

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 724**

51 Int. Cl.:

F02M 21/02	(2006.01)
F02D 19/02	(2006.01)
F02D 19/06	(2006.01)
F02D 19/08	(2006.01)
F02D 41/00	(2006.01)
F02D 41/22	(2006.01)
H01M	(2006.01)
H01M	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2019 PCT/GB2019/050146**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.08.2019 WO19145686**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2019 E 19702950 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2024 EP 3743703**

54 Título: **Detección de fugas en un vehículo alimentado por hidrógeno**

30 Prioridad:

23.01.2018 GB 201801094

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.07.2024

73 Titular/es:

**ULEMCO LIMITED (100.0%)
Unit 7F Topham Drive Aintree Racecourse Retail
And Business Park Aintree
Liverpool Merseyside L9 5AL, GB**

72 Inventor/es:

**TURNER, PAUL y
JASPER, TREVOR**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 974 724 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

Detección de fugas en un vehículo alimentado por hidrógeno

5 La invención se refiere a la detección de fugas de hidrógeno en un vehículo que está al menos parcialmente alimentado por hidrógeno.

Existen fuertes incentivos económicos y sociales para reducir el consumo de combustibles basados en hidrocarburos en los motores de combustión interna de los vehículos. Se cree que la liberación de carbono por su combustión es un contribuyente principal al calentamiento global. Los recursos de petróleo crudo de la tierra son finitos y su extracción daña el medio ambiente de varias maneras.

El hidrógeno se ha propuesto durante mucho tiempo como un sustituto de los combustibles basados en hidrocarburos y la atención actual en la reducción de la liberación de carbono a la atmósfera solamente ha aumentado su atractivo a este respecto. No obstante, debido a varios motivos técnicos y sociales, la adopción generalizada del uso del hidrógeno como combustible de vehículos no ha tenido lugar en el momento de escribir esta memoria.

Una preocupación sobre el uso de hidrógeno para alimentar vehículos es el riesgo aparente asociado con cualquier fuga accidental. A menudo, el hidrógeno se almacena a alta presión a bordo de tales vehículos. Por supuesto, el hidrógeno es potencialmente explosivo a concentraciones suficientemente altas. Existe una percepción generalizada de que el escape de hidrógeno plantea un riesgo de explosión.

La gravedad real de este riesgo está abierta a debate. Debido a su muy baja densidad, el hidrógeno liberado en la atmósfera se eleva y, por lo tanto, se dispersa muy rápidamente. Por consiguiente, es poco probable que se pueda crear una concentración suficiente como para provocar una explosión mediante el sistema de abastecimiento de combustible de un vehículo. Sea como fuere, hay requisitos legales para la detección de fugas de hidrógeno de dichos sistemas.

Esto presenta un desafío técnico. La fuga de gases más densos, tales como el gas natural utilizado en los sistemas de suministro de red, puede detectarse al detectar el propio gas en las proximidades de una fuga. Pero este enfoque es menos eficaz con respecto al hidrógeno, debido a la rápida dispersión ya mencionada. Un vehículo proporciona diversos puntos posibles de fuga, y proporcionar a cada uno con un detector local no se considera factible.

Por lo tanto, se necesita un medio para la detección de fugas de hidrógeno en relación con un vehículo que esté al menos parcialmente alimentado por hidrógeno.

Por ejemplo, los documentos JP H07 85883 A, US-2011/301826 A1, DE 10 2015 012220 A1 y US-2017/010178 A1 describen varios métodos para detectar fugas u otras anomalías en un vehículo de ese tipo, que esté al menos parcialmente alimentado por hidrógeno. Sin embargo, todavía hay margen de mejora en la eficiencia de detección de fugas y, particularmente, en asegurar la detección de fugas que puedan producirse en el tanque de hidrógeno.

El vehículo en cuestión puede, en principio, impulsarse por un motor de combustión interna de combustión de hidrógeno, o por una pila de combustible de hidrógeno que alimente un motor eléctrico, o por un motor de combustión interna alimentado por una combinación de hidrógeno con otro combustible. El término "planta de energía" se utiliza en la presente memoria para referirse a cualquiera de estos dispositivos, y a cualquier motor u otra máquina o disposición que reciba hidrógeno como combustible, y que sea capaz de proporcionar energía mecánica.

A continuación, se describirá una realización específica de la presente invención, solo de manera ilustrativa, en referencia al dibujo adjunto, que es una representación esquemática de partes de un motor y su sistema de alimentación de combustible, que puede funcionar según la invención.

La realización de la invención descrita en la presente memoria se implementa en relación con un motor 10 de vehículo que es un motor de combustión interna alimentado por una mezcla de hidrógeno y un combustible de hidrocarburo, específicamente diésel.

El motor 10 tiene un colector 12 de entrada de aire, un escape 14 y un conjunto de inyectores 16 y 23 de combustible asociados con las respectivas cámaras 18 de combustión, solo una de las cuales se ve en los dibujos. El combustible diésel se extrae de un tanque 20 y se suministra a los inyectores 16. El hidrógeno se almacena en un tanque 21 a presión en forma líquida o gaseosa y a alta presión (que, únicamente a modo ilustrativo, puede estar en el intervalo de 35 a 70 MPa), y se suministra al colector de entrada de aire del motor a través de una válvula 22 de tanque, una unidad 27 reguladora de alta presión, e inyectores 23.

El funcionamiento del motor está bajo el control de un sistema de procesamiento electrónico representado en el dibujo como una ECU (Electronic Control Unit [Unidad de control electrónico]) 24. Las conexiones de control de la ECU 24 no están representadas en los dibujos, en aras de la simplicidad. Cabe señalar que, aunque se representa y describe

ES 2 974 724 T3

una sola ECU 24, las tareas de procesamiento involucradas en la gestión del motor y en la detección de fugas, pueden en la práctica realizarse mediante dispositivos independientes.

5 Se proporcionan sensores 26 para monitorizar la cantidad de combustible en el tanque 21 de combustible de hidrógeno. Más específicamente, lo que los sensores están acostumbrados a monitorizar en la presente realización, es la masa de hidrógeno en el tanque. Los sensores 26 detectan la temperatura y la presión del hidrógeno en el tanque. Se conoce el volumen del tanque, al igual que la relación entre la densidad, la temperatura y la presión del hidrógeno almacenado. Esta relación está cerca de la ley de gas ideal, según la cual el producto de la presión y el volumen es proporcional al producto de la masa y la temperatura, aunque la verdadera relación es ligeramente más compleja, desviándose ligeramente de una relación verdaderamente lineal. El comportamiento de los gases comprimidos es muy bien conocido por el experto, y este aspecto no requiere más explicación en el presente contexto.

10 Basándose en la temperatura y presión medidas, y el volumen conocido del tanque, la ECU 24 determina la masa de hidrógeno en el tanque 21. Uno podría decir de manera equivalente que la ECU 24 determina el número de moles de H₂.

15 Estaciones 28, 30 de sensores adicionales miden la temperatura y la presión en las líneas 32 que van desde el tanque 21 al motor 10 en ubicaciones aguas arriba y aguas abajo de la unidad 24 reguladora de presión, respectivamente. Sus salidas se utilizan para establecer la masa de hidrógeno en las líneas 32.

20 El sistema de monitorización de fugas se utiliza mientras el motor no está funcionando, para realizar pruebas de fugas estáticas. Esto puede realizarse, por ejemplo, después de que el motor se haya apagado (“llave apagada”) y/o cuando el motor se encienda (“llave encendida”). Los valores entre una prueba de apagado de llave y la siguiente prueba de encendido de llave, pueden compararse para probar si hay fugas que tengan lugar durante períodos inactivos. Por supuesto, un aumento en la masa de hidrógeno desde el apagado de llave hasta el encendido de llave puede atribuirse al abastecimiento de combustible del vehículo, y puede ignorarse.

25 Una prueba de fuga estática comprende tomar al menos dos mediciones de temperatura y presión separadas temporalmente, y calcular, a partir de ellas la masa de hidrógeno en las líneas (si la válvula 22 de tanque está cerrada) o en el tanque y las líneas 32 (si el tanque está abierto). Si la masa calculada de la segunda medición es inferior a la calculada de la primera en más de un margen determinado, esto se interpreta como indicativo de fugas de hidrógeno, y en respuesta se activa una acción adecuada, tal como la provisión de una advertencia visual o audible para un conductor.

30 La fuga estática puede implicar más de dos pruebas. Puede incluir múltiples mediciones para reducir el efecto del ruido. Puede comprender la diferenciación numérica de la masa calculada, de manera que se infiera una fuga si la masa se reduce a cualquier valor por encima de una tasa umbral.

35 El sistema de monitorización de fugas también se utiliza para realizar pruebas dinámicas de fugas mientras el motor esté funcionando. Para este fin, se realiza una estimación de la masa por unidad de tiempo de hidrógeno suministrado al motor 10. Esta estimación puede realizarse a partir de parámetros de funcionamiento del motor conocidos por la ECU 24, que pueden comprender las señales de control aplicadas a los inyectores 16 y a la unidad reguladora 24. La tasa de consumo de hidrógeno estimada de esta manera, se compara con la tasa de cambio de la masa de hidrógeno en el tanque 20 y las líneas 32, calculadas a partir de las salidas de las estaciones 26, 28, 30 de sensores. Si se observa que esta última es superior a la anterior, esto es indicativo de una fuga.

40 En principio, el sistema podría, en respuesta a esta condición, determinar que tiene lugar una fuga, y proporcionar una respuesta adecuada, p. ej., apagando el motor y otros sistemas, y proporcionando al conductor una señal de advertencia. Pero surge un problema debido a una resolución limitada del sensor. La presión en el tanque 21 de hidrógeno es elevada; puede, por ejemplo, ser de 70 mPa cuando está lleno, en un sistema típico. Un pequeño error detectado en la presión o temperatura del tanque, puede en la masa del tanque ocasionar un error que sea grande en proporción a la tasa de consumo del hidrógeno por el motor, provocando potencialmente que el proceso dinámico de fuga produzca un “falso positivo”; una indicación de una fuga donde realmente no ocurre ninguna.

45 El problema se obvia en la presente realización de la siguiente manera.

50 En respuesta a un resultado positivo de una prueba dinámica de detección de fugas, el sistema no apaga inmediatamente el motor. En cambio, se suspende el suministro de hidrógeno al motor 10. El motor se alimenta únicamente con diésel, mientras se realiza una prueba de fuga estática de la manera descrita anteriormente. Si la prueba de fuga estática es negativa, se determina que no hay fugas, y vuelve a comenzar el abastecimiento de hidrógeno. Si la prueba de fuga estática es positiva, el sistema responde en consecuencia, p. ej., con una advertencia al conductor y/o un apagado automático del motor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para detectar fugas de hidrógeno de una planta (10, 20, 21, 32) de energía que comprende un motor (10) de combustión o un motor eléctrico y una disposición (21, 32) de tanque, configurada para suministrar hidrógeno al motor (10) de combustión o al motor eléctrico, comprendiendo el método

10 determinar una tasa de suministro de hidrógeno a la planta (10, 20, 21, 32) de energía (“la tasa de suministro”);

15 detectar la temperatura y la presión en la disposición (21, 32) de tanque;

determinar la masa de hidrógeno en la disposición (21, 32) de tanque en base a la temperatura y presión detectadas en la disposición (21, 32) de tanque y en un volumen predeterminado de la disposición (21, 32) de tanque;

determinar una tasa de cambio de la masa de hidrógeno determinada en la disposición (21, 32) de tanque (“la tasa de cambio de masa”); y

comparar la tasa de suministro con la tasa de cambio de masa para determinar si tiene lugar una fuga.
- 20 2. Un método según se reivindica en la reivindicación 1, en el que la disposición (21, 32) de tanque comprende, además, al menos una línea (32) de suministro de hidrógeno que va desde el tanque a la planta (10, 20, 21, 32) de energía, y en la que el método comprende, además, detectar la temperatura y presión en la línea (32) de suministro, basándose la tasa de cambio de masa en la suma de una tasa de cambio de masa en el tanque y una tasa de cambio de masa en la línea (32) de suministro.
- 25 3. Un método según se reivindica en la reivindicación 2, en el que la línea (32) de suministro de hidrógeno comprende un regulador (27) de presión, y el método comprende, además, detectar la temperatura y la presión en dos puntos en la línea (32) de suministro, uno aguas arriba del regulador (27) de presión, y el otro aguas abajo del regulador (27) de presión.
- 30 4. Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la planta (10, 20, 21, 32) de energía es un motor (10) de combustión interna que tiene al menos un inyector de combustible, y el método comprende determinar la tasa de suministro de hidrógeno al motor (10), basándose en los parámetros de funcionamiento del motor (10), que incluyen el estado del inyector de combustible.
- 35 5. Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la planta (10, 20, 21, 32) de energía está dispuesta para alimentarse de hidrógeno y de un segundo combustible, comprendiendo el método:

40 realizar una primera determinación de si existe una fuga, mediante la comparación de la tasa de suministro con la tasa de cambio de masa,

en el caso de que la primera determinación sea indicativa de fugas, suspender el suministro de hidrógeno a la planta (10, 20, 21, 32) de energía, y alimentar la planta (10, 20, 21, 32) de energía con el segundo combustible durante la suspensión de suministro de hidrógeno, y

45 realizar una segunda determinación de si existe una fuga, realizando al menos dos mediciones separadas temporalmente de masa de hidrógeno en la disposición (21, 32) de tanque.
6. Un método según se reivindica en la reivindicación 5, en el que la acción que responde a la fuga se inicia si la segunda determinación es indicativa de fugas.
- 50 7. Un método según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, implementado a bordo de un vehículo alimentado por la planta (10, 20, 21, 32) de energía.
8. Una instalación de planta (10, 20, 21, 32) de energía configurada para funcionar según el método de cualquier reivindicación precedente.
- 55 9. Un programa informático que, cuando se ejecuta en un controlador (10) de motor, hace que funcione según el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 60 10. Un sistema para la detección de fugas de hidrógeno de una instalación que comprende una planta (10, 20, 21, 32) de energía alimentada al menos parcialmente con hidrógeno, y una disposición (21, 32) de tanque para almacenar hidrógeno y suministrarlo a la planta (10, 20, 21, 32) de energía, comprendiendo el sistema una disposición (26) de sensores para detectar la temperatura y presión en un tanque de la disposición (21, 32) de tanque y un procesador digital para:

65 determinar una tasa de suministro de hidrógeno a la planta (10, 20, 21, 32) de energía (“la tasa de suministro”);

ES 2 974 724 T3

- determinar la masa de hidrógeno en la disposición (21, 32) de tanque en base a la temperatura y presión detectadas en la disposición (21, 32) de tanque y en un volumen predeterminado de la disposición (21, 32) de tanque;
- 5 determinar una tasa de cambio de la masa de hidrógeno determinada en la disposición (21, 32) de tanque (“la tasa de cambio de masa”); y
- comparar la tasa de suministro con la tasa de cambio de masa para determinar si tiene lugar una fuga.
- 10 11. Un sistema para la detección de fugas de hidrógeno según se reivindica en la reivindicación 10, que comprende una disposición (26) de sensor adicional para detectar la temperatura y la presión en una línea (32) de suministro que va desde el tanque a la planta (10, 20, 21, 32) de energía.

Figura 1

