



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 337 748**

⑫ Número de solicitud: 200700130

⑬ Int. Cl.:

B60L 7/10 (2006.01)

B60K 6/26 (2007.10)

B60K 6/48 (2007.10)

B60L 11/18 (2006.01)

B61C 7/04 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **03.01.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2010**

Fecha de la concesión: **02.02.2011**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **14.02.2011**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
14.02.2011

⑰ Titular/es: **Inmaculada Zamora Belver
c/ Fernández del Campo, nº 13
Centro - 3º Izqda.
48010 Bilbao, Vizcaya, ES
José Ignacio San Martín Díaz,
José Javier San Martín Díaz,
Luis Antonio Ramos Revilla,
Víctor Aperribay Maiztegui,
Íñigo Javier Oleagordia Aguirre y
Roberto Bermejo Gómez de Segura**

⑱ Inventor/es: **Oleagordia Aguirre, Íñigo Javier;
Ramos Revilla, Luis Antonio;
Aperribay Maiztegui, Víctor;
San Martín Díaz, José Ignacio;
Zamora Belver, Inmaculada;
Bermejo Gómez de Segura, Roberto y
San Martín Díaz, José Javier**

⑲ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Sistema de generación y almacenamiento, a bordo, de hidrógeno y oxígeno procedentes de la energía de frenado regenerativo de vehículos.**

㉑ Resumen:

Sistema de generación y almacenamiento, a bordo, de hidrógeno y oxígeno procedentes de la energía de frenado regenerativo de vehículos.

Se diseña un sistema integral de generación y almacenamiento de hidrógeno y oxígeno mediante la energía eléctrica procedente de frenado regenerativo de las máquinas síncronas o de inducción de tracción eléctrica, instalado a bordo de un vehículo, para su posterior utilización en pilas de combustible y motores de combustión interna.

Cuando se produce un frenado, la energía cinética se transforma en eléctrica, a través del módulo recuperador electrocinético, proporcionando la energía eléctrica necesaria para alimentar al electrolizador, generando hidrógeno y oxígeno, los cuales son posteriormente almacenados, quedando disponibles para diversas aplicaciones.

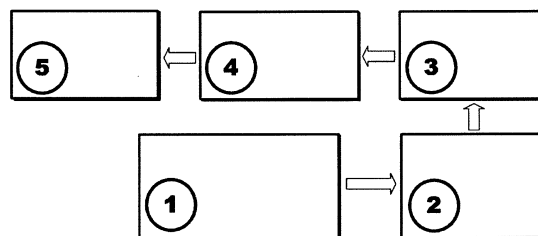
(1) Sistema de accionamiento mediante motor de combustión interna o catenaria.

(2) Tracción eléctrica.

(3) Sistema de transferencia de energía cinética en eléctrica.

(4) Generación y almacenamiento de hidrógeno y oxígeno.

(5) Aplicaciones.



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Sistema de generación y almacenamiento, a bordo, de hidrógeno y oxígeno procedentes de la energía de frenado regenerativo de vehículos.

Objeto de la invención

Se presenta a evaluación un sistema integral para vehículos y sistemas de transporte de personas y mercancías, de tracción eléctrica, para transformar energía cinética en eléctrica, mediante lazo energético, que incluye frenado regenerativo, generación y almacenamiento de hidrógeno, pila de combustible y motor de combustión interna alimentado con hidrógeno, en su caso.

Este sistema integral electromecánico permite transformar la energía mecánica del vehículo en energía eléctrica, para generar y almacenar hidrógeno y oxígeno, a bordo, utilizables en distintas aplicaciones.

En la figura 1 se representa el diagrama general de funcionamiento del sistema integral propuesto. La energía procedente del sistema de accionamiento (1), realizado mediante motor de combustión interna o mediante catenaria, actúa sobre el correspondiente generador de energía eléctrica, activando el sistema de tracción eléctrica (2) y originando el movimiento del vehículo en cuestión.

Cuando se produce un frenado, el sistema de transferencia de energía (3), transforma la energía cinética en energía eléctrica, a través de un módulo recuperador electrocinético. Este módulo proporciona la energía eléctrica necesaria para alimentar al electrolizador, generando hidrógeno y oxígeno, los cuales son posteriormente almacenados (4), quedando disponibles para diversas aplicaciones (5).

Este sistema innovador que se presenta, permite generar energía eléctrica cuando el vehículo se encuentra estacionado y puede inyectarla en la red eléctrica.

Sector de la técnica

La presente invención está ubicada en el contexto de la tracción eléctrica, concretamente en vehículos y sistemas de transporte de personas y de mercancías, como camiones, trenes, metros, autobuses, tranvías, y utilizando el concepto de frenado regenerativo, para alimentar un electrolizador, generando hidrógeno y oxígeno.

Estado de la técnica

Los sistemas convencionales de frenado disipan la energía en forma de calor, la devuelven a la red para su utilización por otros sistemas electromecánicos y otros, la almacenan en supercondensadores para reforzar a la pila de combustible. En el mercado existen algunas versiones como, por ejemplo, el camión Dumper minero T 282 B, de la firma Liebherr, que incorpora un motor diesel principal para accionar un alternador, con objeto de alimentar dos motores de inducción, uno por cada rueda tractora, pero el sistema de frenado es *regenerativo disipativo*. El calor se disipa en unas resistencias y se precisa energía eléctrica adicional para activar ventiladores que evacuen al exterior el calor producido.

En el mercado también existe el modelo experimental de automóvil Honda FCX Concept, cuya comercialización se realizó en agosto de 2.008. En este automóvil, el accionamiento se realiza mediante un motor síncrono de imanes permanentes, de 100 kW, alimentado por una pila de combustible de 100 kW. En este automóvil, la energía procedente del frenado regenerativo se almacena en supercondensadores, los cuales suministran la energía eléctrica almacenada en los instantes de aceleración, climatización y servicios auxiliares, cuando el automóvil se encuentra estacionado.

El sistema integral, objeto de solicitud de patente, está caracterizado porque la energía eléctrica procedente del frenado regenerativo se almacena en forma de hidrógeno y oxígeno, para su posterior utilización a bordo del vehículo o fuera de él, con objeto de generar energía eléctrica, energía térmica y agua. El hidrógeno se puede utilizar en pilas de combustible y/o en motores de combustión interna y el oxígeno en aplicaciones medicinales e industriales.

Descripción de la invención

La explicación de la invención se realiza en base a los esquemas, indicados por las figuras 2 y 3, que dan lugar a dos supuestos de funcionamiento. En la figura 2 se representa, de forma general, el diagrama de bloques correspondiente al sistema propuesto, cuando el motor principal del vehículo es de combustión interna y en la figura 3, cuando la energía eléctrica inicial procede de la catenaria.

El funcionamiento del sistema integral de generación y almacenamiento de hidrógeno y oxígeno, procedentes de la energía eléctrica del frenado regenerativo de las máquinas síncronas y máquinas de inducción, de tracción eléctrica, instalado a bordo de un vehículo, en virtud de la figura 2, es el siguiente:

Se parte del sistema generador de energía mecánica que, en este caso, es el motor principal de combustión interna (34). Este motor, mediante un acoplamiento mecánico (35), acciona el alternador trifásico (36). La tensión generada

en el alternador (36) es rectificadora mediante el puente rectificador totalmente controlado (7), cuya tensión de salida, V_{cc1} , se modifica mediante el sistema de control (6). La tensión V_{cc1} se aplica a la batería de supercondensadores (8) y a través del chopper (15), al electrolizador (17). La salida de la batería de supercondensadores (8) se conecta al bloque de conexión del bus de corriente continua (9). La salida del bloque del bus de corriente continua (9) se conecta a los inversores (10) y (11), los cuales, en función de las señales de control y monitorización del bloque (12), generan sistemas trifásicos independientes de tensiones y frecuencias variables, que se aplican a dos máquinas eléctricas, que pueden ser síncronas o de inducción (13) y (14), estando los ejes de las mismas unidos a los ejes de las ruedas motrices (39) y (40). Estas máquinas síncronas o de inducción (13) y (14) pueden funcionar como motor/generador.

La descripción desarrollada hasta ahora es la que corresponde al funcionamiento del sistema cuando realiza una acción motriz, puesto que las máquinas síncronas/de inducción (13) y (14) funcionan en este estado como motores síncronos/de inducción, cuyas características mecánicas son controladas por el sistema de control y monitorización (12).

En el proceso de frenado regenerativo, las máquinas síncronas o de inducción (13) y (14) funcionan como generadores síncronos o de inducción, produciendo una tensión alterna trifásica que se inyectará a los inversores (10) y (11). Estos inversores, trabajando en modo inverso, suministran una corriente continua, cuya tensión e intensidad vienen determinadas por las señales del sistema de control y monitorización del bloque (12). Esta energía eléctrica, obtenida del proceso de frenado regenerativo a través de los bloques (10), (11), (12), (13) y (14), se aplica a la batería de supercondensadores (8), mediante el bloque de conexión del bus de corriente continua (9).

El chopper (15), proporciona una tensión y corriente de salida V_{occ} e I_{occ} , respectivamente, cuyas magnitudes vienen predeterminadas por el sistema de control del chopper (16). La energía eléctrica transmitida por el chopper (15), que procede del frenado regenerativo, se aplica al electrolizador (17), produciendo hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno generado, es comprimido mediante un compresor (18) que es activado por un motor eléctrico alimentado desde el bus de corriente continua mediante el inversor correspondiente, y se almacena en el depósito de hidrógeno (19) a alta presión. El hidrógeno almacenado en este módulo (19) tiene la posibilidad de alimentar a una pila de combustible (20) y/o a un motor auxiliar de combustión interna (37). El oxígeno generado en el electrolizador (17) se almacena en el depósito de oxígeno (33).

La tensión suministrada por la pila de combustible (20) se estabiliza mediante el bloque convertidor cc/cc (21), cuya corriente y tensión de salida vienen determinadas por su sistema de control correspondiente (22). La corriente eléctrica procedente del convertidor cc/cc (21) se aplica al bloque conmutador (23) el cual, mediante la señal del sistema de control (24), permite direccionar esta energía, bien hacia el bloque del bus de corriente continua (9) o bien hacia el inversor cc/ca (25), para su posterior inyección a la red eléctrica (38). El bloque (25) se controla por el sistema de control (26), para que la energía generada sea filtrada por el bloque (27), para inyectarla a la red de baja tensión (38).

Las tensiones del bus de cc, obtenidas a partir de la batería de supercondensadores (8), de los inversores (10) y (11) y del convertidor cc/cc (17), así como de la pila de combustible (20), direccionada por el conmutador (23), se conectan mediante el bloque de conexión (9).

Por otra parte, la energía mecánica procedente del motor auxiliar de combustión interna (37) se acopla mecánicamente al motor principal de combustión interna (34) mediante el módulo de acoplamiento mecánico (35). En este sentido se hace constar que la potencia mecánica suministrada por el motor principal del bloque (34) se complementa con la potencia mecánica del bloque (37).

En la figura 3 se muestra la otra opción de funcionamiento del sistema integral de generación y almacenamiento de hidrógeno y oxígeno, con la energía procedente del frenado regenerativo de las máquinas síncronas y máquinas de inducción, de tracción eléctrica, instalado a bordo de un vehículo, para su posterior utilización en pilas de combustible. A diferencia del supuesto anterior, en este caso el sistema integral utiliza como energía eléctrica inicial, la energía eléctrica procedente de la catenaria, que se transmite al vehículo mediante el pantógrafo. El funcionamiento de este sistema, indicado en la figura 3, es el que se indica a continuación:

Se parte de la energía eléctrica suministrada por la catenaria (29), mediante el módulo de protección y adaptación de la catenaria (28), cuyas señales se modifican con el módulo de control (30). La tensión procedente del módulo de protección y adaptación de la catenaria (28) se rectifica mediante el puente totalmente controlado (7), cuya tensión de salida se modifica mediante el sistema de control (6) y se aplica a la batería de supercondensadores (8). La salida de la batería de supercondensadores (8) se conecta al bloque de conexión del bus de corriente continua (9) y su salida se conecta a los inversores (10) y (11), los cuales, en función de las señales de control y monitorización del bloque (12), generan dos sistemas trifásicos independientes de tensiones y frecuencias variables, que se aplican a dos máquinas eléctricas, que pueden ser síncronas o de inducción (13) y (14), estando los ejes de las mismas unidos a los ejes de las ruedas motrices (39) y (40).

La descripción desarrollada hasta ahora es la que corresponde al funcionamiento del sistema integral cuando está realizando una acción motriz, puesto que las máquinas síncronas/de inducción (13) y (14) funcionan en este estado como motores síncronos/de inducción, cuyas características mecánicas son controladas por el bloque de control y monitorización (12).

ES 2 337 748 B1

En el proceso de frenado regenerativo, las máquinas síncronas o de inducción (13) y (14) funcionan como generadores síncrono o de inducción, produciendo una tensión alterna trifásica que se inyectará a los inversores (10) y (11). Estos inversores, trabajando en modo inverso, suministran una corriente continua cuya tensión e intensidad vienen determinadas por las señales de control y monitorización del bloque (12). Esta energía eléctrica obtenida del frenado regenerativo a través de los bloques (10), (11), (12), (13) y (14), se aplica a la batería de supercondensadores (8), mediante el bloque de conexión del bus de cc (9). La tensión de salida de batería de supercondensadores (8) se aplica al chopper (15), el cual proporciona una tensión y corriente de salida que vienen predeterminadas por el sistema de control del bloque (16). La energía eléctrica transmitida por el chopper (15), que procede del frenado regenerativo, se aplica al electrolizador (17), obteniéndose hidrógeno y oxígeno.

El hidrógeno generado por el electrolizador (17), se comprime mediante un compresor (18) que es activado por un motor eléctrico alimentado desde el bus de cc mediante el inversor correspondiente, y se almacena en el depósito de hidrógeno (19) a alta presión. El hidrógeno almacenado en este módulo alimenta a la pila de combustible (20). El oxígeno generado en el electrolizador (17) se almacena en el depósito de oxígeno (33).

La tensión suministrada por la pila de combustible (20) se estabiliza mediante el bloque convertidor cc/cc (21), cuya corriente y tensión de salida vienen determinadas por su sistema de control correspondiente (22). La corriente eléctrica procedente del convertidor cc/cc (21) se aplica al bloque conmutador (23) el cual, mediante la señal de control del bloque (24), permite direccionar esta energía, bien hacia el bloque del bus de corriente continua (9) o bien hacia el inversor cc/ca (25), que será controlado por el sistema de control (26), para que la energía generada sea filtrada por el bloque (27). La salida del filtro (27) se conecta al módulo se conecta al módulo de protección y adaptación de la catenaria (28), controlado por el sistema de control (30). La salida del módulo de protección y adaptación de la catenaria (28) se inyecta a la catenaria (29).

Las tensiones del bus de cc, obtenidas a partir de la batería de supercondensadores (8), de los inversores (10) y (11) y del convertidor cc/cc (17), así como de la pila de combustible (20), direccionada por el conmutador (23), se conectan mediante el bloque de conexión (9).

Por último, en el contexto de funcionamiento de la pila de combustible (20), el agua obtenida de la reacción electroquímica de la misma, una vez condensada, se puede reutilizar para alimentar el electrolizador (17), a través del sistema de acondicionamiento de agua (31), minimizando, en este caso, la reposición de agua en el electrolizador (17). El depósito para el agua de reposición se muestra en el bloque (32).

En cuanto al calor liberado en la reacción exotérmica de la pila de combustible (20), cuando el vehículo está en movimiento, puede ser utilizado para el acondicionamiento térmico del vehículo, mientras que cuando se encuentra estacionado, el calor puede utilizarse para acondicionamiento térmico de agua y de edificaciones.

Utilización del hidrógeno y oxígeno almacenados

En la figura 4 se indica la utilización del hidrógeno y del oxígeno generados, tanto cuando el vehículo está en marcha, como cuando está parado.

Cuando el vehículo está en marcha, ya sea mediante el motor principal de combustión interna o mediante la catenaria, el hidrógeno almacenado en el módulo (19) puede alimentar a la pila de combustible (20) o al motor de combustión interna auxiliar (37), para que la energía eléctrica generada sirva de autoaccionamiento total o parcial del sistema de tracción (13), (14).

Cuando el vehículo está parado, el hidrógeno y el oxígeno almacenados en el mismo, pueden ser objeto de distintas aplicaciones:

- A) Almacenamiento, distribución y venta, a través de un sistema expendedor (41).
- B) Alimentación de la pila de combustible (20), para que su energía eléctrica pueda ser inyectada en la red de baja tensión (38) o en la catenaria (29).
- C) Alimentación de la pila de combustible (20), funcionando ésta como un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).

Aplicaciones industriales

Las diferentes aplicaciones industriales en las que el sistema propuesto objeto de solicitud de patente, son todas aquellas en las que se aplique la tracción eléctrica y frenado regenerativo. En este sentido, quedan incluidos los vehículos utilizados para transporte de personas y mercancías (automóviles, camiones, autobuses, ferrocarriles, metros, tranvías, trolebuses y, en general, todos los medios de transporte que en su trayectoria encuentren tramos con planos inclinados). Así mismo, desde un punto de vista operativo, deben incluirse todos aquellos sistemas de transporte vertical que tengan elevados gradientes de energía potencial.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de generación y almacenamiento de hidrógeno y oxígeno, procedentes de la energía de frenado regenerativo de vehículos, **caracterizado** porque la generación y el almacenamiento del hidrógeno y del oxígeno se realizan a bordo del mismo vehículo, siendo susceptibles de utilizarlos de diversas formas, en función de los requerimientos energéticos demandados.

2. Sistema integral según la reivindicación 1, **caracterizado** por la utilización como generador de energía mecánica inicial, un motor de combustión interna (34).

3. Sistema integral según la reivindicación 1, **caracterizado** por la utilización como energía eléctrica inicial, la energía eléctrica procedente de la catenaria (29), que se comunica con el vehículo mediante un pantógrafo.

4. Sistema integral según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la energía procedente del frenado regenerativo de una máquina de inducción o de una máquina síncrona (13) y (14), se almacena en forma de hidrógeno (19) y oxígeno (33), a bordo del propio vehículo.

5. Sistema integral según las reivindicaciones 1 y 4, **caracterizado** porque, cuando el vehículo está en marcha, la energía procedente del frenado regenerativo se almacena en forma de hidrógeno (19) y oxígeno (33), sirviendo para alimentar motores de combustión interna (37) y/o pilas de combustible (20).

6. Sistema integral según las reivindicaciones 1 y 4, **caracterizado** porque cuando el vehículo se encuentra estacionado, el hidrógeno y el oxígeno almacenados se utilizan como un sistema expendedor (41), o bien para alimentar la pila de combustible (20), generando energía eléctrica, para ser utilizada en modo aislado o en modo conectado a la red, inyectando energía eléctrica en la red de baja tensión (38) o en la catenaria (29).

7. Sistema integral según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el agua procedente de la reacción electroquímica de la pila de combustible (20), se inyecta en el sistema de acondicionamiento de agua (31), para su posterior introducción en el electrolizador (17).

8. Sistema integral según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la potencia mecánica suministrada por el motor principal de combustión interna (34), se complementa con la potencia mecánica del motor auxiliar de combustión interna (37).

9. Sistema integral según la reivindicación 1, **caracterizado** porque sirve como sistema de frenado adicional a los ya instalados en automóviles, camiones, autobuses, ferrocarriles, metros, tranvías, trolebuses y, en general, todos aquellos medios de transporte que en su trayectoria encuentren tramos con planos inclinados.

10. Sistema integral según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el oxígeno procedente del electrolizador se almacena para usos sanitarios, industriales, suministro a la pila de combustible (20) y para utilizarlo en la combustión del hidrógeno en un motor de combustión interna (34), con objeto de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno.

DIBUJOS

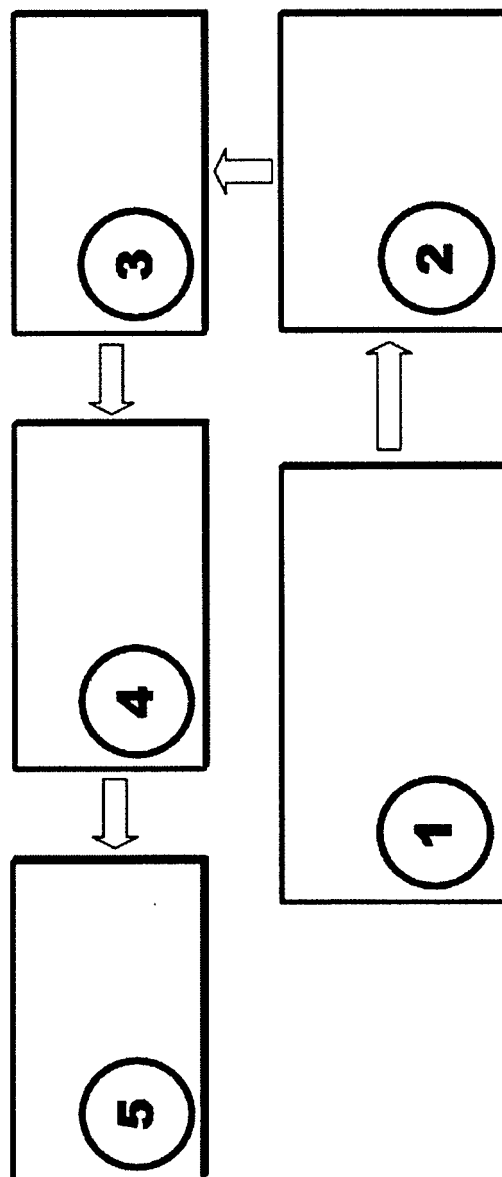


Figura 1

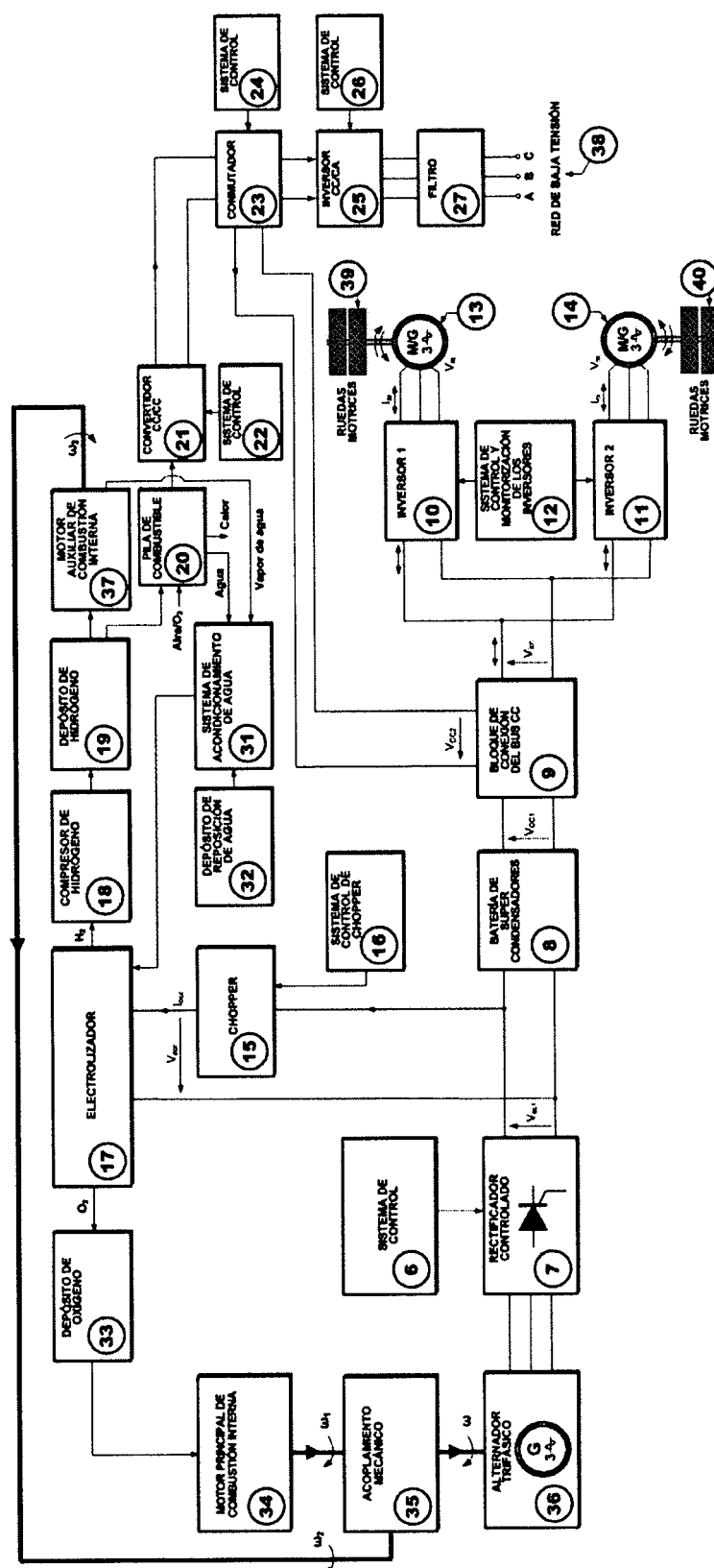


Figura 2

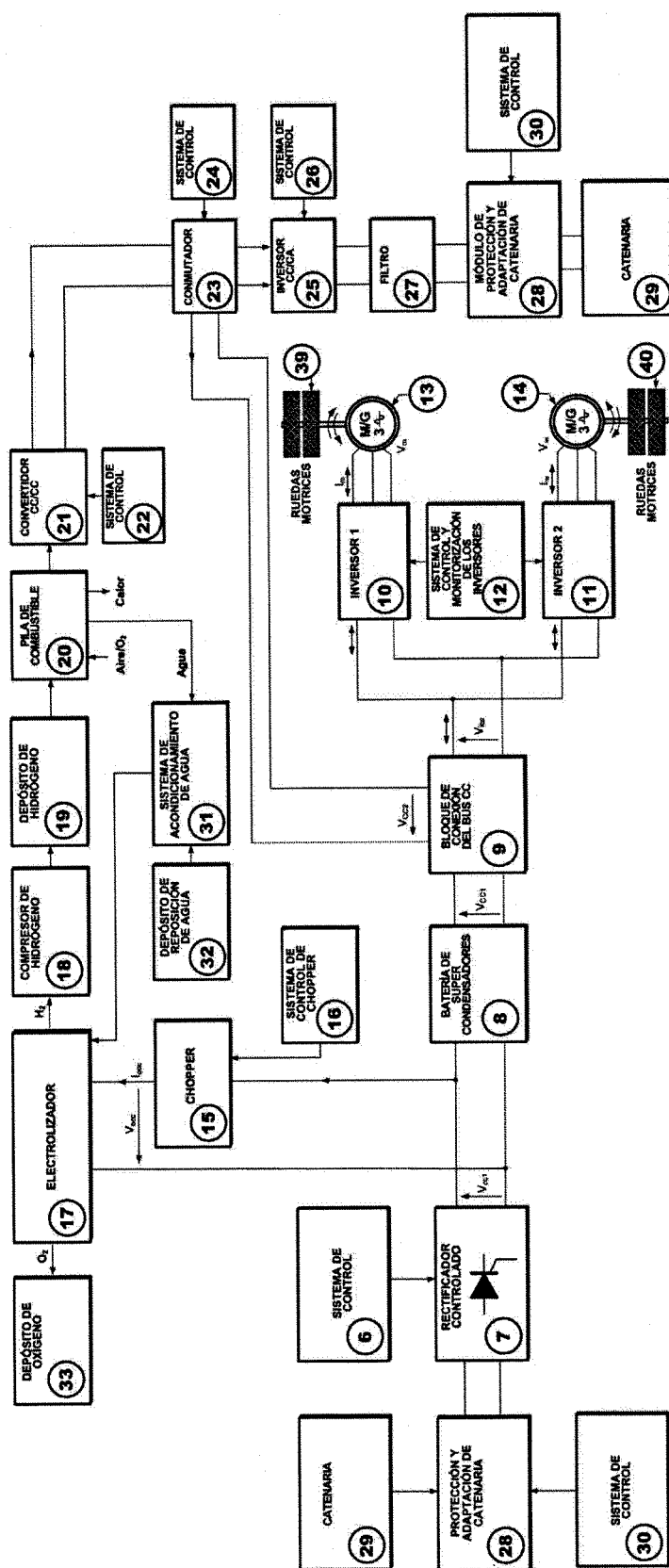


Figura 3

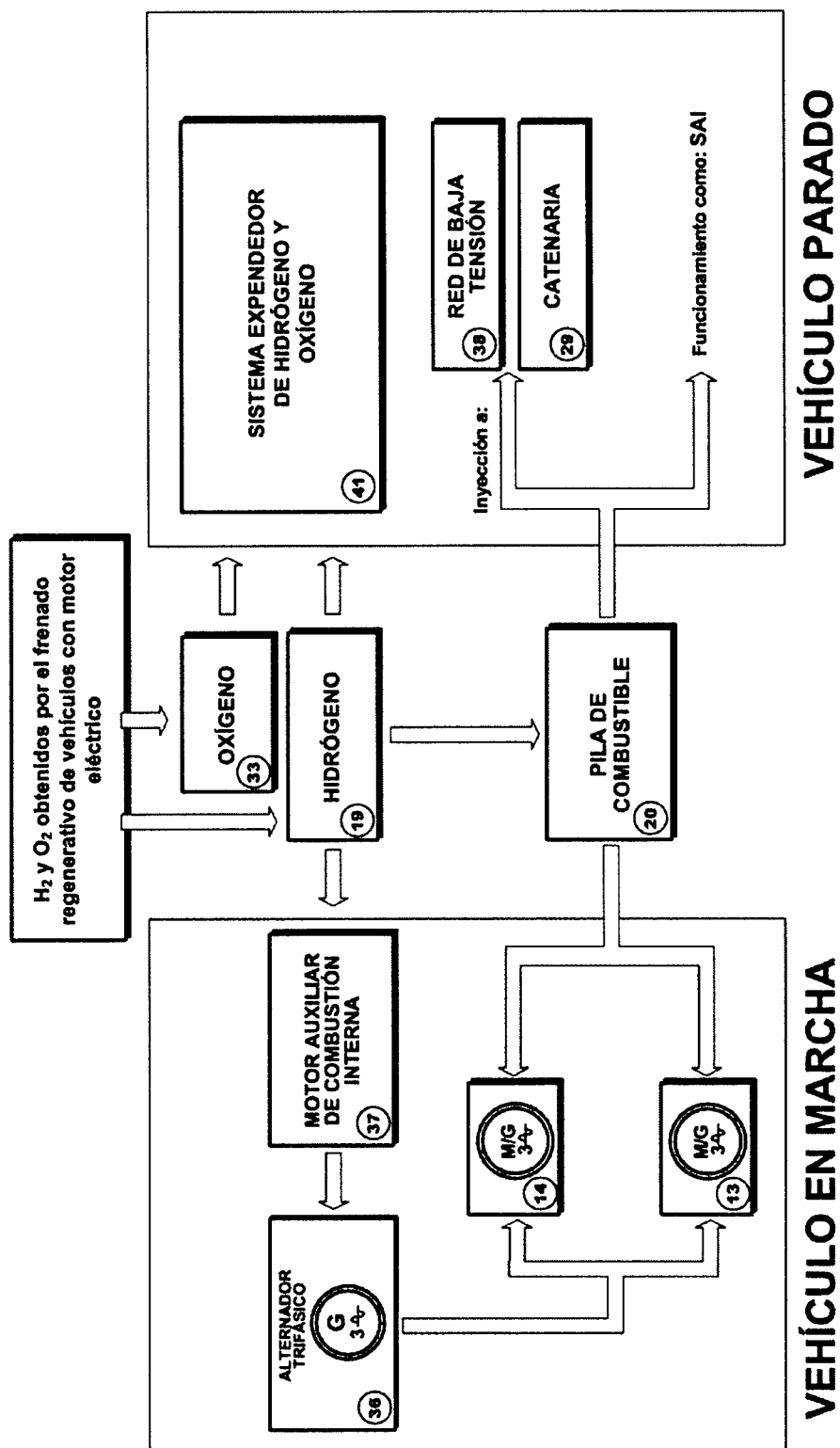


Figura 4



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 337 748

⑫ Nº de solicitud: 200700130

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 03.01.2007

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2002117857 A1 (ECKSTEIN) 29.08.2002, figuras 1-3; párrafos 31-35,42.	1-7,9,10
Y		8
Y	EP 1731345 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD) 13.12.2006, todo el documento.	8
X	DE 10107693 A1 (JERG STEFAN; SCHUMANN THOMAS) 05.09.2002, todo el documento.	1,2,4-7, 9-10
X	US 2003056510 A1 (ENERGY CONVERSION DEVICES INC) 27.03.2003, todo el documento.	1,2,4-7, 9-10
X	US 2003082424 A1 (KOHRS CHRISTIAN; TROST JUEGEN) 01.05.2003, todo el documento.	1,2,4-7, 9-10
A	DE 4210258 A1 (MAN NUTZFAHRZEUGE AG) 30.09.1993, todo el documento.	8
A	US 2005133284 A1 (CATERPILLAR INC) 23.06.2005, todo el documento.	8
A	US 4116006 A (WALLIS MARVIN E) 26.09.1978, todo el documento.	8

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

14.04.2010

Examinador

P. Valbuena Vázquez

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

B60L 7/10 (2006.01)

B60K 6/26 (2007.10)

B60K 6/48 (2007.10)

B60L 11/18 (2006.01)

B61C 7/04 (2006.01)