

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 304**

21 Número de solicitud: 201830287

51 Int. Cl.:

C01B 3/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

23.03.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.09.2019

71 Solicitantes:

HAMMER & STONE, S.L. (50.0%)
C/ Rosa de Luxemburgo, 4, Portal 5 3B
28903 GETAFE (Madrid) ES y
DOMUS BETA, S.L. (50.0%)

72 Inventor/es:

ANTEQUERA RODRÍGUEZ, Nicolás

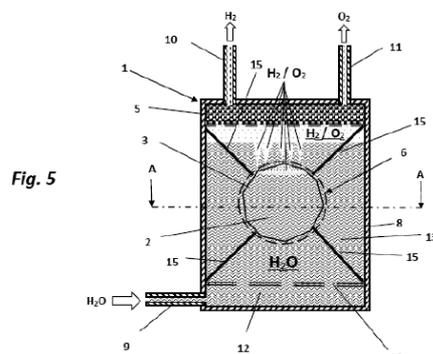
74 Agente/Representante:

BARBOZA, Gonzalo

54 Título: **DISPOSITIVO GENERADOR DE GAS HIDRÓGENO A PARTIR DE AGUA, INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE GAS HIDRÓGENO Y SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA QUE COMPRENDEN EL DISPOSITIVO GENERADOR**

57 Resumen:

Dispositivo generador (1) de hidrógeno a partir de agua, con cámara de hidrólisis (2) que es una oquedad interna de un recipiente hueco (6) con orificios de salida de gases para evacuar hidrógeno y oxígeno generados, y orificios de entrada de agua para el paso de agua a la cámara de hidrólisis (2), que comprende emisores (4) de energía eléctrica en la pared (3) para emitir señales eléctricas que comprenden ondas electromagnéticas entre 3 MHz y 300 MHz hacia el interior la cámara de hidrólisis (2), y un módulo electrónico de control (17) para emitir señales que hacen que los emisores (4) generen ondas electromagnéticas superpuestas que en su conjunto presentan frecuencias de onda correspondientes a un rango de frecuencias en el que vibran moléculas de agua para producir reacciones vibratorias que rompen enlaces entre hidrógeno y oxígeno de las moléculas de agua para disociar agua en la cámara de hidrólisis (2) en hidrógeno y oxígeno.



DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO GENERADOR DE GAS HIDRÓGENO A PARTIR DE AGUA, INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE GAS HIDRÓGENO Y SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA QUE COMPRENDEN EL DISPOSITIVO GENERADOR

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención pertenece al campo técnico de los métodos y dispositivos para la generación de gas hidrógeno a partir de agua que se basan en la radiación del agua con señales de radiofrecuencia susceptibles de romper la molécula de agua mediante este tipo de radiación.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR A LA INVENCIÓN

El hidrógeno y la producción de energía son conceptos sobre los que se ha estado investigando en las últimas décadas.

En la actualidad, casi la totalidad de la producción de hidrógeno proviene de los combustibles fósiles, un proceso altamente contaminante debido a la emisión de gases nocivos y de dióxido de carbono, elemento éste último directamente relacionado con el efecto invernadero en el planeta.

El hecho de que aún se esté utilizando este proceso reside en que métodos como la electrólisis del agua no pueden ser aplicables económicamente ya que el hidrógeno producido por este proceso implica menos energía que la empleada para obtenerlo. En el estado actual de generación de Hidrógeno, son conocidos distintos tipos de sistemas que están basados fundamentalmente en llevar a cabo una electrólisis eficiente en términos económicos. Así pues, se utilizan electrodos basados en aleaciones, generalmente formadas por metales preciosos o con un alto coste económico por lo que aunque el proceso de electrólisis puede llegar a ser económicamente viables, el coste de estas aleaciones hace inviable este tipo de procesos. En otros casos, se han llevado a cabo procesos de electrólisis basados en materiales económicos pero que presentan el problema de no ofrecer un gran rendimiento industrial.

A nivel más específico del estado de la técnica, se están diseñando tecnologías

alternativas para la generación de hidrógeno que intentan solucionar el problema de la electrólisis haciéndola más eficiente en términos económicos pero que finalmente, a nivel de su implantación industrial no consiguen su objetivo de forma satisfactoria debido al incremento de escala y a la dificultad de su implantación, bien porque contempla muchos
5 elementos con instalaciones y mantenimientos complicados o bien porque contempla elementos de alto coste como se ha comentado en los párrafos anteriores.

Así, en la patente US6534033 se describe un sistema de generación y almacenamiento de hidrógeno basado en hidruros metálicos. Elementos como el borohidruro de sodio
10 (NaBH₄) se describen como preferidos frente a otro tipo de hidruros. Se describe un proceso en el que el borohidruro reacciona con el agua produciendo gas hidrógeno (H₂) y borato (BO₂). Sin embargo, se trata de un proceso muy lento que no resulta viable a escala industrial y, por tanto, requiere la utilización de sistemas catalíticos complejos que sufren desgaste y tienen un coste elevado. Además, en cualquier caso, la utilización de
15 estos sistemas catalíticos no optimiza al proceso para su utilización industrial. Sin embargo, tal como se indica en la patente US6534033, los hidruros metálicos sí son válidos para el almacenamiento de hidrógeno.

En la patente US7344571 se describe un sistema de generación de hidrógeno donde se
20 diseña un recipiente que contiene lo que denomina hidrógeno en forma sólida a través de hidruros y que mediante un proceso genera hidrógeno en forma de gas. Se trata de un dispositivo para el almacenamiento de hidrógeno y que es capaz de liberar en forma de gas ese hidrógeno almacenado previamente.

La patente US7455829 también se basa en la generación de hidrógeno a través de
25 hidruros químicos y donde utiliza un proceso de reacción entre el hidruro y vapor de agua destilada. El vapor de agua se consigue mediante una mezcla de producto químico que genera vapor de agua a partir de 0 grados centígrados. Aunque el proceso es original, no es apto para producciones industriales debido a que se trata de un proceso complejo que
30 requiere mantenimientos más frecuentes que otros procesos de electrólisis.

Un generador de hidrógeno que mejora en ciertos aspectos la electrólisis es el mencionado en la patente US7513978. En dicho documento, se describe un generador basado en electrólisis convencional que presenta una estructura optimizada de cátodos y
35 ánodos pero que hace uso de aditivos tales como electrolitos y otros elementos químicos. Son precisamente estos aditivos los que realmente llevan a cabo una electrólisis de forma

más optimizada pero su presencia también implica el consecuente añadido económico de dichos aditivos y el desgaste de los cátodos y ánodos debido a las reacciones químicas del proceso de electrólisis convencional. Además, la diferencia de costes energéticos entre la electrólisis convencional y este tipo de métodos es pequeña.

5

De la misma manera que en el anterior caso, la patente US7803349 describe un generador de hidrógeno basado en electrodos básicamente formados por aluminio y donde se asegura que la pureza del hidrógeno es del 99.99% o superior. Realmente el proceso de electrólisis, en cualquiera de sus versiones produce un hidrógeno de esa
10 pureza, siendo esta la mejor característica del proceso de electrólisis. Ahora bien, los electrodos siempre sufren desgaste y finalmente han de ser reemplazados por unos nuevos siendo el caso de los electrodos de aluminio el caso más sensible a la corrosión y por lo que presenta menor duración. En cualquier caso, se trata de un proceso convencional de electrólisis con aditivos en forma de electrolito.

15

Por su parte, la patente US7833473 presenta básicamente un producto para el almacenamiento de hidrógeno basado en aleaciones de materiales, elementos cerámicos y donde el galio es un elemento presente. No contempla por tanto la producción de hidrógeno sino que se centra en la recuperación del hidrógeno almacenado en el
20 dispositivo.

De forma similar al proceso descrito en la patente US7455829 anteriormente mencionada, la patente US7951349 describe un proceso de almacenamiento y generación de hidrógeno a través del vapor de agua. Se genera un hidrógeno en forma
25 de gas para su utilización en vehículos de combustión. De igual forma a la patente anterior, se basa en un proceso de electrólisis con ciertas mejoras pero que no resuelve el problema de la generación de hidrógeno bajo demanda con un coste mínimo.

Otro generador de hidrógeno basado en catalizadores es el presentado en la solicitud de
30 patente US20060185242. Utiliza un 20% de borohidruro de sodio, un 8% de hidróxido de potasio y un 72% de agua y un catalítico específicamente diseñado que interactúa con la mezcla anterior para producir hidrógeno de una forma más eficiente. La eficiencia del proceso debe ser baja debido a la mezcla utilizada así como el coste del catalítico debe ser alto para la generación de hidrógeno y la vida útil del mismo, que requerirá su
35 sustitución y cuyo proceso suele ser costoso.

Por otra parte, y ya en el campo de la generación de hidrógeno basado en la radiación de agua con señales de radiofrecuencia, existen algunas referencias que ponen de manifiesto la ruptura de la molécula de agua mediante este tipo de radiación.

5 Así, la solicitud de patente US20090294300 describe un sistema, que se basa en la combustión que se presenta en el agua salada debido al uso de una determinada señal de radiofrecuencia en un determinado dispositivo. Como es sabido, el agua es imposible que arda pero científicamente hablando, la generación de una llama y, por tanto, la generación de un "combustible" es factible en términos científicos. Realmente no es un
10 misterio lo que sucede en el proceso expuesto en la patente analizada. El hidrógeno no puede arder si está ligado al oxígeno (como en el agua). Pero, si se mezcla el agua con cloruro de sodio, los enlaces entre hidrógeno y oxígenos en la molécula de agua se debilitan. Entonces, si se lleva a cabo un proceso de interacción con una onda de radio muy fuerte, el hidrógeno y el oxígeno pueden separarse. Si además se agrega calor,
15 entonces el hidrógeno producirá una llama, y esto es lo que realmente arde. El proceso ha separado el oxígeno y el hidrógeno y está quemando el hidrógeno, no el agua. No obstante, el proceso genera una llama pero no recolecta el hidrógeno ni el oxígeno y funciona exclusivamente con agua salada debido a lo explicado anteriormente. Por tanto, se puede entender el proceso como un generador de calor o proceso de combustión
20 debido al hidrógeno.

Finalmente, la patente EP2911976A4 se refiere a un generador de hidrógeno basado en ondas de radio que actúan sobre gotas de agua y cuya desventaja principal reside en la lentitud del proceso y la utilización de electrolitos.

25

El estado actual de la técnica y los diversos métodos contemplados para la producción de hidrógeno, no resuelve satisfactoriamente el problema de la generación de hidrógeno bajo demanda de forma que el proceso sea comercialmente viable en términos económicos y de rendimiento a escala industrial.

30

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención tiene por objeto solucionar los inconvenientes inherentes en el estado la técnica mediante una tecnología basada en ondas electromagnéticas y el principio de superposición de las mismas de forma que se lleve a cabo una reacción vibratoria en cadena que es susceptible de romper los enlaces covalentes entre el hidrógeno y oxígeno con un rendimiento eficaz utilizando para ello una estructura de cámara de hidrólisis especialmente diseñada para tal fin.

Así, la presente invención se refiere a un dispositivo generador de gas hidrógeno a partir de agua, una instalación de producción de gas hidrógeno que comprende el dispositivo generador, y a un sistema de generación de energía eléctrica que comprende la instalación de producción de gas hidrógeno.

Conforme a la invención, el dispositivo generador comprende una cámara de hidrólisis rodeada por una pared y comunicada con la cámara de agua para disociar moléculas de agua presente en la cámara de hidrólisis en gases de hidrógeno y de oxígeno, comprendiendo la cámara de hidrólisis al menos una entrada de agua para recibir agua a disociar y al menos una salida de gases para evacuar gases hidrógeno y oxígeno generados en la disociación del agua en la cámara de hidrólisis, una pluralidad de emisores de energía eléctrica conectados a la cámara de hidrólisis para disociar agua contenida en la cámara de hidrólisis en gas hidrógeno y gas oxígeno, y a un módulo electrónico de control conectado a los emisores de energía eléctrica y diseñado para controlar la energía eléctrica suministrada a los emisores de energía eléctrica, un sistema separador de gases para separar gas hidrógeno de los gases generados en la cámara de hidrólisis, y al menos una salida de hidrógeno para evacuar gas hidrógeno separado por el sistema separador de gases. En este dispositivo generador,

la cámara de hidrólisis es una oquedad interna de un recipiente hueco;

la entrada de agua y la salida de gases comprenden orificios pasantes en la pared del recipiente hueco;

la pared del recipiente hueco comprende al menos un orificio de salida de gases para evacuar de la cámara de hidrólisis los gases hidrógeno y oxígeno generados, así como al menos un orificio de entrada de agua para el paso de agua a la cámara de hidrólisis;

los emisores de energía eléctrica están dispuestos en la pared del recipiente hueco, para emitir respectivas señales eléctricas que comprenden ondas

electromagnéticas de entre 3 MHz y 300 MHz hacia el interior la cámara de hidrólisis, el módulo electrónico de control está diseñado para emitir señales que hacen que los emisores de energía eléctrica generen ondas electromagnéticas superpuestas que en su conjunto presentan frecuencias de onda correspondientes a un rango de frecuencias en el que vibran moléculas de agua para producir reacciones vibratorias en las moléculas de agua que rompen enlaces entre hidrógeno y oxígeno de las moléculas de agua para disociar agua contenida en la cámara de hidrólisis en el gas hidrógeno y el gas oxígeno.

La presente invención se basa en el conocido hecho de que las moléculas vibran y que tal vibración afecta a sus enlaces, teniendo en cuenta la teoría anterior, se trata de un dispositivo que comprende una estructura especialmente diseñada para facilitar la disociación de las moléculas de agua, y un dispositivo electrónico, conectado a la anterior estructura y que genera señales que permiten hacer vibrar los elementos dispuestos para ello en la mencionada estructura.

Así, se conoce que las oscilaciones armónicas ocurren cuando un sistema contiene una parte que experimenta una fuerza de restauración proporcional al desplazamiento de la posición de equilibrio.

En mecánica cuántica, la energía potencial de una molécula diatómica se incrementa si los núcleos están desplazados de sus posiciones de equilibrio. Cuando ese desplazamiento es pequeño, se puede expresar la energía potencial como los primeros términos de una serie de Taylor:

$$V(x) = V(0) + \left(\frac{dV}{dx}\right)_0 x + \left(\frac{d^2V}{dx^2}\right)_0 x^2 + \dots$$

donde

$V(x)$ es la energía potencial en el punto x

$V(0)$ es la energía potencial en el punto 0

dV es la variación de la energía potencial

dx es la variación del desplazamiento (distancia)

d^2V es la segunda variación de del potencial

dx^2 es la segunda variación del desplazamiento

de manera que el cociente dV/dx es la primera derivada del potencial en el punto 0, y el cociente d^2V/dx^2 es la segunda derivada del potencial en el punto 0.

De esta manera, se puede deducir si se está en un mínimo o en un máximo de la función que representa la curva de energía.

5 Por tanto, cuando la longitud de enlace de equilibrio $x=0$ y $V(0) = 0$ la curva de energía potencial tiene un mínimo, tal y como puede apreciarse en la figura 1.

Para desplazamientos pequeños de los enlaces de los átomos que forman una molécula, causadas por vibraciones, como son los que subyacen en la presente invención, los
10 términos más grandes que el de segundo orden pueden ser omitidos, por lo que nos queda la siguiente reducción que corresponde a la energía potencial de los enlaces en la molécula:

$$15 \quad V(x) = \frac{1}{2}kx^2 \quad k = \left(\frac{d^2V}{dx^2}\right)_0$$

donde $V(x)$, x^2 , d^2V y dx^2 tienen los significados anteriormente indicados y k es la constante de acoplamiento y representa la energía potencial de los enlaces en el punto 0.

20 Además, la energía potencial cercana a la distancia de equilibrio es parabólica (es decir, proporcional a x^2). Así pues, el operador Hamiltoniano para dos átomos de masas m_1 & m_2 es,

$$25 \quad H = -\frac{\hbar}{2m_1} \frac{d^2}{dx^2} - \frac{\hbar}{2m_2} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2}kx^2$$

donde k y dx^2 tienen los significados anteriormente indicados y

H es el operador Hamiltoniano

m_1 es la masa del primer átomo

m_2 es la masa del segundo átomo

30 \hbar es la energía cinética

d^2 es la segunda derivada de la energía respecto de la distancia

kx^2 es la la energía potencial

El Hamiltoniano H tiene dos significados distintos, aunque relacionados. En mecánica
35 clásica, es una función que describe el estado de un sistema mecánico en términos de

variables posición y momento, y es la base para la reformulación de la mecánica clásica conocida como mecánica hamiltoniana.

Ahora bien, cuando la energía potencial depende solamente de la separación entre las partículas del sistema, queda que,

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} kx^2$$

siendo m la masa reducida, tal que $\frac{1}{m} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}$

y donde H , \hbar , d^2 , kx^2 y dx^2 , m_1 y m_2 tienen los significados anteriormente indicados.

La aparición de la masa reducida m en el Hamiltoniano es físicamente plausible, debido a que el movimiento está dominado por el átomo más ligero (en comparación con el otro átomo). Cuando $m_1 \gg m_2$ se puede asumir que $m \approx m_2$ es decir, es decir m es aproximadamente la masa de la partícula más ligera. Un Hamiltoniano con una energía potencial parabólica es característica de un oscilador armónico, por lo que se puede adoptar las soluciones comentadas, tales que,

$$E_v = \left(v + \frac{1}{2}\right) \hbar\omega; \quad \omega = \left(\frac{k}{m}\right)^{1/2}$$

donde

E_v es el valor del operador Hamiltoniano con energía potencial parabólica

v y k tienen los significados anteriormente mencionados y teniendo v un valor de 1, 2, 3, ... n

m es la masa atómica del átomo más ligero de los átomos que componen la molécula

$\hbar\omega$ es la separación entre los distintos niveles de energías vibracionales

ω es la frecuencia vibracional de equilibrio, es decir, la frecuencia armónica

El movimiento interno de una molécula diatómica se compone del movimiento de vibración, a saber el cambio de la distancia r entre los núcleos de los átomos, y el

movimiento de rotación, a saber el cambio en la orientación espacial de la línea que une los núcleos (véase figura 2), interesando en el caso de la presente invención el movimiento de vibración y sus niveles de energía asociados.

5 Así pues, en términos de aproximación al modelo, los niveles de energía vibracionales de una molécula diatómica, como el agua, pueden aproximarse razonablemente bien mediante los niveles de energía vibracionales del oscilador armónico, por lo que tenemos que, aplicar el siguiente cálculo:

$$10 \quad E_{vib} \approx \left(v + \frac{1}{2}\right) h\omega$$

donde $h\omega$ y v tienen los significados anteriormente indicados

E_{vib} es la energía vibracional de la molécula diatómica, y

v es un número cuántico vibracional seleccionado entre 1, 2, 3... m

15 ω es la frecuencia vibracional o armónica expresada de según la fórmula

$$\omega = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{k}{\mu}\right)^{1/2}$$

en la que

20 2π es el la constante Tau utilizada en movimientos circulares o vibratorios, cuyo valor es el doble del valor de π

k es la constante del enlace, es decir, la constante de acoplamiento que representa la energía potencial de los enlaces

μ es la masa reducida del sistema, es decir, de la molécula

25 Ahora bien, se ha de tener en cuenta que, al contrario del oscilador armónico, una molécula diatómica tiene un número finito de niveles vibracionales enlazantes (véase figura 3). Una expresión más precisa para la energía vibracional molecular es aquella expresada como,

$$30 \quad E_v = \left(v + \frac{1}{2}\right) h\omega - \left(v + \frac{1}{2}\right)^2 h\omega x_e$$

donde v tiene el significado anteriormente indicado

E_v es la energía vibracional

35 $h\omega x_e$ es la distancia de equilibrio entre los átomos de la molécula, es decir, la distancia entre átomos de la molécula sin aporte externo de energía

En base anterior cabe concluir que en lugar de estar equiespaciados, los niveles vibracionales de la molécula se van acercando más y más conforme aumenta v y finalmente la energía vibracional se hace lo suficientemente grande como para provocar la disociación de la molécula en sus átomos.

Para el caso de las moléculas triatómicas, como sucede en la molécula de agua, la teoría anterior sirve como precedente a este caso pero teniendo en cuenta la nueva estructura poliatómica, así pues, para una molécula poliatómica con N átomos, la hipersuperficie de energía potencial es una función de $3N - 6$ variables. Esto es así debido a que los grados de libertad (traslación, rotación y vibración) de N átomos son $3N$. Una función de tres variables no puede representarse gráficamente y en general se representa $U(R)$ en la coordenada z frente a otras dos coordenadas x, y , mientras se mantiene el resto de las variables fijas (figura 4).

En una molécula diatómica sólo existe una manera de vibrar, estirando o acortando el enlace; en cambio, en una molécula poliatómica, existen diversas maneras de vibrar, según se tensionen los enlaces, se flexionen los ángulos, etc. El espectro IR resultante debe ser necesariamente mucho más complejo. Por tanto, La forma más adecuada de expresar estos modos de vibración sería a través de unas coordenadas particulares (coordenadas normales de vibración, Q_i) que permitieran expresar el potencial molecular como suma de potenciales armónicos, tal que,

$$V = \frac{1}{2} \sum_i^{3N} k_i Q_i^2$$

siendo el precedente de la fórmula anterior, el caso visto en el modelo diatómico, y donde

V es la energía potencial de los enlaces de la molécula

N es el número de átomos en la molécula

k_i es la constante de fuerza de enlace atómico

Q_i^2 son las coordenadas normales de vibración

En una realización de la invención, las frecuencias de onda de las ondas electromagnéticas superpuestas generadas por los emisores de energía eléctrica están comprendidas entre 5 MHz y 50 MHz, como por ejemplo entre 20 MHz y 30 MHz.

A su vez, la energía eléctrica emitida por los emisores de energía eléctrica puede tener una potencia de 600 W a 1,5 KW, particularmente de 700 W a 1,2 KW.

5 Todos o al menos una parte de los emisores de energía eléctrica puede comprender electrodos metálicos de varilla (pins) con extremos libres que emergen al interior de la cámara de hidrólisis. Alternativamente, todos o al menos una parte de los emisores de energía eléctrica pueden ser elementos piezoeléctricos están dispuestos en la pared del recipiente hueco, o dipolos de carbono en sí convencionales. También alternativamente, todos o al menos una parte de los emisores de energía eléctrica comprende electrodos
10 metálicos con extremos libres rematados en placas dispuestas en el interior de la cámara de hidrólisis. Aunque preferentemente todos los emisores de energía eléctrica son un mismo tipo anteriormente descrito, también se pueden combinar dos o más de estos tipos de emisores. Los electrodos metálicos preferentemente funcionan como antenas emisoras de ondas de radiofrecuencia o dipolos.

15

Preferentemente, los emisores de energía eléctrica están dispuestos en posiciones no enfrentadas de partes opuestas de la pared del recipiente lo que contribuye a que las ondas electromagnéticas que generan no se anulen entre sí.

20 Preferentemente, el dispositivo generador, comprende al menos un depósito de agua para contener agua a disociar, y el recipiente hueco está inmovilizado en el depósito de agua, de manera que, durante la disociación del agua queda al menos parcialmente sumergido en el agua contenida en el depósito de agua, y cada entrada de agua y cada salida de gases traspasa la pared del recipiente. El depósito de agua puede comprender
25 al menos una entrada de suministro de agua para recibir agua y al menos una salida de evacuación de gas saliente del recipiente hueco. Preferentemente, el recipiente hueco está inmovilizado en el depósito de agua, de manera que, al menos durante la disociación del agua queda completamente sumergido en el agua contenida en el depósito de agua.

30 En una realización del dispositivo generador, el sistema separador de gases está dispuesto en un espacio superior del depósito de agua; y comprende una primera salida de evacuación para evacuar gas hidrógeno saliente del sistema separador de gases, y una segunda salida de evacuación para evacuar gas oxígeno saliente del sistema separador de gases.

35

El depósito de agua puede comprender una cámara inferior de amortiguación para evitar

que el agua entrante en el depósito provoque turbulencias en la masa de agua que entra en el depósito de agua en el que está al menos parcialmente sumergido el recipiente hueco y que podrían entorpecer la entrada de agua en la cámara de hidrólisis. Esta cámara de amortiguación se encuentra en una parte inferior del depósito de agua debajo del recipiente hueco, y una cámara superior en la que está dispuesto el recipiente hueco. Entre la cámara inferior de amortiguación y la cámara superior está dispuesta una placa de amortiguación, como por ejemplo una placa agujereada, que permite el flujo de agua desde la cámara inferior hacia la cámara superior, y cada entrada de suministro de agua desemboca en la cámara de amortiguación.

10

De acuerdo con una realización preferente del recipiente hueco, la oquedad interna del recipiente hueco tiene forma de poliedro convexo, preferentemente de cúpula geodésica, cuyas caras están definidas en superficies poligonales internas de la pared del recipiente hueco, más preferentemente forma de poliedro irregular, como por ejemplo de un icosaedro truncado o cúpula geodésica, que se compone de 12 pentágonos y 20 hexágonos y cuyas caras están definidas por superficies poligonales internas en la pared del recipiente hueco.

15

En esta realización preferente del recipiente hueco, los emisores de energía eléctrica pueden estar dispuestos en correspondencia con respectivos centros de las superficies poligonales internas de la pared del recipiente hueco. A su vez, el recipiente hueco puede comprender una pluralidad de primeros orificios pasantes que traspasan la pared del recipiente en la mitad superior del recipiente y una pluralidad de segundos orificios pasantes que traspasan la pared del recipiente en la mitad superior del recipiente. Preferentemente, estos orificios pasantes están presentes en correspondencia con los vértices de las superficies poligonales internas de la pared del recipiente hueco. Los orificios pasantes que traspasan la pared del recipiente hueco pueden tener un diámetro medio de 2 a 5 mm, particularmente de 2,5 a 3 mm,

20

25

30

En otras realizaciones del recipiente hueco, la oquedad interna del recipiente tiene forma de esfera o de esferoide (como por ejemplo ovular), delimitada por la pared del recipiente hueco. También en estas realizaciones, el recipiente hueco puede comprender una pluralidad de primeros orificios pasantes que traspasan la pared del recipiente hueco en la mitad superior del recipiente y una pluralidad de segundos orificios pasantes que traspasan la pared del recipiente hueco en la mitad superior del recipiente. También en este caso, los orificios pasantes que traspasan la pared del recipiente hueco pueden

35

tener un diámetro medio de 2 a 5 mm, particularmente de 2,5 a 3 mm,

El recipiente hueco puede tener forma exterior de esfera o de esferoide, y estar hecho de un material seleccionado entre materiales plásticos termorresistentes y materiales
5 cerámicos.

La instalación de producción de gas hidrógeno conforme a la invención comprende una fuente de alimentación eléctrica, un dispositivo generador de gas hidrógeno, un sistema de suministro de agua que suministra agua al dispositivo generador, un sistema colector
10 del gas hidrógeno generado por el dispositivo generador, un sistema de almacenaje del gas hidrógeno recogido por el sistema colector, en el que el dispositivo generador es el dispositivo generador con las características principales y, en su caso, una o más de las características opcionales o preferentes, anteriormente descritas, y en el que la fuente de alimentación eléctrica está conectada a los emisores de energía eléctrica a través del
15 módulo electrónico de control.

La fuente de alimentación de la instalación puede comprender una batería que suministra energía eléctrica al módulo electrónico de control y una instalación fotovoltaica que suministra energía eléctrica a la batería y, además un sistema de recogida del gas
20 oxígeno generado por el dispositivo generador, y un sistema de almacenaje del gas oxígeno recogido por el sistema de recogida.

A su vez, el sistema de generación de energía eléctrica que comprende al menos una celda de combustible que genera energía a partir de una reacción de hidrógeno y
25 oxígeno, un sistema de suministro de hidrogeno y oxígeno conectado a la celda de combustible, y una instalación de producción de gas hidrógeno con las características principales y, en su caso, una o más de las características opcionales o preferentes, anteriormente descritas, y en la que el hidrógeno suministrado a la celda de combustible proviene del gas hidrógeno separado por el dispositivo de gases del dispositivo
30 generador comprendido en la instalación. En este sistema, el oxígeno suministrado a la celda de combustible puede provenir del gas oxígeno separado por el dispositivo separador de gases del dispositivo generador.

La instalación de producción de gas hidrógeno puede estar integrada en un sistema de
35 generación de energía eléctrica que comprende una celda de combustible. El depósito de hidrógeno y la alimentación de oxígeno proveniente del aire ambiental o, en su caso, del

depósito de oxígeno, están conectados a la celda de combustible de manera en sí convencional respectivamente a través de un conducto de hidrógeno y un conducto de oxígeno para alimentar gas hidrógeno y gas oxígeno a la celda de combustible la cual genera energía eléctrica a partir de una reacción de gas hidrógeno y gas oxígeno que
5 resulta en la formación de agua que debe evacuarse de la celda de combustible, para lo cual ésta puede estar conectada mediante un conducto agua al depósito de suministro de agua desde el que el agua que puede ser circulado a través de la conducción de agua a la entrada de suministro de agua del dispositivo generador o, en su caso, desechado al exterior de la instalación. En el caso de que la instalación no comprende una recogida del
10 gas oxígeno generado en el dispositivo generador y su almacenamiento en un depósito de oxígeno, el gas oxígeno necesario para la reacción en la celda de combustible puede ser recogido del aire medioambiental.

La salida de electricidad de la celda de combustible, es decir su ánodo y su cátodo,
15 pueden estar conectados a un módulo de control eléctrico que puede comprender, según las aplicaciones previstas, un transformador, un inversor de corriente, etc., que a su vez puede estar conectado, a través de una primera línea eléctrica, a un dispositivo eléctrico, como puede ser, por ejemplo, un acumulador eléctrico, una línea de transporte de electricidad, un motor eléctrico, etc... El módulo de control eléctrico puede estar a su vez
20 conectado, a través de una segunda línea eléctrica, al módulo de alimentación eléctrica, que podrá emplear la energía eléctrica recibida desde el módulo de control eléctrico para cargar la batería de reserva y/o para el suministro de energía al módulo electrónico de control que genera las ondas electromagnéticas para la disociación del agua que se encuentra en la cámara de hidrólisis del dispositivo generador.

25 La instalación de producción de gas hidrógeno y el sistema de generación eléctrica pueden comprender además elementos adicionales en sí convencionales, tales como por ejemplo sensores de presión de gas y agua, sensores eléctricos, un sistema eléctrico de protección contra frente a sobrecargas, válvulas de paso y de seguridad, bombas que
30 bombean el gas hidrógeno y el gas hidrógeno a sus respectivos depósitos, una bomba de agua para bombear agua desde el depósito de suministro de agua al dispositivo generador.

En una realización del sistema de generación eléctrica, la fuente de alimentación eléctrica
35 es un dispositivo fotovoltaico cuyos elementos fotovoltaicos pueden ser celdas fotovoltaicas dispuestas en paneles rígidos dispuestos en partes externas de la carrocería

del automóvil, o capas de pintura fotovoltaica aplicadas a partes externas a la carrocería. Esas partes de la carrocería pueden ser preferentemente aquellas partes de la carrocería del automóvil expuestas a un máximo de radiación solar como el techo, el capó y/o la tapa del maletero.

5

La fuente de alimentación eléctrica proporciona energía eléctrica a un módulo de alimentación eléctrica conectado a su vez al módulo electrónico de control que genera y transmite a los emisores de energía las ondas electromagnéticas que se emplean en el dispositivo generador para disociar el agua presente en la cámara de hidrólisis en gas hidrógeno y gas oxígeno.

10

El gas hidrógeno producido en el dispositivo generador puede llevarse al y acumularse en el depósito de hidrógeno a través del primer conducto de gas mientras que el oxígeno generado sale del dispositivo generador a través del segundo conducto de gas.

15

La celda de combustible recibe gas hidrógeno del depósito de hidrógeno a través del conducto de hidrógeno, y gas oxígeno contenido en el aire ambiental a través del conducto de admisión de aire que desemboca en una admisión de aire del vehículo. El agua generada en la celda de combustible se evacúa a través del conducto de agua. El conducto de agua y el conducto de oxígeno se conectan en un tubo de escape por el que el gas oxígeno generado en el dispositivo generador y agua generada en la celda de combustible son evacuados al exterior del vehículo.

20

A través de su salida de energía eléctrica y del módulo de control eléctrico, la celda de combustible suministra energía eléctrica al dispositivo eléctrico que en este caso puede ser un acumulador eléctrico en sí convencional, en dependencia del rendimiento diseñado con respecto a la producción de hidrógeno por el dispositivo generador, como los acumuladores eléctricos ya actualmente utilizados en coches híbridos, o las baterías de coche empleados en coches con motor de combustión interna.

30

El dispositivo eléctrico, es decir el acumulador eléctrico en el caso de esta realización, suministra energía eléctrica, de forma en sí conocida, a los sistemas consumidores de electricidad del automóvil que comprenden el sistema generador de movimiento que comprende los motores eléctricos de propulsión, y a los sistemas eléctricos tales como iluminación exterior e interior, aire acondicionado, ventiladores, elementos de confort y seguridad, bombas hidráulicas de la servodirección y del freno servoasistido, etc.

35

El dispositivo generador, la fuente de alimentación, la batería de reserva, el depósito de hidrógeno, la celda de combustible, la salida de energía eléctrica, el dispositivo eléctrico, los sistemas eléctricos y los sistemas generadores de movimiento del vehículo están
5 conectados a un sistema de sensores que permiten detectar/monitorizar el estado de los elementos anteriormente mencionados. Estos sensores están conectados al módulo de alimentación eléctrica que está programado para registrar y evaluar las mediciones detectadas por el sistema de sensores y para gobernar y distribuir energía en función de dichas mediciones y de la demanda energética del vehículo en cada momento así como
10 del estado de la batería eléctrica, del depósito de hidrógeno y, en general, del estado que marquen los respectivos sensores de demanda eléctrica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

15

A continuación se describirán realizaciones de la invención en base a unos dibujos esquemáticos, en los que

la figura 1 es un gráfico que muestra la curva de energía potencial de una molécula
20 diatómica;

la figura 2 es un gráfico que muestra los efectos del movimiento interno sobre la energía potencial de una molécula diatómica y sus niveles de energía asociados;

25 la figura 3 es un gráfico que muestra los efectos de un número finito de niveles vibracionales enlazantes en una molécula diatómica

la figura 4 es un gráfico que muestra las coordenadas representativas en las que se producen los movimientos de traslación, rotación y vibración en una molécula
30 poliatómica.

la figura 5 es una vista en alzado seccionada de una realización del dispositivo generador de gas hidrógeno conforme a la invención;

35 la figura 6 es una vista en sección por la línea A-A del dispositivo generador ilustrado en la figura 5;

la figura 7 es una vista en sección por la línea B-B que aparece en la figura 6, del interior una primera realización del recipiente hueco integrado en el dispositivo generador que está ilustrado en las figuras 5 y 6;

5

la figura 8 una vista del detalle I señalado en la figura 7;

la figura 9 es una vista en sección por la línea D-D que aparece en la figura 8;

10

la figura 10 es una vista en sección por la línea B-B que aparece en la figura 2 del interior de una segunda realización del recipiente hueco integrado en el dispositivo generador que está ilustrado en las figuras 5 y 6;

la figura 11 es una vista del detalle I señalado en la figura 10;

15

la figura 12 es una vista en sección por la línea E-E que aparece en la figura 11;

la figura 13 es una vista en sección por la línea B-B que aparece en la figura 6 del interior de una tercera realización del recipiente hueco integrado en el dispositivo generador que está ilustrado en las figuras 5 y 6;

20

la figura 14 es una vista del detalle I señalado en la figura 13;

la figura 15 es una vista en sección por la línea F-F que aparece en la figura 14;

25

la figura 16 es una vista en sección por la línea C-C del dispositivo generador ilustrado en la figura 5; en la que además la pared del recipiente hueco se muestra transparente a fin de que se pueda apreciar la configuración de la superficie interna de la pared;

30

la figuras 17A, 17B, 17C 17D y 17E son vistas simplificadas en sección transversal del recipiente hueco de la figura 6, en las que se muestra de forma esquemática el comportamiento de las ondas electromagnéticas emitidas por los emisores de energía eléctrica;

35

La figura 18 es un diagrama de bloques de una realización de una instalación de producción de gas hidrógeno conforme a la invención, aplicada a un sistema de

generación de energía eléctrica y que incorporara un dispositivo generador conforme a la invención, conectado a una celda de combustible;

La figura 19 es un diagrama de bloques de una realización del sistema de generación de energía eléctrica que incorpora la instalación de producción de gas hidrógeno conforme a la invención, aplicada a un vehículo.

En estas figuras aparecen signos de referencia que identifican lo siguiente:

- | | | |
|----|-----|---|
| | 1 | dispositivo generador |
| 10 | 2 | cámara de hidrólisis |
| | 3 | pared |
| | 3a | superficies poligonales internas |
| | 4 | emisor de energía eléctrica |
| | 4a | extremo libre |
| 15 | 4b | elemento piezoeléctrico |
| | 4c | placa |
| | 4d | parte conectora |
| | 5 | sistema separador de gases |
| | 6 | recipiente hueco |
| 20 | 7 | orificios pasantes |
| | 8 | depósito de agua |
| | 9 | entrada de suministro de agua |
| | 9a | conducción de agua |
| | 10 | primera salida de evacuación para evacuar gas hidrógeno |
| 25 | 10a | primer conducto de gas |
| | 11 | segunda salida de evacuación para evacuar gas oxígeno |
| | 11a | segundo conducto de gas |
| | 12 | cámara inferior de amortiguación |
| | 13 | cámara superior |
| 30 | 14 | placa de amortiguación |
| | 15 | soporte |
| | 16 | cable transmisor de señales |
| | 17 | módulo electrónico de control |
| | 18 | módulo de alimentación eléctrica |
| 35 | 19 | fuentes de alimentación eléctrica |
| | 20 | batería |

21	depósito de suministro de agua
22	depósito de hidrógeno
22a	conducto de hidrógeno
23	depósito de oxígeno
5 23a	conducto de oxígeno
23b	conducto de admisión
24	celda de combustible
24a	conducto de agua
25	salida de energía eléctrica
10 26	módulo de control eléctrico
26a	primear línea eléctrica
26b	segunda línea eléctrica
27	dispositivo eléctrico
28	sistemas consumidores de energía eléctrica
15 28a	sistemas generadores de movimiento
28b	sistemas eléctricos
29	sistema de sensores
30	tubo de escape
20 W	ondas electromagnéticas emitidas
W'	ondas electromagnéticas reflejadas
P. P'	punto de interferencia
Z	zona de interferencia

25

MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

En la realización ilustrada en las figuras 5-17, el dispositivo generador (1) de gas hidrógeno a partir de agua, comprende una cámara de hidrólisis (2) rodeada por una pared (3) para disociar moléculas de agua presente en la cámara de hidrólisis (2) en gases de hidrógeno y de oxígeno. La cámara de hidrólisis (2) es una oquedad interna de un recipiente hueco (6) que comprende la pared (3) que rodea la cámara de hidrólisis (2). La oquedad interna del recipiente hueco (6) tiene forma de cúpula geodésica, compuesta por 12 pentágonos y 20 hexágonos, cuyas caras están definidas por superficies poligonales internas (3a) en la pared (3) del recipiente hueco (6). El recipiente hueco (6) tiene forma exterior de esfera y está fabricado de un material plástico termorresistente.

La pared (3) del recipiente hueco (6) está provista de orificios pasantes (7) que comprenden orificios de entrada para el paso de agua a disociar a la oquedad interna que conforma la cámara de hidrólisis (2), y para la salida de gases hidrógeno y oxígeno generados en la disociación del agua en la cámara de hidrólisis (2). Como se puede apreciar, están previstos primeros orificios pasantes (7) que traspasan la pared (3) del recipiente hueco (6) en la mitad superior del recipiente hueco (6) y segundos orificios pasantes (7) que traspasan la pared (3) del recipiente hueco (6) en la mitad superior del recipiente hueco (6). Los orificios pasantes (7) están ubicados en correspondencia con los vértices de las superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6). Los orificios pasantes (7) pueden tener un diámetro medio de 2 a 5 mm, como por ejemplo de 2,5 a 3 mm.

El dispositivo generador (1) comprende un depósito de agua (8) para contener agua a disociar, y en el que el recipiente hueco (6) está inmovilizado mediante ocho soportes (15) de manera que, durante la disociación del agua queda sumergido en el agua contenida en el depósito de agua (8). El depósito de agua (8) comprende además una entrada de suministro (9) de agua para recibir agua a disociar. Cada soporte se extiende diagonalmente entre un vértice interior entre dos paredes contiguas del depósito de agua (8) y el recipiente hueco (6).

El depósito de agua (8) comprende una cámara inferior (12) de amortiguación que se encuentra en una parte inferior del depósito de agua (8) debajo del recipiente hueco (6), y una cámara superior (13) en la que está dispuesto el recipiente hueco (6). Entre la cámara inferior (12) de amortiguación y la cámara superior (13) está dispuesta una placa agujereada que tiene la función de placa de amortiguación (14) que evita que el agua que ha entrado por la entrada de suministro (9) fluya desde la cámara inferior (12) hacia la cámara superior (13) y entre en la cámara superior (13) uniformemente y sin turbulencias.

En un espacio superior del depósito de agua (8) se encuentra un sistema separador (5) de gases que comprende una primera salida de evacuación (10) para evacuar gas hidrógeno saliente del sistema separador de gases (5), y una segunda salida de evacuación (11) para evacuar gas oxígeno saliente del sistema separador de gases (5).

Para disociar agua contenida en la cámara de hidrólisis (2) en gas hidrógeno y gas oxígeno, el dispositivo generador (1) está provisto de una pluralidad de emisores (4) de

energía eléctrica en forma de señales de ondas electromagnéticas, conectados a la cámara de hidrólisis (2). Particularmente, los emisores (4) de energía eléctrica están dispuestos en la pared (3) del recipiente hueco (6), para emitir respectivas señales eléctricas que comprenden ondas electromagnéticas hacia el interior la cámara de hidrólisis (2).

Los emisores (4) dispuestos en correspondencia con respectivos centros de las superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6), de manera que se encuentran en posiciones no enfrentadas de partes opuestas de la pared (3) del recipiente hueco (6), de manera que básicamente se evita que las ondas magnéticas emitidas por los diferentes emisores (4) se anulen entre sí, y se consigue que se superpongan unas a otras. En las realizaciones ilustradas en las figuras, existen 32 emisores (4), uno en cada superficie poligonal interna (3a) que conforma una respectiva cara de la cúpula geodésica compuesta por 12 pentágonos y 20 hexágonos. Según esta realización, cada soporte (15) guía cuatro cables conductores (16).

Se ha podido comprobar que un recipiente hueco (6) cuya cámara de hidrólisis configurada tiene forma de cúpula geodésica de 10-15 cm de diámetro, provista de 32 emisores (4) de energía eléctrica en forma de pines, a los que se aplicó una corriente eléctrica de determinadas frecuencias entre los 5 y los 25 MHz y con una potencia de 800W, es susceptible de generar unos 100 litros de gas hidrógeno por hora a partir del agua contenida en la cámara de hidrólisis.

Los emisores reciben señales de un módulo electrónico de control (17) (figura 16) que está diseñado para emitir señales que hacen que los emisores (4) de energía eléctrica generen ondas electromagnéticas superpuestas que en su conjunto presentan frecuencias de onda correspondientes a un rango de frecuencias en el que vibran moléculas de agua para producir reacciones vibratorias en las moléculas de agua que rompen enlaces entre hidrógeno y oxígeno de las moléculas de agua para disociar agua contenida en la cámara de hidrólisis (2) en el gas hidrógeno y el gas oxígeno. Las frecuencias de onda de las ondas electromagnéticas superpuestas pueden estar comprendidas entre 5 MHz y 50 MHz, y la energía eléctrica emitida por los emisores (4) de energía eléctrica puede tener una potencia de 600 W a 1,5 KW.

Las figuras 7-9 ilustran una primera realización de los emisores (4) de energía, de acuerdo con la que cada emisor (4) de energía comprende un electrodo metálico de

varilla (pin) con un extremo libre (4a) que emerge de una de las superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6) al interior de la cámara de hidrólisis (2).

5 Las figuras 10-12 ilustran una segunda realización de los emisores (4) de energía, de acuerdo con la que cada emisor (4) de energía comprende un elemento piezoeléctrico (4b) dispuesto en una de las superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6) al interior de la cámara de hidrólisis (2).

10 Las figuras 13-15 ilustran una tercera realización de los emisores (4) de energía, de acuerdo con la que cada emisor (4) de energía comprende un electrodo metálico con un extremo libre rematado en una placa (4c) dispuesta en una de las superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) de la cámara de hidrólisis (2).

15 En cualquiera de estas tres realizaciones, cada emisor (4) de energía está, tal como muestra la figura 16, conectado a un cable conductor (16) de señales mediante una parte conectora (4d). Como se puede ver en la figura 16, varios de los cables conductores (16) se extienden desde la parte conectora (4b) hacia el soporte (15) que les es más próximo y entran en el interior del soporte (15) correspondiente (que puede ser, por ejemplo, un
20 soporte tubular). Por el interior del soporte (15) los cables conductores (16) son guiados hacia el módulo electrónico de control (17) que a su vez recibe energía eléctrica desde el módulo de alimentación eléctrica (18).

Para generar hidrógeno, el depósito de agua (8) se llena de agua por la entrada de
25 suministro de agua (9). El agua presente en el depósito de agua (8) penetra por los orificios pasantes (7) en la pared (3) del recipiente hueco (6) al interior de la cámara de hidrólisis (2). El depósito de agua (8) se llena hasta que el recipiente hueco (6) queda totalmente sumergido.

30 Cuando se activan los emisores (4) de energía, el agua presente en la cámara de hidrólisis (2) se hidroliza en oxígeno e hidrógeno que suben burbujeando a la parte superior de la cámara de hidrólisis (2) y la abandonan por los orificios (7) hacia la parte superior del depósito de agua (8), desde donde entran en el sistema separador de gases (5) en sí convencional en el que se separan en hidrógeno que sale de la primera salida
35 de evacuación (10) y oxígeno que sale por la segunda salida de evacuación (11). A medida que van saliendo el hidrógeno y el oxígeno del depósito de agua (8), se va

suministrando agua por la entrada de suministro de agua (9) de manera que se mantiene el volumen necesario de agua a disociar en el recipiente hueco (6).

Los emisores (4) de energía eléctrica emiten ondas electromagnéticas al interior de la cámara de hidrólisis (2) para de manera que se produce una disociación del agua presente en la cámara de hidrólisis (2) en gas hidrógeno y gas oxígeno. Las figuras 17A-17E muestran a modo de ejemplo algunas de las ondas electromagnéticas (W) que se emiten al interior de la cámara de hidrólisis (2). Así, en las figuras 17A, 17B, 17C, 17D y 17E se muestra esquemáticamente a modo de ejemplos simplificados el comportamiento de ondas electromagnéticas (W) emitidas por algunos de los emisores (4) de energía eléctrica en el interior de la cámara de hidrólisis (2) del recipiente hueco (6) rellena de agua (no mostrada en las figuras 17A-17E) a disociar.

El recipiente hueco (6) al que se refieren estas figuras, es el que se muestra en la figura 6, es decir, su oquedad interna que conforma de la cámara de hidrólisis tiene forma de cúpula geodésica, compuesta por 12 pentágonos y 20 hexágonos, de manera que comprende 32 emisores (4) de energía eléctrica, uno en el centro de cada superficie poligonal interna (3a) que conforma una respectiva cara de la cúpula geodésica. De esta forma, los emisores (4) de energía se encuentran en posiciones no enfrentadas de partes opuestas de la pared (3) del recipiente hueco (6), de manera que básicamente se evita que las ondas magnéticas emitidas por los diferentes emisores (4) se anulen entre sí, y se consigue que se superpongan unas a otras

En la figura 17A, se pueden apreciar tres ondas electromagnéticas (W) emitidos por respectivos emisores (4) de energía eléctrica desde lugares no enfrentados. Estas ondas electromagnéticas (W) avanzan por el agua en el interior de la cámara de hidrólisis (2) en dirección de las flechas hacia la superficie poligonal interna (3a) opuesta del recipiente hueco (6), y se cruzan entre ellas en un punto de interferencia (P) en el que se inicia la superposición de dichas ondas (W).

En la figura 17B, se pueden apreciar ondas electromagnéticas (W) emitidos por dos emisores (4) de energía eléctrica que también avanzan por el agua en el interior de la cámara de hidrólisis (2) en dirección de las flechas hacia la superficie poligonal interna (3a) opuesta del recipiente hueco (6) y se cruzan entre ellas en un punto de interferencia (P) en el que se inicia la superposición de dichas ondas (W). Las ondas electromagnéticas superpuestas entonces avanzan por el agua hacia respectivas

superficies poligonales internas (3a) de la cámara de hidrólisis (2) donde “rebotan” hacia el interior de la cámara de hidrólisis (2) como ondas electromagnéticas superpuestas reflejadas (W') que a su vez también se cruzan en otro punto de interferencia (P') donde se produce otra superposición de ondas electromagnéticas.

5

La figura 17C muestra ondas electromagnéticas (W) emitidas por un emisor (4) de energía eléctrica que también avanzan por el agua en el interior de la cámara de hidrólisis (2) en dirección de las flechas hacia la superficie poligonal interna (3a) opuesta del recipiente hueco (6) donde “rebotan” hacia el interior de la cámara de hidrólisis (2) como ondas electromagnéticas superpuestas reflejadas (W') que a su vez se cruzan con las ondas electromagnéticas (W) emitidas por el emisor (4) de energía eléctrica en otro punto de interferencia (P') donde se produce otra superposición de ondas electromagnéticas.

10

La figura 17D muestra ondas electromagnéticas (W) emitidas por 10 emisores (4) de energía eléctrica. Las ondas electromagnéticas avanzan por el agua en el interior de la cámara de hidrólisis (2) en dirección de las flechas marcadas en líneas continuas hacia las respectivas superficies poligonales internas (3a) opuestas del recipiente hueco (6) y se cruzan entre ellas en respectivos puntos de interferencia en los que se inician las superposiciones de dichas ondas. Las ondas electromagnéticas superpuestas entonces avanzan hacia respectivas superficies poligonales internas (3a) de la cámara de hidrólisis (2) donde “rebotan” hacia el interior de la cámara de hidrólisis (2) en dirección de las flechas marcadas con líneas discontinuas como ondas electromagnéticas superpuestas reflejadas que a su vez también se cruzan entre ellas y con las ondas electromagnéticas emitidas por los emisores (4) de energía eléctrica en respectivos puntos de interferencia.

15

20

25

Las ondas electromagnéticas reflejadas también “rebotan” en la pared hacia la pared opuesta que alcanzan hacia el interior de la cámara de hidrólisis (2), cruzándose con ondas electromagnéticas emitidas por los emisores (4) y ondas electromagnéticas reflejadas con las que se encuentran en su avance por la cámara de hidrólisis (2) hacia la pared poligonal interna (3a) del recipiente hueco (6), lo cual no está representado en la figura 17D por motivos de claridad. De esta forma, como ilustra la figura 17D se genera una multitud de puntos de interferencia (P , P') en los que se superponen las ondas electromagnéticas.

30

Como se puede apreciar en la figura 17E, la multitud de puntos de interferencia (P , P') generada por las ondas electromagnéticas emitidas por los 32 emisores (4) de energía

35

eléctrica y las ondas electromagnéticas reflejadas correspondientes conforma una zona de interferencia (Z) en la cámara de hidrólisis (2) del recipiente hueco (6).

Las ondas electromagnéticas superpuestas en su conjunto presentan frecuencias de onda correspondientes a un rango de frecuencias en el que vibran las moléculas de agua presentes en la cámara de hidrólisis (2) y producen reacciones vibratorias en las moléculas de agua que rompen los enlaces entre hidrógeno y oxígeno de las moléculas de agua para disociar agua contenida en la cámara de hidrólisis en el gas hidrógeno y el gas oxígeno.

La figura 18 es una representación esquemática de una realización de una instalación de producción de gas hidrógeno integrada en un sistema de generación de energía eléctrica, ambos conformes a la invención.

Puede observarse que la instalación de producción de gas hidrógeno comprende un módulo electrónico de control (17) interconectados entre el módulo de alimentación eléctrica (18) y un dispositivo generador (1) de gas hidrógeno como el que se ha descrito anteriormente. A su vez, el módulo de alimentación eléctrica (18) está conectado a una fuente de alimentación eléctrica (19) y a una batería de reserva (20).

El dispositivo de control (17) genera las ondas electromagnéticas con frecuencias de onda correspondientes a un rango de frecuencias en el que vibran moléculas de agua, las transmite a través de los cables transmisores de señales (16) a los emisores de energía eléctrica (4) de la forma anteriormente descrita con referencia a las figuras 5 a 17.

La fuente de alimentación eléctrica (19) puede comprender, por ejemplo, una instalación fotovoltaica, una instalación de energía hidráulica, una instalación de energía geotérmica, una central eléctrica, y combinaciones de las mismas. Dado que la invención se basa en la disociación del agua con ondas electromagnéticas con frecuencias de onda correspondientes a un rango de frecuencias en el que vibran moléculas de agua que producen reacciones vibratorias en las moléculas de agua que rompen los enlaces entre hidrógeno y oxígeno de las moléculas de agua para disociar agua hidrógeno y gas oxígeno, la energía eléctrica que necesita aportar la fuente de alimentación eléctrica puede ser baja en comparación con procesos de disociaciones de agua basados con sólo energía eléctrica.

La entrada de suministro de agua (9) del dispositivo generador (1) está conectada a un depósito de suministro de agua (21) mediante una conducción de agua (9a), mientras que su primera salida de evacuación (10) y su segunda salida de evacuación (11) están conectados respectivamente mediante un primer conducto de gas (10a) a un depósito de hidrógeno (22) y mediante un segundo conducto de gas (11a) a un depósito de oxígeno (23). Alternativamente, por ejemplo en aplicaciones al aire libre, el gas oxígeno proveniente del dispositivo generador (1) no se genera y se expulsa al medioambiente sin más.

La instalación de producción de gas hidrógeno esquemáticamente ilustrada en la figura 18 está integrada en un sistema de generación de energía eléctrica que comprende una celda de combustible (24). El depósito de hidrógeno (22) y el depósito de oxígeno (23) están conectados a la celda de combustible (24) en sí convencional respectivamente a través de un conducto de hidrógeno (22a) y un conducto de oxígeno (23a) para alimentar gas hidrógeno y gas oxígeno a la celda de combustible (24) la cual genera energía eléctrica a partir de una reacción de gas hidrógeno y gas oxígeno que resulta en la formación de agua que debe evacuarse de la celda de combustible (24), para lo cual ésta está conectada mediante un conducto de un conducto de agua (24a) al depósito de suministro de agua (21) desde el que el agua que puede ser circulado a través de la conducción de agua (9a) a la entrada de suministro de agua (9) del dispositivo generador (1). En el caso de que la instalación no comprende una recogida del gas oxígeno generado en el dispositivo generador (1) y su almacenamiento en un depósito de oxígeno, el gas oxígeno necesario para la reacción en la celda de combustible puede ser recogido del aire medioambiental.

La salida de electricidad (25) de la celda de combustible (24), es decir su ánodo y su cátodo, están conectados a un módulo de control eléctrico (26) que puede comprender, según las aplicaciones previstas, un transformador, un inversor de corriente, etc., que a su vez está conectado, a través de una primera línea eléctrica (26a), a un dispositivo eléctrico (27), como puede ser, por ejemplo, un acumulador eléctrico, una línea de transporte de electricidad, un motor eléctrico, etc.. El módulo de control eléctrico (26) está a su vez conectado, a través de una segunda línea eléctrica (26b), al módulo de alimentación eléctrica (18), que podrá emplear la energía eléctrica recibida desde el módulo de control eléctrico (26) para cargar la batería de reserva (20) y/o para el suministro de energía al módulo electrónico de control (17) que genera las ondas electromagnéticas para la disociación del agua que se encuentra en la cámara de

hidrólisis del dispositivo generador (1).

La instalación de producción de gas hidrógeno y el sistema de generación eléctrica esquemáticamente ilustrados en la figura 18 comprenden además elementos adicionales
5 (no ilustrados en la figura 18) en sí convencionales, tales como por ejemplo sensores de presión de gas y agua, sensores eléctricos, un sistema eléctrico de protección contra frente a sobrecargas, válvulas de paso y de seguridad, bombas que bombean el gas hidrógeno y el gas hidrógeno a sus respectivos depósitos (22, 23), una bomba de agua para bombear agua desde el depósito de suministro de agua (21) al dispositivo generador
10 (1).

La figura 19 muestra una realización un sistema de generación eléctrica conforme a la invención del tipo como el que se ilustra en la figura 18, aplicada a un vehículo, por ejemplo un vehículo terrestre, particularmente un vehículo automóvil (no representado en
15 la figura 19).

En el sistema de generación eléctrica de la figura 19, la fuente de alimentación eléctrica (19) es un dispositivo fotovoltaico cuyos elementos fotovoltaicos pueden ser celdas fotovoltaicas dispuestas en paneles rígidos dispuestos en partes externas de la carrocería del automóvil, o capas de pintura fotovoltaica aplicadas a partes externas a la carrocería.
20 Esas partes de la carrocería pueden ser preferentemente aquellas partes de la carrocería del automóvil expuestas a un máximo de radiación solar como el techo, el capó y/o la tapa del maletero.

Al igual que en la realización de la figura 18, la fuente de alimentación eléctrica (19) proporciona energía eléctrica a un módulo de alimentación eléctrica (18) al módulo electrónico de control (17) que genera y transmite a los emisores de energía las ondas electromagnéticas que se emplean en el dispositivo generador (1) para disociar el agua presente en la cámara de hidrólisis en gas hidrógeno y gas oxígeno.
30

El gas hidrógeno producido en el dispositivo generador (1) se lleva al y se acumula en el depósito de hidrógeno (22) a través del primer conducto de gas (10a) mientras que el oxígeno generado sale del dispositivo generador (1) a través del segundo conducto de gas (11a).
35

La celda de combustible (24) recibe gas hidrógeno del depósito de hidrógeno (22) a

través del conducto de hidrógeno (22a) y gas oxígeno contenido en el aire ambiental a través del conducto de admisión de aire (23b) que desemboca en una admisión de aire (no ilustrada en la figura 19) del vehículo. El agua generada en la celda de combustible (24) se evacúa a través del conducto de agua (24a). El conducto de agua (24a) y el
5 conducto de oxígeno (11a) se conectan en un tubo de escape (30) por el que el gas oxígeno generado en el dispositivo generador (1) y agua generada en la celda de combustible (24) son evacuados al exterior del vehículo.

A través de su salida de energía eléctrica (25) y del módulo de control eléctrico (26), la
10 celda de combustible (24) suministra energía eléctrica al dispositivo eléctrico (27) que en este caso puede ser un acumulador eléctrico en sí convencional, en dependencia del rendimiento diseñado con respecto a la producción de hidrógeno por el dispositivo generador, como los acumuladores eléctricos ya actualmente utilizados en coches híbridos o, baterías de coche empleados en coches con motor de combustión interna.

15 El dispositivo eléctrico (27), es decir el acumulador eléctrico en el caso de la realización representada en la figura 19, suministra energía eléctrica, de forma en sí conocida, a los sistemas consumidores de electricidad (28) del automóvil que comprenden el sistema generador de movimiento (28a) que comprende los motores eléctricos de propulsión, y a
20 los sistemas eléctricos (28b) tales como iluminación exterior e interior, aire acondicionado, ventiladores, elementos de confort y seguridad, bombas hidráulicas de la servodirección y del freno servoasistido, etc. (no mostrados en la figura 19).

El dispositivo generador (1), la fuente de alimentación (19), la batería de reserva (20), el
25 depósito de hidrógeno (22), la celda de combustible (24), la salida de energía eléctrica (25), el dispositivo eléctrico (26), los sistemas eléctricos (28b) y los sistemas generadores de movimiento (28a) del vehículo están conectados a un sistema de sensores (29) que permiten detectar/monitorizar el estado de los elementos anteriormente mencionados. Este sistema de sensores (29) está conectado al módulo de alimentación eléctrica (18)
30 que está programado para registrar y evaluar las mediciones detectadas por el sistema de sensores (29) y para gobernar y distribuir energía en función de dichas mediciones y de la demanda energética del vehículo en cada momento así como del estado de la batería eléctrica, del depósito de hidrógeno y, en general, del estado que marquen los respectivos sensores de demanda eléctrica.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo generador (1) de gas hidrógeno a partir de agua, que comprende

5 una cámara de hidrólisis (2) rodeada por una pared (3) para disociar moléculas de agua presente en la cámara de hidrólisis (2) en gases de hidrógeno y de oxígeno, comprendiendo la cámara de hidrólisis (2) al menos una entrada de agua para recibir agua a disociar y al menos una salida de gases para evacuar gases hidrógeno y oxígeno generados en la disociación del agua en la cámara de hidrólisis (2),

10 una pluralidad de emisores (4) de energía eléctrica conectados a la cámara de hidrólisis (2) para disociar agua contenida en la cámara de hidrólisis (2) en gas hidrógeno y gas oxígeno, y a un módulo electrónico de control (17) conectado a los emisores (4) de energía eléctrica que recibe energía eléctrica de un módulo de alimentación eléctrica (18) y diseñado para controlar la energía eléctrica suministrada a los emisores (4) de energía eléctrica,

15 un sistema separador de gases (5) para separar gas hidrógeno de los gases generados en la cámara de hidrólisis (2),

20 al menos una primera salida de evacuación (10) de gas hidrógeno para evacuar gas hidrógeno separado por el sistema separador de gases,

caracterizado porque

25 la cámara de hidrólisis (2) es una oquedad interna de un recipiente hueco (6) que comprende la pared (3) que rodea la cámara de hidrólisis (2);

30 la entrada de agua y la salida gases comprenden orificios pasantes (7) en la pared (3) del recipiente hueco (6); que comprenden al menos un orificio de salida de gases para evacuar de la cámara de hidrólisis (2) los gases hidrógeno y oxígeno generados, así como al menos un orificio de entrada de agua para el paso de agua a la cámara de hidrólisis (2);

35 los emisores (4) de energía eléctrica están dispuestos en la pared (3) del recipiente hueco (6), para emitir respectivas señales eléctricas que comprenden ondas

electromagnéticas de entre 3 MHz y 300 MHz hacia el interior la cámara de hidrólisis (2),
el módulo electrónico de control (17) está diseñado para emitir señales que hacen
que los emisores (4) de energía eléctrica generen ondas electromagnéticas superpuestas
que en su conjunto presentan frecuencias de onda correspondientes a un rango de
5 frecuencias en el que vibran moléculas de agua para producir reacciones vibratorias en
las moléculas de agua que rompen enlaces entre hidrógeno y oxígeno de las moléculas
de agua para disociar agua contenida en la cámara de hidrólisis (2) en el gas hidrógeno y
el gas oxígeno.

10 2. Dispositivo generador, según la reivindicación 1, caracterizado porque las frecuencias
de onda de las ondas electromagnéticas superpuestas están comprendidas entre 5 MHz
y 50 MHz.

15 3. Dispositivo generador, según la reivindicación 1, caracterizado porque las frecuencias
de onda de las ondas electromagnéticas superpuestas están comprendidas entre 20 MHz
y 30 MHz.

20 4. Dispositivo generador, según la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado porque la energía
eléctrica emitida por los emisores (4) de energía eléctrica tiene una potencia de 600 W a
1,5 KW.

25 5. Dispositivo generador, según la reivindicación 1, 2 o 3, caracterizado porque la energía
eléctrica emitida por los emisores (4) de energía eléctrica tiene una potencia de 700 W a
1,2 KW.

30 6. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado porque al menos una parte de los emisores (4) de energía eléctrica
comprende electrodos metálicos de varilla (pins) con extremos libres (4a) que emergen al
interior de la cámara de hidrólisis (2).

35 7. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,
caracterizado porque al menos una parte de los emisores (4) de energía eléctrica está
comprendida por elementos piezoeléctricos (4b) están dispuestos en la pared (3) del
recipiente hueco (6).

8. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,

caracterizado porque al menos una parte de los emisores (4) de energía eléctrica comprende electrodos metálicos con extremos libres rematados en placas (4c) dispuestas en el interior de la de la pared (3) de la cámara de hidrólisis (2).

5 9. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque los emisores (4) de energía eléctrica están dispuestos en posiciones no enfrentadas de partes opuestas de la pared (3) del recipiente hueco (6).

10 10. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque

comprende al menos un depósito de agua (8) para contener agua a disociar,

15 el recipiente hueco (6) está inmovilizado en el depósito de agua (8), de manera que, durante la disociación del agua queda al menos parcialmente sumergido en el agua contenida en el depósito de agua (8);

cada orificio pasante (7) traspasa la pared (3) del recipiente hueco (6).

20 11. Dispositivo, según la reivindicación 10, caracterizado porque el depósito de agua (8) comprende al menos una entrada de suministro (9) de agua para recibir agua y al menos una salida de evacuación (10, 11) de gas saliente del recipiente hueco (6).

25 12. Dispositivo generador, según la reivindicación 11, caracterizado porque

el sistema separador (5) de gases está dispuesto en un espacio superior del depósito de agua (8);

30 comprende una primera salida de evacuación (10) para evacuar gas hidrógeno saliente del sistema separador de gases (5), y una segunda salida de evacuación (11) para evacuar gas oxígeno saliente del sistema separador de gases (5).

13. Dispositivo según la reivindicación 11 o 12, caracterizado porque

35 el depósito de agua (8) comprende una cámara inferior (12) de amortiguación que se encuentra en una parte inferior del depósito de agua (8) debajo del recipiente hueco

(6), y una cámara superior (13) en la que está dispuesto del recipiente hueco (6);

entre la cámara inferior (12) de amortiguación y la cámara superior (13) está dispuesta una placa de amortiguación (14) que permite el flujo de agua desde la cámara inferior (12) hacia la cámara superior (13);

cada entrada de suministro (9) de agua desemboca en la cámara inferior (12) de amortiguación.

10 14. Dispositivo, según la reivindicación 13, caracterizado porque la placa de amortiguación (14) es una placa agujereada.

15 15. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado porque el recipiente hueco (6) está inmovilizado en el depósito de agua (8) de manera que, durante la disociación del agua queda completamente sumergido en el agua contenida en el depósito de agua (8).

20 16. Dispositivo generador, según la reivindicación 15, caracterizado porque la oquedad interna del recipiente hueco (6) tiene forma de poliedro convexo cuyas caras están definidas en superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6).

25 17. Dispositivo generador, según la reivindicación 16, caracterizado porque la oquedad interna del recipiente hueco (6) tiene forma de poliedro irregular cuyas caras están definidas en superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6).

18. Dispositivo generador, según la reivindicación 17, caracterizado porque la oquedad interna del recipiente hueco (6) tiene forma de icosaedro truncado, cuyas caras están definidas en superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6).

30 19. Dispositivo generador, según la reivindicación 16, caracterizado porque la oquedad interna del recipiente hueco (6) tiene forma de cúpula geodésica.

35 20. Dispositivo generador, según la reivindicación 16, 17, 18 o 19, caracterizado porque los emisores (4) de energía eléctrica están dispuestos en correspondencia con respectivos centros de las superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6).

21. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, caracterizado porque comprende una pluralidad de primeros orificios pasantes (7) que traspasan la pared (3) del recipiente hueco (6) en la mitad superior del recipiente hueco (6) y una pluralidad de segundos orificios pasantes (7) que traspasan la pared (3) del recipiente hueco (6) en la mitad superior del recipiente hueco (8).
22. Dispositivo generador, según la reivindicación 21, caracterizado porque los orificios pasantes (7) están ubicados en correspondencia con los vértices de las superficies poligonales internas (3a) de la pared (3) del recipiente hueco (6).
23. Dispositivo generador, según la reivindicación 21 o 22, caracterizado porque los orificios pasantes (7) tienen un diámetro medio de 2 a 5 mm.
24. Dispositivo generador, según la reivindicación 21 o 22, caracterizado porque los orificios pasantes (7) tienen un diámetro medio de 2,5 a 3 mm.
25. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque la oquedad interna del recipiente hueco (6) tiene forma de esfera delimitada por la pared (3) del recipiente hueco (6).
26. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque la oquedad interna del recipiente hueco (6) tiene forma de esferoide delimitada por la pared (3) del recipiente hueco (6).
28. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el recipiente hueco (6) tiene forma exterior de esfera.
29. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el recipiente hueco (6) tiene forma exterior de esferoide.
30. Dispositivo generador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el recipiente hueco (6) está hecho de un material seleccionado entre materiales plásticos termorresistentes y materiales cerámicos.
31. Instalación de producción de gas hidrógeno que comprende

un módulo de alimentación eléctrica,

un módulo electrónico de control conectado al módulo de alimentación eléctrica,

5 al menos un dispositivo generador de gas hidrógeno,

un sistema de suministro de agua que suministra agua al dispositivo generador,

un sistema colector del gas hidrógeno generado por el dispositivo generador,

10

caracterizado porque

el al menos un dispositivo generador es el dispositivo generador (1) definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 30;

15

el módulo de alimentación eléctrica (18) está conectado a los emisores de energía eléctrica (4) a través del módulo electrónico de control (17).

.

32. Instalación, según la reivindicación 31, caracterizado porque comprende una batería (20) y una fuente de energía eléctrica (19) conectadas al módulo de alimentación eléctrica (18) para suministrar energía eléctrica al módulo electrónico de control (17) a través del módulo de alimentación eléctrica (18).

20

33. Instalación, según la reivindicación 32, caracterizada porque la fuente de alimentación eléctrica (19) es una instalación fotovoltaica.

25

.

34. Instalación, según la reivindicación 31, 32 o 33, caracterizado porque comprende además un sistema de recogida del gas oxígeno generado por el dispositivo generador, y un sistema de almacenaje del gas oxígeno recogido por el sistema de recogida.

30

35. Sistema de generación de energía eléctrica que comprende

al menos una celda de combustible (24) que genera energía a partir de una reacción de hidrógeno y oxígeno,

35

un sistema de suministro de hidrogeno y oxígeno conectado a la celda de

combustible (24),

una instalación de producción de gas hidrógeno,

5 caracterizado porque

la instalación de producción de hidrógeno es la instalación definida en una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 34;

10 el hidrógeno suministrado a la celda de combustible (24) proviene del gas hidrógeno separado por el dispositivo separador de gases (5) del dispositivo generador (1).

15 35. Sistema, según la reivindicación 34 caracterizado porque el oxígeno suministrado a la celda de combustible proviene del gas oxígeno separado por el dispositivo separador de gases (5) del dispositivo generador (1).

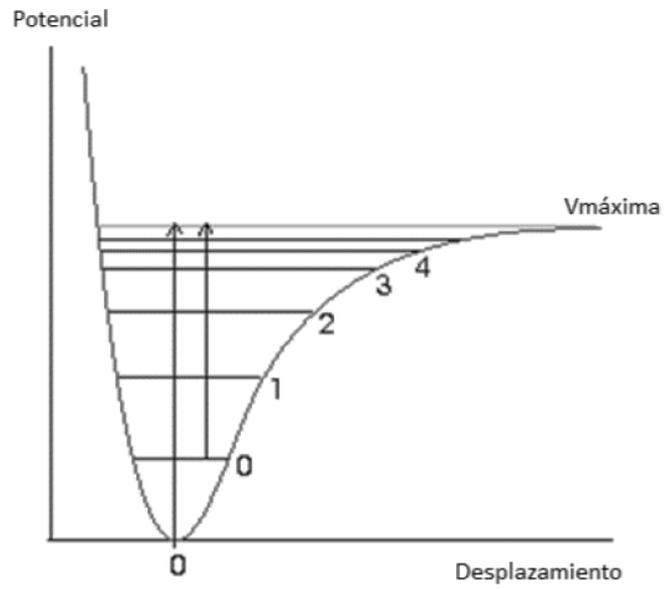


Fig. 1

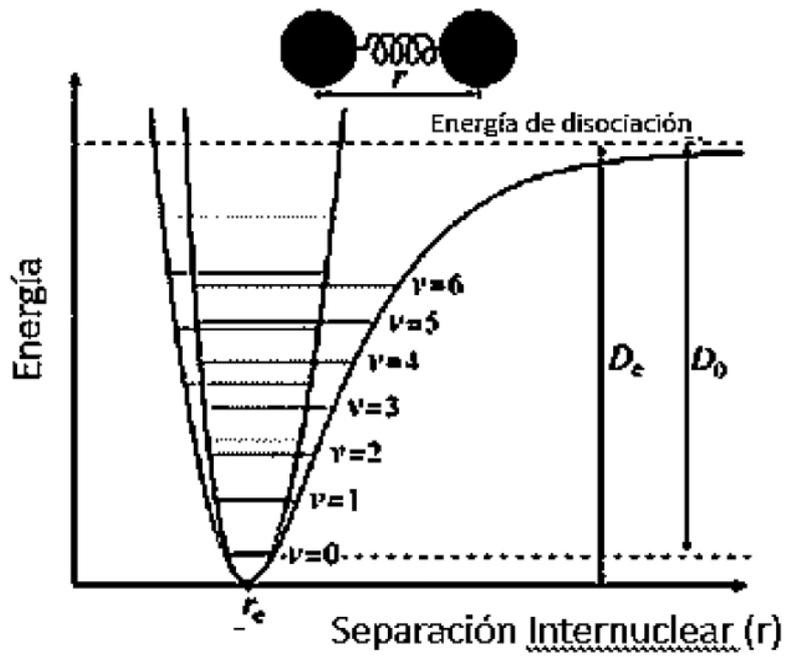


Fig. 2

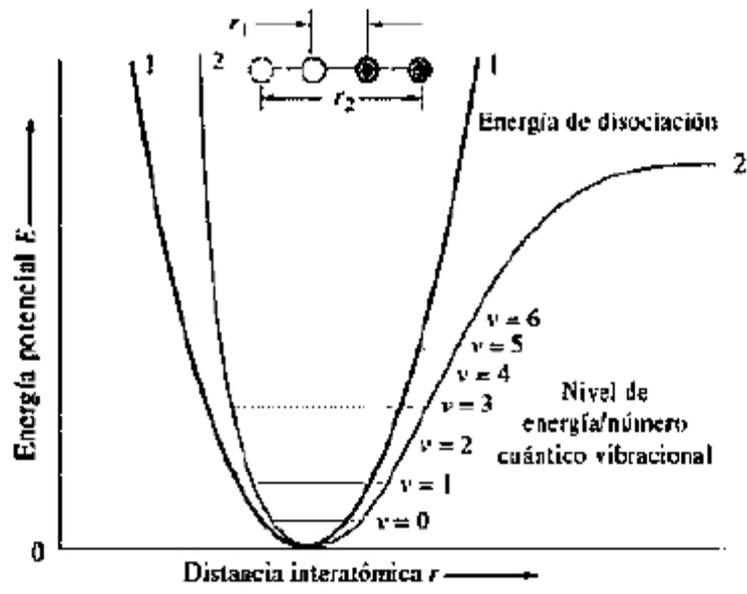


Fig. 3

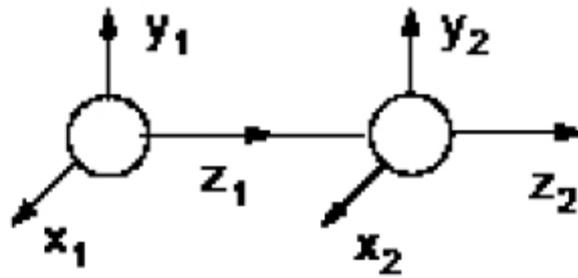
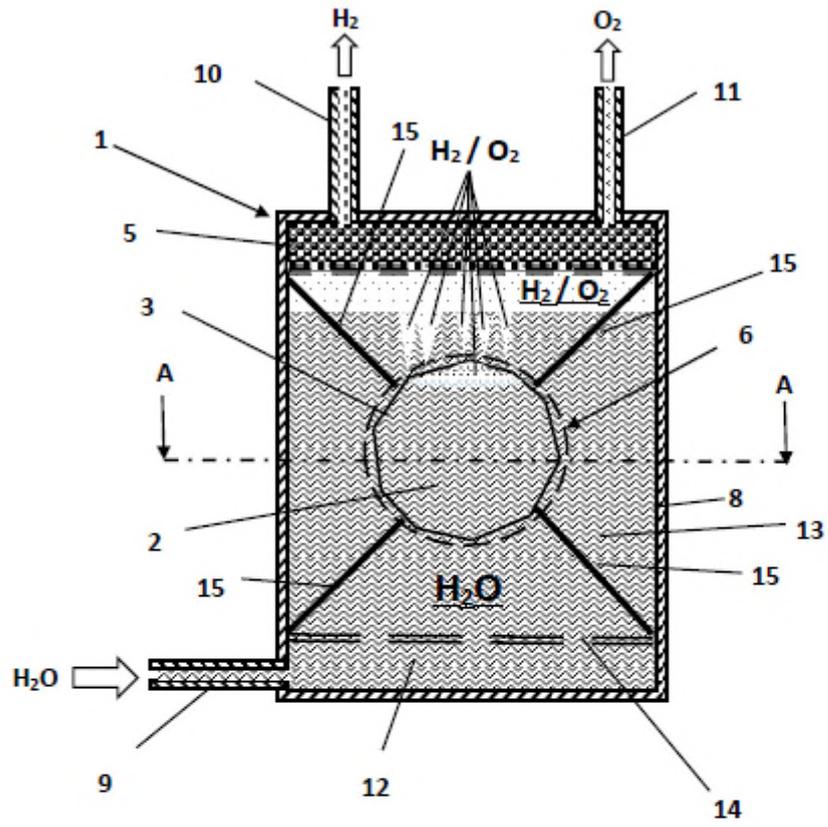
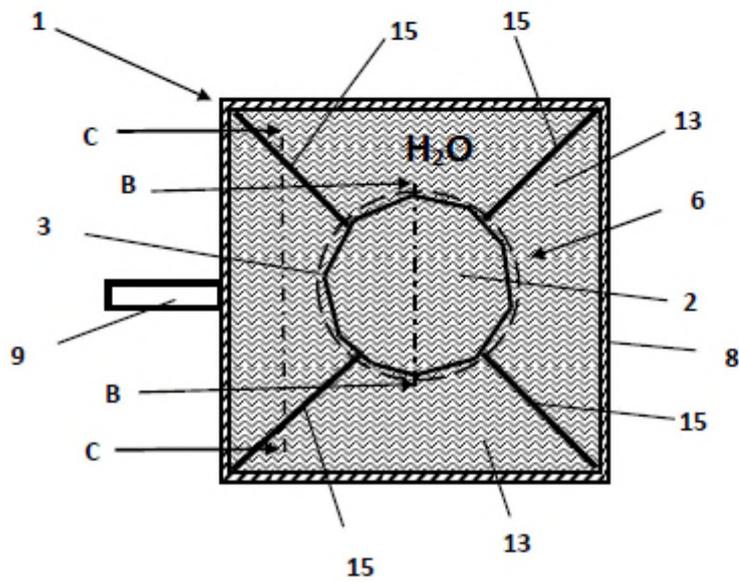


Fig. 4

Fig. 5



**Fig. 6
(A-A)**



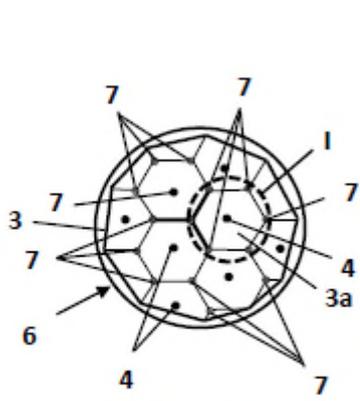


Fig. 7
(B-B)

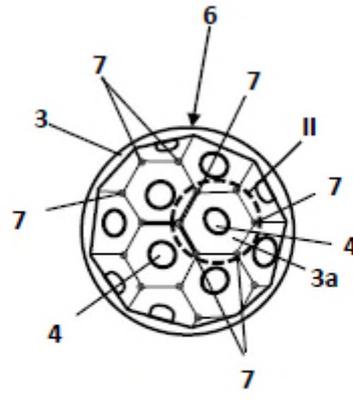


Fig. 10
(B-B)

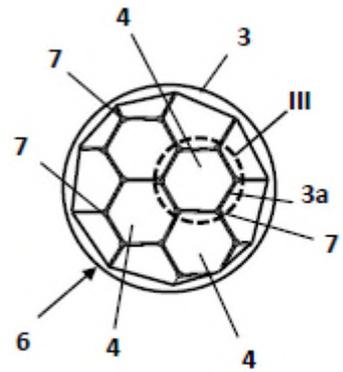


Fig. 13
(B-B)

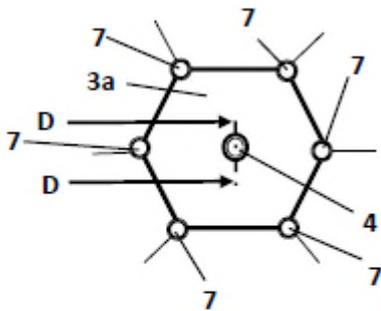


Fig. 8

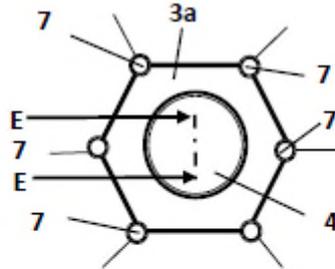


Fig. 11

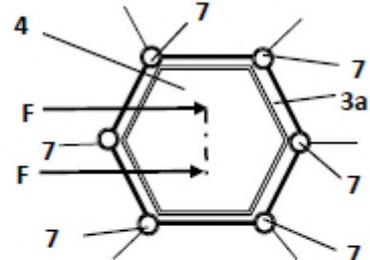


Fig. 14

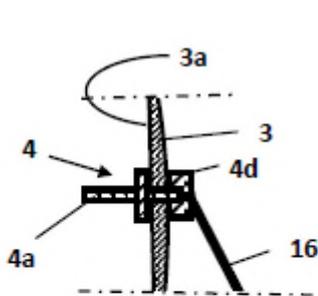


Fig. 9
(D-D)

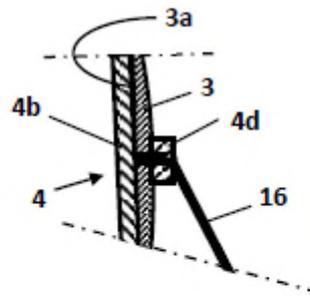


Fig. 12
(E-E)

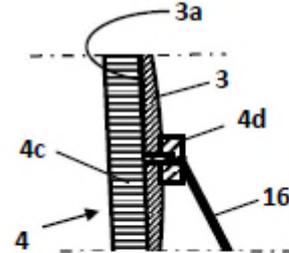


Fig. 15
(F-F)

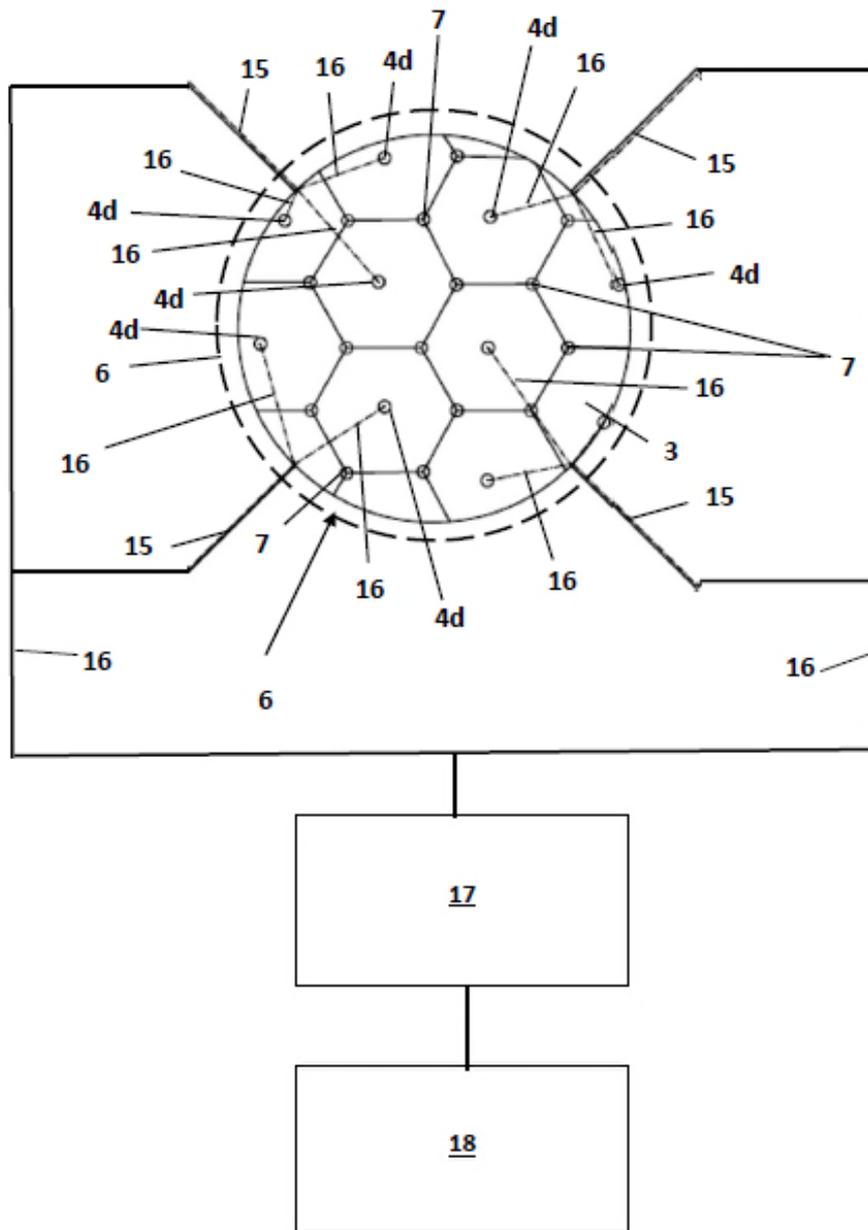


Fig. 16
(C-C)

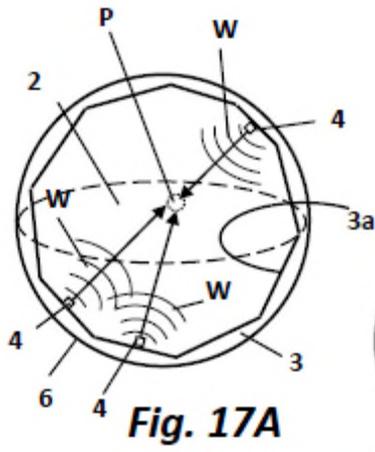


Fig. 17A

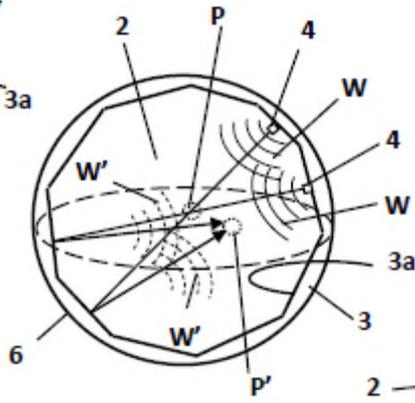


Fig. 17B

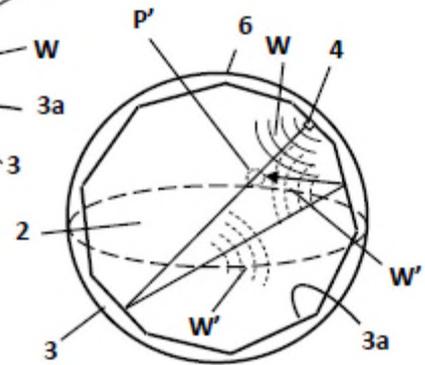


Fig. 17C

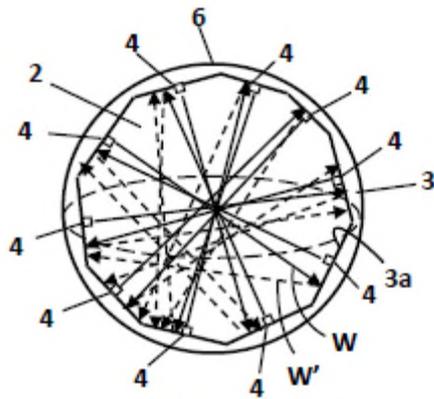


Fig. 17D

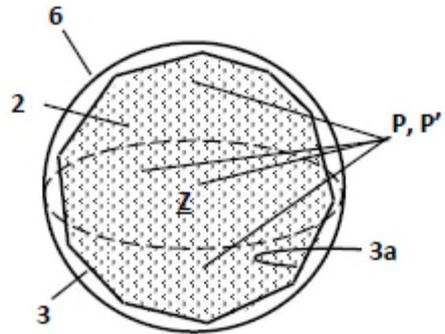


Fig. 17E

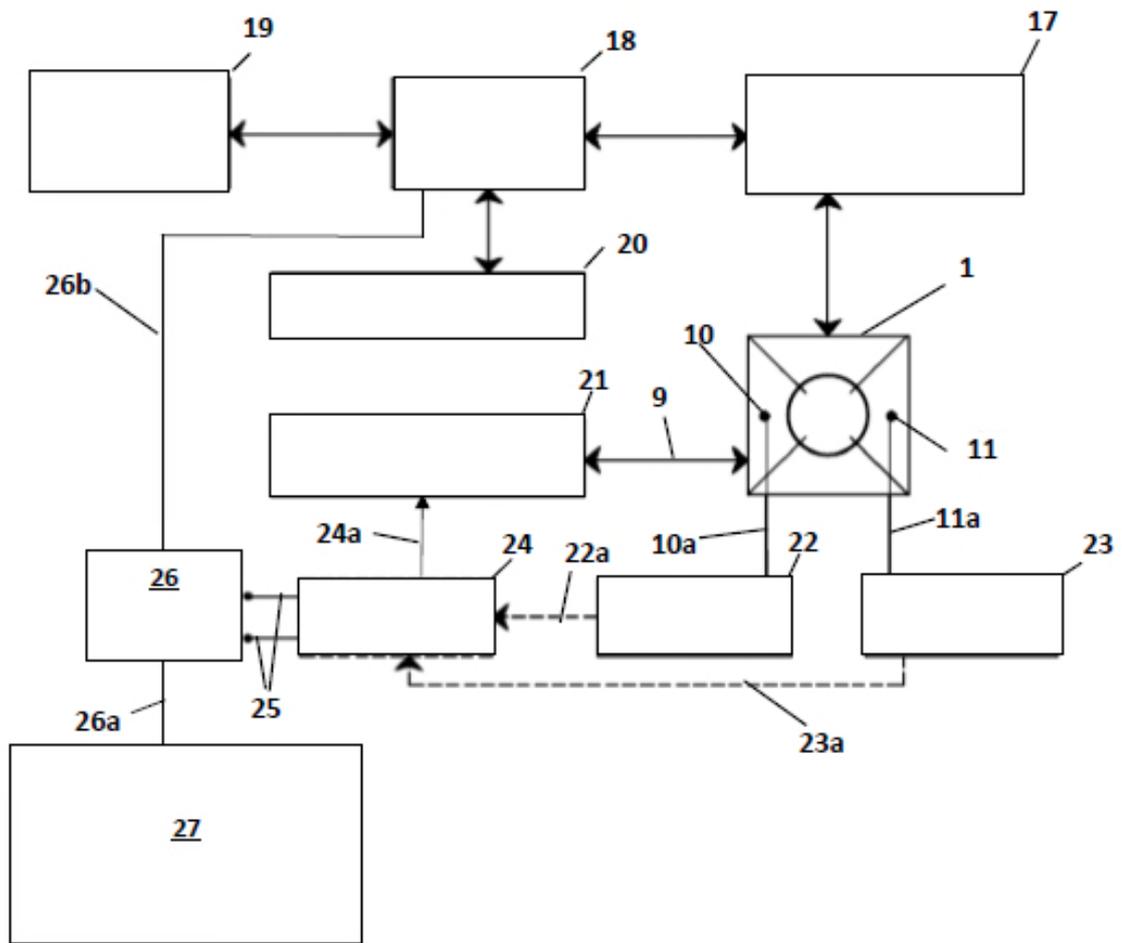


Fig. 18

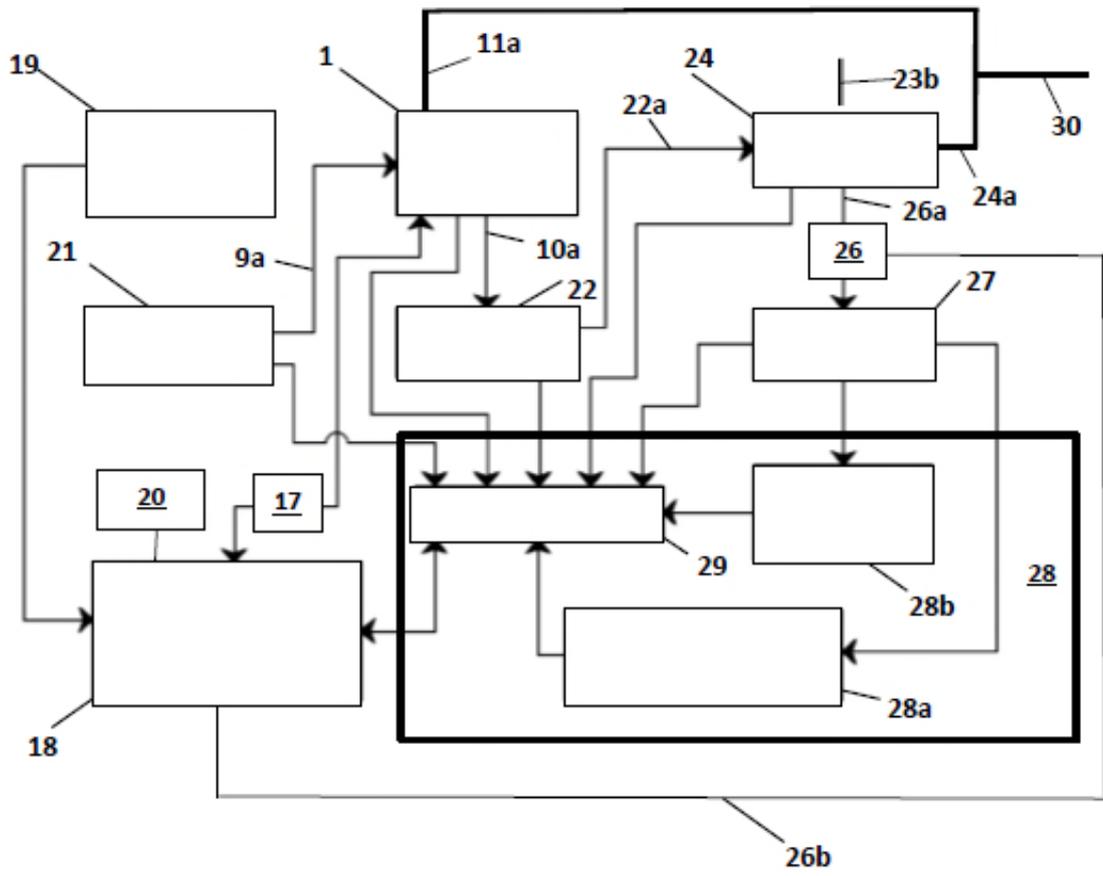


Fig. 19



- ②¹ N.º solicitud: 201830287
 ②² Fecha de presentación de la solicitud: 23.03.2018
 ③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **C01B3/04** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 7378063 B1 (WYLES) 27/05/2008, resumen; columna 1, líneas 16 - 51; columna 4, línea 58 - columna 8, línea 24; figuras 1 - 4.	1-30
Y		31-35bis
Y	US 2015274521 A1 (DAVIDSON) 01/10/2015, resumen; párrafos [53 - 72]; figura 1.	31-35bis
A	VARIOS. Photocatalytic water splitting. Wikipedia, 26/02/2018 [en línea] [recuperado el 28/02/2019]. Recuperado de Internet <URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Photocatalytic_water_splitting&oldid=827747524 >	

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
28.02.2019

Examinador
A. Figuera González

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C01B, C25B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXTE, Internet