



**Universidad del Azuay**  
**Facultad de Ciencia y Tecnología**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica**

**Análisis del funcionamiento del Generador de HHO como  
optimizador de la combustión en un motor Otto**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico Automotriz**

**Autor:**

**Diego Fernando Rogel Rivera**

**Director:**

**Edgar Mauricio Barros Barzallo**

**Cuenca - Ecuador**

**2013**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a todas las personas que hicieron posible que cumpla con un objetivo más en mi vida personal. A mis padres y a mi hermana por su apoyo incondicional en cada instante de mi vida estudiantil. A mis tíos y abuelitos en quienes encontré un respaldo absoluto y que me han alentado para salir adelante. Para ellos este trabajo les dedico con mucho cariño.

**Diego**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por darme la oportunidad de estudiar y culminar esta carrera, a mis padres y a toda mi familia por guiarme y apoyarme de forma incondicional en cada momento de mi vida, y finalmente la Universidad del Azuay, a la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz y a los docentes que supieron transmitir sus conocimientos de la mejor manera.

*Barros*  
051212

# **Análisis del funcionamiento del Generador de HHO como optimizador de la combustión en un motor Otto**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado recopiló información acerca del funcionamiento del generador de gas oxihídrico o gas oxihidrógeno (HHO), también se determinaron las ventajas e inconvenientes que conlleva la instalación del sistema en vehículos que conforman el parque automotor local. Se estableció la factibilidad de la instalación, determinándose que reduce los costos en cuanto a consumo de combustible, mejora el rendimiento de un motor de combustión interna, disminuye la carga contaminante al ambiente y prolonga la vida útil de los lubricantes usados en motores de gasolina o de diesel. Por último se elaboró el catálogo para instalar el generador en tres vehículos tomados como referencia: Suzuki Forsa, Toyota Hilux y Renault Clio, información que permitió concluir que la implementación de este sistema es factible en nuestro medio.

**Palabras claves:** gas oxihídrico o gas oxihidrógeno, automotor local, rendimiento, combustión, catálogo, implementación, factible.



Ing. Mauricio Barros.

**Director**



Sr. Diego Rogel

**Autor**



Ing. Hernán Viteri.

**Miembro de la Junta Académica**

*Jun 15*

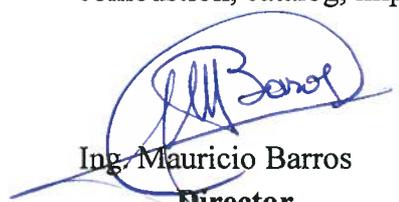
*Revisado  
05/12/17*

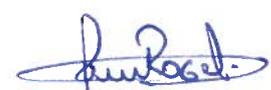
## ABSTRACT

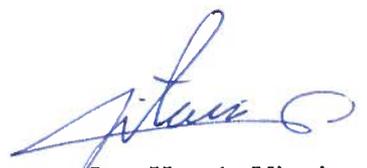
### **Analysis of the performance of an HHO Generator as a combustion optimizer in an Otto engine**

The present graduation work gathered information regarding the performance of an oxyhydrogen generator (HHO). We also determined the advantages and disadvantages of installing this system in the vehicles of the community. We determined the feasibility of installing this system since it reduces costs regarding fuel consumption. It also improves the performance of the internal combustion engine, it reduces air pollution, and it increases the lifespan of used lubricants in both gasoline and diesel engines. Finally, we elaborated a catalog to install the generator in three vehicles, which were taken as a reference point: Suzuki Forsa, Toyota Hilux, and Renault Clio. This information helped us reach the conclusion that the implementation of this system is feasible in our environment.

**Key words:** oxyhydrogen gas, local automobile, performance, combustion, catalog, implementation, feasible.

  
Ing. Mauricio Barros  
**Director**

  
Sr. Diego Rogel  
**Author**

  
Ing. Hernán Viteri  
**Member of the Board**

  
  
UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY  
DPTO. IDIOMAS

  
Translated by,  
Diana Lee Rodas

## ÍNDICE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen .....	iv
Abstract .....	v
Índice contenidos .....	vi
Índice de figuras .....	ix
Índice de tablas.....	xi
Índice de anexos.....	xii

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

### **CAPITULO I : ESTUDIO DEL GENERADOR DE HHO (GAS OXIHÍDRICO Ó GAS OXIHIDRÓGENO)**

<b>1.1. Principio de funcionamiento. ....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Características del generador. ....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Partes que conforman un generador de HHO (gas oxihídrico ó gas oxihidrógeno). ....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1. Generador de HHO (gas oxihídrico ó gas oxihidrógeno). ....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2. Depósito de agua. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.3. Burbujeador / Decantador. ....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.4. Amperímetro (analógico o digital). ....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.5. Magnetotérmico. ....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.6. Arrestallamas.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3.7. Bridas de plástico y cinta perforada para la fijación de la celda. ....</b>	<b>9</b>
<b>1.3.8. Tubos goma transparente. ....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.9. Cables eléctricos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.10. Conector de tubo de admisión de aire .....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.11. Relé o relevador (12v – 30amp).....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.12. Terminales y abrazaderas .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.13. Electrólito. ....</b>	<b>12</b>

1.3.14. EFIE (Electronic Fuel Injection Enhancers) (Potenciadores Electrónicos de Inyección de Combustible) .....	13
1.4. Ventajas e inconvenientes del generador de HHO.....	14
1.5. Conducción con HHO.....	15

## **CAPÍTULO II: INSTALACIÓN DEL KIT GENERADOR DE HHO**

2.1. Principios básicos para la instalación del sistema.....	17
2.2. Instrucciones de instalación.....	17
2.3. Fijaciones de los elementos principales.....	18
2.3.1. Suzuki Forsa.....	18
2.3.2. Toyota Hilux modelo 2008.....	20
2.3.3. Renault Clio.....	22
2.3.4. Instalaciones extras.....	24
2.4. Esquema de instalación del kit.....	25
2.4.1. Conexiones de tubos.....	26
2.4.2. Conexiones eléctricas.....	26
2.4.2.1. Montaje del amperímetro.....	27
2.4.2.2. Montaje del relé.....	28
2.5. Instalación de la EFIE en el sistema.....	29
2.5.1. Caso I: Vehículos sin electrónica, Suzuki Forsa.....	29
2.5.2. Caso II: Vehículos con inyección electrónica de combustible, Toyota Hilux y Renault Clio.....	29
2.5.2.1. Instalación de la EFIE en la Toyota Hilux.....	31
2.5.2.2. Instalación en Renault Clio.....	34
2.6. Esquema general de instalación de la EFIE.....	38
2.7. Preparación del electrólito (KOH).....	39
2.8. Lista de verificaciones.....	40
2.9. Mantenimiento del sistema.....	41

## **CAPÍTULO III: COSTOS PARA LA INSTALACIÓN DEL KIT GENERADOR DE HHO.**

<b>3.1.</b>	Precio para la instalación en el Suzuki Forsa.....	43
<b>3.2.</b>	Costos de la EFIE modernas para los vehículos Toyota Hilux y Renault Clio.....	44
<b>3.3.</b>	Precio de instalación para Toyota Hilux. ....	45
<b>3.4.</b>	Precio para la instalación en el Renault Clio. ....	46
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	49
	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	51
	<b>ANEXOS</b> .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Kit del generador de HHO.....	3
<b>Figura 1.2.</b> Generador de HHO.....	5
<b>Figura 1.3.</b> Principio de funcionamiento del generador.....	5
<b>Figura 1.4.</b> Depósito de agua. ....	6
<b>Figura 1.5.</b> Burbujeador. ....	7
<b>Figura 1.6.</b> Amperímetro.....	8
<b>Figura 1.7.</b> Magnetotérmico. ....	8
<b>Figura 1.8.</b> Arrestallamas.....	9
<b>Figura 1.9.</b> Bridas.....	9
<b>Figura 1.10.</b> Tubos. ....	10
<b>Figura 1.11.</b> Cables eléctricos.....	10
<b>Figura 1.12.</b> Conector.....	11
<b>Figura 1.13.</b> Relé.....	11
<b>Figura 1.14.</b> Funcionamiento de un relé. ....	12
<b>Figura 1.15.</b> Conectores y abrazaderas. ....	12
<b>Figura 1.16.</b> Electrólito. ....	13
<b>Figura 1.17.</b> Eficie.....	13
<b>Figura 2.1.</b> Posible ubicación del generador en el Suzuki Forsa.....	18
<b>Figura 2.2.</b> Posible ubicación del depósito en el Suzuki Forsa.....	19
<b>Figura 2.3.</b> Posible ubicación del burbujeador en el Suzuki Forsa.....	19
<b>Figura 2.4.</b> Posible ubicación del conector de HHO en el Suzuki Forsa.....	20
<b>Figura 2.5.</b> Posible ubicación del generador en Toyota Hilux.....	20
<b>Figura 2.6.</b> Posible ubicación del depósito en Toyota Hilux. ....	21
<b>Figura 2.7.</b> Posible ubicación del burbujeador en Toyota Hilux. ....	21
<b>Figura 2.8.</b> Posible ubicación del conector de HHO en Toyota Hilux. ....	22
<b>Figura 2.9.</b> Posible ubicación del generador en Renault Clio.....	22
<b>Figura 2.10.</b> Posible ubicación del depósito en Renault Clio. ....	23
<b>Figura 2.11.</b> Posible ubicación del conector de HHO en Renault Clio.....	23
<b>Figura 2.12.</b> Posible ubicación en el maletero. ....	24
<b>Figura 2.13.</b> Esquema general de la conexión con tubos y cables.....	25
<b>Figura 2.14.</b> Esquema general de la conexión eléctrica del kit.....	26
<b>Figura 2.15.</b> Esquema de la conexión del amperímetro.....	27

<b>Figura 2.16.</b> Instalación del amperímetro. ....	28
<b>Figura 2.17.</b> Esquema de la conexión del relé. ....	28
<b>Figura 2.18.</b> Ubicación del sensor ETC en Toyota Hilux. ....	31
<b>Figura 2.19.</b> Conexión eléctrica del ETC en Toyota Hilux. ....	32
<b>Figura 2.20.</b> Ubicación del sensor MAF en Toyota Hilux. ....	32
<b>Figura 2.21.</b> Conexión eléctrica del sensor MAF en Toyota Hilux. ....	33
<b>Figura 2.22.</b> Ubicación del sensor de oxígeno en Toyota Hilux. ....	33
<b>Figura 2.23.</b> Circuito eléctrico del sensor de oxígeno en Toyota Hilux. ....	34
<b>Figura 2.24.</b> Ubicación del sensor ETC en Renault Clio. ....	34
<b>Figura 2.25.</b> Esquema eléctrico del sensor ETC en Renault Clio. ....	35
<b>Figura 2.26.</b> Ubicación del sensor IAT en Renault Clio. ....	35
<b>Figura 2.27.</b> Esquema eléctrico del sensor IAT en Renault Clio. ....	36
<b>Figura 2.28.</b> Ubicación del sensor de oxígeno en Renault Clio. ....	36
<b>Figura 2.29.</b> Esquema eléctrico del sensor de oxígeno en Renault Clio. ....	37
<b>Figura 2.30.</b> Ubicación del sensor MAP en Renault Clio. ....	37
<b>Figura 2.31.</b> Esquema eléctrico del sensor MAP en Renault Clio. ....	38
<b>Figura 2.32.</b> Esquema general de instalación de la EFIE. ....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Amperios por cada centímetro cubico de HHO .....	39
<b>Tabla 2.2.</b> Tabla de verificaciones del sistema.....	41
<b>Tabla 3.1.</b> Costo total de instalación del kit de HHO para Suzuki Forsa con la empresa HH PLUS.....	43
<b>Tabla 3.2.</b> Costo total de instalación del kit de HHO para Suzuki Forsa con la empresa EcoEnergyFuel.....	43
<b>Tabla 3.3.</b> Costo total de instalación del kit de HHO para Suzuki Forsa con empresa de Colombia. ....	44
<b>Tabla 3.4.</b> Costo total de instalación de la EFIE con la empresa EcoNovedades. ....	44
<b>Tabla 3.5.</b> Costo total de instalación de la EFIE con una empresa de Canadá. ....	44
<b>Tabla 3.6.</b> Costo total de instalación para Toyota Hilux con la empresa HH PLUS.	45
<b>Tabla 3.7.</b> Costo total de instalación para Toyota Hilux con la empresa EcoEnergyFuel.....	45
<b>Tabla 3.8.</b> Costo total de instalación para Toyota Hilux con la empresa EcoNovedades.....	46
<b>Tabla 3.9.</b> Costo total de instalación para Renault Clio con la empresa HH PLUS.	46
<b>Tabla 3.10.</b> Costo total de instalación para Renault Clio con la empresa EcoEnergyFuel.....	46
<b>Tabla 3.11.</b> Costo total de instalación para Renault Clio con la empresa EcoNovedades.....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Especificación de calibre AWG según el diámetro del conductor. ....	53
<b>Anexo 2:</b> Especificación de calibres AWG y la Intensidad Admisible .....	53
<b>Anexo 3:</b> Clasificación según la Sección del cable corriente y potencia máxima admisible .....	54

Rogel Rivera Diego Fernando

Trabajo de graduación

Ing. Mauricio Barros Barzallo

Enero del 2013

## **ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR DE HHO COMO OPTIMIZADOR DE LA COMBUSTIÓN EN UN MOTOR OTTO**

### **INTRODUCCION**

Son varias las tecnologías que están siendo desarrolladas para sustituir el combustible en motores de combustión interna. Las reservas de petróleo están disminuyendo y se agotarán en un futuro no muy lejano, además la necesidad de utilizar combustibles más limpios y menos costosos dan importancia al hecho de la búsqueda de un combustible alternativo como es el gas HHO.

Consiste en un generador que se adapta a su motor sea a diesel o gasolina sin importar marca, modelo, año de fabricación o cilindraje, inyectando gas HHO directamente a la cámara del pistón por medio de la admisión de aire, este se dosifica con el diesel o la gasolina aumentando el porcentaje de rendimiento de cada galón de combustible sin usar aditivos que dañan el motor

Es aplicable en motores de: autos, camiones, barcos, generadores eléctricos, maquinaria pesada y de carga (grúas, tractores, retroexcavadoras, volquetas, cabezales), es de aplicación sencilla y tiene todas las garantías de funcionamiento asegurándoles que no será un problema sino una solución innovadora que proporcionará diversos beneficios.

En el capítulo I, se realiza un análisis del generador de HHO (gas oxihídrico ó gas oxihidrógeno), partiendo del principio de funcionamiento, para posteriormente estudiar las características, describiendo así sus componentes y la función que realizan dentro del sistema. Este estudio servirá para comprender el beneficio de la instalación del sistema, y conocer las ventajas y desventajas frente a otros sistemas.

En el capítulo II, se elaborará un manual de instalación del kit de HHO para los siguientes vehículos: Suzuki Forsa, Toyota Hilux y Renault Clio, partiendo desde los principios básicos de instalación, para posteriormente estudiar las conexiones mecánicas como eléctricas, luego la preparación del electrolito que es muy importante en el sistema de HHO. Al final de este capítulo se dará a conocer la lista de verificaciones del sistema con su respectivo mantenimiento.

En el capítulo III, se elaborará una investigación de costos para la instalación del kit de HHO en los vehículos antes mencionados: Suzuki Forsa, Toyota Hilux y Renault Clio, posteriormente se realizará una comparación de precios entre diferentes empresas que se dedican a la fabricación e implementación de este sistema y al final se efectuará un análisis de disminuir costos de construcción del kit.

## CAPITULO I

### ESTUDIO DEL GENERADOR DE HHO (GAS OXIHÍDRICO Ó GAS OXIHIDRÓGENO)

#### 1.1. Principio de funcionamiento



**Figura 1.1.** Kit del generador de HHO

**Fuente:** <http://www.econovedades.eu/Kits-de-Hidrogeno-para-vehiculos.html>

El principio de funcionamiento del generador de gas oxihídrico ó gas oxihidrógeno (figura 1.1) está basado en el proceso de electrólisis del agua en donde se usa como reactivos: agua destilada, un electrólito y 12V de corriente de la batería del automóvil.

La electrólisis del agua es un fenómeno que consiste en descomponer el agua ( $H_2O$ ) en moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) y gas hidrógeno ( $H_2$ ) esto se logra haciendo circular

corriente eléctrica de la batería 12V por el agua previamente mezclada con un electrólito.

El gas HHO que produce el generador se introduce al motor por el vacío que se genera en cada uno de los cilindros cuando están en su fase de admisión, este gas entra al motor previamente mezclado con el aire y en la cámara de combustión con la presencia de la gasolina y la chispa de bujía se combustionan obteniendo una mezcla más eficiente, y lo que tenemos como residuo de dicha combustión es vapor de agua que es expulsado por el múltiple de escape.

El generador HHO solo produce el combustible que el motor necesita, no acumula este gas en depósitos, consiguiendo niveles de seguridad muy elevados.

## **1.2. Características del generador**

El generador se lo puede instalar en vehículos con sistemas de carburación por ejemplo se hará el análisis en un Suzuki Forsa, y también con sistemas de inyección electrónica como en la Toyota Hilux y el Renault Clio.

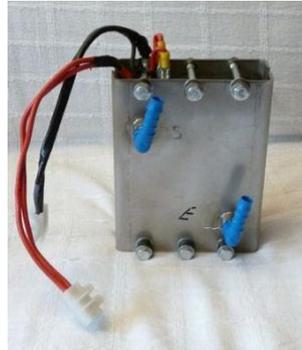
Ofrece un largo periodo de servicio con poco mantenimiento, es recomendable revisar el nivel de agua del depósito de agua cada 700-900 km y limpiar la célula generadora una vez al año, con lo que se asegura el buen funcionamiento del generador.

Se recomienda instalar el generador en lugares ventilados y lejos del múltiple de escape del motor y zonas calientes, son totalmente reversibles, se los puede desmontar y volver a instalar en otro vehículo sin problema alguno.

Para motores que utilicen gasolina y el sistema de alimentación es a inyección de combustible electrónica como la Toyota Hilux y el Renault Clio, necesita un circuito electrónico para engañar las señales que llegan a la ECU del motor de los siguientes sensores: el CTS (Sensor de temperatura del refrigerante), IAT (sensor de temperatura aire de admisión), sondas lambda o sensores de oxígeno, y el sensor MAF (sensor de flujo de aire); estos sensores son los que definen el adelanto y el tiempo de inyección.

### 1.3. Partes que conforman un generador de HHO (gas oxihídrico ó gas oxihidrógeno)

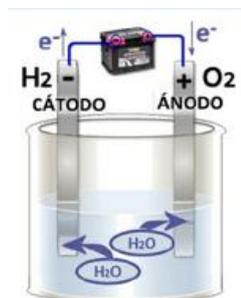
#### 1.3.1. Generador de HHO (gas oxihídrico ó gas oxihidrógeno)



**Figura 1.2.** Generador de HHO

**Fuente:** <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>

El generador (figura 1.2) es el elemento en donde se realiza la electrólisis del agua para la obtención del gas HHO.



**Figura 1.3.** Principio de funcionamiento del generador

**Fuente:** <https://www.dropbox.com/sh/mi2o62zoea3cyec/54xUI-0krm/AHORROMOTORES/presentacioneconovedades.pdf>

Está constituido por barras de acero inoxidable que van intercaladas con carga positiva y carga negativa que se toma de la batería del automóvil. El hidrógeno se lo obtiene en el cátodo que es el electrodo cargado negativamente y el oxígeno se lo obtiene en el ánodo electrodo con carga positiva (figura 1.3), la eficiencia de la electrólisis aumenta con la adición de un electrólito en el agua.

Las placas necesitarán ser reemplazadas cada 8 – 12 meses debido a la corrosión.

### 1.3.2. Depósito de agua

El depósito de agua (figura 1.4) se lo puede construir de plástico el cual es un material económico y resistente al calor, otro material puede ser la fibra de carbono pero el inconveniente es el elevado costo.

#### ✚ Disposición de los conectores del depósito



- 1.- Salida de agua al generador
- 2.- Entrada de agua+ gas desde el generador
- 3.- Salida de HHO hacia el burbujeador

**Figura 1.4.** Depósito de agua

Fuente: <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>

#### Observaciones:

Se divide el depósito en tres partes:

- 2/3 de agua con electrólito hidróxido de potasio (KOH).
- 1/3 libre para el burbujeo del HHO.
- Se recomienda usar agua destilada ó desionizada, otras variedades pueden dejar residuos sólidos ó gaseosos , como cloruros, nitratos, nitritos, amonio, calcio, magnesio, fosfato, arsénico, entre otros, que pueden afectar al rendimiento y conservación del sistema HHO y en el motor puede existir un desgaste en los cilindros.
- La menos recomendable y más peligrosa para el sistema es el agua de pozo, si no dispone del agua recomendada, utilice agua potable (agua para el consumo humano) no utilice tampoco el agua mineral o embotellada.

### 1.3.3. Burbujeador / Decantador

El burbujeador de gas (figura 1.5) es un recipiente de plástico, el cual está parcialmente lleno de líquido, a este llega el HHO del depósito, el tubo de entrada debe ir sumergido en el líquido y el tubo de salida a la admisión del motor debe ir por encima del nivel de agua.

**E**= HHO + agua proveniente del depósito.

**S**= HHO hacia la admisión.



**Figura 1.5.** Burbujeador

**Fuente:** <https://www.dropbox.com/sh/mi2o62zoea3cyec/pbuHtNo3Ca/KIT-HHO/manualesinstalacion/manualkithhoinstalacion.pdf>

Un burbujeador de gas funciona como una válvula de un solo sentido en donde el gas que entra por el tubo sumergido en el líquido burbujea a través del mismo y ascienden hacia la superficie quedando el HHO por encima del nivel del líquido, de esta manera el gas no puede retornar a la entrada de este elemento y regresar al depósito, además se consigue un lavado de los gases y la eliminación de posibles restos de electrólito que al entrar al motor lo pueden deteriorar.

El burbujeador es un elemento básico de seguridad en el sistema, evitando que por un posible fallo en el motor se pueda propagar fuego al generador y causar explosiones ó efectos indeseados.

### 1.3.4. Amperímetro (analógico o digital)

Este instrumento sirve para medir la intensidad de la corriente eléctrica dentro del generador, a más amperios mayor producción de HHO.



**Figura 1.6.** Amperímetro

**Fuente:** <https://www.dropbox.com/sh/mi2o62zoea3cyec/pbuHtNo3Ca/KIT-HHO/manualesinstalacion/manualkithhoinstalacion.pdf>

En los automóviles los amperímetros (figura 1.6) miden corrientes continuas. Y siempre se lo debe conectar en serie, conectándolo en paralelo el amperímetro se encontraría en otro circuito y al tener una resistencia interior baja se estropearía.

### 1.3.5. Magnetotérmico



**Figura 1.7.** Magnetotérmico

**Fuente:** <http://tienda.rodriluxelectricidad.com/MAGNETOTERMICO-1P-10-AMPERIOS>

El Magnetotérmico (figura 1.7) es básicamente un interruptor de encendido de todo el sistema y también un sistema de seguridad. El dispositivo salta si detecta que por alguna razón los amperios suben demasiado, protegiendo todo el sistema eléctrico, sea del vehículo o del kit.

### 1.3.6. Arrestallamas

Sólo es necesario en coches gasolina. Su función es frenar una posible retrollama creada en el motor.



**Figura 1.8.** Arrestallamas

**Fuente:** <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>

*“Se entiende por arrestallamas o cortafuegos (figura 1.8), un dispositivo normalmente de forma tubular, en el cual la entrada de gas se aplica a un extremo del tubo y la salida al otro, entre la entrada y la salida se interpone una malla, rejilla ó algún tipo de lana metálica compatible con el sistema y de densidad adecuada al tipo de gas empleado, en este caso gas HHO o Oxhídrico, el taladro de la rejilla suele ser de 50 a 100 micrones. Se utiliza como elemento de seguridad y como medida preventiva, extingue o apaga las partículas sólidas en ignición de carbonilla ó cualquier llama que pudiera despedir el motor o consumidor de gas debido a fallos de combustiones incompletas, fuego u otros fallos”.*<sup>1</sup>

### 1.3.7. Bridas de plástico y cinta perforada para la fijación de la celda



**Figura 1.9.** Bridas

**Fuente:** <http://www.solott.com/foros/index.php?topic=5171.0>

<sup>1</sup> [http://www.ecoenergyfuel.com/cms.php?id\\_cms=7](http://www.ecoenergyfuel.com/cms.php?id_cms=7)

Las bridas (figura 1.9) grandes son muy útiles para fijar los equipos como el generador, depósito y burbujeador ya sea a la carrocería o al chasis del vehículo y las más pequeñas se usan para fijar los cables y tubos.

### 1.3.8. Tubos goma transparente



**Figura 1.10.** Tubos

**Fuente:** [http://www.ecoenergyfuel.com/product.php?id\\_product=48](http://www.ecoenergyfuel.com/product.php?id_product=48)

A través de los tubos de goma (figura 1.10) circula tanto el agua como el HHO, desde el depósito de agua hasta la entrada del múltiple de admisión.

### 1.3.9. Cables eléctricos



**Figura 1.11.** Cables eléctricos

**Fuente:** <https://www.dropbox.com/sh/mi2o62zoea3cyec/pbuHtNo3Ca/KIT-HHO/manualesinstalacion/manualkithhoinstalacion.pdf>

Es recomendable usar cables (figura 1.11) de 1mm por cada 10 AM de intensidad que circulen por él. Ver especificación de calibres de cables en Anexo 1, 2 y 3.

- ✚ 3 mm.- Para coches pequeños de 0 a 2.000cc
- ✚ 4,5 mm.- Coches medianos/grandes de 2000cc a 8000 cc.

### 1.3.10. Conector de tubo de admisión de aire



**Figura 1.12.** Conector

**Fuente:** <https://www.dropbox.com/sh/mi2o62zoea3cyec/pbuHtNo3Ca/KIT-HHO/manualesinstalacion/manualkithhoinstalacion.pdf>

La parte gruesa se conecta a presión a la admisión junto con la arandela de goma. La parte más fina se conecta el tubo de llegada del gas HHO.

### 1.3.11. Relé o relevador (12v – 30amp)

El relé (figura 1.13) es un dispositivo electromecánico funciona como un interruptor de activación o desactivación del generador comandado por el switch del vehículo.

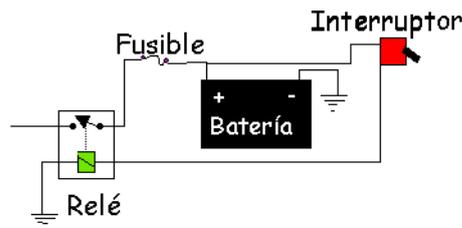


**Figura 1.13.** Relé

**Fuente:** <http://elprofe3.wordpress.com/2009/12/11/rele-para-las-neblineras/>

### Principio de Funcionamiento

Un relé es un interruptor electromagnético en el que los contactos se accionan por medio de una bobina de electroimán (figura 1.14). La corriente de mando para accionar el electroimán es de 0,2 a 1 A, según sea el relé. A través de los contactos pueden conectarse grandes corrientes de trabajo.



**Figura 1.14.** Funcionamiento de un relé

**Fuente:** <http://www.autosindetalle.cl/content/view/754287/Que-es-un-Relé-y-para-que-sirve.html>

### 1.3.12. Terminales y abrazaderas



**Figura 1. 15.** Conectores y abrazaderas

**Fuente:** <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>

Las abrazaderas (figura 1.15) sirven para fijar el tubo a cada uno de las entradas del burbujeador, tanque, celda, etc. Los conectores sirven para las conexiones eléctricas del sistema.

### 1.3.13. Electrólito

Un electrólito (figura 1.16) es una sustancia que en su constitución tiene iones libres, que se comportan como conductor eléctrico disuelto en agua.



**Figura 1.16.** Electrólito

**Fuente:** <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>

El electrólito aumenta la conductividad eléctrica en el agua, disminuyendo la resistencia del fluido y favoreciendo el paso de la corriente eléctrica a través del mismo. Los mejores electrólitos son el hidróxido de potasio (KOH) y el hidróxido de sodio (NaOH) en realidad se comportan como catalizadores y no se consumen durante la electrólisis.

No utilice nunca bicarbonato, sal o ácido sulfúrico (ácido que contienen las baterías de plomo) producirá daños a su sistema de HHO y motor, produciendo salidas de gases nocivos perjudiciales para la salud, además se consumen durante la electrólisis.

### 1.3.14. EFIE (Electronic Fuel Injection Enhancers) (Potenciadores Electrónicos de Inyección de Combustible)

Este dispositivo electrónico sirve para interferir en las señales que llegan a la ECU del motor de los siguientes sensores: CTS (Sensor de temperatura del refrigerante), IAT (sensor de temperatura aire de admisión), sondas lambda o sensores de oxígeno, y el sensor MAF (sensor de flujo de aire) (figura 1.17).

Lo que se hace es engañar a la computadora del motor para que inyecte menos combustible y también interferir en el adelanto a la inyección.



**Figura 1.17.** EFIE

**Fuente:** <https://www.dropbox.com/sh/mi2o62zoea3cyec/URpmdJdta/KIT-HHO/manualesinstalacion/multisensoresGASOLINA.pdf>

#### 1.4. Ventajas e inconvenientes del generador de HHO

##### Ventajas de utilizar un generador de gas HHO

Las ventajas que publica la empresa EcoNovedades según sus experimentos son las siguientes: <http://www.econovedades.eu/Kits-de-Hidrogeno-para-vehiculos.html>, fue consultado el 11 de Noviembre del 2012.

- ✚ En la mayoría de los casos se obtiene entre un 15 y un 25 % de economía en un motor diesel y entre un 20 y un 30 % de economía en un motor a gasolina.
- ✚ Aumenta la eficiencia y por lo tanto da más potencia a su motor, podrá reducir drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub>.

##### En su motor, los beneficios serán:

- ✚ Reducción y limpieza de carbón y carbonilla.
- ✚ Reducción de la temperatura en el motor.
- ✚ Aumento del tiempo de vida del mismo.
- ✚ Menos ruido del motor debido al efecto del hidrógeno en la combustión.

Las ventajas publicadas en la página: <http://www.motordehidrogeno.net/como-mejorar-un-motor-de-combustion-normal-mediante-el-uso-de-hidrogeno>, fue consultado el 10 de Noviembre del 2012.

- ✚ La potencia del motor se incrementa en un 6%.
- ✚ El consumo se reduce en un 9-12%.
- ✚ Las emisiones de óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono se reducen en un 50-80%.

Las ventajas publicadas por la empresa HHO Plus Alternative Energies son las siguientes: <http://www.hho-plus.com/>, fue consultado el 11 de Noviembre del 2012.

- ✚ Ahorro en combustible de un 20 y 30%.
- ✚ Aumenta la potencia y el rendimiento de su vehículo.

- ✚ Aumenta la vida útil de su motor.
- ✚ Reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y CO.
- ✚ Reduce la temperatura en el motor.
- ✚ Elimina el carbono depositado en su motor y evita acumulación futura del carbón.
- ✚ Menor nivel de ruido en el motor.

La ventaja que publica la empresa EcoEnergyFuel según las pruebas realizadas es la siguiente: [http://www.ecoenergyfuel.com/cms.php?id\\_cms=6](http://www.ecoenergyfuel.com/cms.php?id_cms=6), fue consultado el 11 de Noviembre del 2012.

- ✚ El ahorro energético puede llegar con unos fáciles ajustes en algunas aplicaciones hasta el 40% (dependiendo del tipo de motor y de su estado)

#### **Posibles Inconvenientes:**

- ✚ Consume energía de la batería para generar la electrólisis del agua dentro del generador, un alternador generalmente produce 15 amperios hora, lo que significa que sería lo máximo que puede consumir el sistema de generador de gas HHO en un vehículo.
- ✚ Debido a que la combustión dentro del motor es mejor, se genera una mayor cantidad de vapor de agua el cual sale por el tubo de escape, que podría oxidar rápidamente al mismo.
- ✚ El gas HHO se lo debe manipular con cuidado ya que es muy explosivo, es recomendable instalarlo lejos de la batería por cualquier chispa que se genere.

#### **1.5. Conducción con HHO**

Estas afirmaciones las publica la empresa española EcoNovedades Ambiente y Soluciones: <http://www.hho-ion.com/descargas/manualthho.pdf>, fue consultado el 7 de Marzo del 2012.

El vehículo funciona de manera más eficiente con la instalación del generador de HHO. Se recomienda algunos aspectos para aprovechar al máximo los beneficios de este sistema:

- ✚ Una conducción más suave, no es necesario pisar a fondo el acelerador para mantener una velocidad constante.
- ✚ Los máximos beneficios de este sistema se los consigue cuando se transita a bajas revoluciones o velocidades constantes.
- ✚ Con el HHO el automotor gana más potencia, más torque a bajas revoluciones.
- ✚ Lo ideal es pasar de marchas lo antes posible (es decir marchas muy cortas). Podremos lograr circular a 50-60 km en 5ª o 6ª sin ninguno tipo de problemas y apenas tocando el acelerador.
- ✚ Por el conducto de escape no sale emisiones contaminantes, ni olores y en los motores diesel particularmente, se habrá reducido los humos y gases negros en más de un 60 %.

## CAPÍTULO II

### INSTALACIÓN DEL KIT GENERADOR DE HHO

#### 2.1. Principios básicos para la instalación del sistema

Estos principios básicos e instrucciones de instalación son publicados por la empresa EcoNovedades: <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>, fue consultado el 7 de marzo del 2012.

- ✚ No fume mientras se está instalando el kit del generador de HHO.
- ✚ No trabaje con el motor caliente.
- ✚ Use guantes y gafas cuando use el electrólito (KOH).

#### 2.2. Instrucciones de instalación

- ✚ Se debe instalar tanto el depósito de agua, como la celda y el burbujeador lo más lejos posible de áreas muy calientes como el múltiple de escape. Cuanto más ventilado esté la celda y el depósito es mejor para su buen funcionamiento.
- ✚ Para la instalación del kit se debe hacer ciertos agujeros pequeños, a ser posible con taladro, en áreas plásticas de la carrocería, para poder fijar con bridas los diferentes elementos. Observar que las áreas plásticas sean duras y resistentes.

### 2.3. Fijaciones de los elementos principales

El manual de instalación se lo realizará para los siguientes vehículos: Suzuki Forsa, Toyota Hilux modelo 2008 y el Renault Clio.

#### 2.3.1. Suzuki Forsa

##### El Generador

El generador en este vehículo se recomienda instalarlo entre el radiador del motor y la mascarilla como se indica en la (figura 2.1) este sitio es adecuado ya que esta lejos del múltiple de escape y además es un lugar muy ventilado por el caudal de aire que genera el ventilador.

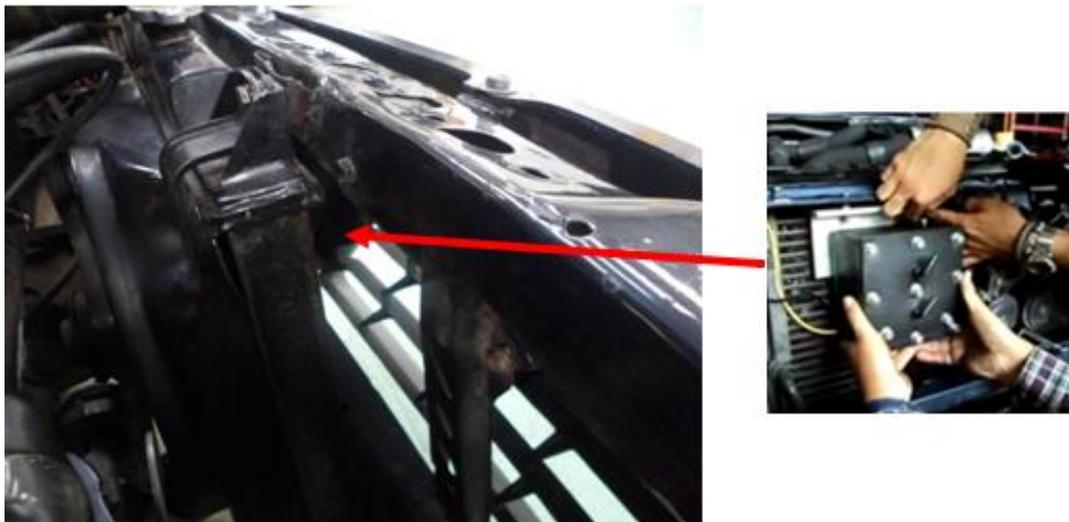


Figura 2. 1. Posible ubicación del generador en el Suzuki Forsa

##### El Depósito

El depósito se lo debe colocar como mínimo 10 cm más alto que la entrada del tubo del agua al generador para que la gravedad ayude a circular el agua. Se debe tener en cuenta que el tanque debe estar instalado en un lugar accesible ya que se debe controlar el nivel de líquido, en este vehículo se la instalará a lado del depósito de agua de las plumas como se indica en la (figura 2.2).



**Figura 2. 2.** Posible ubicación del depósito en el Suzuki Forsa

### **Burbujeador**

El burbujeador se lo instalará junto al depósito de reserva del radiador (figura 2.3), no importa la altura respecto a los otros elementos. En este lugar existe suficiente espacio para conectar los tubos de entrada y salida de HHO y también es accesible a la parte inferior del burbujeador ya que tiene una válvula que permite drenar el agua sobrante.



**Figura 2. 3.** Posible ubicación del burbujeador en el Suzuki Forsa

### ✚ Conector de tubo de admisión de aire

Para este tipo de vehículo se realiza un agujero en la entrada de aire del carburador en la parte inferior del depurador como se observa en la (figura 2.4), siempre el conector debe ir después del filtro del aire, tan cerca de la entrada del motor como sea posible.

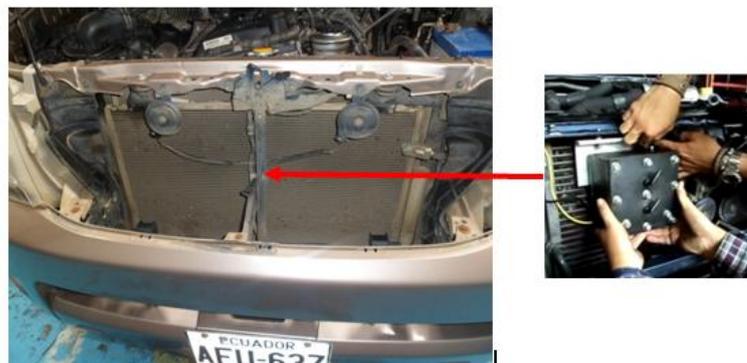


**Figura 2. 4.** Posible ubicación del conector de HHO en el Suzuki Forsa

### 2.3.2. Toyota Hilux modelo 2008

#### ✚ El Generador

El generador en la Hilux se recomienda instalarlo entre el radiador del aire acondicionado y la mascarilla como se observa en la (figura 2.5) este sitio es adecuado ya que el generador tendrá muy buena ventilación gracias al flujo de aire que entra aspirado por el ventilador del motor.



**Figura 2. 5.** Posible ubicación generador en Toyota Hilux

### ✚ El Depósito

El depósito se lo instalará en la parte izquierda del vehículo junto a la batería y depósito de agua de las plumas como se indica en la (figura 2.6), este lugar es accesible para poder controlar el nivel de líquido.



**Figura 2. 6.** Posible ubicación del depósito en Toyota Hilux

### ✚ Burbujeador



**Figura 2. 7.** Posible ubicación del burbujeador en Toyota Hilux

El burbujeador se lo colocará en la parte derecha del vehículo junto al depurador como se indica en la (figura 2.7), este lugar es adecuado ya que existe mucho espacio para las conexiones y se puede observar el nivel de agua existente.

### ✚ Conector de tubo de admisión de aire

Para este tipo de vehículo se realiza un agujero en el conducto de admisión de aire como se observa en la (figura 2.8), el lugar donde indica la flecha es el adecuado ya que está después del filtro de aire y cerca del múltiple de admisión.



**Figura 2. 8.** Posible ubicación del conector de HHO en Toyota Hilux

### 2.3.3. Renault Clio

#### ✚ El Generador y el burbujeador

El generador y el burbujeador en el Renault Clio se recomienda instalarlos entre el radiador del motor y la mascarilla (figura 2.9) ya que existe suficiente espacio y también se tiene una buena refrigeración por el volumen de aire aspirado por el ventilador.



**Figura 2. 9.** Posible ubicación del generador en Renault Clio.

**Fuente:** <http://www.youtube.com/watch?v=Q-Mc5PiKAYw>

### ✚ El Depósito

El depósito se lo instalará en la parte izquierda del vehículo junto a la batería como se indica en la (figura 2.10), este lugar es accesible para poder controlar el nivel de líquido.



**Figura 2. 10.** Posible ubicación del depósito en Renault Clio

### ✚ Conector de tubo de admisión de aire

El agujero se lo realizará en el conducto de admisión de aire como se observa en la (figura 2.11), este lugar es adecuado ya que esta después del filtro de aire y cerca de la entrada al motor.



**Figura 2. 11.** Posible ubicación del conector de HHO en Renault Clio

### 2.3.4. Instalaciones extras

En el caso de que sea imposible encontrar un sitio en la parte de adelante del vehículo, se puede colocar todo el kit en el maletero (figura 2.12) pero se debe instalar un ventilador extra para el enfriamiento del sistema.

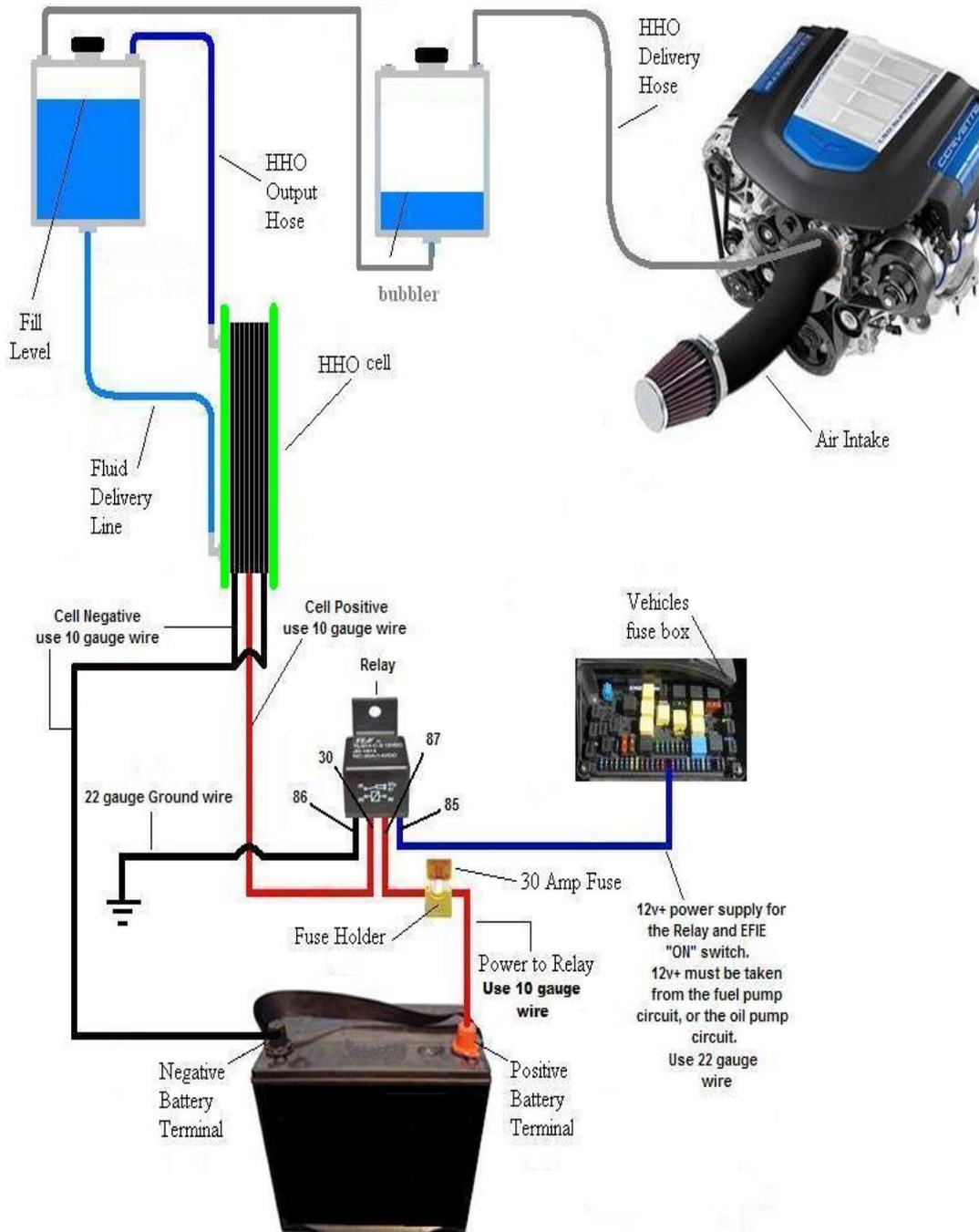


**Figura 2. 12.** Posible ubicación en el maletero

**Fuente:** [http://www.youtube.com/watch?v=cATjIx\\_wO40&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=cATjIx_wO40&feature=related)

## 2.4. Esquema de instalación del kit

En el esquema (figura 2.13) se detalla toda la instalación del kit, con todas las partes que lo conforman.



**Figura 2. 13.** Esquema general de la conexión con tubos y cables

Fuente: [http://www.minigreenmachine.com/hho\\_dry\\_cell\\_install.htm](http://www.minigreenmachine.com/hho_dry_cell_install.htm)

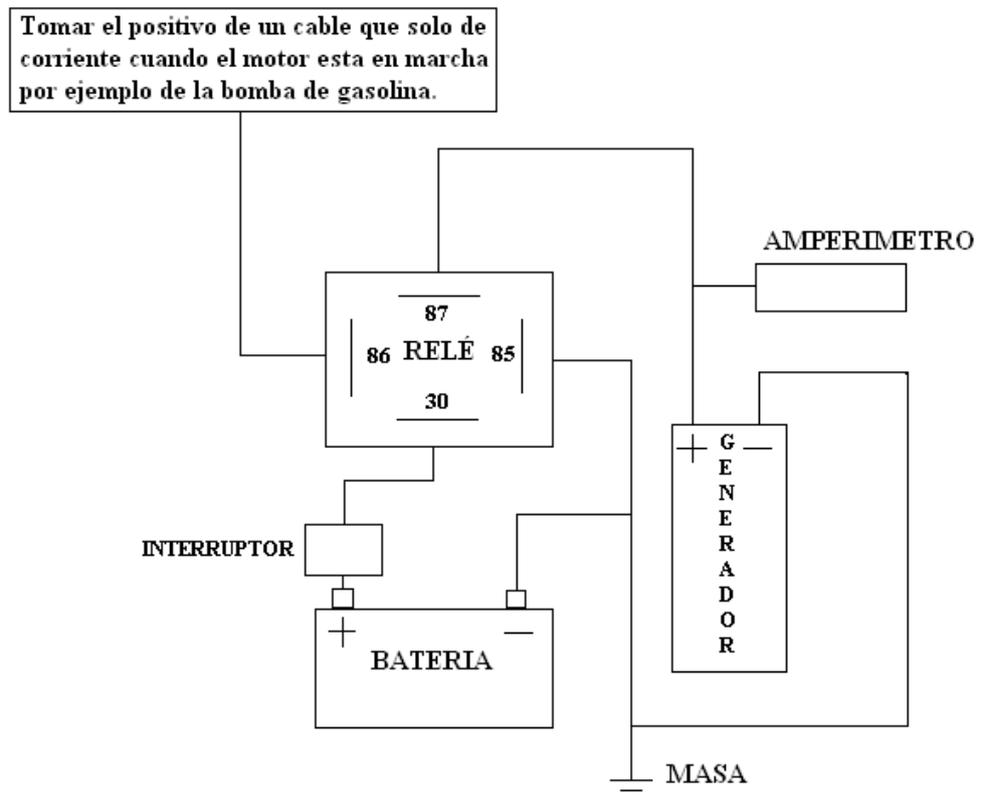
### 2.4.1. Conexiones de tubos

Para la instalación de tubos se debe seguir el esquema de la (figura 2.13).

#### Recomendaciones:

- ✚ Usar las bridas plásticas, para sujetar los tubos de agua y HHO, sin que estos toquen ninguna parte caliente del motor y donde no exista posibilidad de roces contra el metal ya que se pueden deteriorar y ocasionar fugas.
- ✚ Usar las abrazaderas metálicas para fijar la conexión de tubos (para evitar cualquier pérdida de agua o gas HHO).
- ✚ El HHO es muy volátil y difícil de ver si existen fugas.

### 2.4.2. Conexiones eléctricas



**Figura 2. 14.** Esquema general de la conexión eléctrica del kit

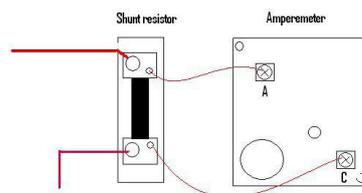
**Fuente:** <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>

Luego de instalar los elementos principales, se realiza la conexión de la parte eléctrica (figura 2.14), lo que recomienda la empresa EcoNovedades esta en la siguiente página: <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>, fue consultado el 7 de Marzo del 2012.

- ✚ Todo el circuito eléctrico tiene que estar bajo llave del interruptor de encendido del vehículo, (sólo cuando el motor está en marcha). Se recomienda el cable de alimentación de la bomba de gasoil, el indicador de presión de aceite, etc, esta señal será la que alimenta y comanda el relé, que acciona al generador.
- ✚ Conecte la tierra a la batería o a través de los tornillos de fijación al chasis. La masa del vehículo no siempre es buena garantía, en algunas ocasiones hay zonas aisladas por las gomas anti ruido que no permiten cerrar bien el circuito.
- ✚ Busque donde conectar la alimentación principal, puede ser directamente de la batería o en la salida del alternador.
- ✚ Todos los cables (negros o marrones) van a masa.
- ✚ Todos los cables (rojos o grises) van a positivo.
- ✚ Si se desea se pueden conectar todos los cables a batería (los negros a negativo y los rojos a positivo recomendable).

#### 2.4.2.1. Montaje del amperímetro

Para su instalación observar el esquema de la (figura 2.14). El “shunt resistor” es una resistencia a la que se conecta en paralelo el amperímetro (figura 2.15), este no debe ser conectado por ningún motivo en serie o directamente a la batería.



**Figura 2. 15.** Esquema de la conexión del amperímetro

**Fuente:** <http://www.econovedades.eu/Kits-de-Hidrogeno-para-vehiculos.html>

Lo ideal para la instalación del amperímetro en el Suzuki Forsa, Toyota Hilux y Renault Clio sería en el interior del habitáculo (figura 2.16) se observa instalado en la manija de la puerta izquierda, eso le permitiría controlar de manera permanente el buen funcionamiento del generador y también controlar cuando el agua se acaba. Si falta agua el amperímetro indicará pocos amperios, entre 0 y 5 máximo y el generador dejará de funcionar.

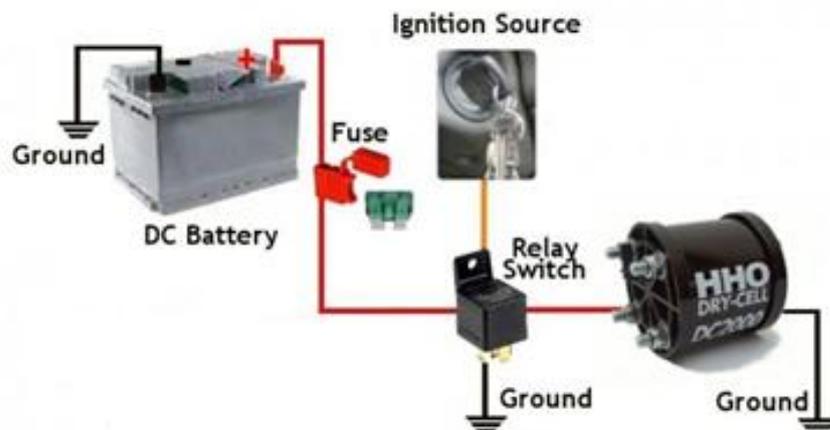


**Figura 2. 16.** Posible ubicación del amperímetro

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=tYo9WTB6JYw>

#### 2.4.2.2. Montaje del relé

El borne número 86 del relé va conectado al encendido, solo cuando el motor esta en marcha, el borne 30 va al positivo de la batería, el borne 87 al generador y el borne 35 a masa como se observa en la (figura 2.17).



**Figura 2. 17.** Esquema de la conexión del relé.

Fuente: [http://www.plushogas.com/product.php?id\\_product=13](http://www.plushogas.com/product.php?id_product=13)

## **2.5. Instalación de la EFIE en el sistema**

**Debemos diferenciar 2 casos:**

1. Coches sin electrónica como el Suzuki Forsa.
2. Coches con inyección de combustible como la Toyota Hilux y Renault Clio.

### **2.5.1. Caso I: Vehículos sin electrónica, Suzuki Forsa**

En el Suzuki Forsa se instala el sistema de HHO, entrando por la admisión, y se debe ajustar el adelanto al encendido para compensar la velocidad del HHO.

Este caso es el más sencillo y fácil, requiere solo algún trabajo mecánico, las mejoras suelen ser del orden del 25% o más.

**Recomendaciones para el Caso II expuestos en la siguiente página electrónica:**

<http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>, fue consultado el 7 de Marzo del 2012.

- ✚ Lo primero establecer cuál es el rendimiento real en carretera, se debe conectar el scanner al vehículo para poder conocer todos los parámetros de los sensores antes de instalar el kit de HHO.
- ✚ Anotar los promedios de rendimiento km/h, lecturas del MAP / MAF, tiempo de ignición, e IAT, temperaturas típicas CTS y sensores lambda.
- ✚ Entre 300cc y 500 cc de HHO por litro de motor, es lo necesario para obtener resultados.
- ✚ Es fundamental, en coches con controles electrónicos, mantener el generador funcionando a un amperaje constante, para que siempre otorgue el mismo HHO, ya que ajustaremos los sensores a un nuevo punto de trabajo.

### **2.5.2. Caso II: Vehículos con inyección electrónica de combustible, Toyota Hilux y Renault Clio**

## **CONTROLADOR EFIE (Electronic Fuel Injection Enhancer)**

El controlador EFIE modifica algunos sensores que restauran el equilibrio y permiten que la ECU trabaje sin provocar indicaciones de fallas o alarmas.

Sensores que se debe modificar según las investigaciones de la empresa EcoNovedades: <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>, fue consultado del 5 de Marzo del 2012.

### **CTS SENSOR** – Sensor de Temperatura del líquido de refrigerante

El objetivo es añadir 6 a 8 grados de la lectura de la temperatura del refrigerante. Es importante señalar que la temperatura del refrigerante seguirá siendo la misma que sería normalmente. Pero la ECU recibe una señal de 10 grados más caliente. Un motor caliente permite el uso de mezclas más pobres que ahora se puede utilizar por la presencia de HHO

### **IAT SENSOR** (temperatura del aire de admisión)

El IAT tiene un gran efecto sobre el tiempo de encendido del motor, cuando se trata de mejorar la eficiencia de la combustión con HHO. El aumento de la temperatura medido en el IAT retrasa el avance de la inyección, esto es muy favorable debido al aumento de la velocidad de propagación de llama en la cámara de combustión.

### **SONDAS LAMBDA o sensores de oxígeno**

Estos sensores indican el tipo de mezcla que sale por el tubo de escape, cuando dan una señal de 0,8 a 0,9 V es una mezcla rica y cuando marcan 0,1 a 0,2 V indican que la mezcla que sale por el escape es pobre. Con la utilización de HHO el resultado de la combustión es vapor de agua es decir un alto contenido de oxígeno, por lo tanto se debe engañar a la ECU del motor aumentando el voltaje de señal en unos 500 mV, caso contrario esta aumentaría la cantidad de gasolina inyectada. Se debe tener cuidado cuando la sonda es del tipo de banda ancha solo tiene la opción del la EFIE adecuada.

### ✚ MAF / MAP SENSOR (sensores de flujo y presión de aire respectivamente)

Estos sensores dan a la ECU una indicación de carga mediante la medición del volumen de aire que entra por la admisión. Las presiones y volúmenes más altos significan que se necesita más combustible, presiones y volúmenes más bajos significan que se necesita menos gas.

Estos sensores traducen la necesidad de una cantidad X de combustible en los voltajes que se envían a la ECU, entre más voltaje llega a computadora esta inyecta más combustible por lo tanto se debe engañar a la ECU disminuyendo este voltaje incluso cuando se acelera el motor.

#### 2.5.2.1. Instalación de la EFIE en la Toyota Hilux

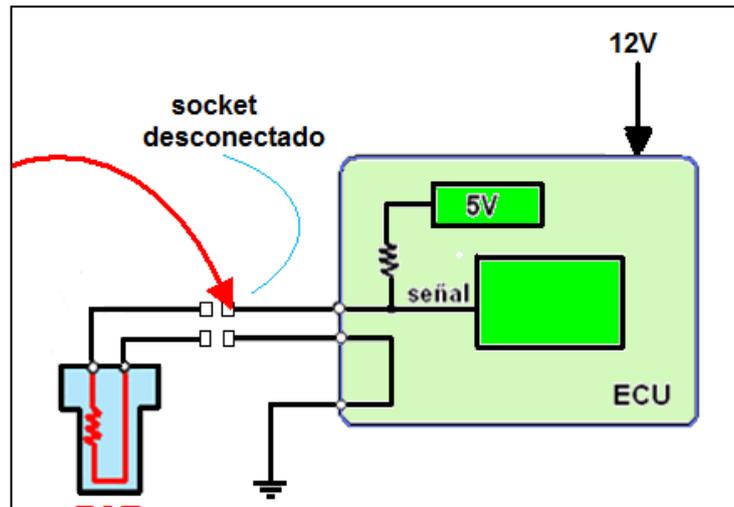
### ✚ CTS SENSOR (Sensor de Temperatura del líquido de refrigerante)



**Figura 2. 18.** Ubicación del sensor ETC en Toyota Hilux

La ubicación del sensor ETC en el motor de la Toyota Hilux es en la parte inferior del múltiple de admisión como se observa en la (figura 2.18).

El ETC posee dos cables uno es masa *color marrón* y el otro es alimentación 5 V y señal *color negro* este es el que se debe cortar, el cable que viene del sensor se conecta a la entrada de la EFIE, y la salida de la EFIE va a la ECU del motor cerrando el circuito del sensor (figura 2.19).



**Figura 2. 19.** Conexión eléctrica del ETC en Toyota Hilux

Fuente: Manual de reparación Toyota Hilux

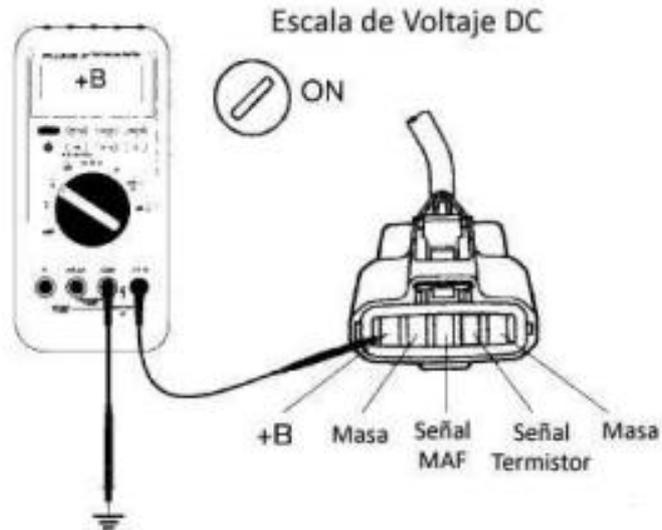
- ✚ **IAT SENSOR** (temperatura del aire de admisión), **SENSOR MAF** (sensor de flujo de aire)



**Figura 2. 20.** Ubicación del sensor MAF en Toyota Hilux

La Toyota Hilux viene con el sensor IAT y MAF juntos, está ubicado en el conducto de entrada de aire como se indica en la (figura 2.20).

Este sensor posee 5 cables, de los cuales 3 pertenecen al circuito del MAF y dos al sensor IAT; los cables en los que se va a interferir son el de *color azul con blanco* y *azul con rojo* señales del MAF he IAT respectivamente (figura 2.21).



**Figura 2. 21.** Conexión eléctrica del sensor MAF en Toyota Hilux

Fuente: <http://automecanico.com/auto2027/bbooster03.pdf>

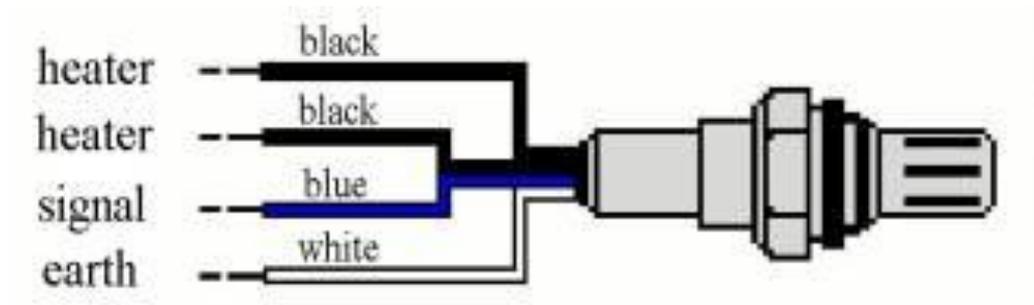
#### ✚ **SONDAS LAMBDA o sensores de oxígeno**



**Figura 2. 22.** Ubicación del sensor de oxígeno en Toyota Hilux

El sensor de oxígeno en la Toyota Hilux está ubicado en la parte inferior del múltiple de escape como se indica en la (figura 2.22), posee cuatro cables, dos de *color negro* que son del calentador, uno de *color blanco* que es la tierra del sensor y otro de *color azul* el cual se deben interferir porque es la señal que va a la computadora (figura 2.23).

Para este tipo de sensores de oxígeno se utilizará EFIE modernas porque la señal que sale del sensor es en frecuencia no en voltaje como anteriormente se utilizaba.

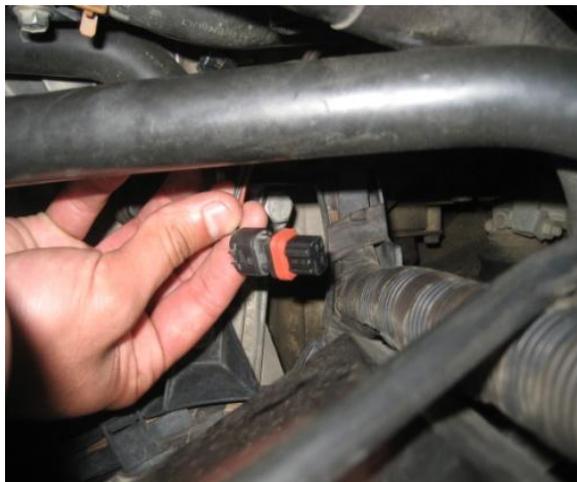


**Figura 2. 23.** Circuito eléctrico del sensor de oxígeno en Toyota Hilux

**Fuente:** <http://www.todoautos.com.pe/f80/tipos-de-sensores-lambda-sensor-de-oxigeno-44547.html>

### 2.5.2.2. Instalación en Renault Clio

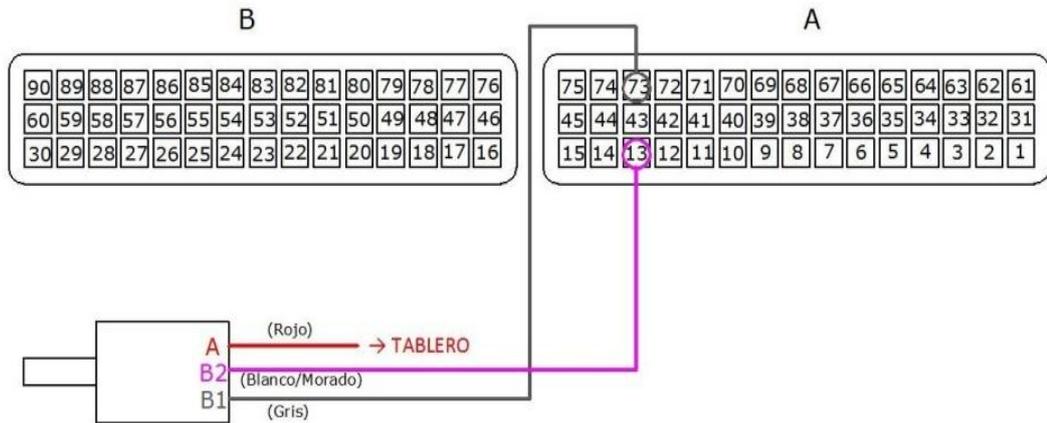
✚ **CTS SENSOR** (Sensor de Temperatura del líquido de refrigerante)



**Figura 2. 24.** Ubicación del sensor ETC en Renault Clio

El sensor ETC en el Renault Clio está ubicado debajo del múltiple de admisión como se observa en la (figura 2.24).

Posee tres cables, el cable que se debe cortar es de *color blanco* en el vehículo, como se observa en la (figura 2.25), el cable señal que sale del sensor se conecta a la entrada de la EFIE y el cable que viene del borne 13 del bloque A de la computadora se conecta a la salida de la EFIE cerrando el circuito del sensor.



**Figura 2. 25.** Esquema eléctrico del sensor ETC en Renault Clio

**Gris.-** Voltaje masa.

**Blanco/Morado.-** Voltaje Señal.

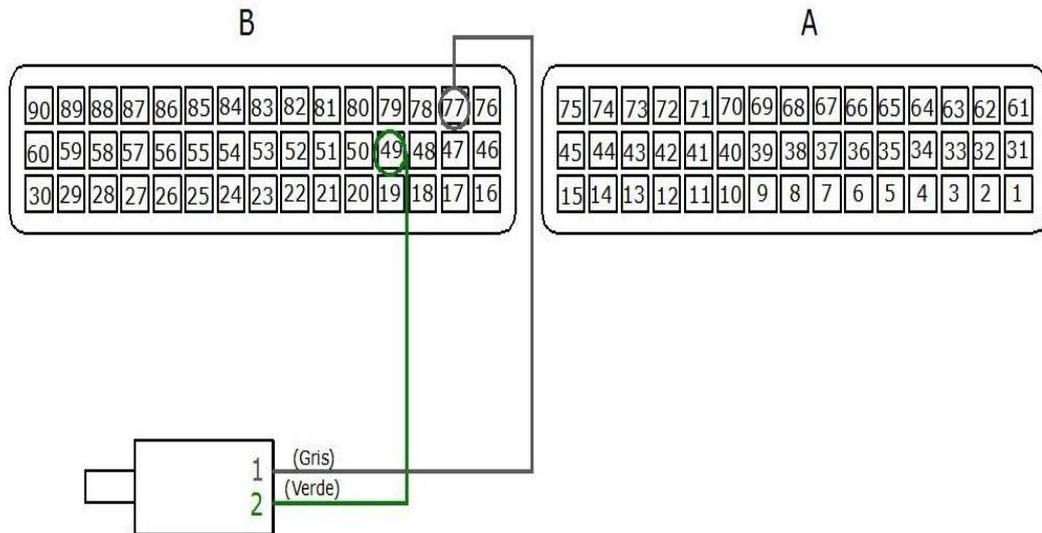
**Rojo.-** Señal al Tablero.

✚ **IAT SENSOR** (temperatura del aire de admisión)



**Figura 2. 26.** Ubicación del sensor IAT en Renault Clio

Este sensor está ubicado sobre el múltiple de admisión como se indica en la (figura 2.26). Posee dos cables, el cable que se debe cortar es de *color verde*, como se observa en la (figura 2.27), el cable señal que sale del sensor IAT se conecta a la entrada de la EFIE y el cable que sale del borne 49 del bloque B de la computadora se conecta a la salida de la EFIE cerrando el circuito del sensor.



**Figura 2. 27.** Esquema eléctrico del sensor IAT en Renault Clio

**Verde.-** Voltaje referencia.

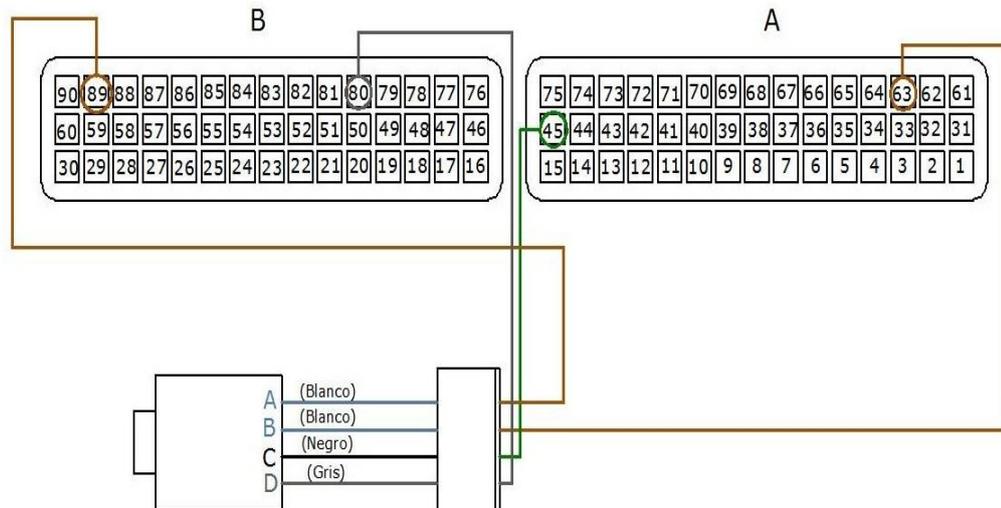
**Gris.-** Voltaje masa.

#### 🚦 SONDAS LAMBDA o sensores de oxígeno



**Figura 2. 28.** Ubicación del sensor de oxígeno en Renault Clio

Este sensor está ubicado a la salida del múltiple de escape (figura 2.28), el cable que se debe cortar es de *color negro*, como se observa en la (figura 2.29), el cable señal que sale del sensor de oxígeno se conecta a la entrada de la EFIE y el cable que sale del borne 45 del bloque A de la computadora se conecta a la salida de la EFIE cerrando el circuito del sensor.



**Figura 2. 29.** Esquema eléctrico del sensor de oxígeno en Renault Clio

**Blanco.-** Calefactor.

**Negro.-** Voltaje señal.

**Gris.-** Voltaje masa.

✚ **MAP** (sensor de presión de aire)



**Figura 2. 30.** Ubicación del sensor MAP en Renault Clio

Este sensor está ubicado en el múltiple de admisión (figura 2.30), el cable que se debe cortar es de *color café*, como se observa en la (figura 2.31), el cable señal que sale del sensor del MAP se conecta a la entrada de la EFIE y el cable que sale del borne 78 del bloque B de la computadora se conecta a la salida de la EFIE cerrando el circuito del sensor.

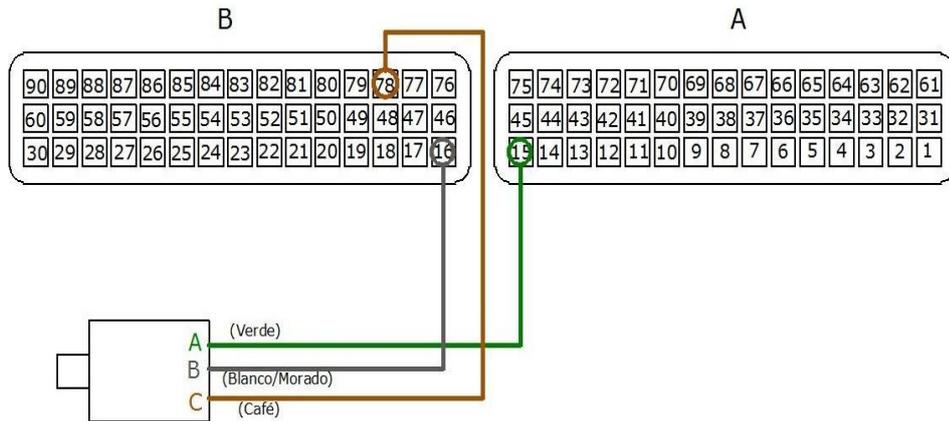


Figura 2. 31. Esquema eléctrico del sensor MAP en Renault Clio

- Café.-** Voltaje referencia.
- Verde.-** Voltaje masa.
- Blanco /Morado.-** Voltaje señal.

2.6. Esquema general de instalación de la EFIE

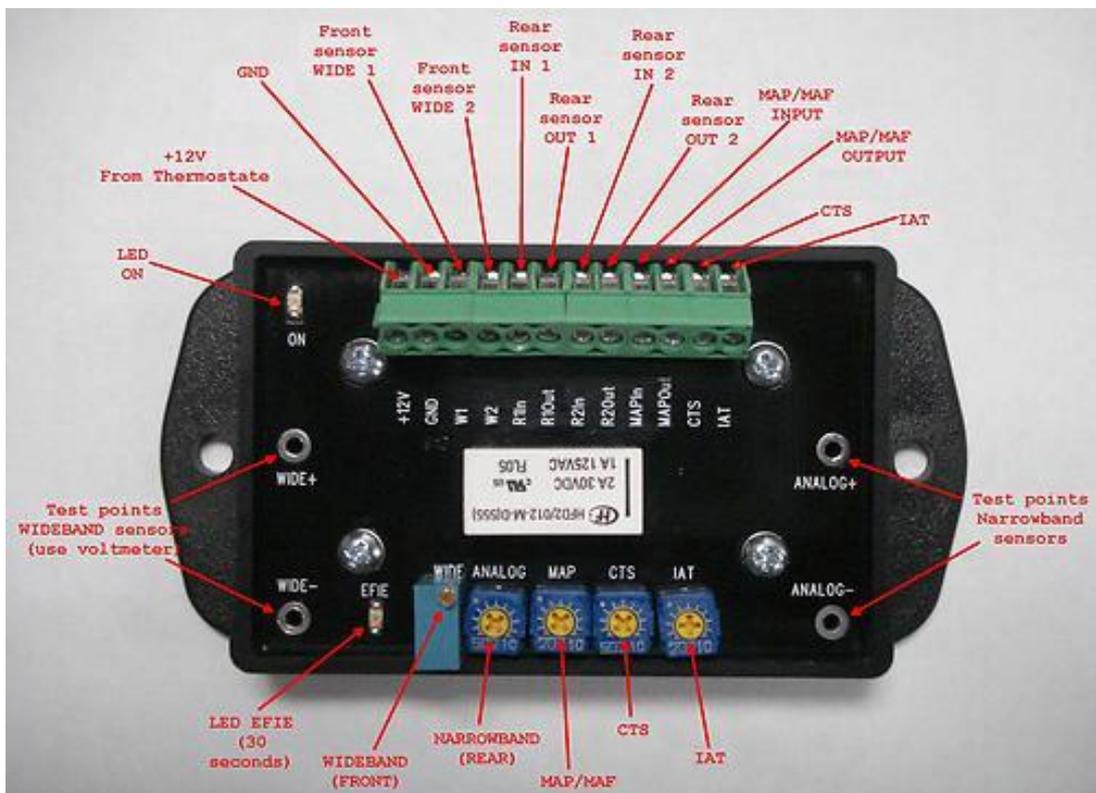


Figura 2. 32. Esquema general de instalación de la EFIE

Fuente: <http://hhoelectronics.weebly.com/products.html>

## 2.7. Preparación del electrólito (KOH)

Recomendación: <http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>, fue consultado el 7 de Marzo del 2012.

1. Se debe llenar el depósito de agua algo menos que el máximo indicado (aproximadamente 2 centímetros menos).
2. Se agrega una cucharadita de hidróxido de potasio (KOH) por litro de agua, previamente mezclados, cierre herméticamente la tapa del depósito, para que no exista fugas.
3. El agua con KOH no baja sola al generador esto es inicialmente, así que se debe soplar por el tubo de salida del depósito. Por lo tanto se verá el agua pasar por los tubos transparentes hasta la celda. Luego se debe llenar el depósito hasta algo menos que el máximo.
4. Vuelva a conectar la salida del tanque de agua al burbujeador.
5. Ponga el interruptor en ON y encienda el motor. En poco tiempo verá correr las burbujas del generador hacia el depósito, pero no se verá salir burbujas del depósito hacia el burbujeador y del burbujeador a la admisión, es normal, porque el HHO es un GAS transparente.
6. El Amperímetro marcará una cierta cantidad de amperios. Tendremos que regularlo a los amperios indicados en la (tabla 2.1) agregando o quitando KOH.

Cilindraje del Motor	C.C. de HHO	Amperios	Modelo.
1000 cc	500	8	Suzuki Forsa
2000 cc	1000	16	Renault Clio
3000 cc	1500	24	Toyota Hilux
4000 cc	2000	32	
5000 cc	2500	40	
6000 cc	3000	48	

**Tabla 2. 1.** Amperios por cada centímetro cubico de HHO

**Fuente:** <http://www.econovedades.eu/Kits-de-Hidrogeno-para-vehiculos.html>

## 2.8. Lista de verificaciones

<b>TODO TIPO DE COCHES (GASOIL Y GASOLINA)</b>			
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>COMENTARIOS PARA SOLUCION</b>
¿Está el kit produciendo HHO?			Revisar si existen fugas y si se ha conectado correctamente los tubos, es muy común intercambiar posiciones de entrada y salida en el depósito, burbujeador y generador
¿Esta el HHO entrando al motor?			Hay casos de fuga en el sistema y el HHO se va fuera del motor. Puede rociar todas sus mangueras y conexiones con agua jabonosa para descubrir fugas.
<b>VEHICULOS GASOLINA (QUE TIENES SENSORES DE OXIGENO)</b>			
¿Tiene un EFIE instalado?			Los vehículos con carburadores y motores Diesel no requieren un EFIE.
¿Tiene el tipo correcto de EFIE?			La mayoría de los coches/camiones japoneses y alemanes de 2000 en adelante usan sensores de oxígeno banda ancha. Este es un tipo de sensor que no funciona con EFIEs diseñados para vehículos de banda estrecha.
¿Está el EFIE instalado correctamente y sobre el cable correcto?			La instalación del EFIE en el cable equivocado es uno de los errores más comunes que se presentan en las líneas de soporte técnico.
¿Esta funcionando correctamente mi EFIE?			Hay todo un procedimiento de identificación de sondas de banda ancha y estrecha. A cada una le corresponde un tipo de EFIE.
¿Ha reiniciado la ECU /computadora?			Algunas computadoras son capaces de "aprender" y adaptarse a las condiciones que existen en su motor. Pueden reiniciar el ECU/ECM/PCM desconectando el cable de tierra de la batería del automóvil, y dejarla así durante 15 o 20 minutos. A continuación, re-conectar el terminal.
<b>TODO TIPO DE VEHICULOS (GASOIL Y GASOLINA)</b>			
¿Está el filtro de aire sucio?			Un filtro de aire sucio puede arruinar un buen kilometraje por litro. Este causa una mezcla más rica porque restringe el flujo de aire al motor. A menudo puede solo limpiar un poco el filtro de aire con aire comprimido, pero los casos graves requieren reemplazo.
¿Es necesario sustituir los sensores de			Los sensores de oxígeno se deterioran. Es recomendable reemplazar las sondas lambda cada 70.000 km o como máximo a los 100 mil km.

oxígeno?			Tenga en cuenta que el uso de gasolina con plomo en cualquier momento, puede provocar el fallo temprano de un sensor de oxígeno.
¿Hay algo mecánicamente mal con el motor?			Si el motor no funciona correctamente, añadiendo un sistema de HHO no corregirá el problema. Recomendamos arreglar todo, antes de instalar el sistema. Un aspecto muy común es tener la luz de diagnóstico encendida (check engine).
¿Qué otros sensores necesitan ajustarse?			Después de tratar los sensores de oxígeno, el sensor más probable siguiente a tratar es el MAF o MAP. En la mayoría de los vehículos tiene uno u otro, pero no ambos. En algunos vehículos tendrán los dos, de ser así, deben tratar el MAF.

**Tabla 2. 2.** Tabla de verificaciones del sistema

**Fuente:** <http://www.econovedades.eu/Kits-de-Hidrogeno-para-vehiculos.html>

## 2.9. Mantenimiento del sistema.

El mantenimiento que da la empresa EcoNovedades es el siguiente y esta publicado en la página: <https://www.dropbox.com/sh/mi2o62zoea3cyec/pbuHtNo3Ca/KIT-HHO/manualesinstalacion/manualkithhoinstalacion.pdf>, fue consultado el 6 de marzo del 2012.

Una vez instalado el sistema en el vehículo tendrá un mejor funcionamiento, pero no se debe olvidar dar mantenimiento al sistema de HHO:

- ✚ Controlar el nivel de agua del depósito con regularidad (dependiendo del tamaño del depósito podrá ser cada 700 a 900 kilómetros). Lo ideal es agregar agua cada 150-200 km, ya que de esta forma el sistema trabajaría de manera más fría, y eso beneficia el rendimiento del HHO.

### Recomendaciones de la empresa EcoNovedades:

- El agua se agrega con el motor y el kit en encendidos.
- Si le falta agua al sistema el amperímetro indicará bajos amperios, entre 0 y 5 máximo y el generador dejará de funcionar.

- ✚ Comprobar el nivel de agua del burbujeador, cada 700 a 900 kilómetros, siempre el nivel del agua debe estar sobre la línea máxima señalada caso contrario se debe agregar, o vaciar el agua por la válvula de drenaje del burbujeador.
- ✚ Comprobar que no existan fugas en los acoples de las manguera con los elementos, generador, depósito y burbujeador.
- ✚ Se recomienda hacer la limpieza del agua del sistema una vez al año.
  - Simplemente se desconecta el tubo de entrada de la admisión del motor, vaciar el agua y poner agua con vinagre y se hace funcionar el sistema durante 1 hora aproximadamente. Una vez hecho esto, vaciar y llenar el depósito con agua destilada y volver a regular el amperaje con el KOH (*ver el subcapítulo 2.7*).
- ✚ El KOH pierde sus propiedades con el tiempo, se recomienda cada 5000 km agregar un poco de electrólito al depósito del sistema.
- ✚ Si en cambio sale agua del depósito al burbujeador, quiere decir que saldrá también el KOH, en este caso será necesario regular el KOH más a menudo. De ahí la importancia de dejar vacío una parte del depósito del agua, porque en las pendientes pronunciadas, al inclinarse el vehículo, puede salir el agua por el tubo del gas y e irse a depositar al burbujeador. Lo ideal es dejar el máximo margen vacío posible en el depósito, y rellenarlo más a menudo, al final es lo más beneficioso y en la medida de lo posible poner un tamaño de depósito lo mayor posible.

### CAPÍTULO III

#### COSTOS PARA LA INSTALACIÓN DEL KIT GENERADOR DE HHO

##### 3.1. Precio para la instalación en el Suzuki Forsa

En este vehículo se utiliza un generador pequeño ya que el cilindraje es 1000 cc, por esta razón la instalación del kit tiene un bajo costo, además este automotor no necesita la EFIE porque la alimentación de combustible es a carburador.

✚ Comparación de precios en tres diferentes empresas:

<b>EMPRESA HH PLUS UBICADA EN EUROPA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.hho-plus.com/">http://www.hho-plus.com/</a>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Kit de HHO entre 600 cm <sup>3</sup> a 1400 cm <sup>3</sup> .	171,63
Costo de importación de Europa.	94,51
<b>SUBTOTAL</b>	<b>266,14</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	100
Gastos extras.	100
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>466,14</b>

**Tabla 3. 1.** Costo total de instalación del kit de HHO para Suzuki Forsa con la empresa HH PLUS

<b>EMPRESA EcoEnergyFuel UBICADA EN ESPAÑA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.ecoenergyfuel.com/">http://www.ecoenergyfuel.com/</a>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Kit de HHO hasta 1500 cm <sup>3</sup> .	220,43
Costo de importación de España.	157,45
<b>SUBTOTAL</b>	<b>377,88</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	100
Gastos extras.	100
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>577,88</b>

**Tabla 3. 2.** Costo total de instalación del kit de HHO para Suzuki Forsa con la empresa EcoEnergyFuel

<b>EMPRESA UBICADA EN BOGOTA COLOMBIA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-401490839-hidrogeno-vehicular-ahorra-gasolina-carburador-hasta-1300cc-_JM">http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-401490839-hidrogeno-vehicular-ahorra-gasolina-carburador-hasta-1300cc-_JM</a>	
Este fabricante realiza la venta he instalación del kit solo dentro de Colombia.	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Kit de HHO hasta 1500 cm <sup>3</sup> .	650
Costo de movilización a Colombia con vehículo.	400
<b>TOTAL</b>	<b>1050</b>

**Tabla 3. 3.** Costo total de instalación del kit de HHO para Suzuki Forsa con empresa de Colombia

### 3.2. Costos de la EFIE modernas para los vehículos Toyota Hilux y Renault Clio

 Comparación de precios en dos diferentes empresas:

<b>EMPRESA EcoNovedades UBICADA EN ESPAÑA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.econovedades.eu/">http://www.econovedades.eu/</a>	
<b>EFIES</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Tuningpro Wideband	222,804
Costo de importación de España.	30,945
<b>SUBTOTAL</b>	<b>253,749</b>
Costo de instalación en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>483,749</b>

**Tabla 3. 4.** Costo total de instalación de la EFIE con la empresa EcoNovedades

<b>FABRICANTE EN CANADA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.ebay.com/itm/ProTuner-EFIE-CCPWM-MAPIATECTTunerHHOHydrogenGenerator/261058985396?pt=Motors_Car_Truck_Parts_Accessories&amp;hash=item3cc853fdb4&amp;vxp=mtr#shId">http://www.ebay.com/itm/ProTuner-EFIE-CCPWM-MAPIATECTTunerHHOHydrogenGenerator/261058985396?pt=Motors_Car_Truck_Parts_Accessories&amp;hash=item3cc853fdb4&amp;vxp=mtr#shId</a>	
<b>EFIES</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Tuningpro Wideband	160
Costo de importación de Canadá.	18
<b>SUBTOTAL</b>	<b>178</b>
Costo de instalación en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>408</b>

**Tabla 3. 5.** Costo total de instalación de la EFIE con una empresa de Canadá

### 3.3. Precio de instalación para Toyota Hilux

El vehículo Toyota Hilux es de 2700 cc, por lo tanto, se debe adquirir un generador de 3000 cc y el costo aumenta con respecto al Suzuki Forsa, además se necesita instalar la EFIE moderna porque es a inyección de combustible esto hace que el costo total de instalación del kit aumente.

 Comparación de precios en tres diferentes empresas:

<b>EMPRESA HH PLUS UBICADA EN EUROPA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.hho-plus.com/">http://www.hho-plus.com/</a>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Kit de HHO hasta 3000 cm <sup>3</sup> .	274,97
Costo de importación de Europa.	99,32
<b>SUBTOTAL</b>	<b>374,29</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN DEL KIT</b>	<b>604,29</b>
Costo de la implementación de la EFIE	483,74
<b>TOTAL</b>	<b>1088,03</b>

**Tabla 3. 6.** Costo total de instalación para Toyota Hilux con la empresa HH PLUS

<b>EMPRESA EcoEnergyFuel UBICADA EN ESPAÑA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.ecoenergyfuel.com/">http://www.ecoenergyfuel.com/</a>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Kit de HHO hasta 3000 cm <sup>3</sup> .	273,71
Costo de importación de España.	157,45
<b>SUBTOTAL</b>	<b>431,16</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>731,16</b>
Costo de la implementación de la EFIE	483,74
<b>TOTAL</b>	<b>1214,90</b>

**Tabla 3. 7.** Costo total de instalación para Toyota Hilux con la empresa EcoEnergyFuel

<b>EMPRESA EcoNovedades UBICADA EN ESPAÑA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.econovedades.eu/">http://www.econovedades.eu/</a>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>

Kit de HHO hasta 3000 cm <sup>3</sup> .	488,931
Costo de importación de España.	30,945
<b>SUBTOTAL</b>	<b>519,876</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>749,876</b>
Costo de la implementación de la EFIE	483,74
<b>TOTAL</b>	<b>1233,616</b>

**Tabla 3. 8.** Costo total de instalación para Toyota Hilux con la empresa EcoNovedades

### 3.4. Precio para la instalación en el Renault Clio.

En este vehículo se utiliza un generador pequeño ya que el cilindraje es 1400 cc, además este automotor necesita la EFIE porque la alimentación de combustible es inyección electrónica.

 Comparación de precios en tres diferentes empresas:

<b>EMPRESA HH PLUS UBICADA EN EUROPA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.hho-plus.com/">http://www.hho-plus.com/</a>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$)</b>
Kit de HHO hasta 2000 cm <sup>3</sup> .	209,80
Costo de importación de Europa.	96,11
<b>SUBTOTAL</b>	<b>305,91</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>535,91</b>
Costo de la implementación de la EFIE	483,74
<b>TOTAL</b>	<b>1019,65</b>

**Tabla 3. 9.** Costo total de instalación para Renault Clio con la empresa HH PLUS

<b>EMPRESA EcoEnergyFuel UBICADA EN ESPAÑA</b>	
<b>Dirección electrónica:</b> <a href="http://www.ecoenergyfuel.com/">http://www.ecoenergyfuel.com/</a>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$)</b>
Kit de HHO hasta 2000 cm <sup>3</sup> .	233,72
Costo de importación de España.	157,45
<b>SUBTOTAL</b>	<b>391,17</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>621,17</b>
Costo de la implementación de la EFIE	483,74
<b>TOTAL</b>	<b>1104,91</b>

**Tabla 3. 10.** Costo total de instalación para Renault Clio con la empresa EcoEnergyFuel

<b>EMPRESA EcoNovedades UBICADA EN ESPAÑA</b>	
<b>Dirección electrónica: <a href="http://www.econovedades.eu/">http://www.econovedades.eu/</a></b>	
<b>KIT DE HHO</b>	<b>PRECIO EN DOLARES (\$).</b>
Kit de HHO hasta 2000 cm <sup>3</sup> .	402,285
Costo de importación de España.	30,945
<b>SUBTOTAL</b>	<b>433,23</b>
Costo de instalación del kit en la ciudad de Cuenca.	150
Gastos extras.	80
<b>TOTAL DE INSTALACIÓN</b>	<b>663,23</b>
Costo de la implementación de la EFIE	483,74
<b>TOTAL</b>	<b>1146,97</b>

**Tabla 3. 11.** Costo total de instalación para Renault Clio con la empresa EcoNovedades

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De todo el trabajo investigativo realizado se concluye lo siguiente: Que el sistema generador de HHO marca un notable aumento de rendimiento de los combustibles actualmente utilizados, representa la optimización de la combustión en el motor, generando el ahorro de combustible, aumenta la potencia del motor y disminuye la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

El principio de funcionamiento del generador se basa en la electrólisis del agua, esto consiste en separar el H<sub>2</sub>O en 2 moléculas de hidrógeno y 1 de oxígeno para posteriormente introducirlos en el motor.

La tecnología del generador de HHO evoluciona cada día, siendo una buena alternativa para los vehículos del futuro y sin lugar a duda puede ocupar gran parte de parque automotor del mundo dentro de algunos años. Una de las ventajas además de tener un motor más silencioso y suave es que puede aumentar la vida útil del motor porque elimina todos los depósitos de carbonilla generados por el combustible de origen fósil.

De acuerdo a la disponibilidad limitada del petróleo es necesario buscar alternativas de energías renovables y limpias, por este motivo se hace urgente la utilización de combustibles como el HHO, ya que la combustión de HHO disminuye gases nocivos a la atmósfera.

El estudio se enfocó a realizar la instalación del kit de HHO en 3 vehículos, uno de ellos es el Suzuki Forsa el cual no presenta mayores inconvenientes porque el sistema de alimentación es a carburador; pero para automotores como el Renault Clio y Toyota Hilux que tienen el sistema de inyección electrónica es más complicado porque es necesario intervenir en dicho sistema y conocer los parámetros de funcionamiento de cada uno de los sensores; para esto se requiere de un scanner para controlar la optimización de la combustión y el buen funcionamiento de la Efi.

El costo de implementación del kit de HHO en nuestro medio es muy elevado, el motivo es que esta tecnología aun no es aplicada en nuestro país, por lo tanto, los

precios aumentan porque se debe importar el sistema de otros países, además el costo de instalación es alto porque aun no existe un taller con conocimientos en este tema.

Se recomienda incentivar el conocimiento del hidrógeno ya que el hidrógeno es muy útil para el desarrollo de la humanidad, pero también se debe conocer acerca de los peligros que puede ocasionar la mala manipulación de dicho elemento.

Se recomienda realizar una investigación orientada al desarrollo de alternativas de producción de hidrógeno totalmente limpias ya que este tipo de tecnología tiene una gran proyección a futuro por la abundancia de este elemento y porque después de ser utilizado ya sea en combustión como en reacción química se obtiene el mismo elemento y disminuye las combinaciones nocivas como el  $\text{CO}_2$ .

## BIBLIOGRAFÍA

- ✚ ALONSO, José Manuel/ Motores/ Thomson Paraninfo/ Segunda edición/ Madrid/ 2002.
- ✚ OBERT, Edward F./ Motores de combustión interna: análisis y aplicaciones/ Editorial Continental/ México.
- ✚ RICA, Juan Antonio De La/ Automóvil y CO<sub>2</sub>. La justificación de un impuesto/ Colección Cuadernos del Motor/ EDINATUR/ Madrid/ 2009.
- ✚ CUJILEMA CUJILEMA, José Sebastián/ Estudio e implementación de un sistema dual para optimizar la combustión de un motor Otto mediante el uso de gas de Brown (HHO)/ Cuenca/ 2011.
- ✚ MADRID VICENTE, Antonio/ Energías renovables fundamentos, tecnologías y aplicaciones: solar, eólica, biomasa, geotérmica, hidráulica, pilas de combustible, cogeneración y fusión nuclear/ AMV Ediciones Mundiprensa/ Madrid/ 2009.
- ✚ GUALTIERI, Pablo Jorge/ Inyección electrónica en motores nafteros, diesel, GNC, GLP e hidrógeno: inyección common-rail inyección de agua, alcohol, éter y nitro / Tercera Edición/ Buenos Aires/ 2008.
- ✚ ALONSO PÉREZ, José Manuel/ Técnicas del automóvil: inyección de gasolina y dispositivos anticontaminación / Editorial Paraninfo, Segunda edición; Cuarta Reimpresión/ Madrid/ 2005.
- ✚ ARIAS PAZ, Manuel/ Manual de automóviles / Madrid/ 2000, 2006.
- ✚ RIBBENS, William B./ Electrónica automotriz/ Editorial Limusa/ México/ 2003.
- ✚ RUIZ ROSALES, Santiago/ Práctica de motores de combustión/ Alfamomega Grupo Editor/ México/ 2005.

## Referencias electrónicas:

- ✚ Historia e información del hidrógeno:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrogeno>, fue consultado el 5 de Marzo del 2012.
- ✚ Definición de gas de HHO (gas oxihídrico ó gas oxihidrógeno):  
[http://www.ecoenergyfuel.com/cms.php?id\\_cms=6](http://www.ecoenergyfuel.com/cms.php?id_cms=6), fue consultado el 7 de Marzo del 2012.
- ✚ Funcionamiento de los generadores de HHO:  
<http://www.econovedades.eu/Como-funcionan-nuestros-generadores-de-HHO.html>, fue consultado el 7 de Marzo del 2012.
- ✚ Partes que conforman el generador de HHO:  
<http://www.hho-ion.com/descargas/manualkithho.pdf>, fue consultado el 7 de Marzo del 2012.
- ✚ Motivos para instalar el kit de HHO:  
<http://www.econovedades.eu/Por-que-instalar-un-generador-de-hho.html>, fue consultado del 10 de Marzo del 2012.
- ✚ Información sobre los kit de HHO:  
<http://rehydrogeno.blogspot.com/2011/03/12-cosas-que-deberia-saber-sobre-los.html>, fue consultado el 12 de Marzo del 2012.
- ✚ Información sobre la celda de hidrógeno:  
<http://rehydrogeno.blogspot.com/>, fue consultado el 15 de Marzo del 21012.
- ✚ Construcción de una celda de hidrógeno:  
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=197875.0>, fue consultado el 10 de Abril del 2012.
- ✚ Información sobre el kit de HHO:  
<http://www.tallerestoande.org/kits-de-hidr%C3%B3geno-ahorro-combustible/>, fue consultado el 11 de Noviembre del 2012.
- ✚ Las ventajas de utilizar el kit de HHO se encontró en:  
<http://www.motordehidrogeno.net/como-mejorar-un-motor-de-combustion-normal-mediante-el-uso-de-hidrogeno>, fue consultado el 11 de Noviembre del 2012.

✚ Clasificación de calibres de los cables eléctricos:

<http://www.electricidad-gratuita.com/cables-electricos-d5.html>, fue consultado el 11 de Noviembre del 2012.

## ANEXOS

**Anexo 1:** Especificación de calibre AWG según el diámetro del conductor.

AWG	Ø [Pulg]	Ø [mm]	Ø [mm <sup>2</sup> ]	AWG	Ø [Pulg]	Ø [mm]	Ø [mm <sup>2</sup> ]
6/0 = 000000	0.580	14.73	170.30	18	0.0403	1.02	0.823
5/0 = 00000	0.517	13.12	135.10	19	0.0359	0.912	0.653
4/0 = 0000	0.460	11.7	107	20	0.0320	0.812	0.518
3/0 = 000	0.410	10.4	85.0	21	0.0285	0.723	0.410
2/0 = 00	0.365	9.26	67.4	22	0.0253	0.644	0.326
1/0 = 0	0.325	8.25	53.5	23	0.0226	0.573	0.258
1	0.289	7.35	42.4	24	0.0201	0.511	0.205
2	0.258	6.54	33.6	25	0.0179	0.455	0.162
3	0.229	5.83	26.7	26	0.0159	0.405	0.129
4	0.204	5.19	21.1	27	0.0142	0.361	0.102
5	0.182	4.62	16.8	28	0.0126	0.321	0.0810
6	0.162	4.11	13.3	29	0.0113	0.286	0.0642
7	0.144	3.66	10.5	30	0.0100	0.255	0.0509
8	0.128	3.26	8.36	31	0.00893	0.227	0.0404
9	0.114	2.91	6.63	32	0.00795	0.202	0.0320
10	0.102	2.59	5.26	33	0.00708	0.180	0.0254
11	0.0907	2.30	4.17	34	0.00631	0.160	0.0201
12	0.0808	2.05	3.31	35	0.00562	0.143	0.0160
13	0.0720	1.83	2.62	36	0.00500	0.127	0.0127
14	0.0641	1.63	2.08	37	0.00445	0.113	0.0100
15	0.0571	1.45	1.65	38	0.00397	0.101	0.00797
16	0.0508	1.29	1.31	39	0.00353	0.0897	0.00632
17	0.0453	1.15	1.04	40	0.00314	0.0799	0.00501

**Fuente:** <http://www.electricasas.com/electricidad/circuitos/tablas-circuitos-electricidad-2/tabla-de-conversion-awg-a-mm2/>

**Anexo 2:** Especificación de calibres AWG y la Intensidad Admisible

Calibre AWG - MCM	Sección Real (mm <sup>2</sup> )	Intensidad Admisible (Amperios)
14	2.081	30
12	3.309	40
10	5.261	55
8	8.366	70
6	13.300	100
4	21.150	130
3	26.670	150
2	33.630	175
1	42.410	205
1/0	53.480	235
2/0	67.430	275
3/0	85.030	320
4/0	107.200	370
250 MCM	126.700	410
300 MCM	151.000	460

**Fuente:** <http://www.electricidad-gratuita.com/cables-electricos-d5.html>

**Anexo 3:** Clasificación según la Sección del cable corriente y potencia máxima admisible

Tamaño del cable, corte de área seccional mm <sup>2</sup>	Corriente Máxima [A]	Potencia generada [W]		
		12 V	24 V	220 V
1.0	10	20	240	2200
1.5	15	80	360	3300
2.5	20	240	480	4400
4.0	30	360	720	6600
6.0	35	420	840	7700
10.0	50	600	1200	11000
16.0	70	840	1680	15400
25.0	90	1080	2160	19800

**Fuente:** <http://www.electricidad-gratuita.com/cables-electricos-d5.html>