

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 546**

51 Int. Cl.:

F17C 13/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2020 E 20315172 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2022 EP 3896329**

54 Título: **Sistema de seguridad antiincendios para un vehículo que tiene hidrógeno almacenado a bordo, y vehículo relacionado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2022

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
48 rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen-sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

LUGARO, LUIGI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 929 546 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de seguridad antiincendios para un vehículo que tiene hidrógeno almacenado a bordo, y vehículo relacionado

La presente invención se refiere a un sistema de seguridad antiincendios para un vehículo que tiene hidrógeno almacenado a bordo, y a un vehículo relacionado equipado con dicho sistema de seguridad antiincendios.

5 Como se sabe, el requisito de seguridad es de suma importancia en el campo del transporte, y este requisito es aún más estricto y exigente con los vehículos de transporte que almacenan a bordo gases inflamables.

10 En particular, en el caso de vehículos que transportan hidrógeno gaseoso o de vehículos modernos que almacenan a bordo hidrógeno gaseoso comprimido para ser utilizado como propulsor, como los trenes propulsados por hidrógeno, la aparición de un incendio a bordo puede dar lugar a condiciones muy peligrosas que requieren ser afrontada de forma adecuada y oportuna.

Para ello, los vehículos suelen estar provistos de un sistema antiincendios; en particular, según una posible solución, cada tanque de almacenamiento, que contiene hidrógeno gaseoso, está equipado con un dispositivo de alivio de presión activado térmicamente o "TPRD", por sus siglas en inglés.

15 En caso de incendio a bordo del vehículo, el dispositivo de alivio de presión activado térmicamente está configurado para intervenir y evitar la rotura, o incluso la explosión, del tanque de almacenamiento debidas a su sobrepresión interna.

En la práctica, cuando la temperatura debida al fuego que arde alcanza un cierto nivel, el dispositivo de alivio de presión tiene un disco de rotura interno que se rompe y permite que el hidrógeno fluya fuera del tanque de almacenamiento; el hidrógeno que sale se transporta en un circuito de liberación y luego se libera fuera del vehículo.

20 Esta solución es muy efectiva y permite afrontar y mitigar adecuadamente los problemas relacionados con la presencia de fuego a bordo de un vehículo.

Sin embargo, si el fuego se produce cuando un vehículo pasa por un espacio confinado, como un túnel ferroviario, o está establecido dentro de un espacio cerrado, como un garaje de estacionamiento, entonces tales circunstancias implican preocupaciones y problemas de seguridad adicionales.

25 En particular, en tales casos, la liberación de chorros de hidrógeno fuera del vehículo en espacios cerrados o confinados, chorros que incluso pueden autoencenderse cuando se liberan, pueden crear carga de picos de presión y picos enormes de tasas de liberación de calor, considerando especialmente la alta volatilidad del hidrógeno.

30 De hecho, se crea una atmósfera potencialmente peligrosa dentro del espacio cerrado o confinado, en donde el riesgo de consecuencias más graves es mayor en comparación con los accidentes de incendio que se producen en la atmósfera abierta.

Por lo tanto, todavía hay margen y deseo de mejoras adicionales en la forma en que se afrontan los eventos de incendio a bordo de vehículos que tienen hidrógeno almacenado en los mismos.

35 Por lo tanto, un objetivo principal de la presente invención es llenar y satisfacer al menos parcialmente dichos margen y deseo, y en particular proporcionar una solución capaz de mejorar el funcionamiento y la eficacia de los sistemas contra incendios con los que se equipan los vehículos que tienen hidrógeno almacenado a bordo.

Dentro del alcance de este objetivo, un objeto de la presente invención es proporcionar en particular un sistema antiincendios que sea capaz de afrontar y mitigar adecuadamente las consecuencias de los incendios que se produzcan a bordo de un vehículo, especialmente cuando el vehículo se encuentre en un espacio cerrado o confinado.

40 Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un sistema de seguridad antiincendios para un vehículo que tenga hidrógeno almacenado a bordo, que sea altamente fiable, relativamente fácil de realizar y con costes competitivos.

Este objetivo, estos objetos y otros que se pondrán de manifiesto a continuación, se consiguen mediante un sistema de seguridad antiincendios para un vehículo de transporte que lleve hidrógeno almacenado a bordo, estando el sistema de seguridad antiincendios caracterizado por que comprende al menos:

45 - un primer sistema de liberación de hidrógeno que está configurado, especialmente en caso de incendio a bordo del vehículo, para liberar al exterior del vehículo hidrógeno contenido en al menos uno de los tanques de almacenamiento; y

50 - un segundo sistema de liberación que está dispuesto para intervenir y evitar el primer sistema de liberación de hidrógeno en condiciones operativas predeterminadas, en donde el segundo sistema de liberación está configurado para transformar por medio de una reacción química, al menos una parte del hidrógeno desviado que fluye fuera de al menos un tanque de almacenamiento, en al menos una sustancia diferente

Según algunas realizaciones, el sistema de seguridad antiincendios según la invención puede comprender una o más de las siguientes características, que pueden estar combinadas en cualquier combinación técnicamente factible:

- el segundo sistema de liberación está configurado para liberar al exterior del vehículo la al menos una sustancia diferente obtenida a través de la reacción química;
- 5 - el segundo sistema de liberación está configurado para intervenir y evitar, al menos temporalmente, dicho primer sistema de liberación de hidrógeno cuando el vehículo entra en, o se encuentra dentro de, un espacio cerrado o confinado;
- el segundo sistema de liberación está configurado para evitar, al menos temporalmente, el primer sistema de liberación de hidrógeno cuando el vehículo entra en dicho espacio cerrado o confinado y se genera una alarma de incendio a bordo del vehículo mientras el vehículo aún está dentro del espacio cerrado o confinado;
- 10 - el segundo sistema de liberación está configurado para intervenir y evitar al menos temporalmente el primer sistema de liberación de hidrógeno en caso de un evento de incendio a bordo del vehículo;
- el segundo sistema de liberación comprende al menos un catalizador adecuado para reaccionar químicamente y transformar al menos una parte del hidrógeno que fluye fuera del al menos un tanque de almacenamiento en dicha al menos una sustancia diferente;
- 15 - el al menos un catalizador está configurado para transformar químicamente al menos una parte del hidrógeno que fluye fuera del al menos un tanque de almacenamiento en vapor de agua y controlar ventajosamente la combustión del flujo mezclado del hidrógeno (H₂) que reacciona con el flujo de aire dentro del catalizador;
- el segundo sistema de liberación comprende al menos un circuito de bypass que conecta el al menos un tanque con el al menos un catalizador, una válvula de bypass posicionada a lo largo del circuito de bypass y un sistema de control que está configurado para conmutar dicha válvula de bypass para transportar el hidrógeno (H₂) que fluye fuera del al menos un tanque de almacenamiento hacia el al menos un catalizador;
- 20 - el segundo sistema de liberación comprende al menos un tanque de compensación que está posicionado hacia arriba del al menos un catalizador y está configurado para ajustar el flujo de hidrógeno (H₂) transportado hacia el catalizador;
- 25 - el segundo sistema de liberación comprende un dispositivo de detección configurado para detectar cuando el vehículo entra en, o está situado dentro de un espacio cerrado o confinado;
- el dispositivo de detección comprende al menos un sensor de presión y/o al menos un sensor óptico;
- el segundo sistema de liberación comprende al menos una turbina de vapor que está posicionada hacia abajo del al menos un catalizador a lo largo de un camino de liberación adaptado para ser recorrido por el flujo de la sustancia diferente generada a través del catalizador;
- 30 - el segundo sistema de liberación comprende una pluralidad de catalizadores que están conectados, en paralelo entre sí, y cada uno a un tanque de almacenamiento correspondiente del uno o más tanques de almacenamiento.

El fin y objetivos anteriores también se logran mediante un vehículo de transporte que comprende uno o más tanques de almacenamiento para almacenar hidrógeno, caracterizado por que comprende un sistema antiincendios del tipo anteriormente indicado, según la descripción que se detalla a continuación, y en particular como se define en las reivindicaciones pertinentes adjuntas.

En particular, el vehículo de transporte es un vehículo propulsado por hidrógeno.

Más en particular, el vehículo propulsado por hidrógeno es un vehículo ferroviario.

Otras características y ventajas se harán evidentes a partir de la descripción de algunas realizaciones ejemplares preferidas pero no exclusivas de un sistema antiincendios y un vehículo de transporte relacionado según la presente descripción, ilustradas solo a modo de ejemplos no limitativos con las figuras adjuntas en donde:

la Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un sistema de seguridad antiincendios según la presente invención;

la Figura 2 es una vista que representa esquemáticamente el sistema de seguridad antiincendios de la Figura 1 utilizado en un tren propulsado por hidrógeno que se muestra al entrar en un túnel.

Cabe señalar que para describir de forma clara y concisa la presente descripción, los dibujos pueden no estar necesariamente a escala y ciertas características de la descripción pueden mostrarse de forma un tanto esquemática.

Además, cuando el término "adaptado", "dispuesto", "configurado", "conformado" o un término similar se emplee en la presente memoria al referirse a cualquier componente en su totalidad, o a cualquier parte de un componente, o a una

combinación de componentes, debe entenderse que significa y abarca correspondientemente ya sea la estructura y/o la configuración y/o la forma y/o el posicionamiento.

5 En particular, para medios electrónicos y/o de software, cada uno de los términos enumerados anteriormente significa y abarca circuitos electrónicos o partes de los mismos, así como códigos y/o rutinas, algoritmos o programas completos de software almacenados, integrados o en ejecución, adecuadamente diseñados para lograr el resultado técnico y/o las prestaciones funcionales para las que se han diseñado dichos medios.

Además, cuando se emplea en la presente memoria el término "sustancial" o "sustancialmente", debe entenderse que abarca una variación real de más o menos el 5% con respecto a un valor o posición de referencia indicado/a.

10 La Figura 1 ilustra un sistema de seguridad antiincendios, indicado por el número de referencia general 1, adecuado para un vehículo de transporte, por ejemplo un tren propulsado por hidrógeno representado esquemáticamente en la Figura 2 por el número de referencia 100, cuyo vehículo comprende uno o más tanques 101 de almacenamiento de a bordo que almacenan hidrógeno H₂, y en particular hidrógeno gaseoso comprimido H₂.

15 El sistema de seguridad antiincendios 1 según la invención es particularmente adecuado para ser utilizado en relación con trenes propulsados por hidrógeno y para ser aprovechado de manera útil cuando un tren entra en un espacio confinado, tal como un túnel ferroviario 110 ilustrado en la Figura 2, y se describirá a continuación haciendo una referencia más específica a dichas aplicaciones, sin pretender en modo alguno limitar su posible campo de aplicación y uso.

20 En particular, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, el término vehículo 100 de transporte empleado en la presente memoria puede abarcar cualquier tipo de vehículo de transporte adecuado que utilice hidrógeno almacenado a bordo como fuente para su propulsión, o que lleve a bordo una cierta cantidad de hidrógeno almacenado en tanques de almacenamiento, p. ej. para ser entregado para cualquier uso adecuado; por tanto, dicho término puede incluir, por ejemplo, trenes, camiones, coches, autobuses y similares.

Como se ilustra, el sistema 1 de seguridad antiincendios según la invención comprende al menos:

25 - un primer sistema de liberación de hidrógeno que está configurado, en particular en caso de que se produzca un incendio a bordo del vehículo 100, para liberar al exterior del vehículo el hidrógeno gaseoso H₂ contenido en, y que sale de al menos uno de los tanques 101 de almacenamiento instalados a bordo del propio vehículo 100; y

- un segundo sistema de liberación que puede intervenir y evitar al menos temporalmente cualquier flujo de hidrógeno que salga del al menos un tanque 101 de almacenamiento al interior del primer sistema de liberación de hidrógeno, bajo una o más condiciones operativas determinadas.

30 En particular, en el sistema antiincendios 100 según la invención, el segundo sistema de liberación está configurado para transformar químicamente al menos una parte del hidrógeno gaseoso desviado H₂ almacenado previamente en al menos un tanque 101 de almacenamiento, en al menos una sustancia diferente.

35 La intervención del segundo sistema de liberación con la consecuente transformación química del hidrógeno H₂ almacenado en al menos una sustancia diferente se puede producir, por ejemplo, al intervenir durante un evento de incendio a bordo del vehículo.

Según una posible realización, el segundo sistema de liberación está configurado además para liberar fuera del vehículo 100 la al menos una sustancia diferente obtenida a través de la transformación química.

40 Como se ilustra esquemáticamente en la Figura 1, y según soluciones conocidas per se, cada tanque 101 de almacenamiento instalado a bordo del vehículo 100 comprende un dispositivo 102 de alivio de presión activado térmicamente; a su vez, el primer sistema de liberación de hidrógeno comprende un circuito 12 de liberación de hidrógeno que interconecta cada dispositivo 102 de alivio de presión con uno o más puntos 14 de ventilación, hacia los cuales puede dirigirse el flujo de hidrógeno H₂ que sale de un tanque 101 y descargarse fuera del vehículo 100 en caso de un evento de incendio.

45 Como podrán apreciar los expertos en la técnica, en el primer sistema de liberación de hidrógeno se podría disponer un circuito 12 de liberación y uno o más puntos 14 de ventilación comunes para todos los tanques 101 instalados a bordo, o el circuito 12 de liberación puede comprender múltiples conductos independientes, cada uno dedicado a interconectar un tanque 101 correspondiente con uno o más puntos 14 de ventilación respectivos.

50 En una posible realización del sistema 1 de seguridad antiincendios según la presente invención, el segundo sistema de liberación está configurado para intervenir y evitar, al menos temporalmente, el primer sistema de liberación de hidrógeno cuando el vehículo 100 entra en un espacio cerrado o confinado 110, incluso si todavía no hay un evento de incendio a bordo del vehículo. En esta condición operativa, el segundo sistema de liberación se activa preventivamente para intervenir y conducir adecuadamente cualquier flujo de hidrógeno H₂ que pueda producirse cuando se produzca cualquier incendio a bordo.

Con la definición de espacio cerrado o confinado 110, se entiende por la presente cualquier espacio que esté al menos parcialmente cerrado, como túneles ferroviarios o de carretera, líneas o carreteras subterráneas, estacionamientos cubiertos, garajes, etcétera.

5 Según una realización adicional, el segundo sistema de liberación está configurado para intervenir y evitar, al menos temporalmente, el flujo de hidrógeno que sale de al menos un tanque 101 al interior del primer sistema de liberación de hidrógeno, cuando el vehículo 100 está dentro de un espacio cerrado o confinado 110 y se genera una alarma de incendio mientras el vehículo 100 aún está dentro del espacio cerrado o confinado 110. Por lo tanto, en estas condiciones operativas, el segundo sistema de liberación interviene solo cuando se produce un evento de incendio mientras el vehículo está (pasando a través de o detenido) en un espacio cerrado o confinado.

10 Según otra posible realización más, el segundo sistema de liberación está configurado para intervenir y evitar, al menos temporalmente, el flujo H₂ de hidrógeno que sale del al menos un tanque al interior del primer sistema de liberación de hidrógeno, en caso de un evento de incendio a bordo y en base a detectores de incendios que están próximos a uno o más tanques 101 de almacenamiento que estén afectados por el evento de incendio. Según esta realización, en ciertas condiciones operativas que pueden seleccionarse en función de necesidades/aplicaciones específicas, dichos detectores de incendios también pueden activar la intervención del segundo sistema de liberación y, por lo tanto, el bypass del primer sistema de liberación de hidrógeno, incluso si el vehículo está en la atmósfera abierta en ciertas condiciones operativas.

En este caso, por lo tanto, el segundo sistema de liberación puede intervenir opcionalmente incluso si se produce un evento de incendio cuando el vehículo está en un entorno abierto.

20 Según una posible realización ilustrada en la Figura 1, el segundo sistema de liberación comprende al menos un catalizador 32 que está configurado para reaccionar químicamente y transformar al menos una parte del hidrógeno H₂ que fluye fuera del al menos un tanque 101 de almacenamiento en la al menos una sustancia diferente.

25 En particular, en una posible realización del sistema 1 de seguridad antiincendios, el al menos un catalizador 32 está configurado para transformar químicamente al menos una parte del hidrógeno H₂ que fluye fuera del al menos un tanque 101 de almacenamiento en vapor de agua H₂O, en particular vapor de agua H₂O caliente o a alta temperatura y regular y controlar la combustión del flujo mezclado del hidrógeno H₂ que reacciona con el flujo de aire dentro del catalizador.

30 Por ejemplo, el catalizador 32 puede ser cualquier catalizador adecuado comercialmente disponible en el mercado, p. ej. un catalizador metálico, en donde la transformación química del flujo de hidrógeno se produce a través de reacciones químicas redox.

El tamaño del catalizador 32 utilizado, así como la cantidad de hidrógeno a transformar, pueden determinarse adecuadamente cuando se diseña el sistema 1 en base a la aplicación práctica específica.

Según esta realización, el segundo sistema de liberación comprende además al menos:

- un circuito 34 de bypass que conecta el al menos un tanque 101 con el al menos un catalizador 32;

35 - una válvula 36 de bypass, por ejemplo una válvula accionada neumáticamente, que está posicionada a lo largo del circuito 34 de bypass;

40 - y un sistema 38 de control que está configurado para conmutar la válvula 36 de bypass para transportar el hidrógeno gaseoso H₂ que fluye fuera del al menos un tanque 101 de almacenamiento hacia el al menos un catalizador 32, en base a, por ejemplo, una señal de alarma de incendio S_{FUEGO} recibida en entrada por cualquier dispositivo de alarma instalado a bordo.

El sistema 38 de control puede ser de tipo concentrado o distribuido, y puede estar constituido o comprender cualquier dispositivo adecuado basado en un procesador, p. ej. un procesador de un tipo comercialmente disponible, programado adecuadamente y provisto de, o asociado en la medida necesaria con, circuitos apropiados, para realizar las funciones concebidas según y dentro del marco de la presente invención.

45 En una realización del sistema de seguridad 1 contra incendios, el segundo sistema de liberación comprende además al menos un tanque 40 de compensación que está posicionado a lo largo del circuito 34 de bypass, en particular entre la válvula 36 de bypass y el al menos un catalizador 32.

De manera útil, el al menos un tanque 40 de compensación está configurado para ajustar el caudal de hidrógeno H₂ transportado hacia el catalizador 32.

50 El ajuste deseado se puede obtener, por ejemplo, mediante un dimensionamiento adecuado del tanque 40 de compensación y/o asociando el tanque 40 de compensación con uno o más dispositivos de regulación de flujo adecuados, que pueden controlarse, por ejemplo, mediante el sistema 38 de control.

Ventajosamente, el segundo sistema de liberación comprende, por ejemplo, sensores de flujo de aire que optimizan la mezcla de aire del hidrógeno y la entrada de aire del/de los catalizador/es para garantizar el mejor rendimiento de conversión.

5 Según una posible realización, el segundo sistema de liberación comprende además un dispositivo 42 de detección que está configurado para detectar cuándo el vehículo 100 entra o está situado dentro de un espacio cerrado o confinado 110.

Por ejemplo, el dispositivo 42 de detección puede comprender al menos uno o más de entre:

10 - uno o más sensores de presión que están instalados a bordo del vehículo 100 y son adecuados para detectar las ondas de presión que se generan cuando un vehículo entra en un túnel o una estructura confinada similar, y para enviar las señales correspondientes S_{DET} indicativas de la entrada del vehículo en dicho espacio confinado 110 al sistema de control 38; y/o

15 - uno o más sensores ópticos instalados también a bordo de un vehículo y capaces de detectar cuándo el vehículo ha entrado o está dentro de un espacio confinado, tal como un garaje cerrado o un estacionamiento cubierto, y enviar las señales correspondientes S_{DET} indicativas de la posición propiamente dicha del vehículo dentro del espacio confinado 110 al sistema de control 38.

Claramente, se pueden usar otros tipos de dispositivos de detección, como dispositivos de captura de imágenes, y se puede implementar cualquier combinación de diferentes tipos de dispositivos de detección en el sistema 1 catalizador.

20 En la práctica, el sistema 38 de control puede emitir una señal S_C de comando que accione la conmutación de la válvula 36 de bypass, en base a: solo señales S_{FUEGO} recibidas en entrada por cualquier dispositivo de alarma antiincendios instalado a bordo del vehículo 110, que son indicativas de la presencia de fuego a bordo; o solo en señales S_{DET} recibidas en entrada y emitidas por uno o más dispositivos 42 de detección, que indican que el vehículo 100 ha entrado o está dentro de un espacio confinado o cerrado 110; o solo cuando ambos tipos de señales se reciben en entrada.

25 Según otra posible realización, el segundo sistema de liberación comprende además al menos una turbina 44 de vapor que está situada hacia abajo del al menos un catalizador 32 a lo largo de un camino 46 de liberación a lo largo del cual se dirige la sustancia diferente generada a través del catalizador 32 por medio de la transformación química del flujo de hidrógeno H_2 , para ser liberada.

30 Según esta realización, por ejemplo, el vapor de agua H_2O generado no se libera inmediatamente y directamente al exterior del vehículo 110 sino que es forzado a pasar a través de la turbina 44 de vapor; de esta manera, la turbina 44 de vapor puede producir energía que puede ser utilizada, por ejemplo, para alimentar ventiladores destinados a ventilar el ambiente circundante, contribuyendo así a reducir la temperatura y mejorar la eficacia general del sistema antiincendios 1.

35 Convenientemente, el sistema 1 de seguridad antiincendios según la presente invención puede ser escalado y adaptado adecuadamente a las diversas aplicaciones, y especialmente a los diversos tipos de vehículos de transporte en los que se instale.

En particular, para los vehículos 100 de transporte que tienen una pluralidad de tanques de almacenamiento, como por ejemplo se representa esquemáticamente en la Figura 1, el segundo sistema de liberación comprende preferiblemente una pluralidad de catalizadores 32 que están conectados en paralelo entre sí, y cada uno a un tanque 101 de almacenamiento correspondiente.

40 Cada uno de tales catalizadores 32 puede recibir un flujo correspondiente de hidrógeno y transformarlo químicamente a través de una reacción redox, como se describió anteriormente.

45 Preferiblemente según la invención, el segundo sistema de liberación comprende una pluralidad correspondiente de depósitos 40 de compensación; por consiguiente, cada tanque 40 de compensación está conectado hacia arriba con un catalizador asociado 32 y está configurado para ajustar el flujo de hidrógeno H_2 destinado a pasar a través de dicho catalizador asociado 32.

50 Según esta realización, el segundo sistema de liberación puede comprender un único circuito 34 de bypass y una única válvula 36 de bypass común a, y que interconecta todos los tanques 101 de almacenamiento cada uno con un catalizador 32 correspondiente de la pluralidad de catalizadores 32; o podría haber un circuito 34 de bypass dedicado y una válvula 36 de bypass asociada que conecte individualmente cada tanque 101 de almacenamiento a un único catalizador 32 correspondiente.

En ambos casos, la o cada válvula 36 de bypass, y opcionalmente también el o cada tanque 40 de compensación, pueden controlarse mediante un único sistema 38 de control.

Por lo tanto, es evidente a partir de la descripción anterior que el sistema 1 de seguridad antiincendios según la presente invención permite lograr el objetivo previsto ya que permite mejorar el funcionamiento general y la eficacia

5 del sistema antiincendios a bordo con el que se equipan los vehículos que tienen hidrógeno almacenado a bordo. El sistema 1 es especialmente útil si se producen incendios en espacios cerrados o confinados; de hecho, en tales casos, la transformación química del hidrógeno gaseoso en otra sustancia, como el vapor de agua, es decir, una sustancia menos peligrosa, permite reducir convenientemente el riesgo de generar condiciones altamente peligrosas dentro de los espacios cerrados o confinados.

10 En particular, el sistema antiincendios 1 en su conjunto tiene una composición algo así como modular donde un primer sistema de liberación se puede utilizar en determinadas condiciones operativas, y en particular cuando se produce un evento de incendio en espacios abiertos, y un segundo sistema de liberación complementario que puede activarse selectiva y adecuadamente ad hoc, de una manera que puede adaptarse a medida adecuadamente. Por ejemplo, el segundo sistema de liberación puede estar configurado para que el sistema 38 de control pueda accionar la válvula 36 de bypass, evitando así el primer sistema de liberación, al entrar o estar en un espacio cerrado o confinado incluso si no hay un evento de incendio a bordo, sólo cuando el vehículo se encuentre en un espacio cerrado o confinado y al mismo tiempo exista un evento de incendio a bordo, o incluso cuando exista un evento de incendio y el vehículo se encuentre en un ambiente abierto y la intervención del segundo sistema de liberación pueda ser adecuada y apropiada de todos modos.

15 El sistema 1 de seguridad antiincendios así concebido es susceptible de modificaciones y variaciones, todas ellas dentro del alcance del concepto inventivo tal como se define en particular por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de seguridad antiincendios para un vehículo (100) de transporte que tiene uno o más tanques (101) de almacenamiento que almacenan hidrógeno (H₂), estando el sistema (1) de seguridad antiincendios caracterizado por que comprende al menos:
- 5 - un primer sistema (12, 14) de liberación de hidrógeno que está configurado, en particular en caso de incendio a bordo del vehículo (100), para liberar al exterior del vehículo hidrógeno (H₂) contenido en al menos uno de los tanques (101) de almacenamiento; y
- 10 - un segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación que está dispuesto para intervenir y evitar el primer sistema (10, 12) de liberación de hidrógeno en condiciones operativas predeterminadas, en donde el segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación está configurado para transformar mediante una reacción química, al menos una parte del hidrógeno desviado (H₂) que fluye hacia fuera desde al menos un tanque (101) de almacenamiento, en al menos una sustancia diferente.
2. Un sistema (1) de seguridad contra incendios según la reivindicación 1, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación está configurado para liberar al exterior del vehículo (100) la al menos una sustancia diferente obtenida a través de la reacción química
- 15 3. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según la reivindicación 1 ó 2, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación está configurado para intervenir y evitar, al menos temporalmente, dicho primer sistema (12, 14) de liberación de hidrógeno cuando el vehículo (100) entra en, o se encuentra dentro de, un espacio cerrado o confinado (110).
- 20 4. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según la reivindicación 3, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación está configurado para evitar, al menos temporalmente, dicho primer sistema (12, 14) de liberación de hidrógeno cuando el vehículo (100) entra a dicho espacio cerrado o confinado (110) y se genera una alarma de incendio a bordo del vehículo (100) mientras el vehículo (100) aún se encuentra dentro del espacio cerrado o confinado (110).
- 25 5. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación está configurado para intervenir y evitar al menos temporalmente dicho primer sistema (12, 14) de liberación de hidrógeno en caso de evento de incendio a bordo del vehículo (100).
- 30 6. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación comprende al menos un catalizador (32) adecuado para reaccionar químicamente con, y transformar al menos una parte del hidrógeno (H₂) que fluye fuera del al menos un tanque (101) de almacenamiento en dicha al menos una sustancia diferente.
- 35 7. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según la reivindicación 6, en donde dicho al menos un catalizador (32) está configurado para transformar químicamente al menos una parte del hidrógeno (H₂) que fluye fuera del al menos un tanque (101) de almacenamiento en vapor de agua (H₂O) y controlar ventajosamente la combustión del flujo mezclado del hidrógeno (H₂) que reacciona con el flujo de aire dentro del catalizador.
- 40 8. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según la reivindicación 6 ó 7, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación comprende además al menos un circuito (34) de bypass que conecta el al menos un tanque (101) con dicho al menos un catalizador (32), una válvula (36) de bypass posicionada a lo largo del circuito (34) de bypass y un sistema (38) de control que está configurado para conmutar dicha válvula (36) de bypass para transportar el hidrógeno (H₂) que fluye fuera del al menos un tanque (101) de almacenamiento hacia el al menos un catalizador (32).
- 45 9. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación comprende además al menos un tanque (40) de compensación que está posicionado hacia arriba del al menos un catalizador (32) y está configurado para ajustar el flujo de hidrógeno (H₂) transportado hacia el catalizador (32).
- 50 10. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según una más de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación comprende además un dispositivo (42) de detección configurado para detectar cuándo el vehículo (100) entra o está situado dentro de un espacio cerrado o confinado (110).
11. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según la reivindicación 10, en donde dicho dispositivo (42) de detección comprende al menos un sensor de presión y/o al menos un sensor óptico.
12. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación comprende además al menos una turbina (44) de vapor que está

posicionada hacia abajo del al menos un catalizador (32) a lo largo de un camino (46) de liberación adaptado para ser recorrido por el flujo de la sustancia diferente generada a través del catalizador (32).

5 13. Un sistema (1) de seguridad antiincendios según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde dicho segundo sistema (32, 34, 36, 38, 40, 42, 44) de liberación comprende una pluralidad de catalizadores (32) que están conectados, en paralelo entre sí, y cada uno a un tanque (101) de almacenamiento correspondiente de dichos uno o más tanques (101) de almacenamiento.

14. Un vehículo (100) de transporte que comprende uno o más tanques (101) de almacenamiento para almacenar hidrógeno, caracterizado por que comprende un sistema antiincendios (1) según una o más de las reivindicaciones precedentes.

10 15. Un vehículo (100) de transporte según la reivindicación 14, caracterizado por que el vehículo (100) es un vehículo propulsado por hidrógeno, en particular un vehículo ferroviario propulsado por hidrógeno.

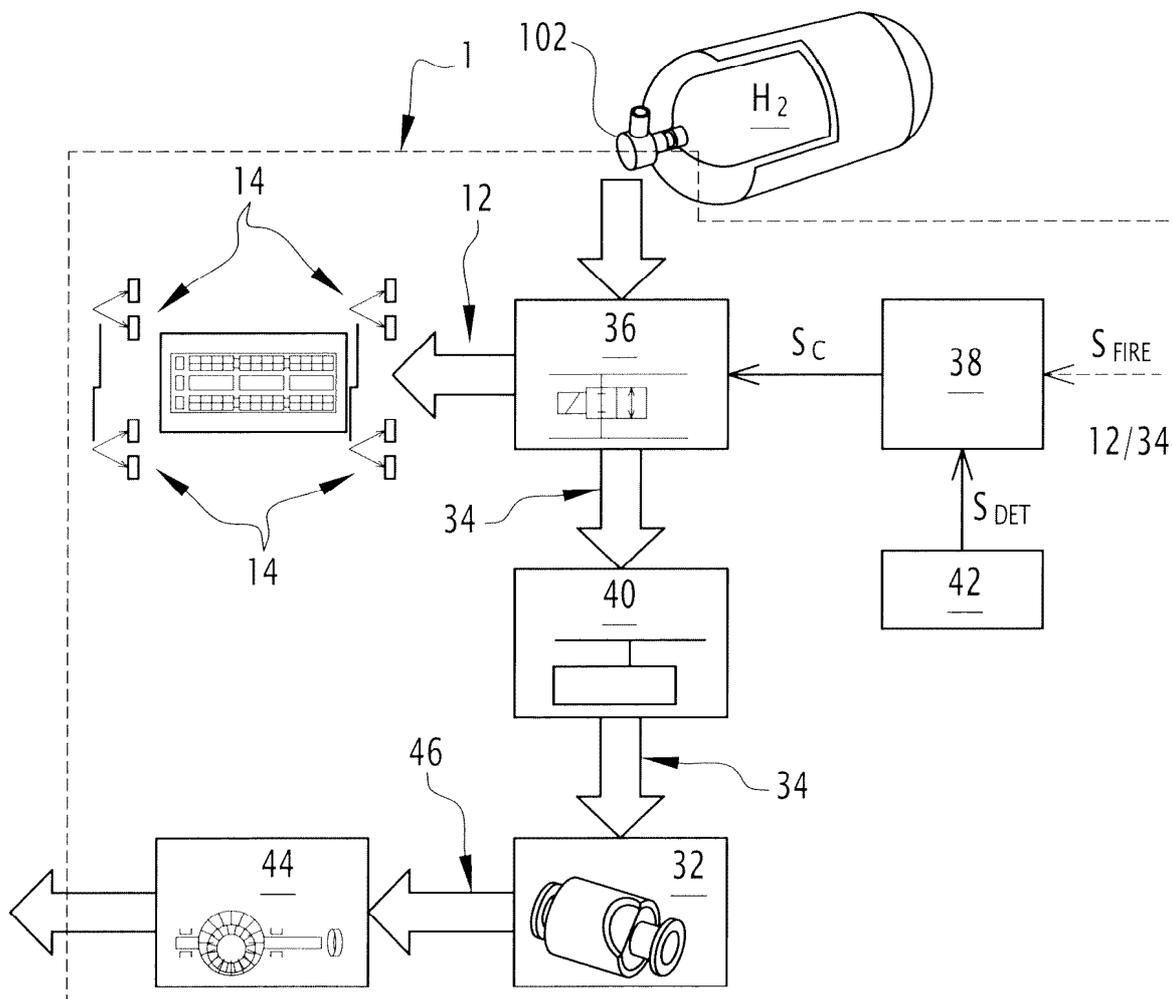


FIG.1

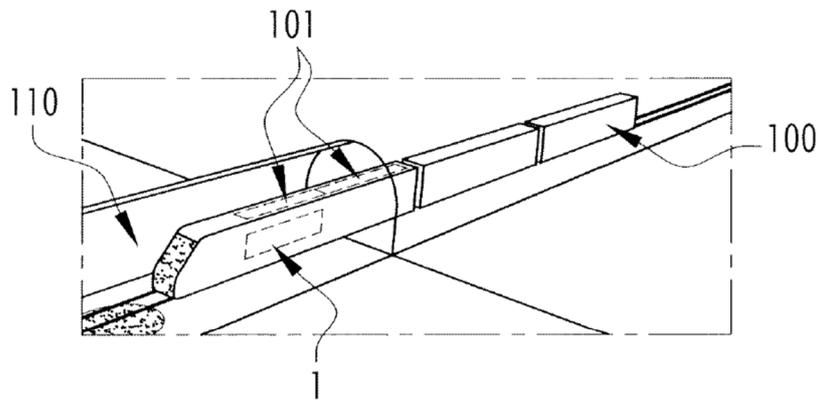


FIG.2