

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 236**

51 Int. Cl.:

F02M 25/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.08.2015 PCT/PT2015/000043**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2016 WO16064289**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2015 E 15778779 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 3209875**

54 Título: **Procedimiento para incrementar la eficiencia de motores de combustión**

30 Prioridad:

20.10.2014 PT 10797314

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

21.02.2019

73 Titular/es:

**ULTIMATE CELL, LDA. (100.0%)
Rua Mato das Cruzadas, nº 1, bloco 4 - r/c dtº São
Pedro de Penaferrim
2710-144 Sintra, PT**

72 Inventor/es:

**DE MENESES MOUTINHO E HENRIQUES
GONÇALO, PAULOEDUARDO;
QUINTÃO DUARTE SILVA, FRANCISCO DIOGO y
ADAIR, CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 701 236 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para incrementar la eficiencia de motores de combustión

5 **Introducción**

El hidrógeno, además de ser el elemento químico más abundante en el universo, constituyendo aproximadamente el 75 % de su masa, es relativamente raro en su forma elemental en el planeta tierra. Industrialmente se produce a partir de hidrocarburos presentes en el gas natural, como el metano, siendo utilizado normalmente de manera local dadas las dificultades para transportarlo de manera segura sin permitir que se recombine con los otros elementos. Los mercados más grandes del mundo utilizan hidrógeno para refinar combustibles fósiles en procesos de fisuración hidráulica, que consisten en la fragmentación de las cadenas moleculares largas de hidrocarburos en cadenas más pequeñas, más reactivas a la combustión. Asimismo, el hidrógeno se puede obtener por medio de la electrólisis del agua, siendo un proceso normalmente costoso y exigente en materiales y en niveles de energía.

El hidrógeno ha sido utilizado en los últimos tiempos en los motores de combustión interna como combustible principal, o como sustitutivo parcial de los hidrocarburos combustibles (gasolina y diésel), siendo añadido a la mezcla aire/combustible. El hidrógeno, por su reactividad y afinidad química, tiene un elevado riesgo de explosión cuando está sometido a presión, siendo su almacenamiento y transporte una operación sometida a las más estrictas medidas de seguridad. Como alternativas al almacenamiento y transporte, se comenzaron a estudiar otras soluciones, tales como procedimientos de transformación y producción de hidrógeno directamente en la ubicación de utilización, siendo el proceso de electrólisis del agua uno de los más habituales. Partiendo de la molécula de agua (H₂O), después de la electrólisis, se obtienen dos moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno, en forma gaseosa, normalmente conocida como HHO.

Este proceso ha sido estudiado y optimizado con el tiempo, siendo, incluso en los sistemas más recientes, una reacción que necesita gran cantidad de energía y de baja eficiencia, con diversas dificultades de equilibrio electroquímico que frecuentemente causan la corrosión de los electrodos, la degradación del material y un mantenimiento frecuente, para garantizar el funcionamiento de los sistemas.

Muchos de estos sistemas de sustitución de combustible utilizan porcentajes de sustitución, en peso, en torno al 5 %. Las proporciones de este valor, para un motor de un vehículo ligero normal de 1,6 litros de cilindrada, necesitan flujos de hidrógeno de alrededor de 3 litros por minuto. Para producir dicho flujo de hidrógeno por medio de electrolisis es necesaria una alta corriente eléctrica, que supera los 30 amperios, excesiva para el sistema eléctrico del vehículo.

Incluso asumiendo el aumento de la eficiencia y la reducción del consumo de combustible mediante la introducción de hidrógeno como combustible, su elevado consumo de electricidad hace que el sistema sea inviable energéticamente. Estos sistemas consumen energía eléctrica que convierten en energía química (HHO) que, a continuación, se quema y se transforma en energía mecánica (motor de combustión interna), que se transforma de nuevo en energía eléctrica (alternador) que alimentará la celda electroquímica en la que se lleva a cabo la electrólisis. Este último elemento de transformación (alternador) tendrá naturalmente un aumento en el consumo de energía mecánica para garantizar la producción del consumo eléctrico adicional necesario para el proceso de electrólisis.

Todos estos procesos de transformación de la energía tienen eficiencias naturalmente inferiores al 100 %, haciendo que todo este proceso global sea termodinámicamente ineficiente, no teniendo sentido utilizar hidrógeno como combustible cuando es producido localmente por electrólisis alimentada por el mismo sistema que lo consume.

Asimismo, la electrólisis del agua no produce solo hidrógeno, siendo el oxígeno el otro elemento producido en la reacción. El oxígeno es alimentado junto con el hidrógeno a la admisión de aire del motor, interfiriendo también en la combustión. El aumento de oxígeno en el aire de admisión hará que la mezcla sea más pobre, haciéndola detectable por los sensores de gestión del motor (sensor lambda) que intentarán corregir la mezcla añadiendo más combustible. Esta corrección no es bien acogida y va en contra del objetivo inicial de reducir el consumo de combustible. Es por eso que estos sistemas utilizan con frecuencia sistemas de corrección del sensor (en el sensor lambda) con el propósito de "engañar" a las señales que hacen que la ECU (unidad de control del motor) lea y considere una concentración de oxígeno menor que la real.

Todas estas dificultades hicieron que estos sistemas aún rudimentarios de utilizar hidrógeno como combustible en motores de combustión tuvieran fallos, con resultados dudosos e incoherentes del aumento real de la eficiencia del motor.

Incluso con el riesgo de almacenar y transportar hidrógeno, los fabricantes de automóviles comenzaron a utilizar el gas como fuente de energía para producir energía eléctrica que, a continuación, se utiliza para alimentar uno o más motores eléctricos para la impulsión de vehículos. Dicha evolución revoluciona completamente el sector de la automoción, basado hasta ahora en sistemas de propulsión de combustión interna. En la práctica es un sistema de

electrólisis invertida en la que se suministran hidrógeno y oxígeno a una celda electroquímica, convirtiendo ambos elementos en agua ($H+H+O \rightarrow H_2O$), produciendo energía eléctrica en el proceso de recombinación, que es utilizada a continuación por el motor eléctrico. La globalización de este concepto presupone la sustitución de millones de vehículos con motores de combustión interna, transfiriendo a la industria la responsabilidad y los costes energéticos de producir, almacenar y suministrar hidrógeno.

Características de la invención

En base al estado actual de la técnica de la utilización del hidrógeno en los procesos de optimización de los motores de combustión interna, se ensayó o se demostró una nueva forma de utilizar esta pequeña pero poderosa molécula. La invención hace referencia a un procedimiento para aumentar la eficiencia de los motores de combustión interna, utilizando hidrógeno para actuar no como combustible sino como un optimizador de los parámetros de la combustión bajo la forma de un oxidante alimentado al motor junto con el aire de entrada.

Se obtuvieron resultados importantes en el aumento de la eficiencia química y, en consecuencia, la eficiencia energética de los motores de combustión interna.

De hecho, utilizando una proporción en peso reducida de hidrógeno con el combustible utilizado, se puede optimizar la eficiencia de combustión de los hidrocarburos combustibles tradicionales. Dicha adición de hidrógeno permite hacer que la combustión sea más completa con emisiones de gases menos nocivas, produciendo más energía mecánica con la misma cantidad de combustible. La cantidad de hidrógeno necesaria para optimizar esta reacción es mínima, lo que hace que su producción mediante electrólisis sea una posibilidad válida con menores consumos eléctricos y químicamente estable.

El hidrógeno tiene parámetros únicos y una reactividad extremadamente elevada. Añadirlo a la reacción de combustión acelera la velocidad del frente de llama que, en un motor de combustión interno, determina en gran medida la eficacia de la combustión en la transferencia de energía química a energía mecánica. El hidrógeno en el interior de la cámara de combustión reaccionará con el combustible combinándose con las moléculas de carbono, rompiendo las cadenas moleculares del combustible. Esta reacción es provocada por la típica explosión del motor de combustión, que tiene lugar instantes antes de la combustión normal del combustible que se produce ya con cadenas de combustible previamente fisuradas por la acción del hidrógeno. Este combustible previamente fisurado tiene una combustión más rápida y fácil, lo que permite una liberación de energía mayor y más completa, lo que se reflejará en un aumento general de la eficiencia del proceso de combustión. El motor podrá entregar más trabajo con la misma cantidad de combustible. Al mismo tiempo, una combustión más completa por el efecto del hidrógeno como catalizador, producirá menos hidrocarburos no quemados, que son responsables de la contaminación de las cámaras de combustión y, consecutivamente, de todo el motor, incluido el aceite lubricante. La acción catalítica del hidrógeno en un motor de combustión contribuirá de esta forma a su limpieza, evitando la acumulación de residuos de la combustión. La reducción de los residuos derivados de una combustión incompleta tiene un impacto directo en la reducción de las emisiones de gases contaminantes.

El proceso se estudió y optimizó con el objetivo de minimizar la corrosión de los electrodos y la degradación general del material, con una larga duración del electrólito y largos intervalos de mantenimiento. La utilización de la más reciente tecnología en la gestión electrónica de la reacción permitió la reducción del consumo eléctrico, permitiendo tener un concepto energéticamente válido y eficiente en la optimización de los motores de combustión interna. Esta invención se presenta como una solución sostenible y ambiental para los motores de combustión interna utilizados a nivel mundial para las propuestas más variadas. Sin cambiar su procedimiento de funcionamiento, los motores de combustión pueden reducir su impacto ambiental al mismo tiempo que reducen el consumo de combustible realizando el mismo trabajo.

El procedimiento y el dispositivo objeto de esta invención vienen a revolucionar la forma de obtener y aplicar hidrógeno en el proceso de combustión. Es un dispositivo para optimizar los motores de combustión interna que reduce el consumo de combustible y las emisiones de gases. El dispositivo funciona con un generador de hidrógeno mediante un proceso de electrólisis gestionado electrónicamente utilizando un electrolito no circulante. Con un consumo optimizado de energía eléctrica, el dispositivo solo produce la cantidad necesaria de hidrógeno para optimizar la eficiencia del motor de combustión. El hidrógeno, alimentado directamente en la entrada de aire, funcionará como un optimizador de los parámetros de combustión en el interior del motor, permitiendo una combustión más rápida y completa del combustible tradicional. Con esta operación optimizada del motor, el consumo de combustible puede lograr reducciones del 30 % y las emisiones de gases de escape contaminantes se reducen hasta en un 80 %. El sistema puede ser aplicado a cualquier motor de combustión interna sin modificaciones importantes, con menores costes de instalación y mantenimiento, lo que permite un retorno de la inversión extremadamente atractivo.

La instalación del dispositivo objeto de esta invención fue aprobada por el Portuguese Governmental Transportations Regulator, IMT en noviembre de 2013, después de varios ensayos que prueban los resultados de la tecnología, su seguridad y fiabilidad. Los ensayos se realizaron en institutos reconocidos internacionalmente, tales como el *Instituto*

Superior Técnico (IST) y el *Instituto de Soldadura e Qualidade* (ISQ). El producto respeta las normativas de la Comunidad Europea, la Directiva 2006/42/CE y la Directiva 2011/65/UE.

5 El dispositivo objeto de esta invención está realmente certificado por el organismo de certificación de vehículos (VCA, Vehicle Certification Authority) que otorgó al producto una marca E (E11 - 10R-058662), lo que garantiza su aprobación mundial para su instalación segura en vehículos automóviles.

10 Este producto está en línea con los objetivos de la Unión Europea para 2020, con respecto a los cambios climáticos y la sostenibilidad energética.

Estado de la técnica de la invención

15 Los documentos encontrados después de la investigación del estado de la técnica, son considerados la técnica anterior más cercana:

(D1) U.S.A. 2010206721 A1;

(D2) U.S.A. 2003024489 A1;

(D3) CN203307438 U.

20 La distinción entre el estado de la técnica y la presente invención se relaciona con la cantidad de hidrógeno utilizada. La proporción de peso utilizada en la presente invención es claramente inferior a la utilizada en los documentos de referencia del estado de la técnica, ya que nos referimos a un proceso de optimización diferente al de la combustión normal de HHO junto con el combustible.

25 Descripción detallada de la invención

30 El procedimiento objeto de la invención pretende optimizar los motores de combustión interna, reduciendo el consumo de combustible y las emisiones de gases y los materiales en partículas. Utiliza un dispositivo específico para producir hidrógeno.

La presente invención se basa en la introducción de pequeñas cantidades de hidrógeno en el colector de admisión de aire del motor con el objetivo de optimizar la combustión de los combustibles tradicionales, mejorando los parámetros de la reacción de combustión.

35 Esta combustión optimizada aumenta la eficiencia del motor y reduce su impacto ambiental. El hidrógeno se produce mediante una reacción de electrólisis en el interior de una celda electroquímica con electrolito no circulante.

40 El procedimiento mencionado utiliza un dispositivo de producción de hidrógeno alimentado por el circuito eléctrico del motor que se puede conectar a la batería o la caja de fusibles. El dispositivo se controla electrónicamente mediante un módulo integrado que gestiona la reacción de electrólisis, lo que garantiza que el dispositivo solo funciona cuando el motor está en marcha y que la producción de hidrógeno es adecuada para la cantidad de combustible consumida por el motor, que puede ser deducida a partir de la cilindrada y la velocidad de rotación del motor.

45 Cuando el dispositivo se conecta, se inicia en su interior un proceso de electrólisis gestionado electrónicamente, del que resulta la separación química de las moléculas de hidrógeno y oxígeno del electrolito contenido en el dispositivo, que serán introducidas en el aire de admisión del motor.

50 El hidrógeno producido se mezclará a continuación con el aire y el combustible en las cámaras de combustión del motor, cambiando los parámetros de la reacción, permitiendo una combustión más rápida y completa del combustible tradicional con una temperatura más uniforme en la superficie de los pistones.

55 El resultado es un motor con un rendimiento y una eficiencia mejorados, que conduce a un funcionamiento más suave y silencioso con un reducido incremento del par de giro. Este funcionamiento optimizado del motor a menudo reduce el consumo de combustible y reduce los gases de emisión y el material en partículas, reduciendo los costes de funcionamiento y protegiendo el medio ambiente. El fluido del electrolito en el interior del dispositivo ULTIMATE CELL (CÉLULA FINAL) se consume durante el funcionamiento normal y debe ser recargado periódicamente dependiendo del tiempo de funcionamiento y de la cilindrada del motor. El dispositivo advierte al usuario cuando se necesita una recarga de electrolito.

60 Este dispositivo de producción de hidrógeno por electrólisis consiste en un recipiente herméticamente cerrado que funciona como una celda electroquímica con electrolito no circulante. Solo se debe abrir para rellenar con el electrolito nuevo el que se consume durante el funcionamiento. En la parte inferior del recipiente están colocados un mínimo de dos electrodos fabricados de níquel, con una pureza superior al 99 %. La distancia entre los electrodos y su área superficial se definen según la geometría y la tasa de producción del dispositivo, a fin de garantizar una tensión correcta que no favorezca la corrosión. Según el diagrama de Pourbaix (figura 1) para el níquel, se necesita

garantizar una relación entre el pH y la tensión que mantenga la reacción de electrólisis dentro de la zona de pasividad. El electrolito utilizado es una solución a base de agua con hidróxido de potasio con una concentración que asegura una tensión entre los electrodos de 2 voltios. Como una posible configuración que asegura todos estos parámetros en su forma más simple, tenemos 2 electrodos de níquel (Ni201) de 12,4 cm² separados entre sí 5 mm con una concentración de electrolito de 0,5 Mol (2,5 %).

El proceso de electrólisis es controlado por un circuito electrónico (PCB) que garantiza el flujo correcto de hidrógeno para que el combustible consumido por el motor se optimice, regulando la corriente eléctrica que circula a través de la celda electroquímica. El PCB también es responsable de garantizar que el dispositivo solo se conectará cuando el motor esté en marcha, detectando el incremento de tensión que es el resultado del funcionamiento del alternador. Este umbral de tensión se puede ajustar en el PCB para permitir que se adapte al sistema eléctrico de cualquier motor. Para optimizar el consumo de energía eléctrica y posibilitar la alimentación con una tensión de entre 3 voltios CC y 30 voltios CC, el PCB incorpora una fuente de alimentación de conmutación que conmuta la tensión de entrada con la frecuencia necesaria que proporciona a la salida la tensión equivalente necesaria, alisada por un condensador que minimiza el efecto de ondulación (componente de corriente alterna que excede la tensión media de una corriente continua). Cuando el dispositivo inicia la producción de hidrógeno, se indica en el panel frontal del dispositivo que está funcionando. Cuando es necesario rellenar el recipiente con electrolito, también se indica en el panel frontal que es necesaria una recarga. En la parte superior, la celda está sellada con una membrana de condensación que evita las fugas y minimiza la evaporación del electrolito, dejando pasar solo el gas producido por la electrólisis. La membrana puede ser fabricada con muchos materiales y formas que garantizan su funcionalidad de resistir químicamente a la fórmula del electrolito, siendo la película de EPDM perforada de 1 mm de grosor una de las configuraciones elegidas.

Cuando está conectado, el dispositivo inicia un proceso de electrólisis con la separación del agua en moléculas de hidrógeno y oxígeno, que pasarán por la membrana de condensación, saliendo por el tubo de salida en la parte superior del dispositivo. El flujo del gas HHO producido está regulado por el PCB según el consumo de combustible del motor, para garantizar un porcentaje en peso de HHO con respecto al combustible de entre 0,0005 % y 0,05 %, o preferiblemente de entre 0,002 % y 0,01 %, teniendo como valor de referencia de la ecuación de control seguida por el módulo electrónico del dispositivo, la relación en peso de 0,005 % para motores diésel y 0,002 % para motores de gasolina. Esta proporción, en la combustión estequiométrica, es equivalente a una volumetría entre aire y HHO de entre $1:2,5 \times 10^{-6}$ y $1:3,5 \times 10^{-6}$. Esta relación extremadamente baja hace que el gas HHO que se agrega al oxidante (aire) no interfiera en los sensores de gestión del motor, tales como el sensor de masa de aire (MAF, Air Mass Sensor) en la admisión de aire o el sensor de oxígeno en el escape (Lambda).

Para garantizar esta proporción, se consideró la densidad del HHO producido igual a 0,5363 g/l, y se consideró ideal para la optimización de la combustión una relación en peso entre HHO y combustible de entre 0,0005 % y 0,05 %, o preferentemente de entre 0,002 % y 0,01 %. Esta ecuación con los ajustes de peso corregidos llega a ser aplicable a todos los tipos de hidrocarburos combustibles utilizados en los motores de combustión interna: gasolina (0,75 kg/l); diésel (0,85 kg/l); GLP (2,5 g/l).

El gas producido es inyectado en el conducto de admisión de aire del motor. No hay en el dispositivo, en ningún momento, almacenamiento de hidrógeno a presión, siendo consumido directamente todo el caudal de gas producido por el motor de combustión interna. El vacío existente en la entrada de aire despresurizará el dispositivo, garantizando la extracción del gas producido dentro de la unidad.

El dispositivo debe ser instalado cerca del motor, alejado de fuentes de calor o de piezas móviles. El dispositivo es alimentado eléctricamente por el sistema eléctrico del motor (12 o 24 voltios), directamente desde la batería o la caja de fusibles, y su circuito está protegido por un fusible adecuado para el consumo máximo del dispositivo. El tubo de alimentación de hidrógeno que sale de la parte superior del dispositivo se conectará al conducto de admisión de aire del motor en una sección después del filtro de aire y antes de cualquier compresor volumétrico que pueda existir.

Breve descripción de las figuras

Figura 1 - Diagrama de Pourbaix en el que se presenta la representación gráfica de las posibles etapas de equilibrio estable de un sistema electroquímico.

Figura 2 - Muestra una disposición de todo el sistema.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para aumentar la eficiencia de los motores de combustión que comprende las siguientes etapas:
- 5 a) producción de gas HHO en un sistema de electrólisis en una celda con electrolito no circulante;
b) introducción de dicho gas en el conducto de admisión de aire del motor;
c) despresurización del dispositivo de producción de HHO, precedido de la extracción del gas a introducir en el
conducto de admisión de aire del motor de combustión, que recurre al vacío existente en la admisión de aire,
10 garantizando que todo el gas producido por el sistema de producción de electrólisis es inyectado en el conducto
de admisión de aire del motor; **caracterizado por que**
d) el porcentaje en peso de HHO con respecto al combustible utilizado está entre el 0,0005 % y el 0,05 %,
teniendo como valor de referencia la relación en peso de 0,005 % para motores diésel y de 0,002 % para
motores de gasolina.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la proporción en peso de HHO con respecto al combustible
utilizado está entre el 0,002 % y el 0,010 %.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el hidrógeno es alimentado a través de un tubo de alimentación
de hidrógeno que sale de la parte superior del sistema de producción de gas de la electrólisis, en el que el tubo de
20 alimentación de hidrógeno está conectado al conducto de admisión de aire del motor, en una sección después del
filtrado del aire y antes de cualquier compresor volumétrico, si existe.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el flujo de gas HHO es ajustable mediante un circuito
electrónico en función de la velocidad y de la cilindrada del motor, manteniendo una relación volumétrica entre aire e
25 hidrógeno de entre $1:2,5 \times 10^{-6}$ y $1:3,5 \times 10^{-6}$, suponiendo una combustión estequiométrica.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que los electrodos utilizados en la reacción de electrólisis son de
níquel con una pureza mayor del 99 %.
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la tensión en los electrodos se regula electrónicamente.

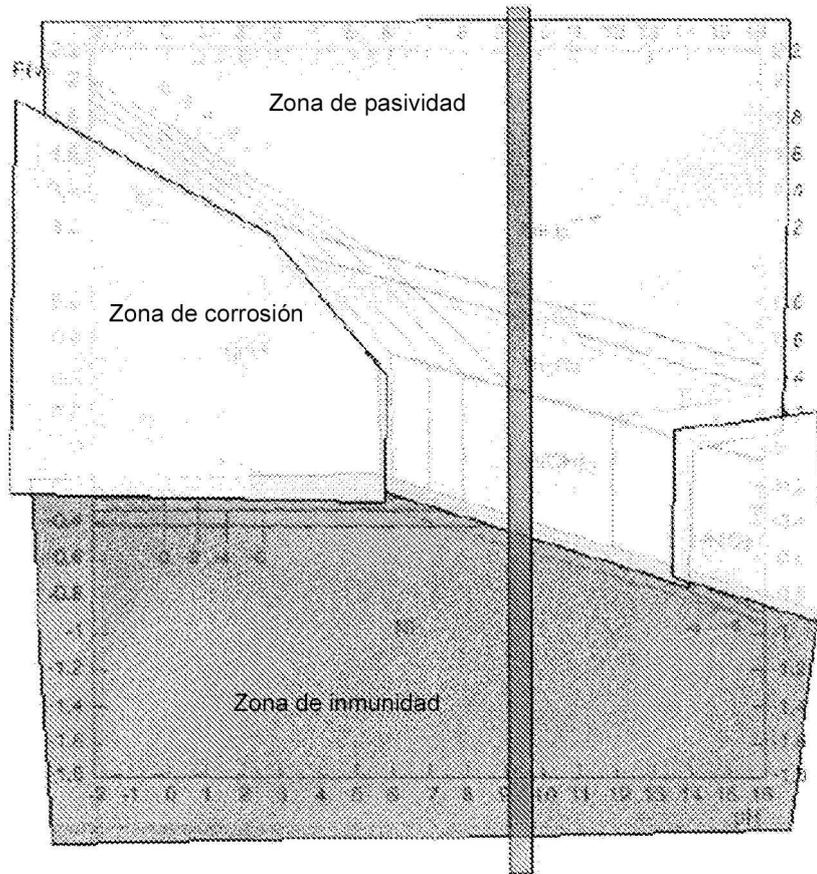


Figura 1 - Diagrama de Pourbaix

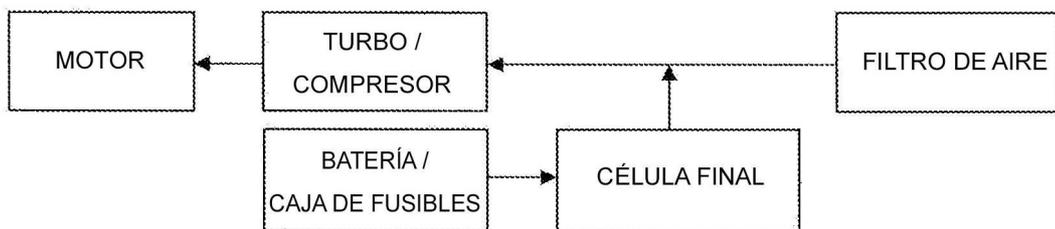


Figura 2 - Esquema de instalación