdas de combustible (42);
 un sistema de suministro de reactivos para suministrar al menos un combustible a la pila de celdas de combustible (42) para la generación de potencia de salida eléctrica; y
 un circuito de salida (76) para conducir la potencia de salida eléctrica al ensamble consumidor de energía (28);
 caracterizado porque el sistema de celdas de combustible (22) comprende además un controlador acoplado operativamente a al menos el sistema de suministro de reactivos y el circuito de salida y configurado para (1) determinar un momento de inicio para la hidratación de mantenimiento del sistema de celdas de combustible (22) después de un período de inactividad, (2) activar el sistema de celdas de combustible (22) a partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio iniciando el suministro de al menos combustible a la pila de celdas de combustible (42) a partir del sistema de suministro de reactivos, (3) regular un voltaje de salida en el que la potencia de salida eléctrica se conduce al ensamble consumidor de energía (28) a partir de la pila de celdas de combustible activada (42) de manera que la energía se suministra desde el sistema de celdas de combustible activado (22) para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía (28), (4) permitir el suministro de la energía del sistema de celdas de combustible (22) al ensamble consumidor de energía (28) para un intervalo de hidratación, y (5) detener el suministro de la energía después de la terminación de un tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado; en donde
- 55 una pila de celdas de combustible (42);
 un sistema de suministro de reactivos para suministrar al menos un combustible a la pila de celdas de combustible (42) para la generación de potencia de salida eléctrica; y
 un circuito de salida (76) para conducir la potencia de salida eléctrica al ensamble consumidor de energía (28);
 caracterizado porque el sistema de celdas de combustible (22) comprende además un controlador acoplado operativamente a al menos el sistema de suministro de reactivos y el circuito de salida y configurado para (1) determinar un momento de inicio para la hidratación de mantenimiento del sistema de celdas de combustible (22) después de un período de inactividad, (2) activar el sistema de celdas de combustible (22) a partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio iniciando el suministro de al menos combustible a la pila de celdas de combustible (42) a partir del sistema de suministro de reactivos, (3) regular un voltaje de salida en el que la potencia de salida eléctrica se conduce al ensamble consumidor de energía (28) a partir de la pila de celdas de combustible activada (42) de manera que la energía se suministra desde el sistema de celdas de combustible activado (22) para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía (28), (4) permitir el suministro de la energía del sistema de celdas de combustible (22) al ensamble consumidor de energía (28) para un intervalo de hidratación, y (5) detener el suministro de la energía después de la terminación de un tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado; en donde
- 60 una pila de celdas de combustible (42);
 un sistema de suministro de reactivos para suministrar al menos un combustible a la pila de celdas de combustible (42) para la generación de potencia de salida eléctrica; y
 un circuito de salida (76) para conducir la potencia de salida eléctrica al ensamble consumidor de energía (28);
 caracterizado porque el sistema de celdas de combustible (22) comprende además un controlador acoplado operativamente a al menos el sistema de suministro de reactivos y el circuito de salida y configurado para (1) determinar un momento de inicio para la hidratación de mantenimiento del sistema de celdas de combustible (22) después de un período de inactividad, (2) activar el sistema de celdas de combustible (22) a partir de una condición inactiva de acuerdo con el momento de inicio iniciando el suministro de al menos combustible a la pila de celdas de combustible (42) a partir del sistema de suministro de reactivos, (3) regular un voltaje de salida en el que la potencia de salida eléctrica se conduce al ensamble consumidor de energía (28) a partir de la pila de celdas de combustible activada (42) de manera que la energía se suministra desde el sistema de celdas de combustible activado (22) para satisfacer al menos una porción de una carga aplicada desde el ensamble consumidor de energía (28), (4) permitir el suministro de la energía del sistema de celdas de combustible (22) al ensamble consumidor de energía (28) para un intervalo de hidratación, y (5) detener el suministro de la energía después de la terminación de un tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado; en donde

- la energía del sistema de celdas de combustible se suministra a un voltaje de salida que es mayor que un voltaje en el que la energía de la fuente de alimentación primaria (24) se suministra al ensamblaje consumidor de energía (28), de manera que el ensamblaje consumidor de energía (28) usa, al menos en parte, la energía del sistema de celdas de combustible (22) en lugar de la alimentación de la fuente de alimentación primaria (24), haciendo funcionar de ese modo el sistema de celdas de combustible (22) para la generación de energía y la hidratación asociada mientras que está disponible la fuente de alimentación primaria (24).
- 5
- 10 **13.** El sistema de celdas de combustible de la reivindicación 12, en donde el intervalo de hidratación corresponde a un intervalo de tiempo predeterminado, y en donde el controlador se configura para detener el suministro de energía después que se ha suministrado la energía del sistema de celdas de combustible (22) al ensamblaje consumidor de energía (28) para el intervalo de tiempo predeterminado; y/o en donde el tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado corresponde a una cantidad predeterminada de energía suministrada del sistema de celdas de combustible (22), y en donde el controlador se configura para detener el suministro de la energía después que se ha suministrado la cantidad predeterminada de energía al ensamblaje consumidor de energía (28) del sistema de celdas de combustible (22); y/o en donde el controlador se configura para detener el suministro de la energía del sistema de celdas de combustible (22) después que se ha proporcionado una cantidad predeterminada de hidratación a la pila de celdas de combustible (42); y/o en donde el controlador se configura para detener el suministro de la energía del sistema de celdas de combustible (22) después que se ha generado una cantidad predeterminada de agua en la pila de celdas de combustible (42).
- 15
- 20
- 25 **14.** El sistema de celdas de combustible de la reivindicación 12 o reivindicación 13, en donde el circuito de salida incluye un sensor para monitorear una característica de la energía suministrada al ensamblaje consumidor de energía (28) del sistema de celdas de combustible (22), y en donde el controlador se configura para detener el suministro de la energía del sistema de celdas de combustible (22) al ensamblaje consumidor de energía (28) antes que se haya completado el tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado si una o más señales del sensor indican que la energía suministrada a partir del sistema de celdas de combustible (22) no cumple uno o más criterios predeterminados; en donde opcionalmente el controlador se configura para repetir la determinación de un momento de inicio, activación del sistema de celdas de combustible (22), y regulación de un voltaje de salida si el controlador detiene el suministro de la energía antes que se haya completado el tratamiento de hidratación de mantenimiento predeterminado.
- 30
- 35 **15.** El sistema de celdas de combustible de cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en donde la pila de celdas de combustible (42) incluye al menos una celda de combustible de la membrana de intercambio de protones (180), y en donde el sistema de suministro de reactivos suministra gas de hidrógeno (114) y gas de oxígeno (118) a la pila de celdas de combustible (42).
- 40 **16.** El sistema de celdas de combustible de cualquiera de las reivindicaciones 12-15, en donde el circuito de salida incluye un sensor para medir una característica de la potencia de salida eléctrica, y en donde el controlador se acopla operativamente al sensor y se configura para regular el voltaje de salida de acuerdo con una o más señales recibidas desde el sensor.
- 45 **17.** El sistema de celdas de combustible de cualquiera de las reivindicaciones 12-16, en donde el controlador se configura para determinar un momento de inicio correspondiente a un período predeterminado de inactividad del sistema de celdas de combustible (22); y/o en donde el controlador se configura para determinar un momento de inicio al menos en parte de acuerdo con un parámetro medido del sistema de celdas de combustible (22), un parámetro medido fuera del sistema de celdas de combustible (22), o ambos; y opcionalmente que comprende además un sensor acoplado operativamente al controlador y configurar para medir al menos un parámetro seleccionado a partir del grupo que consiste de temperatura, humedad, e hidratación, en donde el controlador se configura para determinar el momento de inicio al menos en parte en base a una o más señales recibidas desde el sensor.
- 50
- 55 **18.** El sistema de celdas de combustible de cualquiera de las reivindicaciones 12-17, en donde el controlador se configura para repetir la determinación de un momento de inicio, activación del sistema de celdas de combustible (22), y regulación de un voltaje de salida en el intervalo de tiempo regular.
- 60 **19.** El sistema de celdas de combustible de cualquiera de las reivindicaciones 12-18, en donde el circuito de salida (76) incluye un módulo de gestión de alimentación (74) para ajustar el voltaje de salida, y en donde el controlador se acopla operativamente al módulo de gestión de alimentación para controlar el ajuste del voltaje de salida.
- 20.** El sistema de celdas de combustible de la reivindicación 19, en donde el controlador se configura para hacer funcionar el módulo de gestión de alimentación (74) de manera que se aumenta el voltaje de salida.

- 5 **21.** El sistema de celdas de combustible de la reivindicación 20, en donde el controlador se configura para hacer funcionar el módulo de gestión de alimentación de manera que se aumenta el voltaje de salida gradualmente; y/o en donde el controlador se configura para hacer funcionar el módulo de gestión de alimentación de manera que se aumenta el voltaje de salida (a) hasta que en el sistema de celdas de combustible (22) se genera energía por encima de un nivel de umbral o (b) hasta que el voltaje de salida alcance y/o supere un valor de umbral, lo que ocurra primero, y en donde, si el voltaje de salida alcanza y/o supera el primer valor de umbral, el controlador se configura para repetir la determinación de un momento de inicio, activación del sistema de celdas de combustible (22), y ajuste del voltaje de salida una o más veces hasta que en el sistema de celdas de combustible (22) se genera energía por encima del nivel de umbral; en donde opcionalmente el controlador se configura para repetir la determinación de un momento de inicio, activación del sistema de celdas de combustible (22), y ajuste del voltaje de salida después de esperar un intervalo de tiempo predeterminado, si el voltaje de salida alcanza y/o supera el valor de umbral.
- 10
- 15 **22.** El sistema de celdas de combustible de cualquiera de las reivindicaciones 12-21, que comprende además un sensor para medir una característica eléctrica de la energía de la fuente de alimentación primaria (24), en donde el controlador se configura para regular el voltaje de salida basado al menos en parte en una o más señales recibidas desde el sensor.

Fig. 1

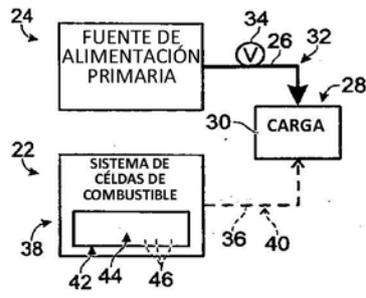


Fig. 2A

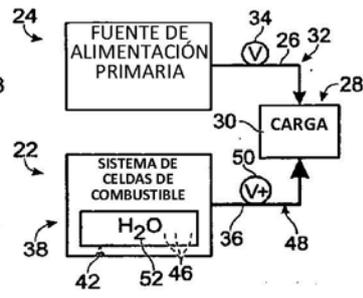
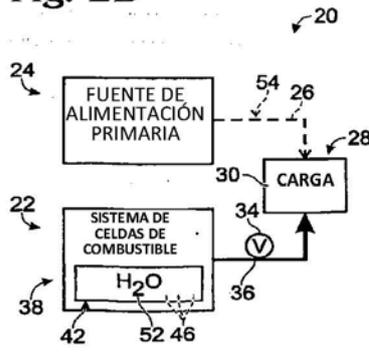


Fig. 2B



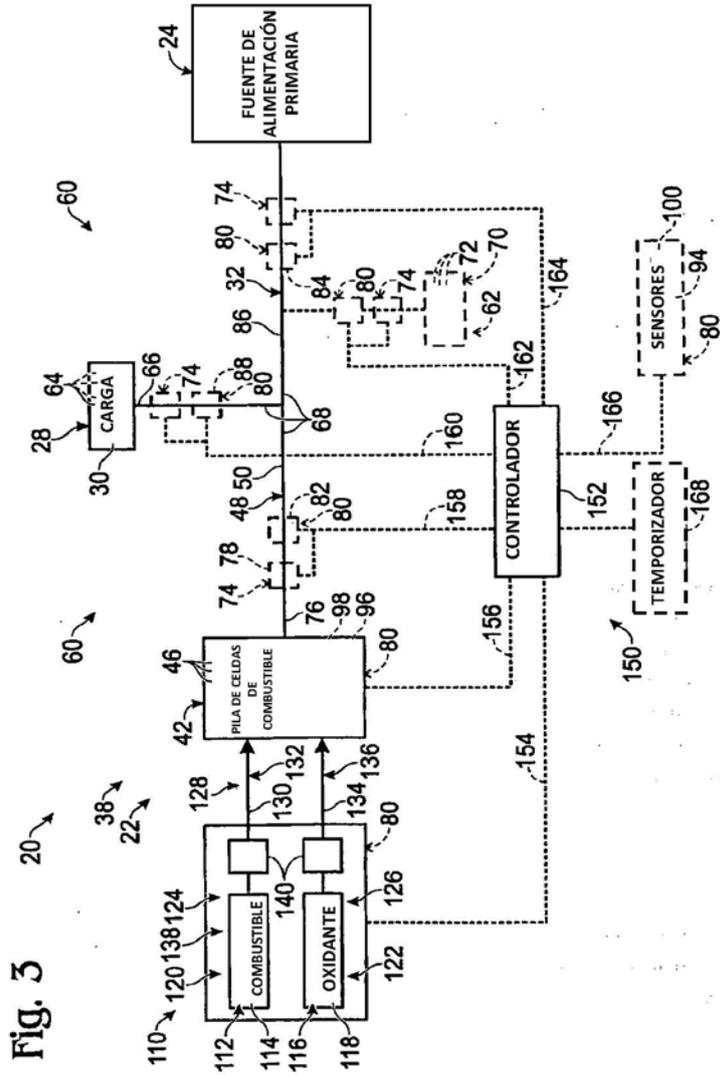


Fig. 4

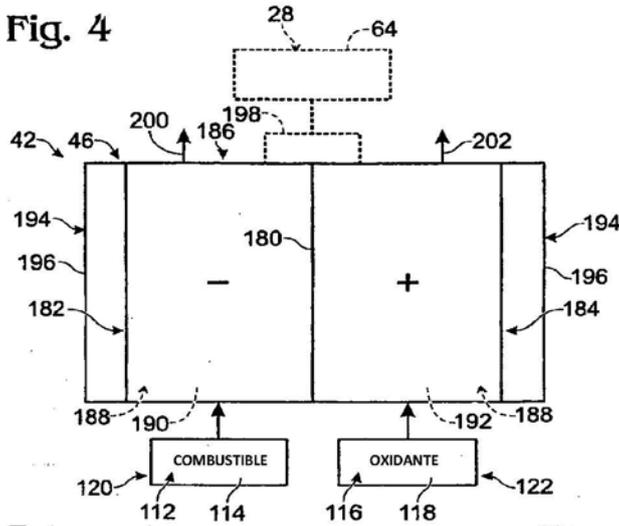


Fig. 5

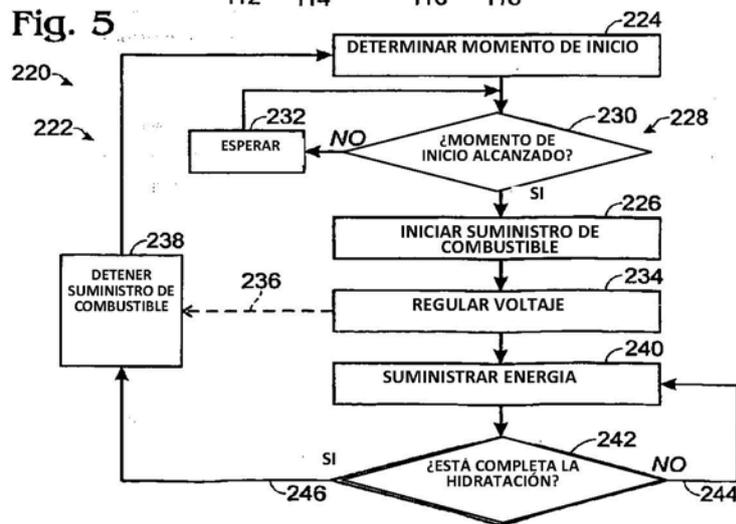


Fig. 6

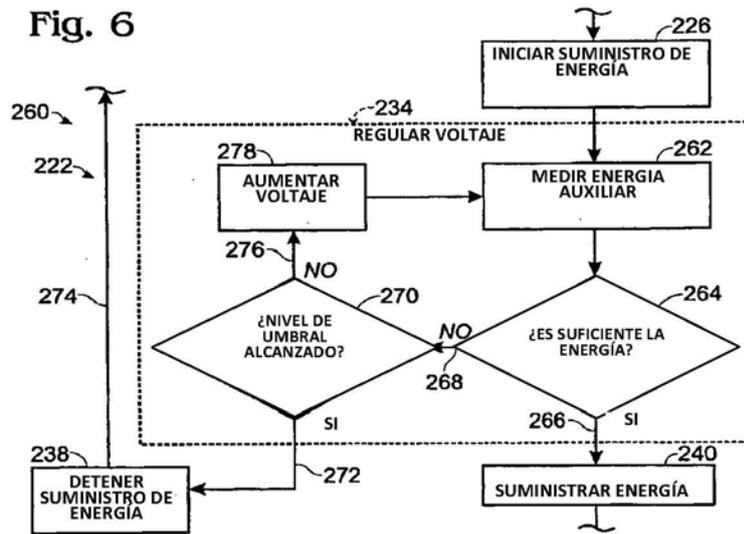


Fig. 7

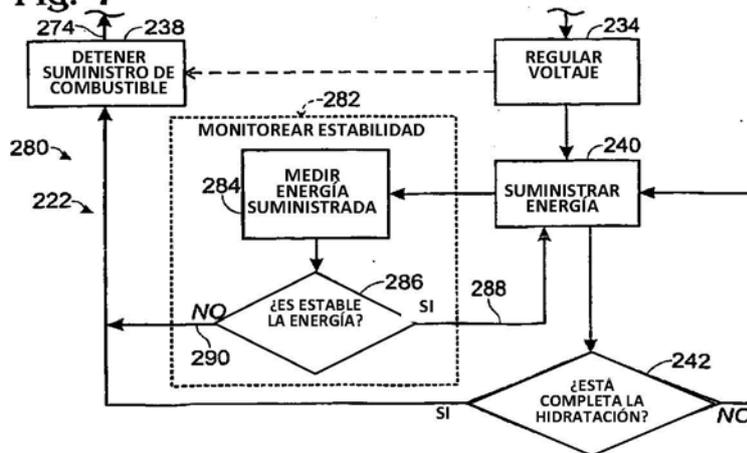


Fig. 8

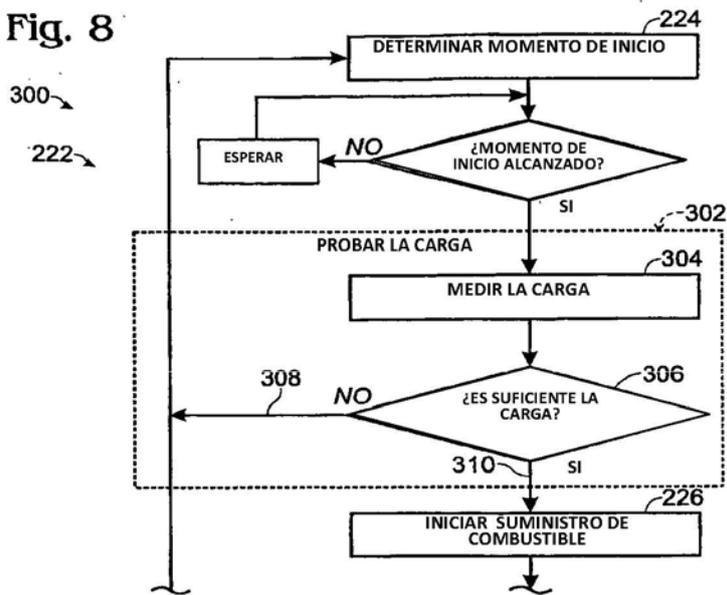


Fig. 9

