

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 317**

51 Int. Cl.:

H01M 10/44 (2006.01)

H01M 10/46 (2006.01)

H01M 8/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 12/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2006 E 06813255 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 1915794**

54 Título: **Una pila de combustible con un sistema de monitorización de combustible y su método de uso**

30 Prioridad:

02.08.2005 US 196685

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

07.11.2013

73 Titular/es:

**SOCIÉTÉ BIC (100.0%)
14, RUE JEANNE D'ASNIERES
92611 CLICHY CEDEX, FR**

72 Inventor/es:

**CURELLO, ANDREW J.;
LOONIS, CHARLES;
THAN, HUNG T.;
CURELLO, MICHAEL y
FAIRBANKS, FLOYD**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jaime

ES 2 428 317 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).

DESCRIPCION

UNA PILA DE COMBUSTIBLE CON UN SISTEMA DE MONITORIZACION DE COMBUSTIBLE Y SU METODO DE USO

5

CAMPO DE APLICACIÓN

La invención se relaciona generalmente con pilas de combustible y tecnologías de monitorización. En particular, una variedad de sensores unidos a un sistema de control remoto y a un dispositivo de almacenamiento de información que son usados para monitorizar los parámetros del sistema en una pila de combustible.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

Las pilas de combustible son dispositivos que directamente convierten la energía química de los reactivos, esto es, combustible y oxidante, en corriente continua. Para un creciente número de aplicaciones, las pilas de combustible son más eficientes que la generación eléctrica convencional, como la combustión de combustibles fósiles, así como los almacenamientos de electricidad portátiles, como las baterías de ión-litio.

20

En general, la tecnología de pilas de combustible incluye una variedad de diferentes pilas de combustible, como son las pilas de combustible alcalinas, las pilas de combustible de polímero electrolito, las de ácido fosfórico, las de carbonato fundido, las de óxido sólido y las de enzimas. Hoy en día, las principales pilas de combustible pueden dividirse en varias categorías generales, específicamente: (i) pilas de combustible que usan hidrógeno comprimido (H_2) como combustible; (ii) pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM) que usan alcoholes, por ejemplo, metanol (CH_3OH), hidruros de metales, por ejemplo, hidruro de boro y sodio ($NaBH_4$), hidrocarburos, u otros combustibles modificados a combustibles de hidrógeno; (iii) pilas de combustible PEM que pueden consumir combustible sin hidrógeno directamente o pilas de combustible de oxidación directa; y (iv) pilas de combustible de óxido sólido (SOFC) que directamente convierten los combustibles de hidrocarburos en electricidad a altas temperaturas.

25

30

35

El hidrógeno comprimido está generalmente almacenado a alta presión y por consiguiente es difícil de manejar. Además, se necesitan normalmente grandes tanques de almacenamiento y no son lo suficientemente pequeños para los dispositivos electrónicos de los consumidores. El formateo convencional de pilas de combustible necesita reformados y otros sistemas auxiliares y de vaporización para convertir combustibles en hidrógeno para reaccionar con el oxidante en la pila de combustible. Recientes avances hacen a las pilas de combustible formateadas más prometedoras para los consumidores de dispositivos electrónicos. Las pilas de combustible más comunes de oxidación directa son las de metanol directo o DMFC. Otras pilas de combustible de oxidación directa incluyen pilas de combustible de metanol directo y pilas de combustible de ortocarbonato tetra metil directo. DMFC, donde el metanol reacciona directamente con el oxidante en la pila de combustible, tiene una prometedora aplicación eléctrica para los dispositivos electrónicos de los consumidores. SOFC convierte los combustibles de hidrocarburos, como el butano, a altas temperaturas para producir electricidad. SOFC necesitan relativamente una alta temperatura en el rango de los $1000^\circ C$ para que ocurra la reacción de la pila de combustible.

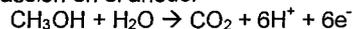
40

45

50

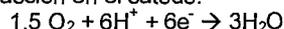
Las reacciones químicas que producen electricidad son diferentes para cada tipo de pila de combustible. Para DMFC la reacción química-eléctrica en cada electrodo y la reacción global para una pila de combustible de metanol directo se describe a continuación:

Semi-reacción en el ánodo:

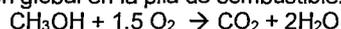


55

Semi-reacción en el cátodo:



Reacción global en la pila de combustible:



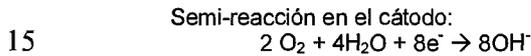
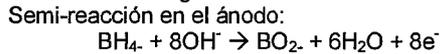
60

Debido a la migración de los iones de hidrógeno (H^+) a través de PEM desde el ánodo al cátodo y a la incapacidad de los electrones libres (e^-) para pasar a través de PEM, los electrones circulan por un circuito externo, por lo que producen una corriente eléctrica. El circuito externo podría usarse para alimentar muchos dispositivos electrónicos útiles, como teléfonos móviles, calculadoras, agendas electrónicas, portátiles y herramientas eléctricas entre otros.

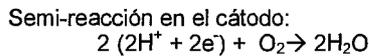
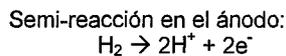
65

DMFC es analizada en las patentes de los EE.UU. nº 5.992.008 y 5.945.231, las cuales se incorporan aquí por referencia en su totalidad. Generalmente, las PEM están hechas de un polímero, como el Nafion de DuPont, que es un polímero de ácido sulfónico perfluorado, que tiene un espesor en el rango entre 0.05mm y 0.5mm, o de otras membranas apropiadas. El ánodo está típicamente hecho de papel carbón teflonizado con una fina capa de catalizador, como el platino-rutenio, depositada encima. El cátodo es típicamente un electrodo de gas de difusión, en el que las partículas de platino son depositadas a un lado de la membrana.

En otra pila de combustible de oxidación directa, la pila de combustible de hidruro de boro (DBFC) reacciona de la siguiente manera:



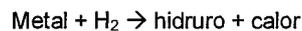
En una pila de combustible de hidruro de metal, generalmente el hidruro de boro y sodio acuoso se reforma y reacciona así:



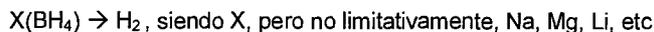
Catalizadores apropiados para esta reacción son platino y rutenio, así como otros metales. El combustible hidrógeno producido por la reforma del hidruro de boro y sodio reacciona en la pila de combustible con un oxidante, como el O_2 , para generar electricidad (o un flujo de electrones) y agua como subproducto. También sale como subproducto en este proceso el borato sódico NaBO_2 .

Una pila de combustible de hidruro de boro y sodio es analizada en la patente de EE.UU nº 4.261.956, que es incorporada aquí por referencia. Por lo tanto, las reacciones químicas conocidas de hidruros que usan hidruros de metal acuosos tienen una expectativa de almacenamiento del 9% al 12% en peso, y el líquido y el catalizador usados en el sistema de reacción química húmeda necesitan ser estrechamente monitorizados. Además, es difícil mantener la estabilidad de una solución de hidruro de metal en un largo periodo de tiempo, porque según la fórmula $t_{1/2} = \text{pH} \cdot \log(0.034 + kT)$, que nos da la vida media de la reacción, la reacción de hidrólisis siempre ocurre muy despacio. Además, si la solución de estabiliza, la reactividad no se completa.

En un método de almacenamiento de hidruro, la reacción es como sigue:



Sin embargo, la expectativa de almacenamiento de este tipo de reacción es de solo un 5% en peso. Además, dichas reacciones pueden ser caras y difíciles de almacenar. Otro método conocido de producir hidrógeno es una reacción seca de hidruro. Las reacciones secas, generalmente, conllevan esta reacción:



De nuevo, las reacciones secas tienen muchas desventajas, como tener unas expectativas de almacenamiento de solo un 10% en peso, y la necesidad de monitorizar estrechamente la presión.

Otro método adicional para producir gas hidrógeno es mediante un método de almacenamiento de presión, usando la fórmula $PV = nRT$, donde P es la presión, V el volumen, n es el nº de moles, R es la constante del gas y T es la temperatura. Este método requiere la continua monitorización de la presión.

Una de las más importantes funciones de aplicación de las pilas de combustible es la de almacenamiento de combustible. Otra aplicación importante es la regulación del transporte de combustible desde el cartucho de combustible hasta la pila de combustible. Para ser útil comercialmente, las pilas de combustible como los sistemas PEM y DMFC, deberían tener la capacidad de almacenar suficiente combustible para satisfacer el uso normal del consumidor. Por ejemplo, para teléfonos móviles, portátiles, agendas electrónicas (PDAs), las pilas de combustible necesitan alimentar dichos dispositivos durante al menos el tiempo que lo hacen las actuales baterías, preferiblemente, mucho más. Además, las pilas de combustible deberían ser fácilmente reemplazables o rellenables para minimizar o eliminar la necesidad de las largas recargas de las baterías de hoy en día.

En la operación de las pilas de combustible, es deseable por muchas razones la monitorización en tiempo real de varios parámetros del sistema. En primer lugar, el seguimiento del histórico de consumo de combustible indica la cantidad restante de combustible a suministrar y da al usuario información sobre la vida útil restante al suministro de combustible. La literatura de la patente revela un número de contenedores para sustancias consumibles que incluyen componentes de memorias electrónicas. La publicación de la solicitud de patente de EE.UU n° US 2002/0154815 revela una variedad de contenedores que deberían incluir memorias de solo lectura, memorias de solo lectura programables, memorias de solo lectura programables borrables electrónicamente, memorias de acceso aleatorio no volátiles, memorias de acceso aleatorio volátiles u otros tipos de memorias electrónicas. Estos dispositivos de memoria electrónica deberían usarse para guardar reciclaje codificado, instrucciones para la renovación y/o relleno de los contenedores, así como un registro del uso de los contenedores. Los contenedores deberían comprender tinta líquida o toner para una impresora. Alternativamente, los contenedores o reservas de combustible deberían comprender una pila de combustible o una reserva de combustible por ello.

También, el paso del combustible desde la reserva de combustible a la pila de combustible debería contar con, inter alia, la viscosidad del mismo. Por ejemplo, la viscosidad del metanol, que es cerca de 8.17×10^{-4} Pa-s a 1 atm y 0°C, cae a cerca de 4.5×10^{-4} Pa-s a 1 atm y 40°C, representando un 50% de reducción. Si el sistema es capaz de detectar en tiempo real la temperatura y/o la presión del combustible contenido en la reserva de combustible, entonces la pila de combustible puede autorregular cuanto tiempo una bomba de combustible debe funcionar para suministrar la apropiada cantidad de combustible. Si el combustible se suministra en una tasa óptima, la eficiencia del sistema aumenta. También, monitorizando la presión del combustible dentro de la reserva del mismo, se puede alertar al usuario o al sistema de algún inaceptable valor de alta o baja presión. Además, la vida útil de la pila de combustible se puede incrementar si la exposición al combustible se limita a la cantidad necesaria para cada operación. En otras palabras, inundar las pilas de combustible con un exceso de éste puede dañar la pila de combustible.

Una opción entre otras para el sistema de monitorización es el uso de un sistema de identificación por radio frecuencia (RFID). Los sistemas que usan tecnología RFID son bien conocidos, particularmente para los usos como el seguimiento de inventario, como el inventario de bibliotecas o tiendas al por menor, sistemas de pago automático como los pasos por los peajes, y sistemas de seguridad como las llaves inteligentes de los coches. Dichos sistemas deberían ser grandes y activos y usan circuitería transmisora alimentada por batería. Dichos sistemas deberían también ser muy pequeños y pasivos, en los que un transpondedor recibe energía de la estación base o lector solo cuando se desea que la información se transmita o intercambie.

Un sistema típico RFID incluye un dispositivo de identificación reutilizable, denominado típicamente como una etiqueta, pero a veces designado como "tarjeta", "llave", o similares. El sistema RFID también necesita una estación de reconocimiento o lectora preparada para reconocer dispositivos de identificación de predeterminadas características cuando dicho dispositivo de identificación se acerca a la estación lectora. Típicamente, una estación lectora incluye un sistema de antena que lee o interroga las etiquetas mediante un enlace de radio frecuencia (RF) y un controlador. El controlador dirige la interrogación de las etiquetas y podría disponer de memoria para almacenar los datos recogidos de las etiquetas. Además, el controlador podría disponer una interfaz de usuario para que externamente el usuario pueda monitorizar los datos.

En operación, cuando una etiqueta se acerca suficientemente a la estación lectora de RFID, la antena emite señales RF hacia la etiqueta y la etiqueta transmite respuestas a la antena. Las etiquetas pueden estar alimentadas por una batería interna (etiqueta activa) o por un acoplamiento inductivo que recibe potencia inducida desde las señales RF emitidas por la antena (etiqueta pasiva). El acoplamiento inductivo se produce entre dos dispositivos cercanos entre sí, sin necesitarse el contacto físico. Las etiquetas pasivas no tienen mantenimiento y una vida virtual infinita. El periodo de vida de las etiquetas activas es, sin embargo, limitado por el periodo de vida de la batería, aunque algunas etiquetas ofrecen baterías reemplazables.

Los actuales sistemas de monitorización con etiquetas RFID no han sido adaptados para su uso con sistemas de pilas de combustible, ni en términos de tipos de datos deseados para monitorizar, ni en términos de la capacidad del sistema para resistir el severo medioambiente debido al contacto con el combustible de las pilas de combustible. Sería, por lo tanto, deseable dotar al sistema de monitorización RFID y a otros sistemas de monitorización para el uso de un sistema de pilas de combustible.

RESUMEN DE LA INVENCION

En resumen, de acuerdo a la presente invención, un sistema de monitorización para un sistema de pilas de combustible que comprende una pila de combustible tiene un controlador, una reserva de combustible acoplada a la pila de combustible, una pluralidad de sensores operativamente conectados a

la reserva de combustible, donde los sensores se disponen en un chip, y los sensores están en contacto con el combustible de la reserva del mismo, y existe un enlace de comunicación de sensores que conecta los sensores y el controlador.

5 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la pluralidad de sensores comprende, al menos, un sensor óptico, como una etiqueta de identificación de color o un sensor localizado en una fibra óptica dispuesta sobre o en la reserva de combustible. Un dispositivo alimentado por la pila de combustible, una unidad funcional conectada a la pila de combustible o la pila de combustible deberían contener un lector de colores capaz de leer el sensor óptico para confirmar que un adecuado suministro
10 de combustible se ha producido o para monitorizar las condiciones del suministro de combustible, temperatura y presión.

De acuerdo con la presente invención, un método para la monitorización de una condición del suministro de combustible comprende los pasos de: (i) proveer un suministro de combustible; y (ii) recoger
15 datos de al menos una condición del suministro de combustible usando una pluralidad de sensores localizados en un chip y estando en contacto con el combustible o suspendidos en él, y también incluye el cambio de un parámetro del sistema basándose en las diferencias entre los datos recogidos y los datos de control.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Estas y otras actuaciones, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor al leer la siguiente descripción detallada en referencia a los dibujos que la acompañan en los que se representan todas las partes, donde:

25 FIG 1 es una vista en perspectiva y separada del sistema de pila de combustible de acuerdo con la presente invención.

FIG 1a es una vista esquemática de una ejecución alternativa de un sistema de pila de combustible de acuerdo con la presente invención, incorporando sensores ópticos pasivos.

30 FIG 2 es una vista esquemática de un sistema de pila de combustible de acuerdo con la presente invención, donde una variedad de sensores se conectan a un controlador remotamente localizado y a un dispositivo de almacenamiento de información.

35 FIG 3 es una vista esquemática de un sistema de pila de combustible de acuerdo con la presente invención, donde un sistema de monitorización en un cartucho de combustible es remotamente enlazado a un controlador y a un dispositivo de almacenamiento de información.

FIG 4 es una vista esquemática de una segunda ejecución de un sistema de pila de combustible de acuerdo con la presente invención, donde los sensores del sistema de monitorización son remotamente enlazados a una etiqueta RFID.

40 FIG 5 es una vista esquemática de un sistema de pila de combustible de acuerdo con una tercera ejecución de la presente invención, donde la etiqueta RFID está fijada a la superficie interior del cartucho de combustible.

FIG 6 es una vista esquemática de la reserva de combustible de acuerdo con la presente invención, con una etiqueta RFID fijada en la superficie exterior.

45 FIG 7 es una vista esquemática de la reserva de combustible de acuerdo con la presente invención, con una etiqueta RFID fijada en la superficie exterior con materiales de aislamiento.

FIG 8 es otra ejecución similar a la de la FIG 1 que ilustra una etiqueta de I.D. de color alternativo.

50 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS EJECUCIONES PREFERENTES.

Como se ilustra en los dibujos adjuntos y se explicará en detalle a continuación, la presente invención se dirige a un suministro de combustible, que almacena combustible para pilas de combustible
55 concentraciones o metanol puro. El metanol se usa en muchos tipos de pilas de combustible, por ejemplo, DMFC, pila de combustible de enzimas y pila de combustible formateada, entre otras. La reserva de combustible debería contener combustibles de otros tipos de pilas de combustible, como etanol y otros alcoholes, productos químicos que pueden reaccionar para producir hidrógeno y otros productos que mejoren el rendimiento o eficiencia de las pilas de combustible. Los combustibles también, incluyen
60 electrolito de hidróxido de potasio (KOH), que se usa con pilas de combustible metálico o alcalinas, y se puede almacenar en reservas de combustible. Para las pilas de combustible metálico, el combustible está en forma de un fluido cargado de partículas de zinc inmerso en una solución de reacción electrolítica de KOH, y los ánodos en las cavidades de la pila son ánodos particulares formados por partículas de zinc. La solución electrolítica de KOH se divulga en la solicitud de patente de EE.UU publicada nº 2003/0077493,
65 titulada "Método de uso de un sistema de pila de combustible configurado para alimentar una o más cargas", publicado el 24 de abril de 2003, la cual se incorpora aquí por referencia a su totalidad. Los combustibles también incluyen una mezcla de metanol, peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico, que

fluyen por un catalizador formado por chips de silicio para crear una reacción de la pila de combustible. Los combustibles también incluyen una combinación o mezcla de metanol, hidruro de boro y sodio y electrolito y otros compuestos, como los descritos en las patentes de EE.UU nº 6.554.877, 6.562.497 y 6.758.871, que son incorporadas por referencia a sus totalidades. Los combustibles también incluyen aquellos parcialmente disueltos en solventes y parcialmente suspendidos en solventes, descritos en la patente de EE.UU nº 6.773.470 y aquellos que incluyen combustibles líquidos y sólidos descritos en la solicitud publicada de patente de EE.UU nº 2002/076602.

Los combustibles también incluyen hidruros de metal, como el hidruro de boro y sodio (NaBH_4) y agua, reflejado arriba. Los combustibles además incluyen los hidrocarburos, que incluyen, pero no se limitan, a butano, queroseno, alcohol y gas natural revelados en la solicitud publicada de patente de EE.UU nº 2003/0096150 titulada "Dispositivo de pila de combustible interfaz líquido a este fin", publicada el 22 de mayo de 2003. Los combustibles también incluyen oxidantes líquidos que reaccionan con los combustibles. La presente invención, por lo tanto, no se limita por ningún tipo de combustible, soluciones electrolíticas, soluciones oxidantes o líquidos o sólidos contenidos en el suministro o usados por el sistema de pila de combustible, el término "combustible" tal como se usa aquí incluye todos los combustibles que puedan reaccionar en las pilas de combustible o en la reserva de combustible, e incluye, pero no se limita, todos los anteriores adecuados combustibles, soluciones electrolíticas, soluciones oxidantes, gases, líquidos, sólidos y/o productos químicos y mezclas de ellos.

Como se usa aquí, el término "reserva de combustible" incluye, pero no se limita, cartuchos desechables, cartuchos reutilizables y rellenables, contenedores, cartuchos que están internamente en el dispositivo electrónico, cartuchos extraíbles, cartuchos que están externamente en el dispositivo electrónico, tanques de combustible, reservas de combustible, tanques de combustible rellenables, otros contenedores que almacenen combustible y las tuberías que conectan a los tanques de combustible y a los contenedores. Mientras que un cartucho se describe a continuación en conjunción con los ejemplos de ejecución de la presente invención, se menciona que estas ejecuciones son también aplicables a otras reservas de combustible y la presente invención no está limitada a ninguna reserva de combustible en particular.

La reserva de combustible de la presente invención puede también ser usada para almacenar combustible que no se usen en las pilas de combustible. Estas aplicaciones incluyen, pero no se limitan a, almacenaje de hidrocarburos y combustibles de hidrógeno para motores de micro turbinas de gas construidos en los chips de silicio, reflejados en "Aquí están los micro motores" publicado en "El físico industrial"(Dic2001/Ene2002) entre las páginas 20-25. Otras aplicaciones incluyen el almacenaje de combustibles tradicionales para motores de combustión interna; hidrocarburos como el butano para encendedores de bolsillo y el propano líquido; así como combustibles químicos para el uso de dispositivos de calefacción portátiles. Tal como se usa aquí, el término "pila de combustible" incluye pilas de combustible así como otras maquinarias que se usen con los cartuchos de la presente invención.

Como se ilustra en las figuras, la presente invención se dirige a un sistema de pila de combustible 10, para alimentar una carga 11 (mostrada en las figuras 2-5). La carga 11 es típicamente un dispositivo electrónico que es alimentado por el sistema de pila de combustible 10. La carga o dispositivo electrónico 11 es preferiblemente circuitería exterior y funciones asociadas a cualquier útil dispositivo electrónico, aunque la carga 11 puede tener también un sistema de pila de combustible integrado en ella. Ejemplos de dispositivos electrónicos 11 incluyen, pero no se limitan a, teléfonos móviles, calculadoras, herramientas eléctricas, herramientas de jardinería, PDAs, cámaras digitales, ordenadores portátiles, sistemas de juegos de ordenador, sistemas de música portátiles (lectores MP3 o de CD), GPS, equipamiento de camping, entre otros.

De acuerdo a FIG1, la primera ejecución del sistema de pila de combustible 10 incluye una pila de combustible 9 que tiene un alojamiento para ella 17, y una reserva de combustible 12, con un alojamiento para ella 21. También dentro del alojamiento de la pila de combustible 17 se halla una bomba 14 para transferir el combustible desde la reserva 12 a las unidades de pila de combustible 16. Las bombas adecuadas 14, incluyen pero no se limitan, bombas piezo-eléctricas, son plenamente reveladas en la publicación de patente nº US 2005/0118468, y también en las mayoritariamente propias, co-pendiente publicaciones de patente números US 2004/0151962, titulada "Cartuchos de combustible para pilas de combustible", archivada el 31 de enero de 2003; US 2005/0023236, titulada "Cartuchos de combustible con revestimiento flexible", archivada el 29 de julio de 2003 y US 2005/0022883, titulada "Cartuchos de combustible con válvula de conexión", archivada el 29 de julio de 2003. Las revelaciones de estas referencias se incorporan aquí por referencia a sus totalidades. En otra ejecución, la reserva de combustible 12 es un suministro de combustible presurizado, el cual controla automáticamente la cantidad de combustible transferida a la pila de combustible 9 basándose en la presión interna de la reserva de combustible 12, como se revela en la publicación US 2005/0023236, entre otras referencias. Como se describe en las mayoritariamente propias co-pendiente publicaciones de solicitud de patente números US 2005/0074643, titulada "Cartuchos de combustible para pilas de combustible y métodos para hacer lo mismo", archivada el 6 de octubre de 2003; 11/067,167, titulada "Cartuchos de pila de combustible

generadores de hidrógeno" archivada el 25 de febrero de 2005; 11/066,573, titulada "Cartuchos de pila de combustible generadores de hidrógeno" archivada el 25 de febrero de 2005, así como las mayoritariamente propias co-pendiente publicaciones provisionales de solicitud de patente números 60/689,538 titulada "Cartuchos de pila de combustible generadores de hidrógeno" y 60/689,539 titulada "Cartuchos de pila de combustible generadores de hidrógeno", ambas archivadas el 13 de junio de 2005, la presión interna de la reserva de combustible dicta si se produce o no combustible adicional en la reserva. En este caso, la presión interna del cartucho de combustible está preferiblemente monitorizada con un sensor de presión.

La pila de combustible 9 incluye varias unidades de pilas de combustible 16 apiladas. Las unidades de pilas de combustible 16 pueden ser de cualquier tipo de unidades de pila de combustible conocido, como se ha dicho anteriormente. Las unidades de pilas de combustible 16 deben incluir al menos un PEM situado entre una capa de ánodos y una capa de cátodos. Típicamente, existen varias capas selladoras incluidas en las unidades de pilas de combustible 16. Como se ha descrito antes, las unidades de pilas de combustible 16 generan electrones libres, esto es, electricidad, para alimentar el dispositivo electrónico 11.

De acuerdo a FIG1, la reserva de combustible 12 comprende una carcasa externa o alojamiento 21 y un difusor 22. El difusor 22 aloja una válvula de corte 24 (mostrada en las figuras 2-5), la cual comunica con el combustible almacenado en la reserva de combustible 12. La válvula de corte 24 se conecta a la bomba 14. Las válvulas de corte 24 adecuadas se revelan en la publicación US 2005/0022883. La bomba 14 es opcional si la reserva de combustible 12 está presurizada; en ese caso, la bomba 14 se sustituye por una válvula.

El tamaño y forma del alojamiento de la pila de combustible 17 necesita ser suficiente para contener las unidades de pila de combustible 16, la bomba 14, el controlador 18 y el dispositivo de almacenamiento de información 13. El alojamiento de la pila de combustible 17 se configura preferiblemente para recibir el alojamiento del cartucho de combustible 21. El alojamiento 17 se configura preferiblemente para que la reserva de combustible 12 sea conectada fácilmente al alojamiento 17 por el usuario. La reserva 12 puede estar formada con o sin revestimiento interno o una cámara. Los cartuchos sin revestimiento y los componentes referidos son revelados en la publicación US 2004/0151962. Los cartuchos con revestimiento interno o cámaras son revelados en la publicación US 2005/0023236.

El controlador 18 está preferentemente presentado en el alojamiento 17 para controlar las funciones del dispositivo electrónico 11, reserva 12, bomba 14 y unidades de pila de combustible 16, entre otros componentes. Alternativamente, el controlador 18 puede estar remotamente colocado fuera del sistema de pila de combustible 10 y conectado a él por un enlace de transmisión de comunicaciones, como un enlace de radio frecuencia o un enlace óptico. Preferiblemente, el alojamiento 17 también tiene al menos una batería opcional 19 para alimentar a varios componentes del sistema 10 y al dispositivo electrónico 11 cuando la pila de combustible 9 no está en funcionamiento, o durante el arranque del sistema, un corte de corriente o cuando sea necesario. Alternativamente, la batería opcional 19 alimenta al controlador 18 cuando la reserva de combustible 12 está vacía o cuando la pila de combustible 9 está apagada. La batería opcional 19 puede ser cambiada por o usada con paneles solares. Adicionalmente, la batería opcional 19 puede recargarse por la pila de combustible 9 o con otra fuente adecuada, como una toma de pared o paneles solares.

En la presente invención, se incluye un sistema de monitorización con el sistema de pila de combustible 10. El sistema de monitorización incluye una pluralidad de sensores 30 para monitorizar uno o más parámetros del combustible contenido en la reserva 12. En la primera ejecución, como se ve en la FIG1, la pluralidad de sensores 30 está en un chip sensor único 28, que es preferiblemente un chip de circuito integrado. Preferiblemente, ni la pluralidad de sensores 30, ni el chip sensor 28 tienen memoria; la información recogida por los sensores 30 es transmitida al controlador 18 y puede ser almacenada en el dispositivo de almacenamiento de información 13, que se describirá en detalle más adelante. En una ejecución alternativa, sin embargo, el chip sensor 28 puede tener una memoria similar al dispositivo de almacenamiento de información 13.

Típicamente, varios parámetros del combustible podrían ser monitorizados. Por ejemplo, los parámetros incluyen, pero no se limitan a, presión, temperatura, presencia y niveles de gases disueltos, concentraciones de iones, densidad, presencia de impurezas, duración de uso, stress al que el combustible está expuesto, así como la cantidad de combustible restante en el cartucho de combustible. Preferiblemente, al menos uno de los sensores 30 es un sensor de presión. El sensor de presión puede ser del tipo de cualquiera de los sensores de presión conocidos que sea capaz de alojarse en la reserva de combustible 12 y que mida la presión en un rango aproximado de 0-40 psi, aunque este rango puede variar dependiendo del sistema de pila de combustible y del combustible usado. Por ejemplo, el sensor de presión puede ser un transductor de presión de Honeywell, Inc de Morristown, NJ. El sensor de presión puede ser también un cristal de vidrio o silicio que actúe como un tensímetro, esto es, el cristal emite una

corriente dependiendo de la cantidad de presión. El sensor de presión puede usarse sólo o junto con otros sensores que monitoricen diferentes aspectos del combustible.

5 La presión puede también ser medida por un sensor piezoeléctrico. Los sensores piezoeléctricos son elementos en estado sólido que producen una carga eléctrica cuando se exponen a una presión o a impactos. Los cambios en la presión dentro de la reserva de combustible debidos a la presión interna o impactos producen una señal a ser producida desde el sensor, la cual puede ser transmitida al controlador para su proceso o acción. Los sensores piezoeléctricos adecuados están disponibles de varias fuentes, incluyendo PCB Piezotronics. Adicionalmente, el sensor piezoeléctrico también se puede configurar para medir la fuerza que actúa en la reserva de combustible o en el sistema de pila de combustible, y puede también actuar como un acelerómetro, de modo que si la alimentación de combustible cae, el sensor reconoce la aceleración y da señales al controlador para la acción, por ejemplo el corte u operaciones de fallos de seguridad. Los sensores piezoeléctricos pueden localizarse en la reserva de combustible 12, en el sistema de pila de combustible 10 o en el dispositivo electrónico 11.

15 La presión puede también ser medida por un sensor óptico. El uso de sensores ópticos pasivos es bien conocido, como se ha reflejado, por ejemplo, en la patente de EE.UU n° 4.368.981, la revelación de la cual se incorpora aquí en su totalidad por referencia. Como se muestra en la FIG 1A, la pila de combustible 9 incluye una fuente de luz 60, como un láser de longitud de onda variable, un diodo emisor de luz, o una fuente similar de radiación visible o invisible. La pila de combustible 9 también incluye al menos un foto detector 64. Ambos, la fuente de luz 60 y el foto detector 64 están unidos al controlador 18. Una ventana ópticamente invisible 62a está dispuesta en la superficie del alojamiento 17 de cara a la reserva de combustible 12, de modo que la apertura de la fuente de luz 60 se alinee con la ventana 62a. Similarmente, una segunda ventana ópticamente invisible 62b se dispone en la superficie del alojamiento 21, de modo que cuando la reserva de combustible 12 es unida a la pila de combustible 9, la ventana 62a se alinea con la ventana 62b. Ópticamente conectado a la ventana 62b dentro de la reserva de combustible 12 está al menos un sensor 30. Uno de los sensores 30 puede ser un sensor óptico 61 que puede ser cualquier sensor óptico pasivo de los conocidos, como el interferómetro, un sensor Michelson, un sensor Fabry-Perot y similares. En una ejecución, el sensor óptico 61 generalmente incluye dos bobinas de fibra óptica con inicialmente la misma longitud. Una fibra óptica expuesta 63a está sujeta a las condiciones ambientales dentro de la reserva de combustible 12, mientras una bobina de referencia de fibra óptica 63b está protegida de ello. En un ejemplo, la bobina expuesta 63a está envuelta alrededor del revestimiento del combustible y la bobina de referencia 63b se posiciona dentro del revestimiento del combustible, en la superficie externa del exterior del alojamiento, o entre el revestimiento del combustible y el exterior del alojamiento. Si la presión en el revestimiento del combustible crece, entonces el revestimiento podría aumentar de volumen, por lo que estiraría la fibra expuesta. La diferencia entre la bobina expuesta y la de referencia indica un incremento de presión. Adicionalmente, ya que las bobinas de fibra tienen la misma temperatura, este sensor óptico no es sensible a la temperatura. En el supuesto de que la fibra expuesta se rompa por la presión en el revestimiento, el fallo de la luz de la bobina expuesta 63a para alcanzar el foto detector 64 o el foto detector opcional 64a podría también indicar una alta presión.

30 En operación, la fuente de luz 60 emite luz, preferiblemente un pulso de duración conocida, que brilla a través de la ventana 62a hacia la ventana 62b. La luz es ópticamente transferida a las bobinas 63a y 63b al mismo tiempo. La luz viaja a través de las bobinas 63a y 63b y se refleja a través de las ventanas 62a y 62b. Las señales de luz se detectan con el foto detector 64. Opcionalmente, el foto detector 64 comprende los detectores 64a y 64b correspondientes a las bobinas 63a y 63b. Al aumentar la presión dentro de la reserva de combustible 12, la longitud de la bobina 63a crece relativamente respecto a la de 63b, causando un retraso ligero en la recepción de la señal de la bobina 63a. Con este retraso, la presión dentro de la reserva de combustible 12 puede ser calculada por el controlador 18.

45 Uno de los sensores 30 puede ser también un sensor de temperatura. El sensor de temperatura puede ser cualquiera de los sensores de temperatura conocidos, como los termopares, un termistor o un sensor óptico. El rango típico de temperaturas a monitorizar está desde -20°C a 55°C. Un sensor de temperatura se puede usar sólo o junto a otros sensores que monitoricen diferentes aspectos del combustible. Si se usa un sensor óptico, el tipo y método de operación es sustancialmente similar al descrito anteriormente respecto a la presión dentro de la reserva de combustible 12.

50 Uno de los sensores 30 puede ser también un sensor para medir los gases disueltos, como un sensor de oxígeno o de hidrógeno. Estos sensores de gases disueltos pueden ser de cualquier tipo de los conocidos. Por ejemplo, un tipo de sensor apropiado de oxígeno es una pila galvánica, incluyendo un ánodo y un cátodo rodeados por una solución electrolítica, la pila galvánica produce una corriente eléctrica proporcional a la presión del oxígeno detectado. Un sensor para medir los gases disueltos se puede usar sólo o junto a otros sensores que monitoricen diferentes aspectos del combustible.

65 Uno de los sensores 30 puede ser un medidor de combustible. Un tipo adecuado de medidor de combustible para usar el un chip 28 es un termistor que puede usarse para medir el combustible restante en la reserva de combustible 12. Un termistor es una resistencia semiconductor que es sensible a los

5 cambios de temperatura. En otras palabras, la resistencia del termistor cambia con la temperatura. Generalmente, hay dos tipos de termistores: termistores de coeficiente de temperatura negativo (NTC) y termistores de coeficiente de temperatura positivo (PTC). Los termistores NTC reflejan una disminución de la resistencia al aumentar la temperatura, y los termistores PTC reflejan un aumento de la resistencia al aumentar la temperatura. Los termistores se han usado tradicionalmente para medir la temperatura en un sistema o en un fluido. El uso de los termistores como un medidor de combustible está expuesto en detalle en la publicación de solicitud de patente nº US 2005/0115312.

10 Un aspecto importante de la resistencia de los termistores depende de la temperatura del cuerpo del termistor como una función de la transferencia de calor dentro del cartucho de combustible y la transferencia de calor dentro de los dispositivos electrónicos alimentados por la pila de combustible. La transferencia de calor ocurre principalmente por conducción y radiación en ese ambiente o por la disipación de calor dentro del dispositivo. En la función tradicional de medida de temperatura, el autocalentamiento se debe compensar para obtener la temperatura deseada. De acuerdo con la presente
15 invención, el autocalentamiento no se compensa, así que la capacidad de disipar calor del combustible restante en el cartucho puede medirse. La capacidad de calor se relaciona con la cantidad de combustible restante en el cartucho. Ambos termistores NTC y PTC se usan en la presente invención.

20 Generalmente, la capacitancia de calor o la conductividad de calor se describen como la habilidad de un fluido, esto es, líquido o gas, para conducir o disipar calor. El líquido, como agua o metanol, tiene una mucha mayor capacidad de disipar calor que un gas, como el aire, dióxido de carbono o gas metanol. La capacidad de un fluido de disipar calor es igual a su capacitancia de calor, que es constante para cada fluido en particular, multiplicada por el volumen del fluido. Por consiguiente, este
25 aspecto de la presente invención mide el volumen del combustible restante al medir la resistencia eléctrica del termistor posicionado dentro del combustible o en el revestimiento opcional del combustible. La resistencia eléctrica se convierte en la capacidad del combustible restante de disipar calor, y esta capacidad se convierte en el volumen del combustible restante dividido por la constante de capacitancia de calor. En otras palabras, a mayor capacidad de calor se corresponde mayor volumen de combustible restante.

30 El termistor medidor de combustible debería estar calibrado antes de usarse. Las temperaturas de operación de la pila de combustible y de los dispositivos electrónicos se conocen. Una señal eléctrica desde un revestimiento completo es grabada y luego una señal eléctrica desde un revestimiento vacío es grabada. Una o más señales desde volúmenes parciales conocidos son grabadas. Se puede trazar una
35 curva de calibración desde estos puntos de calibración entre esas temperaturas de operación. Una señal en tiempo real se compara con esta curva de calibración para determinar el combustible restante. Otros métodos de calibración se pueden usar sin desviarse de la presente invención.

40 Adicionalmente, ya que el termistor es una resistencia, la corriente eléctrica que pasa a través de él genera calor. Por lo tanto la corriente eléctrica puede atravesar el termistor para generar calor que puede ser disipado por el combustible restante, y así se obtienen lecturas más exactas. En una ejecución, el controlador 18 envía la corriente como una consulta al termistor para medir la cantidad de disipación de calor cuando se quiera una lectura del combustible restante. La corriente eléctrica puede ser enviada
45 intermitentemente o de continuo.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se puede usar un termopar como medidor de combustible. El uso de un termopar como medidor de combustible se describe en detalle en la publicación US 2005/0115312. Un termopar también es típicamente usado para medir temperaturas y
50 comprende dos alambres de diferentes metales, y también es conocido como un sensor bimetálico. Los alambres están unidos en dos cruces. Se establece una diferencia de potencial cuando un cruce de medida está a una temperatura diferente que la temperatura en el cruce de referencia. El cruce de referencia se mantiene a una temperatura conocida, como el punto de congelación del agua. Esta diferencia de potencial es un voltaje en corriente continua relativo a la temperatura en el cruce de medida. Usar un termopar para medir la temperatura es bien conocido en la técnica.

55 Similar al termistor, el termopar actúa como una resistencia sensible a la temperatura. El termopar es capaz de medir la capacidad de calor del combustible restante al medir la diferencia de potencial. Por consiguiente, el termopar también puede medir el combustible restante. Alternativamente, la corriente eléctrica puede ser enviada a través del cruce de medida del termopar. La corriente caliente el
60 cruce de medida y el combustible disipa el calor. La cantidad de calor disipado, por lo tanto, se refiere al combustible restante. La corriente eléctrica puede ser enviada intermitentemente o de continuo. El termopar medidor de combustible debería estar calibrado de forma similar al termistor, como se ha explicado anteriormente.

65 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un sensor inductivo se puede usar para medir el combustible restante. El uso de sensores inductivos para medir el combustible se describe en detalle en la publicación nº US 2005/0115312. Los sensores inductivos son típicamente usados como

5 interruptores de proximidad. Un sensor inductivo contiene una bobina de alambre y un núcleo de ferrita, los cuales forman la parte inductiva de un circuito inductivo/capacitivo (LC) ajustado. El circuito alimenta un oscilador, que al girar genera un campo magnético simétrico y oscilante. Cuando un conductor eléctrico, como una placa de metal, entra en el campo oscilante, se forman en el conductor corrientes inducidas. Estas corrientes inducidas sacan energía del campo magnético. Los cambios en la energía correlacionan la distancia entre el sensor inductivo y el conductor eléctrico.

10 Uno de los sensores 30 debería ser también un reloj u otro mecanismo de medición de tiempo. Ejemplos de mecanismo de medición de tiempo pueden incluir un oscilador de inducción o de cristal integrado en el chip 28. Como el contador depende de una memoria como el dispositivo de almacenamiento de información 13, el cual se aloja preferentemente en la pila de combustible 9, el contador cuenta las oscilaciones solo cuando la reserva de combustible 12 está conectada a la pila de combustible 9. De este modo, el contador puede seguir durante cuanto tiempo se ha usado la reserva de combustible 12. La cuenta de las oscilaciones se almacena preferiblemente en el dispositivo de almacenamiento de información 13. El contador puede ser alimentado por una batería opcional interna en la reserva de combustible 12 o puede ser disparado por transferencia de potencia desde la pila de combustible 9, como cuando se pone en marcha la bomba 14. Si el dispositivo de almacenamiento de información 13 también sigue los índices de la bomba, el controlador 18 puede programarse para calcular el ratio de flujo de combustible a través de la bomba 14 y, en consecuencia, el combustible restante en la reserva de combustible 12. En otras palabras, la combinación de un contador y el seguimiento de los índices de la bomba se puede usar como un medidor de combustible.

25 Alternativamente, el mecanismo de medición de tiempo puede incluir un dispositivo de almacenamiento de energía con una marca conocida de descomposición alojado en la reserva de combustible 12. Por ejemplo, la reserva de combustible 12 puede incluir una batería cuyos índices de autodescarga sean conocidos y un tester de baterías se integraría en la pila de combustible 9. Es conocido en la técnica que una batería típica de base de níquel descarga aproximadamente un 10-15% de su carga en las primeras 24 horas después de una carga a tope, seguida de una adicional pérdida de un 10-15 % mensual. Del mismo modo, se sabe que las baterías de ión-litio se autodescargan un 5% en las primeras 24 horas tras la carga y luego un 1-2% mensual. Más información sobre la autodescarga de las baterías y dispositivos de monitorización para ello se puede encontrar en "Los secretos del tiempo de vida de las baterías" de Isidor Buchmann, disponible en <http://www.batteryuniversity.com/parttwo-31.htm>. Al programar el controlador 18 y el dispositivo de almacenamiento de información 13 con las curvas de autodescarga de las baterías, que están completamente cargadas al instalarse en la reserva de combustible 12, el controlador 18 puede calcular la autonomía de la reserva de combustible 12 basándose en la medida del nivel de carga de la batería en cualquier momento desde que la reserva de combustible 12 se conecta a la pila de combustible 9.

40 Adicionalmente, el sistema de monitorización debe ser robusto. Los combustibles, en general, pueden tener efectos degradantes en los materiales expuestos a ellos, y de acuerdo con un aspecto de la presente invención, los materiales para la fabricación de la reserva de combustible 12 y sus componentes son seleccionados para ser compatibles con los combustibles. El chip 28 y los sensores 30 están en contacto con el combustible, flotando en él o fijados al interior del alojamiento o del revestimiento opcional. Por lo tanto, el sistema de monitorización debe ser capaz de resistir el prolongado contacto con los combustibles usados en las pilas de combustible.

50 Un material adecuado de protección es el dióxido de silicio, que se puede aplicar por deposición en vapor o técnicas de rociado u otros métodos conocidos. Las moléculas de silicio se unen en un sustrato como SiO_x , donde x es 1 o 2. Cualquier otro material de revestimiento que se pueda suspender en un solvente se puede usar.

55 Otros revestimientos adecuados incluyen, pero no se limitan a, el tipo de los revestimientos epoxi-amina. Estos revestimientos están disponibles comercialmente como Bairocade de PPG Industries, Inc de Cleveland, Ohio. Estos tipos de revestimientos se pueden aplicar usando pistolas electroestáticas y curados en hornos de infrarrojos para crear la barrera del gas. Los revestimientos también se pueden aplicar por inmersión, pulverizados o pintados. Estos revestimientos son típicamente usados en las botellas y botes de bebidas para proteger las bebidas de su interior.

60 Adicionalmente, un policristal transparente, un revestimiento amorfo de polímero de xileno puede proteger el sensor. El polímero de xileno está disponible comercialmente como Parylene de Cookson Specialty Coating Systems de Indianápolis, IN. Tres resinas adecuadas Parylene son Parylene N (poli-para-xileno), Parylene C (poli-monocloro-para-xileno) y Parylene D (poli-dicloro-para-xileno). Más información sobre el Parylene se puede encontrar en la co-propia co-pendiente publicación de patente de EE.UU nº 2006/0030652 titulada "Reservas de combustible para pilas de combustible", archivada el 6 de agosto de 2004.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, una película de barrera de gas rodea a los sensores 30 para protegerlos. Adecuadas películas de barrera de gas incluyen Mylar de DuPont y varias películas de la industria del empaquetado de alimentos. Más información detallada respecto a las películas de barrera de gas se puede encontrar en la publicación nº US 2006/0030652. Otros materiales apropiados incluyen alcohol polivinilo (PVOH), alcohol vinilo etileno (EVOH), EVOH pegado a un sustrato de poliéster, copolímeros de cloruro polivinilideno (PVDC o Saran), resinas de nylon, polímeros de fluor, poliácilonitrilo (PAN), naftalato polietileno (PEN), poli(tereftalato trimetileno) (PTT), copolímeros resorcinol, polímeros de cristal líquido, policetonas alifáticas (PK), poliuretano, poliamida y mezclas y copolímeros de estos materiales.

Además, el sensor 30 debe estar protegido del combustible por virtud de estar alojado dentro del alojamiento 21 pero fuera del revestimiento o cámara, como el revestimiento 27 de la FIG 2, como se explicará en detalle después. Adicionales revestimientos de protección y películas de protección adecuadas para los sensores se revelan en la publicación nº US 2006/0030652.

En referencia de nuevo a la FIG 1, como el chip 28 y el dispositivo de almacenamiento de información 13 están situados preferentemente alejados entre sí, el controlador 18 inicia la recogida de información de los sensores 30, por ejemplo, cuando la reserva de combustible 12 se inserta por primera vez en la pila de combustible 9. El controlador 18 puede transmitir una señal y/o alimentar al chip 28 para interrogar a los sensores 30. Los sensores 30 entonces hacen lecturas que pasan preferiblemente al controlador 18. La comunicación entre el controlador 18 y el chip 28 tiene lugar por un enlace como, en esta ejecución, de cable duro. Las guías 70, preferiblemente cables eléctricos, se conectan al chip 28 y a los contactos eléctricos 15A, que se disponen en la cara exterior del alojamiento 21. Las guías 72, también preferiblemente cables eléctricos, se conectan al controlador 18 y a los contactos eléctricos 15B. Como será evidente para aquellos duchos en la materia, las guías 70 y 72 y los contactos 15A y 15B pueden ser de cualquier tipo de guías y contactos que se conozcan en la materia. Los contactos eléctricos 15A y 15B se configuran y sitúan de modo que una conexión eléctrica se establezca entre el controlador 18 y el chip 28 si la reserva de combustible 12 está correctamente insertada en el alojamiento 17. Para este fin, la reserva de combustible 12 y el alojamiento 17 están preferiblemente configurados de modo que la reserva de combustible 12 solo se pueda alojar en el alojamiento 17 de una manera adecuada. Por ejemplo, el alojamiento 17 debería incluir unas pestañas que resalten dentro de la cavidad para recibir a la reserva de combustible 12, y la reserva de combustible 12, debería incluir ranuras coordinadas en las que las pestañas se alojen. Otro ejemplo podría ser si el perimetro de la cavidad en el alojamiento 17 para recibir a la reserva de combustible 12 es de una forma asimétrica y la reserva de combustible 12 tiene la misma forma. Otras maneras de asegurar el apropiado posicionamiento de la reserva de combustible en el alojamiento 17 se exponen en la casi propia copendiente serie de solicitud EE.UU nº 10/773,481 titulada "Cartuchos de combustible de pilas con bases de datos intercambiables", archivada el 6 de febrero de 2004.

En otras ejecuciones, el enlace de comunicación entre los sensores 30 y el controlador 18 es un sistema inalámbrico capaz de transmitir señales eléctricas. Los sistemas de transmisión inalámbricos adecuados incluyen cualquier sistema de transmisión inalámbrico conocido, incluyendo inter alia, tecnología bluetooth, radio frecuencia, rayos infrarrojos y transmisiones de luz como de láser y leds desde el lado de la pila de combustible 9 a los sensores fotónicos de la reserva de combustible 12. Tales transmisiones inalámbricas pueden también transmitir o alimentar potencia a los sensores 30.

Como se describe en la publicación nº US 2005/0118468, la reserva de combustible debería incluir un dispositivo de almacenamiento de información que tenga la habilidad de almacenar la información, como la cantidad de combustible durante su uso, cantidad de combustible, tipo de combustible, información anti-falsificación, datos sobre la caducidad, información de la fabricación, y de recibir información como la duración del servicio, número de recargas y fechas de caducidad.

La información relativa a las condiciones del combustible puede cambiar en el tiempo, y es normal monitorizar y guardar dicha información. Sin embargo, las condiciones del combustible, por ejemplo la viscosidad y la función de la temperatura vista anteriormente, puede cambiar desde que el dispositivo electrónico 11 se apaga hasta que se enciende de nuevo, por ejemplo, entre el día y la noche. Por ello, la información almacenada en el dispositivo de memoria cuando éste se apaga debería estar obsoleta cuando se enciende el dispositivo de nuevo. Así que, en determinadas circunstancias es deseable preguntar a los sensores 30 en vez de leer la información almacenada en el dispositivo de almacenamiento de información 13. La información almacenada incluye información protegida e información reescribible.

La información protegida, que no puede borrarse fácilmente, incluye, pero no se limita a, tipo de cartucho, fecha de fabricación del cartucho, número de lote del cartucho, número de identificación de secuencia asignado al cartucho durante su fabricación, fecha de fabricación del dispositivo de almacenamiento de información, número de lote del dispositivo de almacenamiento de información, número de identificación de secuencia asignado al dispositivo de almacenamiento de información durante

5 su fabricación, número de identificación de máquina para el cartucho y/o el dispositivo de almacenamiento; momento del día durante el que el cartucho y/o el dispositivo de almacenamiento se han fabricado; país donde el cartucho y/o el dispositivo de almacenamiento se han fabricado; código de instalación que identifique la fábrica donde el cartucho y/o el dispositivo de almacenamiento se han fabricado; límites de operación, incluyendo pero no limitándose a, temperatura, presión, tolerancia a las vibraciones, etc.; materiales usados en la fabricación; información anti-falsificación; información del combustible, como formulación química, concentración, volumen, etc.; información de la propiedad intelectual, incluyendo nº de patente y marcas registradas; información de seguridad; contraseña de seguridad o identificación; fecha de caducidad según la fecha de fabricación; secuencia de parada; 10 procedimiento de intercambio en caliente; información de reciclaje; información de los reactantes; tipo de medidor de gas; software nuevo para actualizar la pila de combustible 9 y/o el controlador 18; y información del sensor del fluido.

15 La información reescribible incluye, pero no se limita a, nivel de combustible actual o nivel de ión en el combustible actual; número de expulsiones/separaciones del cartucho desde el dispositivo eléctrico y/o la pila de combustible o número de veces que el cartucho ha sido rellenado; nivel de combustible en la expulsión/separación del cartucho desde el dispositivo eléctrico y/o la pila de combustible; número de inserciones/conexiones del cartucho al dispositivo eléctrico y/o la pila de combustible; nivel de combustible en la inserción/conexión del cartucho al dispositivo eléctrico y/o la pila de combustible; status actual de operación, incluyendo el ratio de consumo de energía; aceptación/rechazo de un dispositivo electrónico en particular; status del mantenimiento e información de marketing para futuros diseños de cartuchos; eventos de desencadenamiento; fecha de caducidad según el uso actual; eficiencia del sistema; histórico operacional del sistema de pila de combustible, como las temperaturas y presiones durante seleccionados periodos de tiempo (como arranques, paradas o periódicamente); histórico 20 operacional de los dispositivos electrónicos, como el número de fotos digitales por cartucho, par máximo para las herramientas eléctricas, minutos de conversación y en espera para teléfonos móviles, número de direcciones por cartucho para PDAs, etc.

30 El dispositivo de almacenamiento de información 13 es preferiblemente un dispositivo de almacenamiento eléctrico, como un chip de memoria EEPROM como se explica y revela en la publicación nº US 2005/0118468. Dispositivos de almacenamiento de información adecuados incluyen, pero no se limitan a, memorias de acceso aleatorio RAM, memorias de sólo lectura ROM, memorias programables de sólo lectura PROM, memorias programables borrables de sólo lectura EPROM, memorias programables borrables eléctricamente de sólo lectura EEPROM, memorias flash, elementos legibles electrónicamente (como resistencias, condensadores, bobinas, diodos y transistores), elementos legibles ópticamente (como códigos de barras), elementos legibles magnéticamente (como pistas magnéticas), circuitos integrados (chips IC) y matrices programables lógicas (PLA), entre otros. El dispositivo de almacenamiento de información preferido incluye PLA y EEPROM, y la presente invención se describe aquí con EEPROM. Sin embargo, se entiende que la presente invención no se limita a ningún dispositivo 40 de almacenamiento de información en particular.

45 Preferiblemente, el dispositivo de almacenamiento de información 13 generalmente tiene un sustrato (no mostrado) de un "material de bote", un chip de memoria de circuito integrado (no mostrado), unas capas grabadas o impresas o pistas de circuitería eléctrica o contactos (no mostrados). El chip de memoria de circuito integrado (no mostrado) se conecta al sustrato (no mostrado) con una pluralidad de pines, como en un conector electrónico externo.

50 El dispositivo de almacenamiento de información 13 es preferiblemente conectado al controlador 18 por un enlace 25, preferiblemente una conexión eléctrica. Alternativamente, el enlace 25 es un sistema inalámbrico capaz de transmitir señales eléctricas entre el dispositivo de almacenamiento de información 13 y el controlador 18. Sistemas de conexión inalámbricos adecuados son cualquiera de los conocidos en la técnica, como tecnología bluetooth, radio frecuencia, rayos infrarrojos y transmisiones ópticas, etc.

55 El dispositivo de almacenamiento de información 13 puede tener cualquier tamaño de memoria. El tamaño de la memoria se determina por la cantidad de datos a almacenar. Los rangos típicos de tamaño de memoria adecuados son entre 128 y 512 K bytes. Los tamaños de memoria de 1M y mayores son también comercialmente accesibles y se usan en la presente invención. El dispositivo de almacenamiento de información 13 tampoco se limita a ninguna dimensión particular mientras que encaje en el alojamiento 17 o en la pila de combustible 9.

60 El dispositivo de almacenamiento de información 13 preferiblemente incluye las partes 13a y 13b. La parte 13a está pre-programada o preparada por el fabricante para ser de sólo lectura (protegida para la escritura) como se ha visto anteriormente. El controlador 18 puede leer los datos en la parte 13a del dispositivo de almacenamiento de información 13. Sin embargo, el controlador 18 no puede modificar o borrar los datos de la parte 13a. La parte 13b está pre-programada o preparada por el fabricante para 65 incluir datos reescribibles, como se ha visto antes. El controlador 18 puede leer y modificar o borrar los datos de la parte 13b. Las partes 13a y 13b están conectadas eléctricamente al enlace 25 por cables

eléctricos convencionales o tarjetas de circuitos impresos, etc., conocidas por aquellos que sean un poco hábiles en la materia de las conexiones inalámbricas vistas anteriormente.

5 Un segundo dispositivo, no una ejecución de la presente invención, se muestra en FIG 2. En este dispositivo que es similar a la primera ejecución mostrada y descrita respecto a la FIG 1, la pluralidad de sensores 30 no está contenida en un chip, está distribuida por la reserva de combustible 12. La reserva de combustible 12 preferiblemente incluye un revestimiento 27.

10 En este dispositivo, un medidor de combustible debería comprender dos sensores dentro o sobre la reserva del combustible 12. El primer sensor estaría en un lugar que se mueve al consumirse el combustible para reflejar el nivel restante en el cartucho. Por ejemplo, el primer sensor puede encontrarse directamente en el revestimiento 27. El segundo sensor se posiciona fuera de la reserva de combustible 12, por ejemplo en la pila de combustible 9 o en el dispositivo electrónico 11. El segundo sensor está conectado eléctricamente a la pila de combustible 9 o al dispositivo electrónico 11. Un circuito eléctrico
15 conectado al segundo sensor puede medir las propiedades eléctricas o magnéticas entre estos sensores, relacionados con el nivel de combustible. El circuito eléctrico puede estar también conectado al primer sensor por un cable que pasa a través de la pared de la reserva de combustible 12. Este tipo de medidor de combustible se describe completamente en la publicación nº US 2005/0115312.

20 La información recogida por los sensores 30 se puede usar de diferentes formas. Por ejemplo, si la temperatura del combustible baja, éste se hace más viscoso y, por tanto, más difícil de bombear. El controlador 18 puede dinámicamente regular la válvula 24 para que el combustible bombeado al sistema 10 sea el correcto. Además, al monitorizar los ciclos de calor a los que está sujeto el combustible, el controlador 18 puede programarse para extrapolar la cantidad de combustible restante en la reserva de combustible 12 y sacar una lectura de la medición de combustible.
25

Como se conocerá por aquellos hábiles en la técnica, el emplazamiento de los sensores 30 en o cerca de la reserva de combustible 12, puede tener varias configuraciones. Por ejemplo, el chip sensor 28 puede estar separado de la reserva de combustible 12. la reserva de combustible 12 incluye al menos una
30 toma para la transferencia del combustible, como la toma controlada por la válvula de corte 24. Una de estas tomas podría estar adaptada de modo que una vaina que contenga el chip sensor 28 pueda ser metida y sacada allí. En el caso de que los sensores 30 no necesiten estar en contacto directo con el combustible, como por ejemplo, si se monitoriza la temperatura por contacto con una cámara o revestimiento dentro de la reserva de combustible 12, una toma con acceso para una vaina de sensor se
35 puede colocar en cualquier lugar de la reserva de combustible 12. Adicionalmente, los sensores 30 pueden estar dentro del alojamiento 17 o de la pila de combustible 9. En tales casos, la conexión de los contactos eléctricos 15B y 15A (mostrada en FIG 1) sobre la inserción de la reserva de combustible 12 en el alojamiento 17 da a los sensores 30 acceso al combustible dentro de la reserva de combustible 12, para su monitorización.
40

En otra ejecución de la presente invención, como se muestra en las FIG 3-5, el sistema de monitorización también incluye una etiqueta de identificación de radio frecuencia 50 (RFID) y una estación lectora 52 de etiquetas RFID. La etiqueta RFID 50 puede ser cualquier etiqueta RFID conocida en la técnica. La etiqueta RFID 50 puede ser activa o pasiva. Si es activa, una fuente de energía, como una
45 batería también es necesaria. En general, las etiquetas RFID 50 incluyen memoria, de sólo lectura o de escritura y un transmisor de radio frecuencia. Sin embargo, algunas etiquetas RFID 50 no tienen memoria, como las etiquetas RFID de sólo lectura que incluyen circuitos de identificación de cableado fuerte. La estructura y operación de las etiquetas RFID son completamente descritos en varias patentes de los EE.UU, incluyendo las patentes nº 4,274,083 y 4,654,658. Etiquetas RFID adecuadas están disponibles
50 comercialmente en varias fuentes, incluyendo Semiconductores Phillips de San Jose, CA, entre otros.

La etiqueta RFID 50 preferiblemente incluye suficiente memoria de lectura-escritura para alojar los datos recogidos por los sensores (descrito a continuación), aunque la etiqueta RFID deba también estar enlazada por conexión eléctrica a un dispositivo de almacenamiento de información localizado en la
55 pila de combustible 9.

La etiqueta RFID 50 debe estar en cualquier sitio en o sobre la reserva de combustible 12, por ejemplo en la parte superior, inferior o laterales del exterior de la superficie del alojamiento 21. En la ejecución mostrada en las FIG 2-3-4, la(s) etiqueta(s) RFID 50 están dentro de la reserva de combustible 12, esto es, la etiqueta RFID 50 está flotando en el combustible. Alternativamente, como se muestra en la ejecución de la FIG 5, la etiqueta RFID 50 está adherida a la superficie interna de la reserva de combustible 12 por soldadura o pegado.
60

La etiqueta RFID 50 se comunica con la estación lectora 52 de etiquetas RFID. La estación lectora 52 de etiquetas RFID emite una señal de radio frecuencia que comunica con la etiqueta RFID 50 y, en el caso de etiquetas RFID pasivas, alimenta a la etiqueta RFID 50 por inducción. Como se muestra en las FIG 3-4-5, la estación lectora 52 de etiquetas RFID se localiza preferiblemente en el cuerpo del
65

5 sistema 10, separada de la reserva de combustible 12. Alternativamente, como se muestra en la FIG 5, la estación lectora 52 de etiquetas RFID está dispuesta sobre el dispositivo electrónico 11 al que el sistema 10 está alimentando. La estación lectora 52 de etiquetas RFID puede ser también un dispositivo portátil o estar en la superficie exterior de la reserva de combustible 12. La estación lectora 52 de etiquetas RFID también está conectada o directamente por un enlace inalámbrico, o indirectamente por una señal transmitida, al controlador 18. El controlador 18 de este modo desencadena una pregunta por la estación lectora 52 de etiquetas RFID y también recibe la información transmitida a la estación lectora 52 de etiquetas RFID desde la etiqueta RFID 50.

10 En ambas ejecuciones, la etiqueta RFID 50 debe estar protegida de una posible reacción con el combustible. Preferiblemente, la etiqueta RFID 50 debería estar cerrada o cubierta de un material inerte al combustible. Inerte, usado en este contexto, se refiere a la habilidad del material para aguantar largas exposiciones al combustible como el metanol. Por ejemplo, la etiqueta RFID 50 puede enfrascarse en el mismo material usado para el alojamiento externo 21. La etiqueta RFID 50 también puede alojarse dentro de una carcasa, como una cápsula de plástico o metal, tal que el material elegido para la cápsula no interfiera con las señales de radio frecuencia transmitidas o recibidas por la etiqueta RFID 50. Adicionalmente, la etiqueta RFID 50 puede estar cubierta por alguno de los materiales protectores descritos antes en relación a los sensores 30, como el Sileno.

20 En otra ejecución, mostrada en la FIG 6, la reserva de combustible 12 incluye un alojamiento externo 21 metálico, como de acero inoxidable, y el combustible contenido en un revestimiento 27, similar a la ejecución descrita antes respecto a la FIG 2. En esta ejecución, la etiqueta RFID 50 está preferiblemente elevada fuera de la superficie del alojamiento externo 21 de la reserva de combustible 12 por una montura 78, como el alojamiento externo 21 puede interferir con el proceso de inducción que ocurre cuando la estación lectora 52 de etiquetas RFID se sitúa cerca de la etiqueta RFID 50. Por ello, la etiqueta RFID 50 está preferiblemente separada de la superficie del alojamiento externo 21, sobre 5mm. La distancia real 80 o la altura de la montura 78, entre la etiqueta RFID 50 y el alojamiento externo 21 depende de varios factores, incluyendo, inter alia, los requerimientos de rango de operación del sistema, por ejemplo, la distancia anticipada entre la etiqueta RFID 50 y la estación lectora 52 de etiquetas RFID, el tamaño de la etiqueta RFID 50 y la sintonización entre la estación lectora 52 de etiquetas RFID. La montura 78 puede ser de cualquier material, como plástico, cerámico o similares. La montura 78 está preferiblemente fijada al alojamiento externo 21 y a la etiqueta RFID 50 mediante cualquier método conocido por la técnica, como el pegado, como con un adhesivo o un agente de unión similar o por un montaje con presión de la montura 78 en el hueco formado dentro del alojamiento externo 21. Alternativamente, la montura 78 puede ser un hueco de aire.

40 Además de separar la etiqueta RFID 50 del alojamiento externo 21, hay otras formas de compensar las interferencias del alojamiento externo 21 de metal que se pueden usar. Por ejemplo, como se muestra en la FIG 7, un material de aislamiento 82 se puede colocar entre la etiqueta RFID 50 y el alojamiento externo 21. Preferiblemente, el material aislante 82 es un material cerámico de ferrita, ya que las fuertes propiedades magnéticas de la ferrita protegen la etiqueta RFID 50 del alojamiento externo 21. Otras formas de vencer la interferencia del alojamiento externo 21 de metal son incrementar la fuerza del campo lector generado por la estación lectora 52 de etiquetas RFID y seleccionar los tamaños relativos de las bobinas de la estación lectora de etiquetas RFID y de la etiqueta RFID.

45 Los sensores 30 pueden estar directa o indirectamente enlazados con la etiqueta RFID 50. Como se muestra en la FIG 3, un enlace directo 40 en esta ejecución es una conexión eléctrica que lleva los datos producidos en el sensor 30 a la memoria de la etiqueta RFID 50. En otras palabras, el sensor 30 y la etiqueta RFID 50 deben incorporarse en un chip antes de la inserción en la reserva de combustible 12. Alternativamente, como se muestra en la FIG 4, el sensor 30 puede incluir un transmisor de radio frecuencia 41 que modula y transmite la señal a la etiqueta RFID 50 o al controlador 18, que también incluye un receptor de radio frecuencia 43. El sensor 30, puede estar también integrado con la etiqueta RFID 50 en el mismo material para formar un paquete RFID. La FIG 5 muestra una ejecución donde los sensores 30 están unidos a la etiqueta RFID 50 por cables duros, el cual está adherido a la superficie interior del alojamiento externo 21. Se reconoce también que la etiqueta RFID 50 puede estar también adherida a la superficie exterior del alojamiento externo 21.

60 Adicionalmente, la etiqueta RFID 50 puede usarse para cargar nuevo software a la pila de combustible 9. Por ejemplo, software actualizado para el controlador 18 se puede almacenar en la memoria de la etiqueta RFID 50. Tras la inserción en el alojamiento 17, el nuevo software se puede transferir al controlador 18 por alguno de los enlaces de comunicación descritos anteriormente. Como sabrán los conocedores de la técnica, otros tipos de información se pueden almacenar en la memoria de la etiqueta RFID 50, como alertas de retirada de productos, actualización de datos de calibración y similares.

65 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, el sensor 30 debe comprender al menos una etiqueta de color ID y más específicamente, al menos una etiqueta óptica de color. Un ejemplo de

reserva de combustible 12 con etiquetas de color ID 102 se muestra en la FIG 8. En un ejemplo, la etiqueta de color ID 102 tiene un único color, que puede ser acertadamente medido por el lector de colores 104 situado en la pila de combustible 9. El lector de colores 104 se conecta al controlador 18, donde el color medido de la etiqueta de color 102 se procesa para determinar, entre otras cosas, si se ha insertado correctamente la reserva de combustible. Adecuados lectores de colores incluyen, pero no de limitan a espectrofotómetros, que están comercialmente disponibles como las series CM de Komica Minolta de Japón y colorímetros de tipo triestímulo comercialmente disponibles como los de las series CR-10, CR-11 y CR-13 de Komica Minolta. Estos lectores de colores pueden dar un valor digital que represente a la etiqueta de color 102 y son capaces de distinguir las tonalidades, sombras y brillos de un color en particular. Cuando el color medido concuerda con un valor predeterminado almacenado en el procesador 18, entonces la reserva de combustible 12 es aceptada.

En otro ejemplo, la etiqueta de color ID 102 es capaz de cambiar de color sensible a una condición de la reserva de combustible 12, como la temperatura o la presión, entre otros factores. En este ejemplo, la etiqueta de color 102 está hecha de un material que muestra cromismo, es decir, un cambio reversible en los colores de los compuestos, generalmente causado por un cambio en los estados de los electrones de las moléculas, inducidos por varios estímulos. Materiales adecuados de cambio de color incluyen termocromismos (inducidos por calor), fotocromismo (inducido por luz, radiación), electrocromismo (inducido por flujo de electrones), solvatocromismo (inducido por la polaridad de los solventes), ionocromismo (inducido por iones), halocromismo (inducido por cambios en el PH), tribocromismo (inducido por fricción mecánica) y piezocromismo (inducido por presión mecánica).

Una etiqueta preferida de cambio de color 102 está hecha de un material que exhiba termocromismo, por ejemplo cristales líquidos donde el color cambia con los cambios de la estructura del cristal desde una fase de cristal de baja temperatura a través de una fase entrelazada anisótropa hasta una fase líquida isotrópica a alta temperatura. Ejemplos de cristales líquidos de cambio de color incluyen nonanoato de colesterol y cianobifenol. Otros materiales adecuados de cambio de color por inducción de la temperatura incluyen leucotintes.

En este ejemplo, el lector de color 104 puede detectar los cambios en el color de la etiqueta de color 102 respecto a la condición física de la reserva de combustible 12, por ejemplo alta temperatura o alta presión. El cambio en el color puede ser procesado por el procesador 18 para monitorizar las condiciones de la reserva de combustible 12.

En otro ejemplo, la etiqueta de color ID 102 comprende una pluralidad de colores, por ejemplo pistas paralelas de colores (similar a un código de barras multicolor). El lector de color 104 se calibra para escanear secuencialmente cruzando las pistas de colores, y si las pistas de colores se presentan según un predeterminado patrón, entonces la reserva de combustible 12 se autentifica. Alternativamente, cada pista de color puede representar una única pieza de información. Por ejemplo, una pista amarilla puede indicar el tipo de combustible, una pista azul puede indicar los aditivos particulares incluidos, otro color puede indicar la fecha de fabricación, etc. El procesador 18 y el lector de color 104 puede interrogar a las etiquetas o pistas de color ID 102 para que lean la información contenida en la pista. Las pistas de colores están posicionadas adyacentes unas con otras o pueden estar espaciadas o separadas.

En este ejemplo, el lector de color 104 no necesita escanear las pistas de colores, pero el lector de colores 104 toma una fotografía de todas las pistas de una sola vez. Las cámaras digitales se pueden usar para capturar una imagen de toda la etiqueta de colores y la imagen se compara con una almacenada para autentificar o procesar para determinar el tipo de reserva de combustible, como se ha visto anteriormente. En este ejemplo, los píxeles de la imagen capturada se comparan con los de la imagen almacenada para determinar si la imagen capturada es sustancialmente la misma que la almacenada. También se puede usar una cámara analógica, y las imágenes se pueden digitalizar más tarde.

En otro ejemplo, la etiqueta de color ID 102 puede tener cualquier patrón, logo, diseño o gráficos que puedan capturarse por un lector de color o cámara 104 para la autentificación o procesamiento. Adicionalmente, la etiqueta 102 puede ser un holograma de color, similar a los que se usan en las monedas nacionales de todo el mundo.

La etiqueta de color ID 102 se puede localizar en el alojamiento 21 de la reserva de combustible 12, o dentro de la reserva de combustible 12, similar al sensor óptico 61 detrás de la ventana 62b, como se ve en la FIG 1A.

Ya que es evidente que las ejecuciones ilustrativas de la invención reveladas aquí logran los objetivos de la presente invención, se aprecia que numerosas modificaciones y otras ejecuciones se pueden concebir por aquellos entendidos en la materia. Por ejemplo, la pila de combustible podría integrarse en la carga 11. También la bomba 14 podría eliminarse si se usan configuraciones con el

combustible presurizado, como aquellas descritas en la publicación de patente de EE.UU. nº 2005/0074643.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de monitorización para un sistema de pila de combustible comprende:
 una pila de combustible que tiene un controlador;
 una reserva de combustible acoplada a la pila de combustible;
 una pluralidad de sensores operativamente conectados a la reserva de combustible, donde los
 10 sensores están localizados en un chip, y los sensores están en contacto con el combustible contenido en
 la reserva de combustible; y un enlace de comunicación de sensores que conecta los sensores y el
 controlador.
- 15 2. El sistema de la reivindicación 1, además comprende un dispositivo de almacenamiento de
 información operativamente conectado a cualquiera o a ambos de la pila de combustible y el
 controlador.
3. El sistema de la reivindicación 2, además comprende un enlace de comunicación de información que
 conecta el controlador y el dispositivo de almacenamiento de información.
- 20 4. El sistema de la reivindicación 2 o 3, donde el dispositivo de almacenamiento de información
 comprende un chip de memoria o una EEPROM.
- 25 5. El sistema de la reivindicación 1, además comprende una estación lectora RFID, donde la estación
 lectora RFID está dispuesta en la proximidad de una etiqueta RFID operativamente conectada a los
 sensores.
- 30 6. El sistema de la reivindicación 5, donde al menos uno de la pluralidad de sensores transmite datos a
 la etiqueta RFID.
- 35 7. El sistema de la reivindicación 6, donde el sensor está fuertemente conectado a la etiqueta RFID para
 formar un paquete RFID.
8. El sistema de la reivindicación 7, donde el paquete RFID está suspendido dentro del combustible.
- 40 9. El sistema de la reivindicación 7, donde el paquete RFID está dispuesto en la superficie de la reserva
 de combustible.
10. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 5 a la 9, donde la etiqueta RFID está
 operativamente acoplada a la memoria adicional para almacenar los datos.
- 45 11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 5 a la 10, donde al menos un sensor está
 encapsulado en un material inerte al combustible.
- 50 12. El sistema de la reivindicación 11, donde el material comprende al menos uno de entre óxido de
 silicón, xilileno, tereftalato de polietileno, silicón cubierta de alcohol tereftalato-polivinilo polietileno
 (PVOH), alcohol vinilo etileno (EVOH), EVOH pegado a un sustrato de poliéster, copolímeros de
 cloruro polivinildieno (PVDC o Saran), resinas de nylon, polímeros de fluor, poliacrilonitrilo (PAN),
 naftalato polietileno (PEN), poli(tereftalato trimetileno) (PTT), copolímeros resorcinol, polímeros de
 cristal líquido, policetonas alifáticas (PK), poliuretano, poliamida y mezclas y copolímeros de estos
 materiales.
- 55 13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 5 a la 12, donde la estación lectora de etiquetas
 RFID se dispone en la reserva de combustible.
14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 5 a la 12, donde la estación lectora de etiquetas
 RFID se dispone en la pila de combustible.
- 60 15. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 14, donde el enlace de comunicación de
 sensores comprende un conducto eléctrico, una transmisión RF, inducción magnética o
 combinaciones de ellos.
- 65 16. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 15, donde la pluralidad de sensores
 comprende un sensor de presión, un sensor de temperatura, un circuito medidor de tiempo, un
 medidor de esfuerzos, un medidor de combustible, un sensor piezoeléctrico, un sensor de fuerza, un
 acelerómetro o combinaciones de ellos.

17. El sistema de la reivindicación 16, donde el medidor de combustible comprende un termistor, un termopar y un sensor inductivo, o combinaciones de ellos.
- 5 18. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 17, donde los sensores se pueden meter y sacar en la reserva de combustible.
19. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 18, donde el chip está suspendido dentro del combustible.
- 10 20. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 19, además comprende una fuente de luz operativamente conectada al controlador y al menos un fotodetector operativamente conectado al controlador, donde la pluralidad de sensores incluye al menos un sensor óptico.
- 15 21. El sistema de la reivindicación 20, donde al menos un sensor óptico comprende interferómetros, sensores Michelson, sensores Fabry-Perot o combinaciones de ellos.
22. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 21, donde el chip es un chip de circuito integrado (IC).
- 20 23. Un método de monitorización de una condición de una reserva de combustible comprende los pasos de:
- 25 (i) proporcionar una reserva de combustible con combustible en su interior; y
(ii) recoger datos respecto al menos una condición de la reserva de combustible usando la pluralidad de sensores localizados en un chip y que están en contacto con el combustible o están suspendidos en el combustible, y cambiar un sistema de parámetros basado en las diferencias entre los datos recogidos y los datos de control.
- 30 24. El método de la reivindicación 23 además comprende las etapas de:
(iii) transmisión de la información del sensor al controlador; y
(iv) almacenamiento de la información en un dispositivo de almacenamiento de información, donde la pluralidad de sensores se localiza en la reserva de combustible y el dispositivo de almacenamiento de información está alejado de la reserva de combustible.
- 35 25. El método de la reivindicación 23 o 24, donde la etapa (ii) además comprende la recogida de información de una etiqueta RFID operativamente conectada con al menos un sensor.
- 40 26. El método de la reivindicación 25 además comprende las etapas de:
(v) preguntar a la etiqueta RFID; y
(vi) transferir los datos desde la etiqueta RFID hasta el controlador.
27. El método de la reivindicación 26, donde la transferencia de datos de la etapa (vi) ocurre tras la conexión inicial de la reserva de combustible y el controlador.
- 45 28. El método de la reivindicación 26 o 27, donde los datos son software.
29. El método de cualquiera de las reivindicaciones 26 a 28, donde los datos comprenden tablas de calibración.
- 50 30. El método de cualquiera de las reivindicaciones 26 a 28, además comprende las etapas de:
(v) preguntar a la pluralidad de sensores; y
(vi) comparar los datos recogidos de la pluralidad de sensores con los datos de control.
- 55 31. El método de la reivindicación 30, donde el sistema de parámetros comprende un índice de bombeo de combustible, el estado de una válvula de corte, la monitorización del nivel de combustible o combinaciones de ellos.

60

65

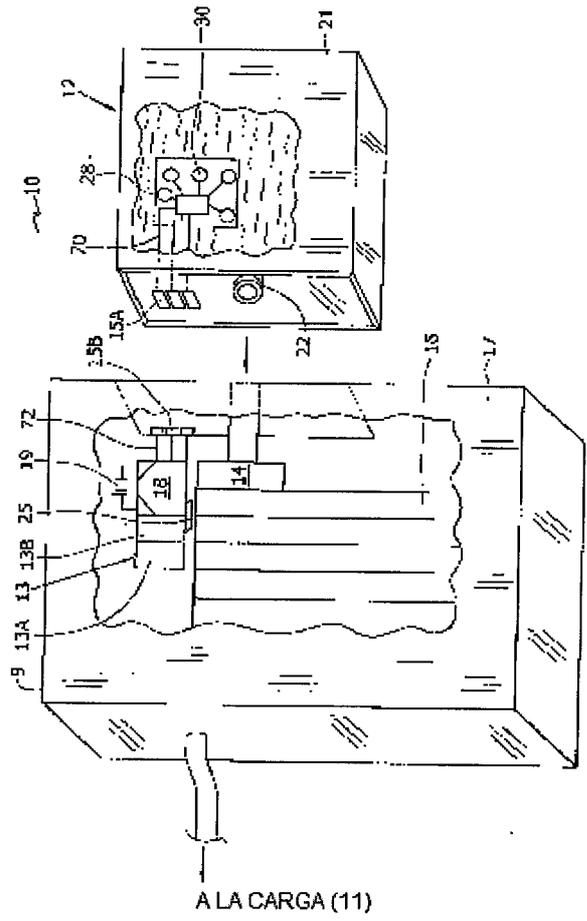


Fig. 1

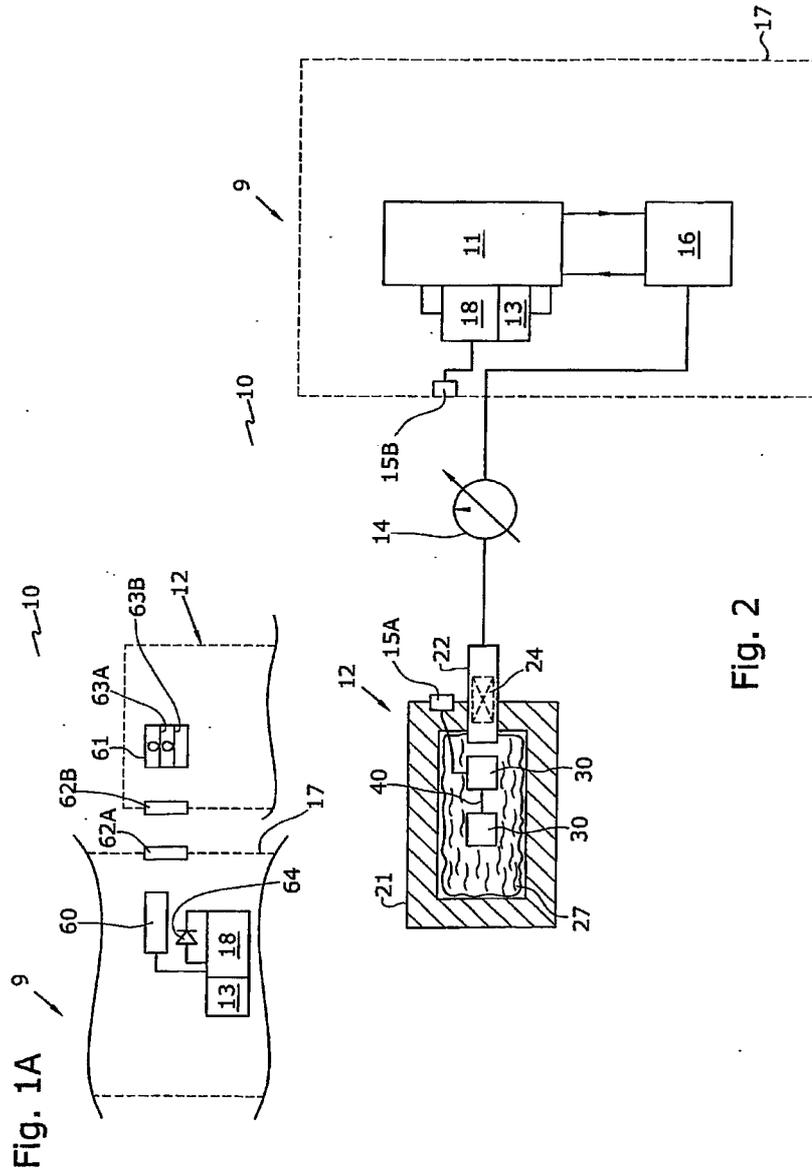


Fig. 1A

Fig. 2

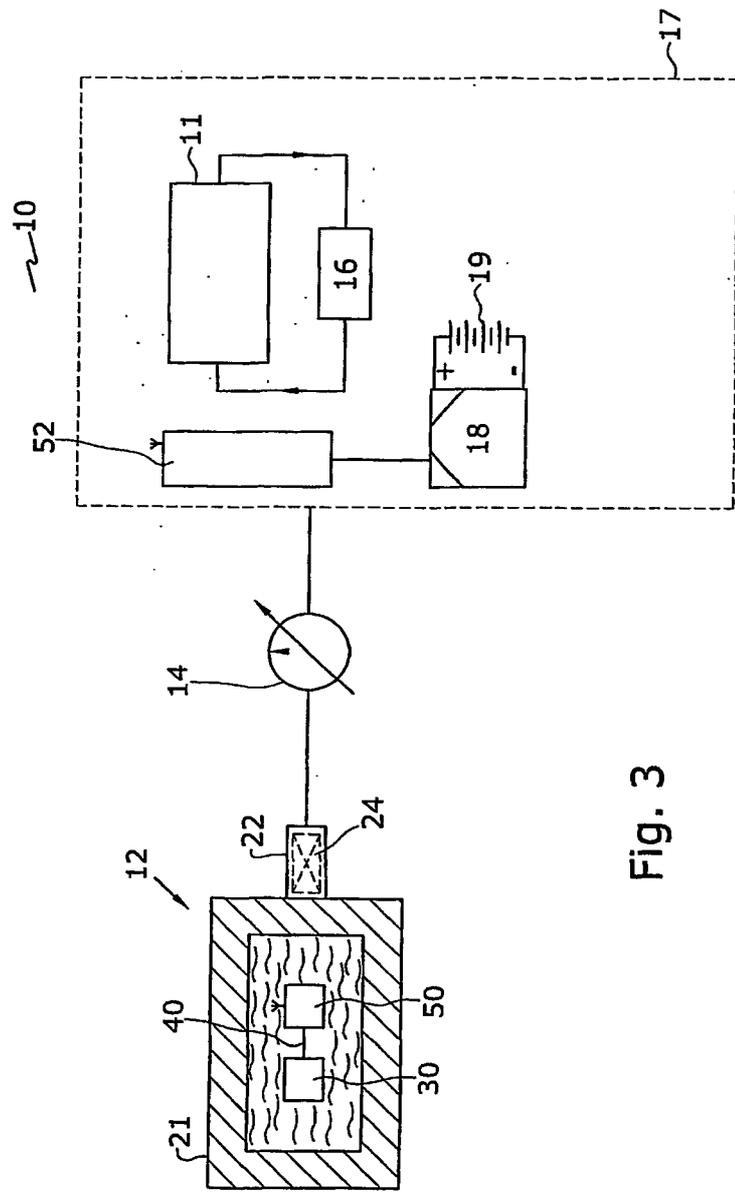


Fig. 3

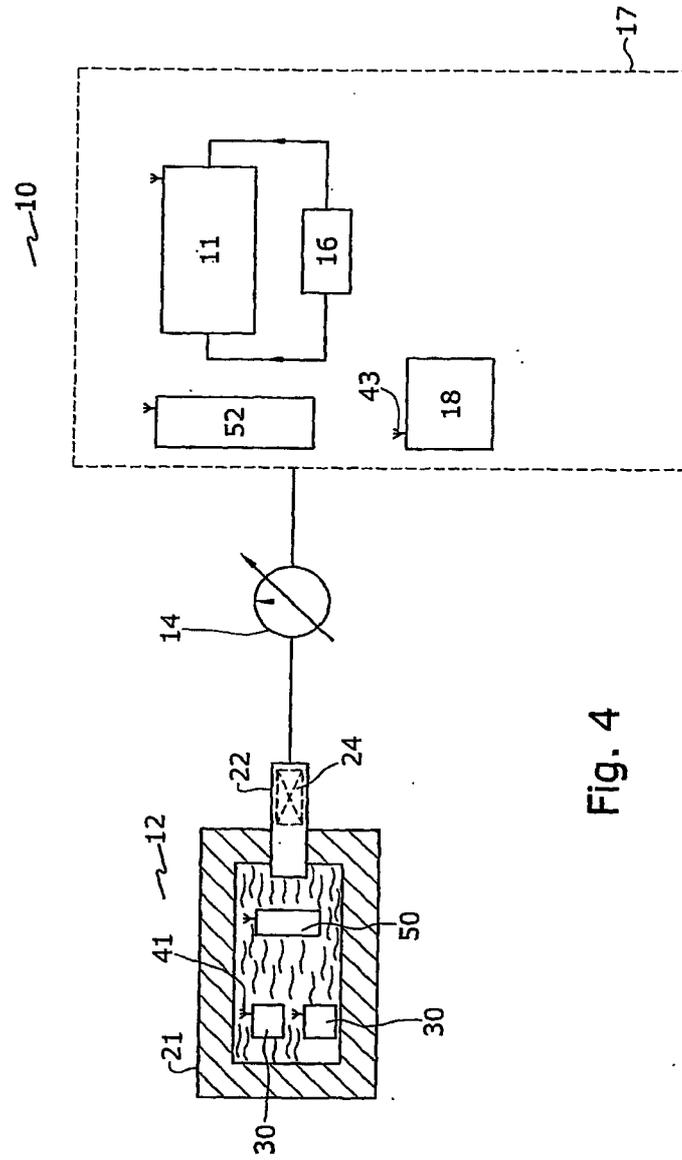


Fig. 4

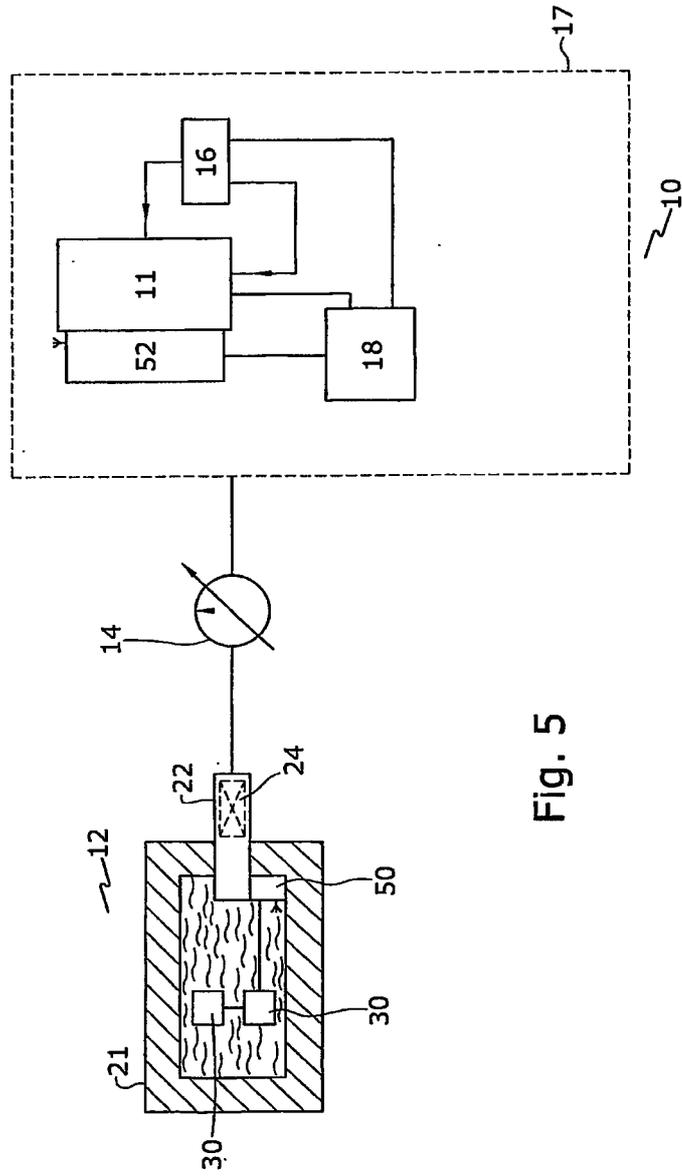


Fig. 5

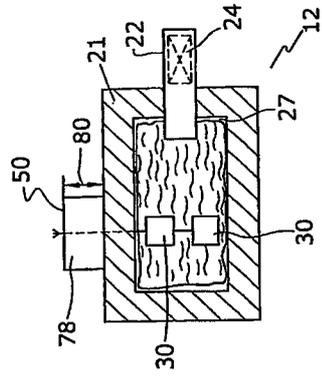


Fig. 6

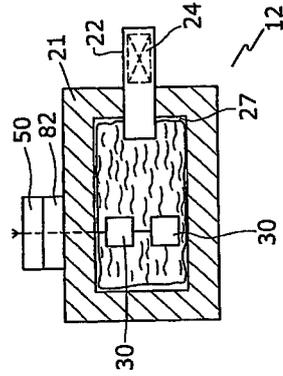


Fig. 7

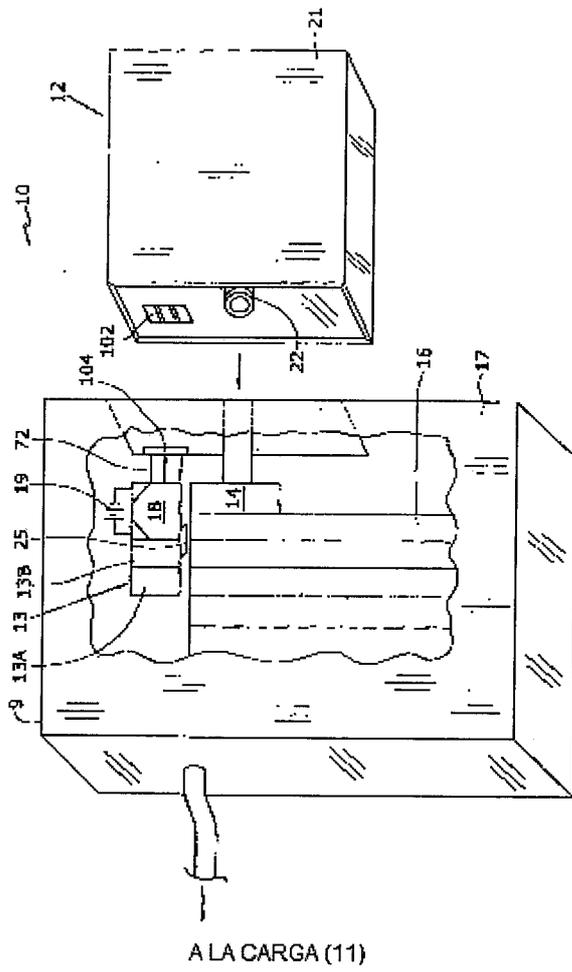


Fig. 8