

# H2O COMO COMBUSTIBLE

*Olivera Fedi*, Ramiro Hernán || *Patricio*, Alan Milton

Escuela Técnica N° 3 “*María Sánchez de Thompson*”

*E-mail:* Cyber\_99x@hotmail.com, ramiro.olivera@gmail.com

**Resumen:** Alan y Ramiro lograron lo que parece imposible: hacer funcionar un motor con algo tan común como el agua. Este proyecto consiste en desarrollar un dispositivo que permita producir y utilizar gas oxhídrico (a partir del agua) como combustible. Para ello se diseñaron y construyeron diversos prototipos generadores de dicho gas.

## Introducción

La reducción de la emisión de contaminantes y el ahorro de combustible en los motores de combustión interna es una necesidad crítica en el mundo para mejorar la salud de su población. La Organización Mundial de la Salud describe la contaminación del aire como “un riesgo medioambiental para la salud” y estima que causa alrededor de 2 millones de muertes prematuras en el mundo cada año.

Existen varios sistemas alternativos que servirían para prevenir esta problemática. Uno de ellos es la implementación del gas hidrógeno en motores de combustión interna. Esta mezcla de gases se obtiene por medio de la electrólisis del agua y es la suma de hidrógeno (combustible) y oxígeno (carburante).

La electrólisis es un proceso electroquímico donde se produce una reacción química no espontánea, y

una sustancia química se transforma en otra. Permite la descomposición del agua en los elementos que la componen, mediante la acción de la corriente eléctrica. Esto ocurre en un dispositivo llamado electrolizador. Gracias a ello, se pueden obtener hidrógeno y oxígeno de gran pureza y con una alta eficiencia. El proceso resulta atractivo desde el punto de vista tecnológico porque la materia prima para su obtención es el agua, una sustancia relativamente económica y abundante.

El desempeño y eficiencia de un generador de hidrógeno depende de muchos factores, entre ellos de la buena actividad electro-catalítica y estabilidad de los electrodos, así como de la buena conductividad iónica.

Por medio de la generación de gas hidrógeno, se puede lograr un ahorro significativo de combustible y mejorar la quema del mismo dentro del motor, reduciendo así la emisión de gases contaminantes al ambiente.

## Desarrollo

Basándonos en el principio básico de la electrólisis, comenzamos a experimentar con diferentes materiales para ver cuál iba a ser el mejor para emplearse como electrodo. Para esta experiencia se usó una fuente regulada de 12v 20A, produciéndose la electrólisis en un contenedor de vidrio, a un potencial eléctrico de 3v.

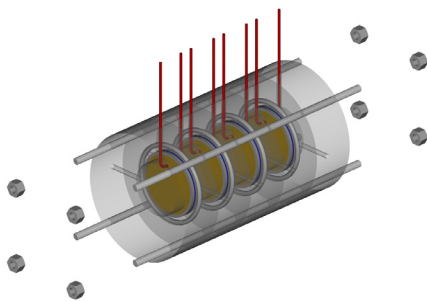
Realizamos varios prototipos. Para el primero de ellos se utilizó acero en forma de rectángulos, los cuales fueron cortados a una medida de 2cm x 30cm. A estos se les hicieron perforaciones para poder unirlos unos con otros por medio de tornillos con tuercas y arandelas de acero inoxidable. Los colocamos en un tubo de PVC según el diseño planeado. Para el segundo, realizamos un diseño 3D en el que se utilizó el mismo sistema de electrodos del prototipo anterior, pero esta vez más gruesos y en mayor cantidad, para cubrir una mayor superficie. Se unieron los electrodos negativos y

positivos utilizando una chapa del mismo material que hiciera contacto entre ellas, y se lo soldó para darle mayor resistencia a todo el conjunto. Se empleó un recipiente de plástico duro transparente, en el cual se colocaron los electrodos. Luego se procedió a perforar la tapa y colocar una manguera para drenar el gas producido.

Para el siguiente prototipo realizamos una reforma, la cual consistió en la colocación de los electrodos en la tapa y la incorporación de un conector de gases. Se armó un stack con 4 generadores de gas hidroxilo, generando así un aumento significativo de la producción de gas oxhídrico.

Realizamos distintos prototipos tipo booster cambiando la configuración de los electrodos por malla de acero para elevar su rendimiento y desempeño. Se comenzó a utilizar acrílico transparente cristal para el contenedor.

También se construyeron otros con configuración tipo dry cell en 2D y 3D para su posterior evaluación. En éstos se obtuvo una mejora en la disipación de calor con respecto a los prototipos anteriores.



Stack armado

Para la puesta en funcionamiento en todos los casos, se usó un reservorio de electrolito, el cual contenía KOH + agua destilada y un burbujeador. El hidróxido de potasio acuoso se utilizó a un porcentaje del 30 % en peso, debido a la conductividad óptima y a la resistencia a la corrosión del acero inoxidable en este rango de concentración. Para realizar la medición de producción de gas se diseñó un sencillo prototipo con botellas de gaseosa graduadas. Todos

los prototipos fueron construidos con electrodos de acero inoxidable 316L. Debido al alto costo del acero inoxidable, rediseñamos otro prototipo para que tenga la menor cantidad de desperdicio. Además, se cambió la forma del sello interno para que tenga una mayor superficie de acción.

Para las pruebas, utilizamos un motor honda GX 160 de 4 tiempos. Se retiró el tanque de nafta y se adicionó un filtro para efectuar el arranque del motor. Decidimos colocar la manguera de salida de gas HHO directo a la entrada de la toma de aire del motor. Tuvimos que realizar una regulación manual para un correcto funcionamiento del motor, debido a la mezcla de gases ingresada.

Para obtener los resultados, primero se utilizaron métodos prácticos como la utilización de papel para observar la reducción de combustible no quemado. Más tarde, recurrimos a un sensor de gases digital, para la medición de la verdadera reducción de contaminantes. Luego de terminar las pruebas previstas, se procedió a verificar que no hubiera daño interno, desarmando parte del motor.

## Resultados

Al suministrarse gas hidroxilo a través de la entrada de aire del motor, éste se mezcla con el combustible fósil, provocando un aumento en la potencia de la combustión y una gran mejora en la quema del combustible. Es decir, el gas oxhídrico funciona como un catalizador de la combustión. El hidrógeno, al ser explosivo, aumenta la potencia de la explosión dentro de la cámara de pistones del motor. Por otra parte, la introducción de oxígeno a la cámara mejora la oxidación de los hidrocarburos, reduciendo así la formación de gases como el CO y compuestos de carbonos sin oxidar.

Para realizar la comprobación, en una primera etapa utilizamos un método simple pero eficaz, el cual fue colocar papel de cocina en la salida

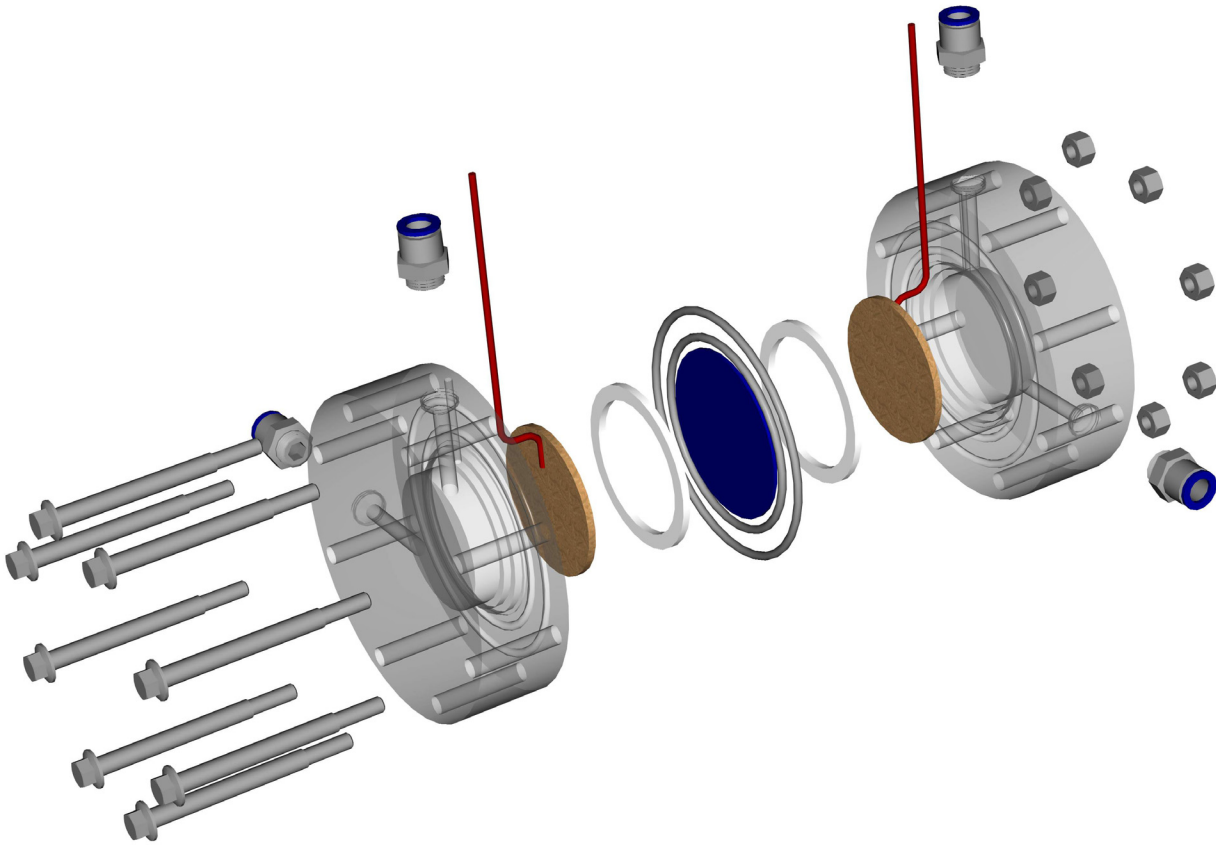
del escape del motor honda GX 160, y de esa forma visual evaluar la salida de gases. Así pudimos determinar la gran reducción de combustible sin quemar al utilizar nuestros prototipos.

Observamos un aumento del calor en los diseños de tipo dry cell al disponer los electrodos en configuración serie. Esto se solucionó modificando la configuración original por medio de placas neutras. De esta forma, el voltaje necesario para romper la molécula de agua del electrolito fue entre 1.7 y 2 voltios. Al aumentar el voltaje solo se produjo calor, y por consiguiente la generación de vapor junto con el gas generado, obteniéndose de esta forma falsos valores al momento de medir la producción de dicho gas.

Utilizamos un termómetro infrarrojo para la medición de la temperatura de los prototipos. La temperatura alcanzada no superó el límite máximo (45°), por lo que consideramos que los prototipos son eficientes en el manejo de la temperatura.

Para la medición de producción de gas oxhídrico generada por estos electrolizadores, se optó por usar simplemente un cronómetro y una botella con graduaciones, sumergida en un tubo con agua como sello hidráulico, al cual se acopló un conector de gases, y a él la manguera de salida de gases del generador de hidroxilo a medir. A medida que éste genera gas oxhídrico, el mismo hace subir el envase plástico por encima del agua.

No es recomendable almacenar el gas generado por los electrolizadores, ya que el producto generado es una combinación muy inflamable y algo inestable. Es de suma importancia utilizar burbujeadores, con los que se limpia el gas generado del electrolito. Además, cumple una función de seguridad, al actuar como barrera o cortafuego en caso de retroceso de alguna flama. No es conveniente usar vidrio para burbujeadores en caso de explosiones, es mejor utilizar materiales blandos



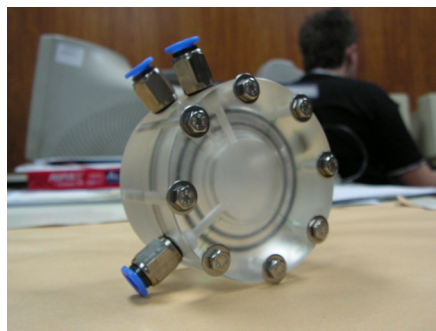
#### Electrolizador explotado

o bien resistentes, como tubos de acero inoxidable 316L con 15 mm de espesor, o acrílicos tipo cristal con 10 mm de espesor. Estos deben dejar poco margen para la acumulación de gases en caso de explosiones.

Muchos sistemas de generadores de HHO que se están comercializando en el mercado, operan con demasiados amperes y terminan requiriendo un sistema para enfriar el generador de HHO, por lo que dan falsos valores de rentabilidad.

Cuando se realizan estas experiencias en laboratorios por lo general se utiliza una fuente regulada, y no se conecta directamente a una batería estándar de un automóvil. El sistema eléctrico del vehículo produce desde 12 hasta 14,2 voltios dependiendo sus características de su marca y modelo. El punto es que si el voltaje es alto durante la medición de gas HHO, no proporciona un ejemplo real de lo que puede esperar realmente de la batería al usarlo en un auto.

El punto de congelación del generador de HHO es algo importante a tener en cuenta, especialmente si se usa donde la temperatura desciende bajo cero, como ocurre en el sur de nuestro país. Finalmente, el calor de la electrólisis del hidrógeno descongela el agua. Dependiendo de qué tan congelado esté, variará su tiempo. Si su generador de HHO se congela y no hay espacio suficiente para que el agua se expanda, fácilmente puede romper el contenedor. Si bien la adición de alcohol u otras mezclas anticongelantes a su generador de HHO evita la congelación del mismo, esto cambiará el proceso de electrólisis, y sin duda, la producción de gas HHO.



Ensamblado del motor

La calidad de las piezas del generador de gas oxhídrico es muy importante, ya que es el corazón del dispositivo. El acero inoxidable 316L utilizado para ayudar en la electrólisis del agua cuesta alrededor de 40% más que el 302 o 304, pero la diferencia se verá en el tiempo de duración de resistencia a la corrosión.

Realizamos distintas experiencias con el fin de cuantificar los resultados obtenidos. Medimos el ahorro de combustible utilizando el electrolizador, y sin utilizar el mismo. Se logró un ahorro promedio de 15% de combustible al utilizar el dispositivo.

También probamos el tiempo de uso del electrolizador y concluimos que con 1,8L de agua se puede utilizar el dispositivo durante 2,6 días sin parar, antes de que se acabe el agua. Por supuesto, este cálculo fue realizado en condiciones normales de laboratorio y en un marco teórico.

Con diferentes equipamientos, logramos medir la reducción de gases contaminantes y las mejoras en la potencia del motor. La potencia

varía según la velocidad y la marcha, pero la mejora ronda el 30% con respecto al auto sin electrolizador. La reducción de CO es uno de los resultados más impresionantes, cerca del 80% de monóxido de carbono se ve reducido al utilizar el dispositivo generador de hidrógeno.

## Conclusiones

El uso del agua como combustible quedó comprobado al poder separar la molécula de agua por medio de la electrólisis en dos gases, hidrógeno y oxígeno, a un potencial eléctrico de 2v y utilizarlos en forma combinada para enriquecer el proceso de combustión interna en un motor de 4 tiempos. Quedó demostrado por la experimentación directa que la utilización del gas oxhídrico aumenta la eficiencia térmica y disminuye el consumo de combustible fósil.

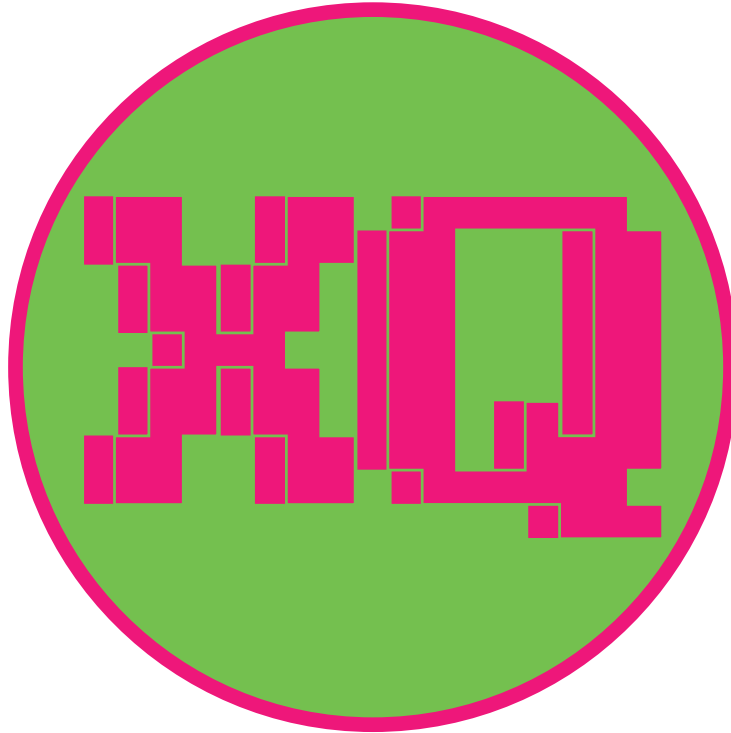
Al utilizar el gas oxhídrico, disminuyen considerablemente las emisiones de gases tóxicos producidos por el funcionamiento normal de un motor de 4 tiempos y su consiguiente generación de hidrocarburos que no logran quemarse de forma uniforme (monóxido de carbono), ya que se produce una mejor quema del combustible.

Hay que tener mucho cuidado con el manejo de estos gases combinados ya que es extremadamente explosivo, no se aconseja su almacenamiento.

Es recomendable utilizar siempre acero inoxidable 316, o en su defecto níquel, para la construcción de los electrodos y demás elementos que formen el generador de HHO. La celda no debe superar los 45° para un correcto funcionamiento, si sobrepasa esta temperatura los electrodos se oxidan y ensucian el electrolito con un color amarronado, además de generar vapor de agua. Hay que producir lo justo para que el oxhidrógeno funcione como una bujía perfecta, es decir para que pueda mezclarse con todo el com-

combustible ingresado al pistón y pueda quemarlo todo velozmente. Esta es la principal función que quedó demostrada con este experimento de generación de gas HHO y su posterior mezcla con combustible fósil, que no pretende sustituir al mismo sino demostrar que permite un ahorro energético de entre el 5 y un 15%.

XQ



## Bibliografía

1. Wall: *Effect of hydrogen enriched Hydrocarbon combustion on emissions and performance.*
2. Stone: *Introduction to Internal Combustion Engines.*
3. Izquierdo, Peral, Plaza y Troitiño: *La Electroquímica y el medio ambiente*
4. Sastre de Vicente: *Electroquímica y Medio ambiente en el umbral del siglo XXI.*
5. Jingding: *Formation and Restraint of Toxic Emissions in Hydrogen-Gasoline Mixture Fueled Engines.*
6. Bauer and Forest: *Effect of Hydrogen Addition on the Performance of Methane-Fueled Vehicles. Part I: Effect on S.I. Engine performance.*
7. Pareja Cossio y Gutierrez Flores: *Construcción y Caracterización de una Celda de Combustible de Intercambio Protónico a Escala de Laboratorio.*