


“OPTIMIZACIÓN DE LA POTENCIA EN UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA GASOLINA MEDIANTE EL CONTROL DE AJUSTES DE COMBUSTIBLE Y EL MONITOREO DEL SENSOR DE OXÍGENO”


AUTOR : ALEX CALDERÓN

DIRECTOR: ING. GERMAN ERAZO

CODIRECTOR: ING. MAURICIO CRUZ



La electrónica en el campo automotriz trae varias aplicaciones encaminadas a la optimización de la potencia en vehículos de combustión interna gasolina por lo que es necesario poner a consideración la implementación de un sistema electrónico que genere satisfacción dentro de la industria automotriz.



El sistema de optimización de potencia de un motor de combustión interna a gasolina es una innovación en cuanto a la interacción de la computadora del vehículo con el sensor de oxígeno.

El software y la placa electrónica nos permitirán mejorar y optimizar la potencia del vehículo lo cual nos servirá como un aporte al estudio del rendimiento del motor por lo que los estudiantes tendrán la facilidad de medir y comparar las curvas del sensor y ajustes de combustible.

OBJETIVO GENERAL

- * Optimizar la potencia en un motor de combustión interna gasolina mediante el control de ajustes de combustible y el monitoreo del sensor de oxígeno para elevar el rendimiento mecánico y electrónico de un vehículo de fabricación serie.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- * Seleccionar los elementos eléctricos y electrónicos que permitan realizar el trucaje electrónico de un vehículo de fabricación serie.
- * Desarrollar pruebas de comparación torque y potencia en un vehículo de fabricación serie con y sin el dispositivo a implementarse.
- * Establecer los rangos de operación para la señal del sensor de oxígeno a través de un circuito electrónico para obtener mejoras en la potencia al freno de un vehículo serie.
- * Controlar los ajustes de combustible por medio de la comunicación de una interface, para establecer la comunicación con la PCM y obtener una mayor potencia al freno.

AJUSTES DE COMBUSTIBLE

De acuerdo a la normativa los sistemas OBD II se diseñó en la gestión electrónica de los vehículos un mecanismo que permite ajustar el pulso de inyección para lograr un perfecto ciclado del sensor de oxígeno en todo momento , este sistema no es la corrección para lograr el lazo cerrado , se trata de que una vez logrado el lazo cerrado en el vehículo la ECU disponga de un ajuste adicional que permita que el ciclado del sensor de oxígeno se presente en un rango de valores óptimos, la finalidad de este procedimiento es que el desgaste normal de los componente y los cambios de funcionamiento del motor en el tiempo no afecten la relación aire / combustible lógicamente en el momento en que la ECU detecta que luego del ajuste colocado las condiciones no mejoran se generara un código de falla referente a ajuste de combustibles.

MONITOREO DE AJUSTE DE COMBUSTIBLES

El monitoreo del sistema de combustible es una estrategia a bordo diseñada para controlar el sistema de ajuste de combustible. El sistema de control de combustible, utiliza tablas de ajuste de combustible almacenadas en la memoria de la ECU denominada memoria de almacenamiento activa de acceso aleatorio – RAM. Estos datos almacenados, son utilizados por la ECU para compensar las variaciones sufridas por los componentes del sistema de combustible debidos al desgaste por uso normal y envejecimiento.

Durante la operación del vehículo en la condición de “lazo cerrado” (motor a temperatura de trabajo normal y la ECU respondiendo a la información del sensor de oxígeno), la estrategia de ajuste de combustible aprende las correcciones que necesitó efectuar para corregir un parcial enriquecimiento o empobrecimiento en el sistema de combustible. Las correcciones son almacenadas en las tablas de ajuste de combustible.

El ajuste de combustible tiene dos maneras de adaptación; un ajuste de combustible a largo plazo (Long Term Fuel Trim) y un Ajuste de Combustible a corto plazo (Short Term Fuel Trim).

AJUSTE DE COMBUSTIBLE A LARGO PLAZO (LFT)

LFT. (Long Fuel Trim), Ajuste de combustible a largo plazo este indica un valor programado del ajuste sobre el promedio de cambios del sensor de oxígeno en valores de % este puede ser positivo o negativo de acuerdo a la condición en el caso de alcanzar un valor de 25% se genera un código continuo.

LFT 1 & 2 Long Fuel Trim corrections = Correcciones del ajuste de combustible de largo alcance.

Indica cuanto ha corregido la ECU, al calculado ancho de pulso del combustible. La corrección permitida es de + o - un 20 %. Pero los valores típicos oscilan entre + o - un 12 %.

Los valores del LFT son un indicador que la ECU está percibiendo un problema en desarrollo (marcha lenta pobre o alta presión de combustible)

AJUSTE DE COMBUSTIBLE A CORTO PLAZO (SFT)

SFT. (Short Fuel Trim), ajuste de combustible a corto plazo, indica la compensación que coloca el PCM de acuerdo al promedio de cambios de la señal del sensor de Oxígeno, este valor vuelve a 0 siempre que el auto pasa DE KOER a KOEO y luego a Contacto OFF. El valor medido se presenta en el flujo de datos como %. positivo o negativo.

SFT1 & SFT2 Short Fuel Trim correction = Corrección del ajuste de combustible corto (SFT).

Esta señal es la causante del cambio de rico a pobre, de los sensores de oxígeno. En muchos casos, el SFT estará entre + o - 10 %.

Cuando ocurre un cambio de carga extrema (fuerte aceleración), es común tener un ajuste de corta duración de + o - 25 %. Durante una aceleración a fondo, el SFT se ira a 0 % mientras que el sistema de combustible está en lazo abierto.

SENSOR DE OXÍGENO

Es un dispositivo capaz de medir la relación lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida del sensor de oxígeno es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

El sensor de oxígeno está formado interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

ESPECIFICACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO



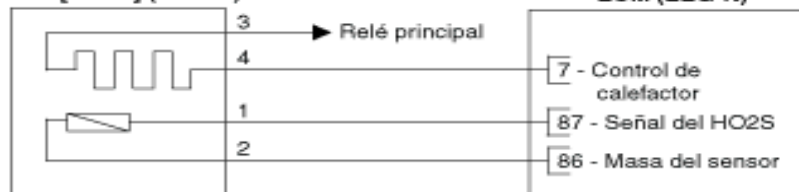
Relación A/F (λ)	Voltaje de salida (V)
RICO	0,6 ~ 1,0
POBRE	0 ~ 0,4

Elemento	Especificación
Resistencia del calefactor (Ω)	Aprox. 9,0 [20°C (68°F)]

DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SENSOR DE OXÍGENO

[Diagrama de circuito]

HO2S [B1/S1] (EEG16)

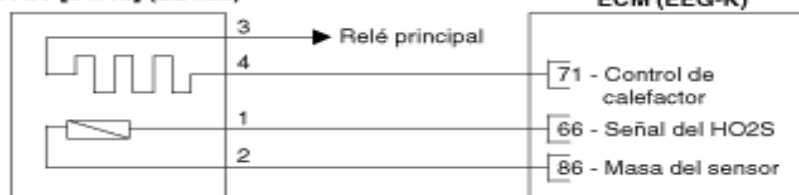


[Información de conexión]

HO2S [B1/S1] (EEG16)

Terminal	Conectado a	Función
1	ECM EEG-K (87)	Señal HO2S [B1/S1]
2	ECM EEG-K (86)	Masa del sensor
3	Relé principal	Potencia de la batería (B+)
4	ECM EEG-K (7)	Control de calefactor

HO2S [B1/S2] (EEG22)



HO2S [B1/S2] (EEG22)

Terminal	Conectado a	Función
1	ECM EEG-K (66)	Señal HO2S [B1/S2]
2	ECM EEG-K (86)	Masa del sensor
3	Relé principal	Potencia de la batería (B+)
4	ECM EEG-K (71)	Control de calefactor

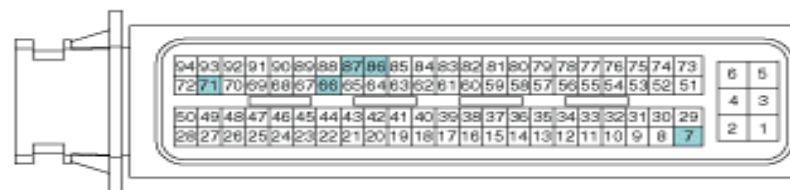
[Conector del mazo de cables]



EEG16
HO2S [B1/S1]

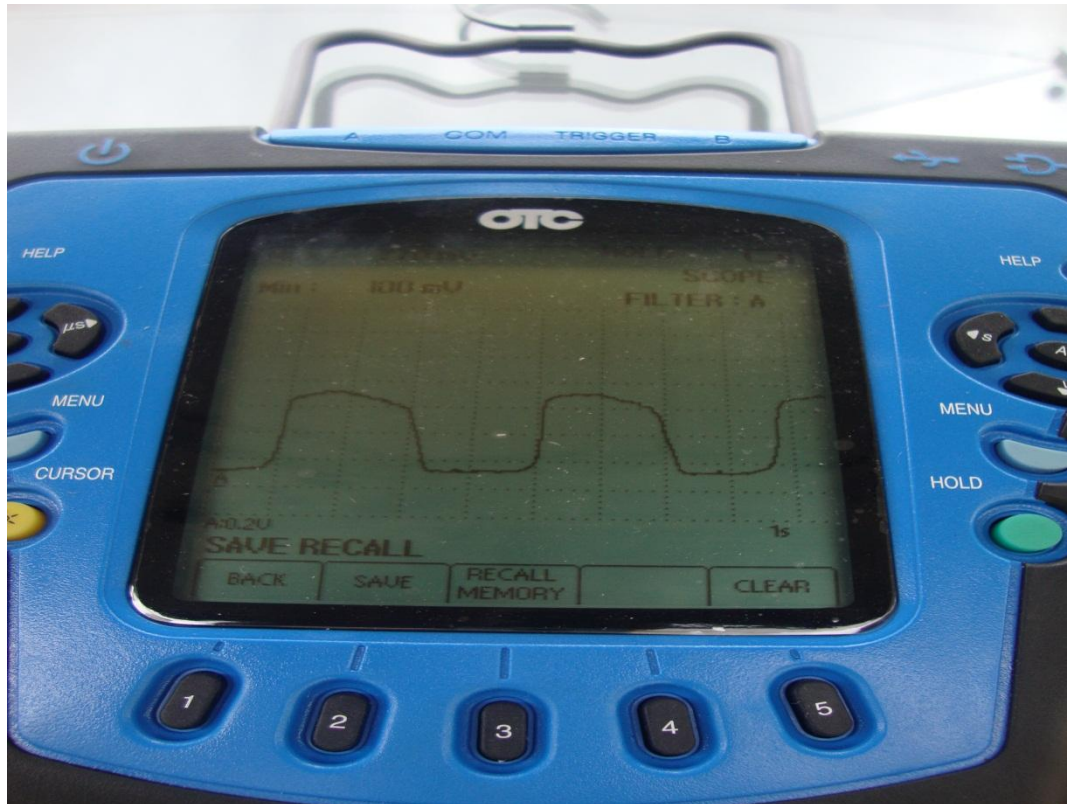


EEG22
HO2S [B1/S2]



EEG-K
ECM

MONITOREOS DEL SENSOR DE OXÍGENO

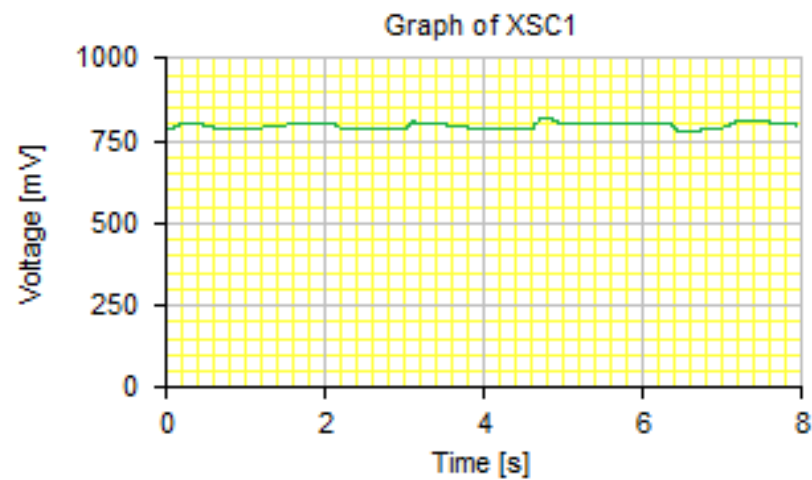


DISEÑO DEL SISTEMA DEL CONTROL DE AJUSTE

Este sistema de control de ajustes se lo realizará mediante la construcción de una placa electrónica, la cual regulará la señal del sensor de oxígeno, la estabilizará para que la PCM la reciba y haga sus respectivos ajustes de combustible altos para una exigencia de potencia.

El funcionamiento normal del sensor de oxígeno se encuentra sobre rangos de trabajo como son de 0.1 V a 0.4 mezcla pobre y de 0.6 a 1 V mezcla rica donde esta señal es interpretada por la PCM para los respectivos ajuste de combustible que requiera el vehículo.

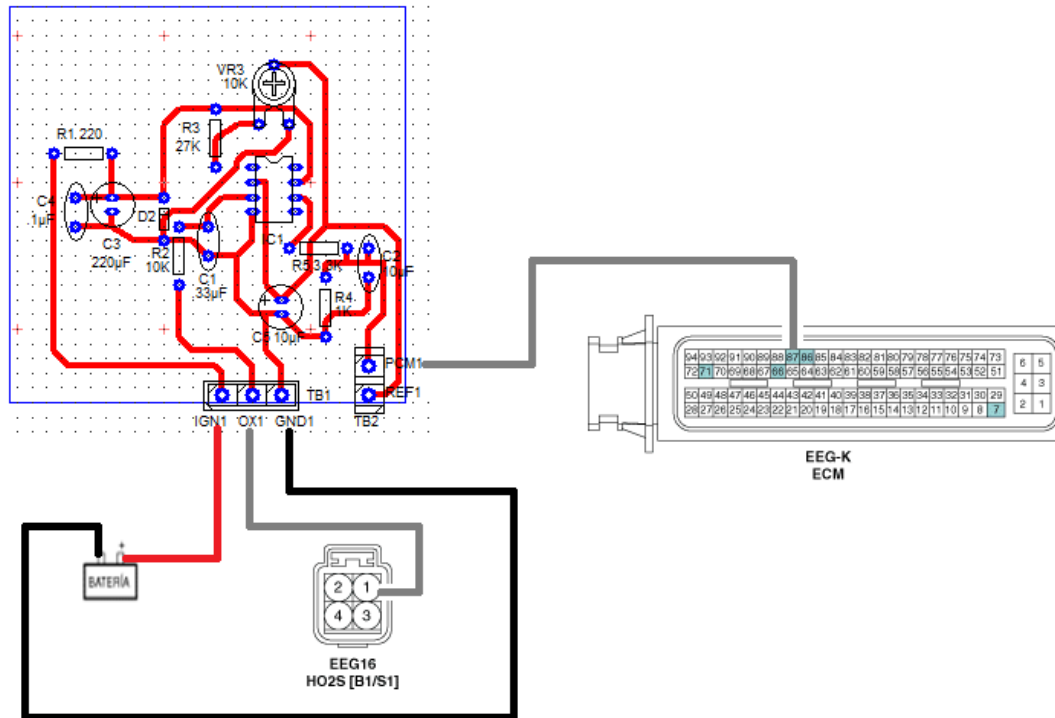
Para poder controlar estos ajustes de combustible generaremos una onda que controlaremos mediante una placa electrónica la idea es la siguiente:



AJUSTE DE COMBUSTIBLE SFT CON SEÑAL MEZCLA RICA

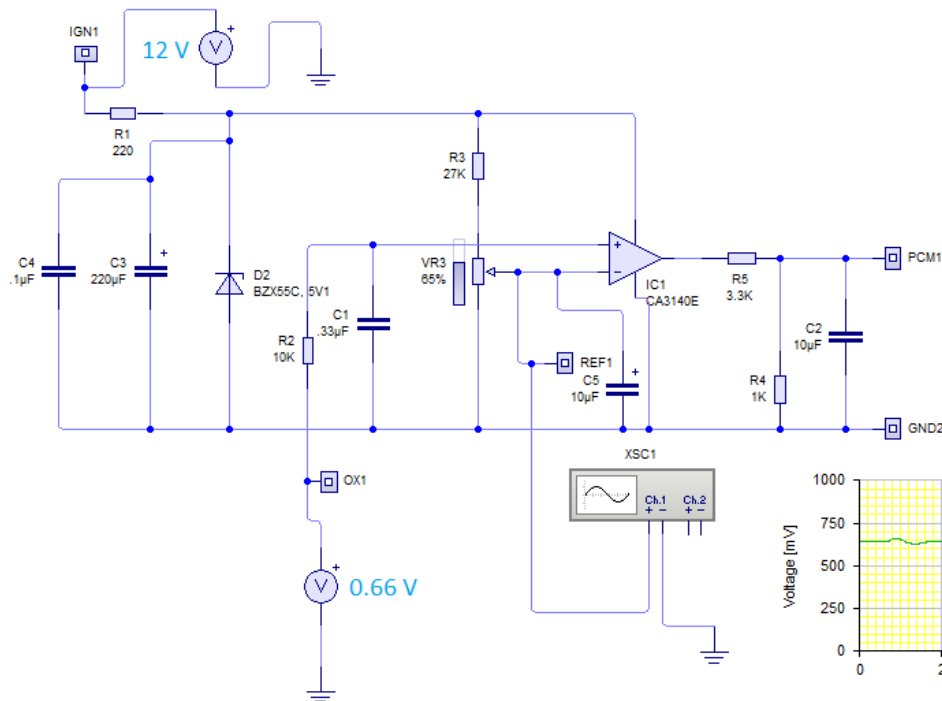


DIAGRAMACIÓN DEL MÓDULO DE OPTIMIZACIÓN DE POTENCIA

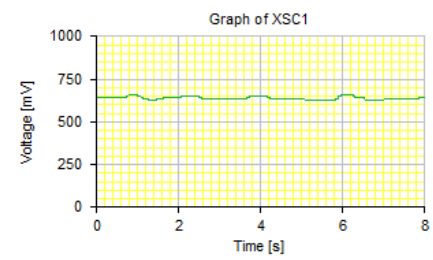
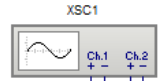


SIMULACIÓN ELECTRÓNICA DE FUNCIONAMIENTO MEDIANTE SOFTWARE

Para la simulación de funcionamiento utilizaremos un software llamado livewire el cual nos permitirá realizar circuitos electrónicos donde con las respectivas opciones de comprobación y mediciones que tiene este programa podremos darnos cuenta ciertas anomalías que pueda este presentar y así poderlas corregir.

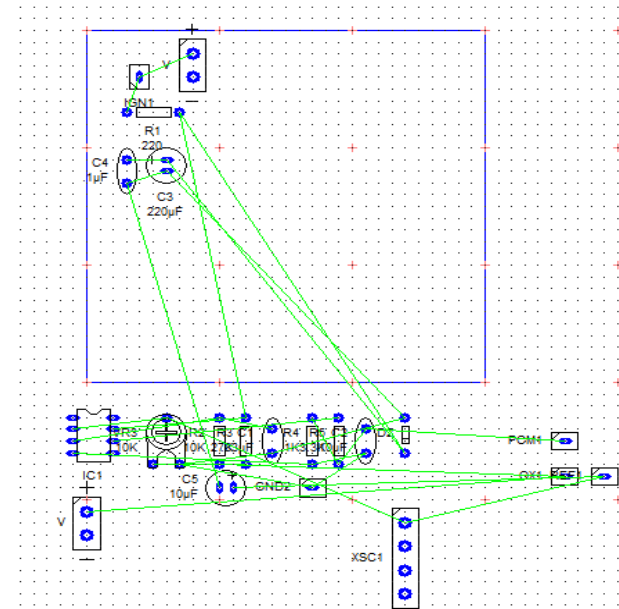


Name	Quantity
.1μF Capacitor	1
.33μF Capacitor	1
10μF Capacitor	1
10μF Electrolytic Capacitor	1
10K Potentiometer	1
10K Resistor (1/4W)	1
1K Resistor (1/4W)	1
220 Resistor (1/4W)	1
220μF Electrolytic Capacitor	1
27K Resistor (1/4W)	1
3.3K Resistor (1/4W)	1
BZX55C, 5V1 Zener Diode	1
CA3140E Operational Amplif...	1

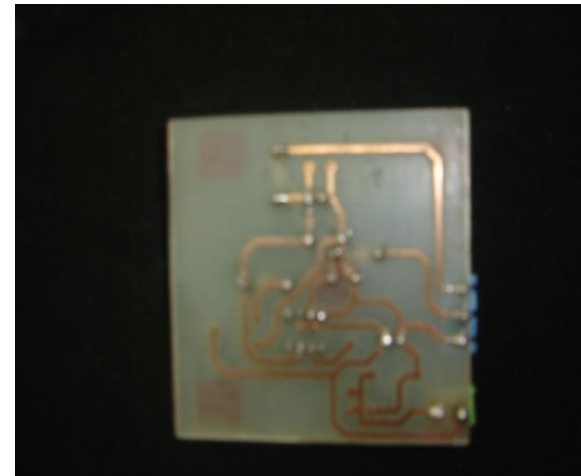
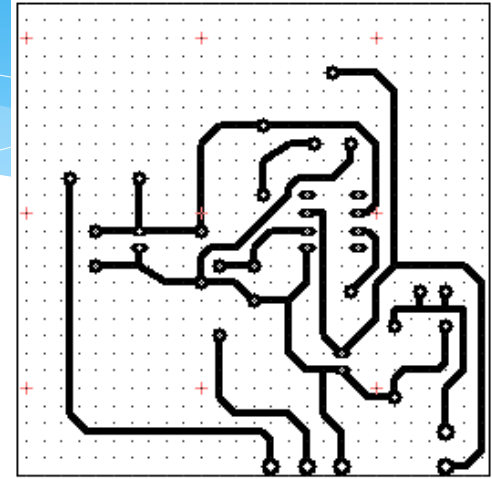
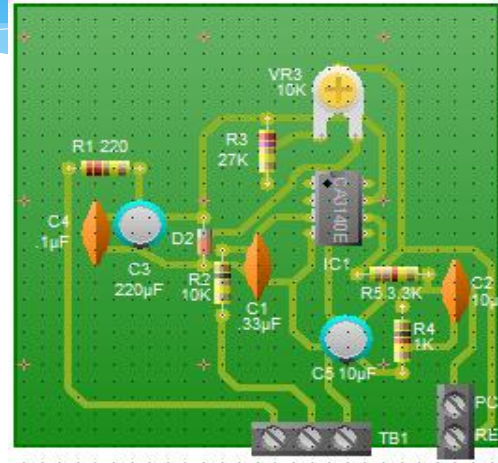
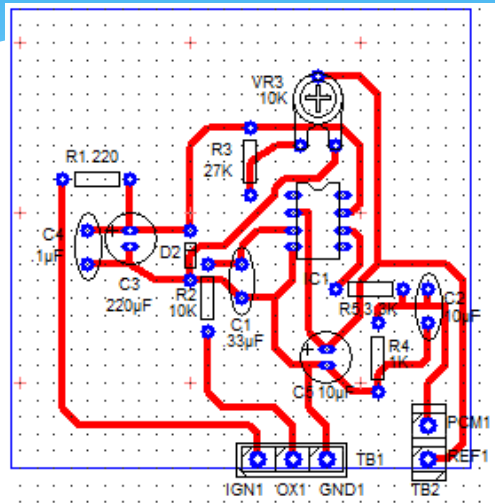


DISEÑO DE PLACA ELECTRÓNICA

Con el circuito creado en el software livewire se procederá a convertir este circuito a una placa electrónica esto lo realiza este programa automáticamente pasándolo a otro software llamado PCB Wizard donde el software se encarga de ubicar los elementos electrónicos en una forma inteligente.

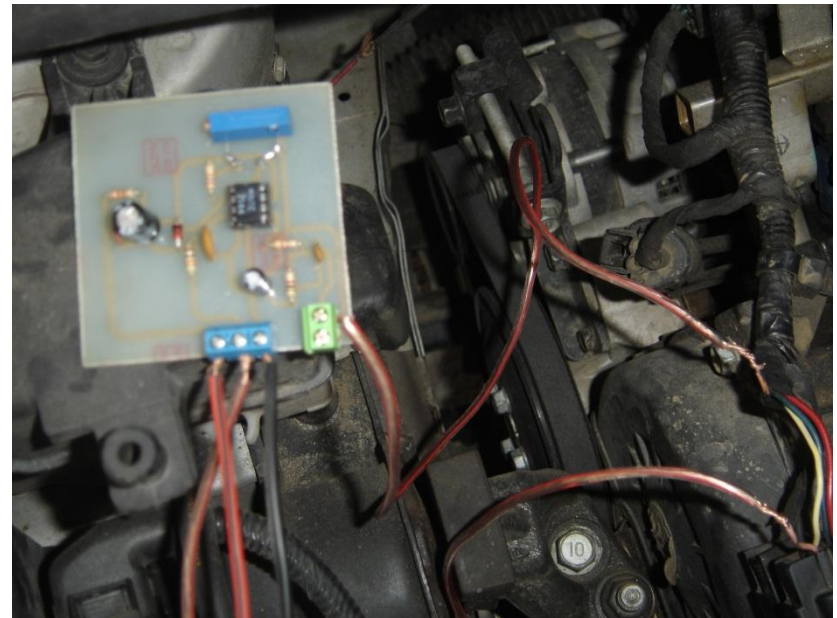


DISEÑO DE PLACA ELECTRÓNICA TERMINADO



COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Para la comprobación del funcionamiento del sistema se montara la placa electrónica en el vehículo en una forma improvisada y se realizara distintas pruebas que demuestren el correcto funcionamiento del dispositivo electrónico.



COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

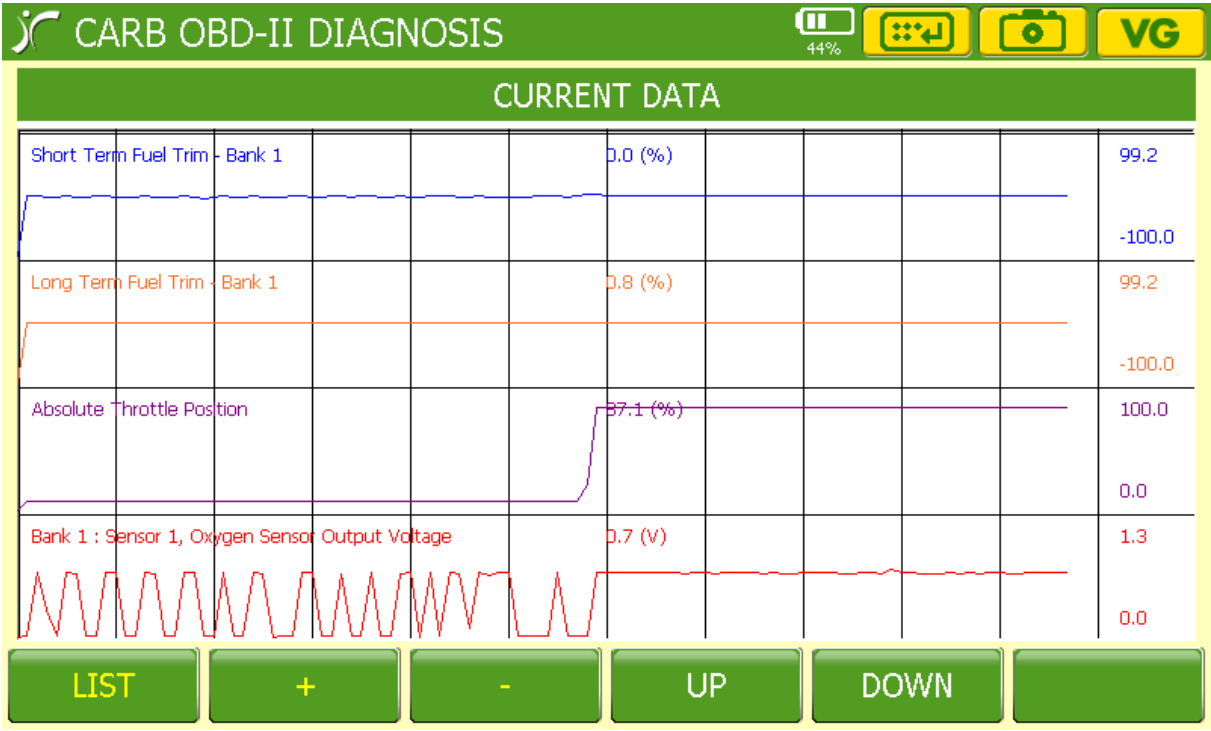
A continuación se procederá a poner a punto al dispositivo electrónico de elevación de potencia ajustando su valor nominal a 0.7V ya que los parámetros de mezcla rica del auto Hyundai i10 según el fabricante se encuentran de 0.6V a 0.9V.

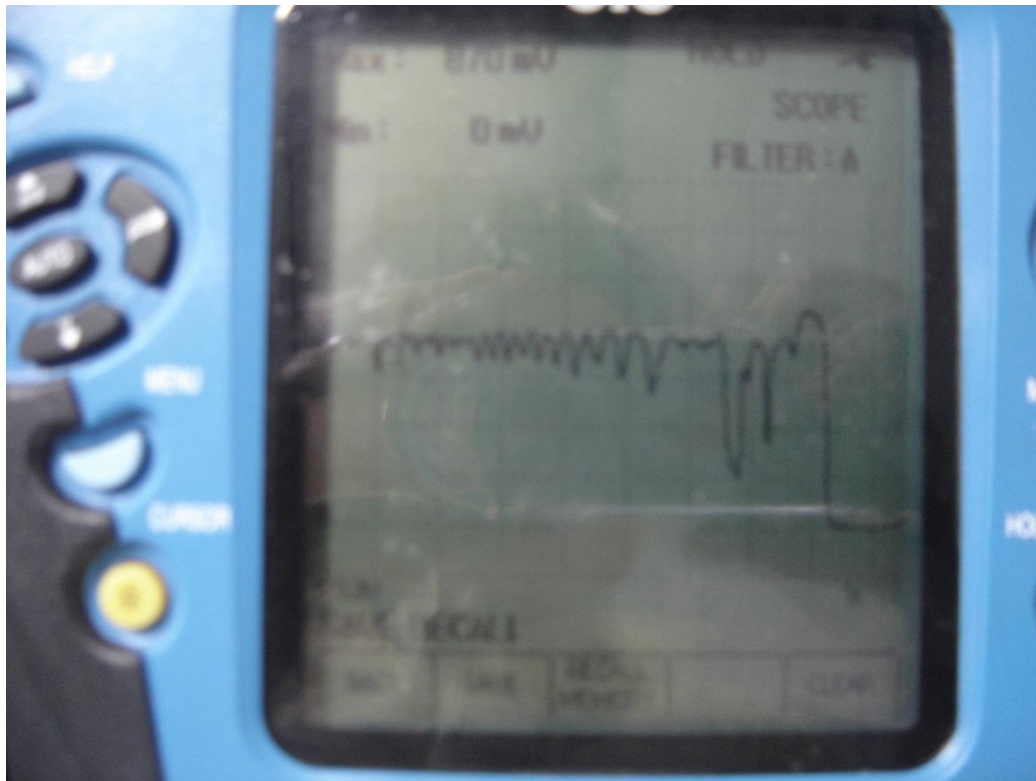


COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

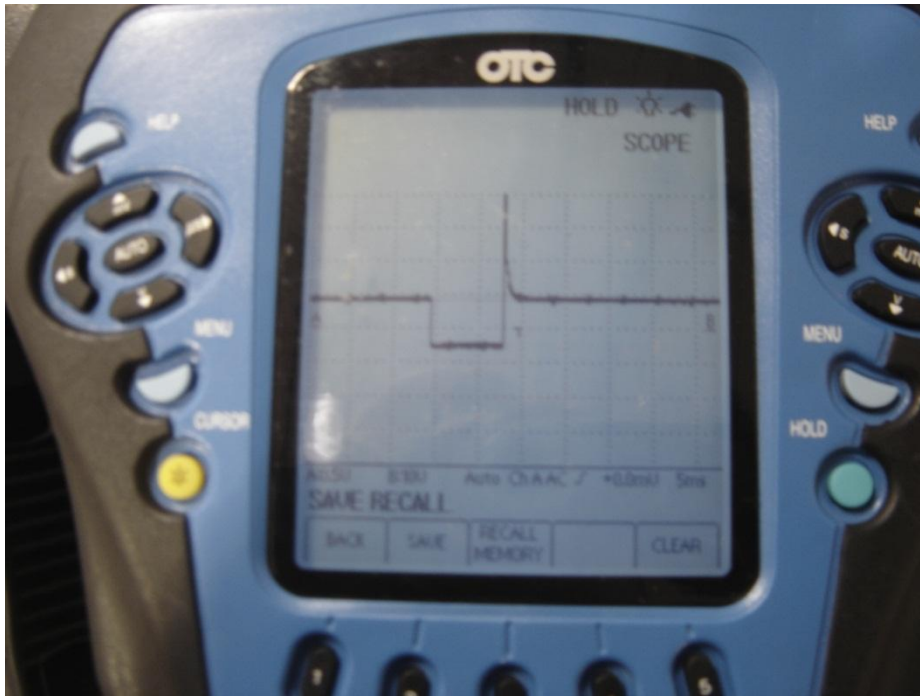
Se monitoreara constantemente las señales del sensor de oxígeno con el scanner y osciloscopio automotriz donde se verificara el cambio de la onda que debe registrar con el dispositivo de elevación de potencia para lo cual estas pruebas se las realizará en el dinamómetro proporcionando carga al motor.





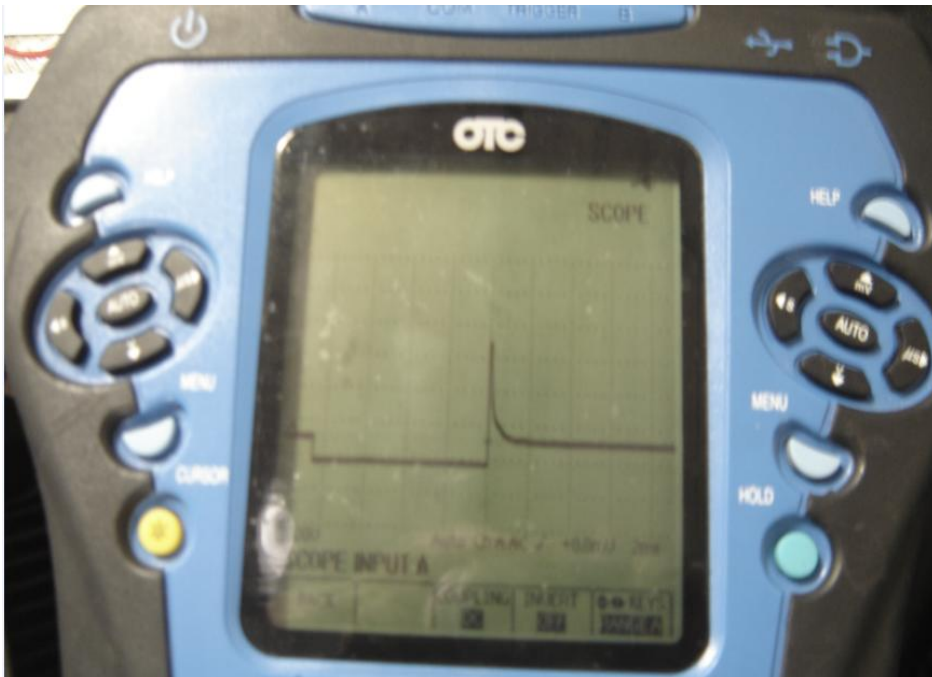


SEÑAL INYECTOR ESTÁNDAR



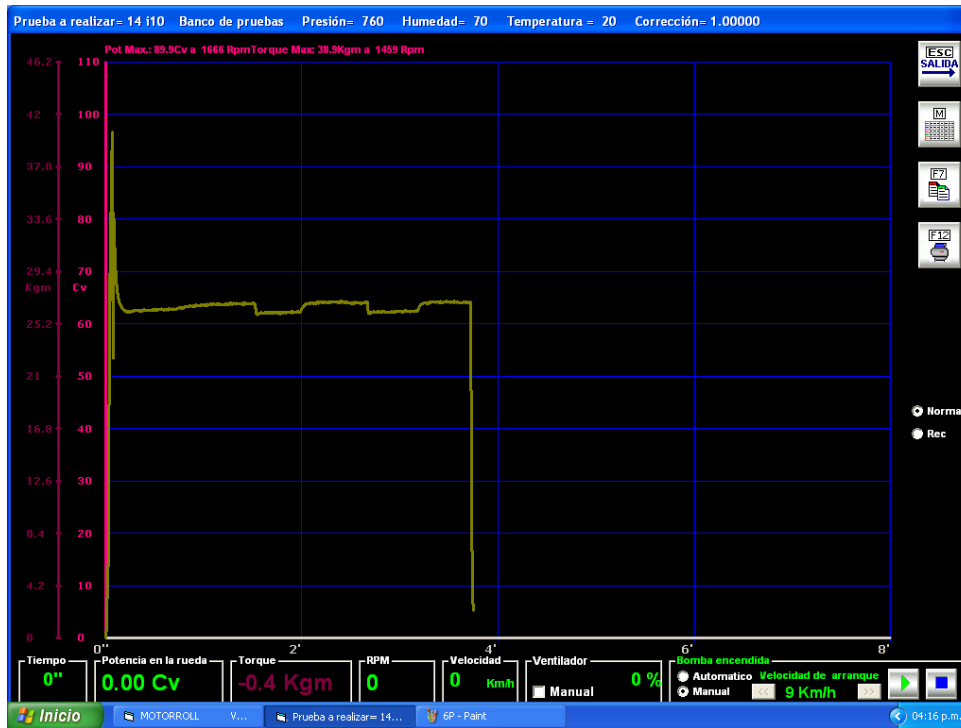
Señal inyector estándar tiempo de inyección 7ms

SEÑAL INYECTOR CON DISPOSITIVO DE ELEVACIÓN DE POTENCIA



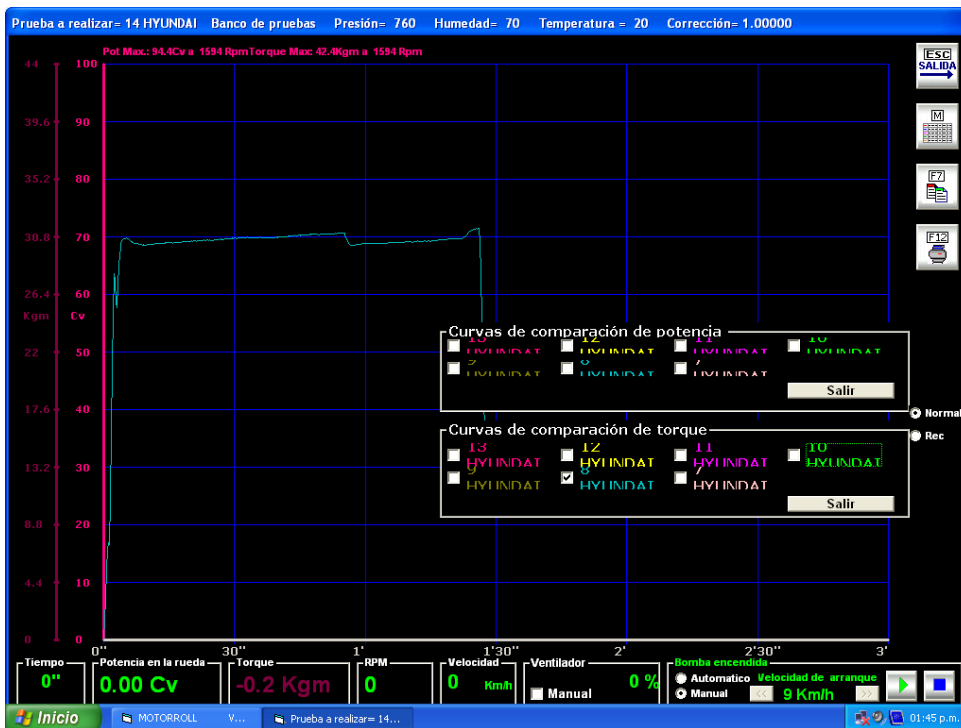
Señal inyector con dispositivo de elevación de potencia tiempo de inyección 9ms

PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN EL DINAMÓMETRO



Potencia estándar del vehículo Hyundai i10 66 CV

PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN EL DINAMÓMETRO



Aumento de potencia vehículo Hyundai i10 70 CV

Ver tabla Prueba actual: 13 HYUNDAI MOTORROLL

Intervalo de tiempo: 1" 2" 5" 10" 20" 40" 1' 5'

Fecha y Hora: 23/03/2012 12:32:18
 Corrección atmosférica: 1
 Relación: 0.91

Tiempo	Rpm rodillo	Rpm vehiculo	Velocidad (Km/h)	Torque en rueda (Kgm)	Potencia en rueda (Cv)
0"	510	464	15.9	0.77	0.55
1"	1014	923	31.5	10.92	15.47
2"	1553	1413	48.3	31.01	67.26
3"	1589	1446	49.4	41.48 Max	92.04 Max
4"	1560	1420	48.5	35.50	77.58
5"	1422	1294	44.2	36.11	71.72
6"	1410	1283	43.9	33.89	66.75
7"	1421	1293	44.2	32.79	65.08
8"	1427	1299	44.4	32.40	64.55
9"	1430	1301	44.5	32.28	64.47
10"	1438	1309	44.7	32.18	64.61
11"	1437	1308	44.7	32.12	64.47
12"	1443	1313	44.9	32.10	64.71
13"	1448	1318	45.0	31.98	64.68
14"	1451	1320	45.1	32.01	64.88
15"	1452	1321	45.2	32.00	64.88
16"	1454	1323	45.2	31.99	64.98
17"	1457	1326	45.3	31.94	65.00
18"	1460	1329	45.4	31.90	65.04
19"	1460	1329	45.4	31.92	65.09
20"	1461	1330	45.4	31.92	65.14
21"	1461	1330	45.4	31.90	65.10
22"	1462	1330	45.5	31.92	65.16
23"	1465	1333	45.6	31.89	65.26

→ Potencia con dispositivo electrónico (row 5)

→ Potencia estandar (row 10)

ANALIZADOR DE GASES

Taller: ESPE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

Dirección: LATACUNGA

Teléfono: ----

Fax: ----

E-mail: ww.espe.edu.ec

CO: 04.575	% Vol.	λ: 0,56
HC: 00158	ppm Vol.	AFR: 8,371
CO₂: 11.12	% Vol.	COc: 12,06
O₂: 01.26	% Vol.	RPM: 0000
NO_x: ---	ppm Vol.	Temp: --- °C

Con los resultados obtenidos con el analizador de gases los niveles de contaminación de HC se encuentra en 158 ppm por lo que no es preocupante ya que lo permisible es 200 ppm.

NORMAS CORPAIRE

VALORES MÁXIMOS (UMBRAL TIPO III) DE EMISIONES DE VEHÍCULOS A GASOLINA (RTV 2009)

PRUEBA EN VACIO EN ALTAS Y BAJAS REVOLUCIONES:

ANO MODELO	CO (% V) Monóxido de carbono	HC (ppm) Hidrocarburos	O2 (% V) Oxigeno
2000 Y POSTERIORES	1	200	5
1990 – 1999	4.5	750	5
MENOR A 1989	7	1300	5

MONTAJE DE LA PLACA ELECTRÓNICA

Para el montaje de la placa electrónica se tomará en cuenta varias consideraciones que no afecten el funcionamiento óptimo del dispositivo electrónico.

Se busca un espacio de fácil acceso para la manipulación y control del dispositivo electrónico.

Los factores a tomar en cuenta para el montaje de la placa electrónica son los de temperatura, contacto con agua, exposición a suciedad.

El lugar que cumple todos los requisitos exigidos para el montaje de la placa electrónica es en el motor del vehículo junto al filtro de aire ya que este es un sitio donde el dispositivo no se va a exponer a los factores anteriormente mencionados y se va a encontrar dentro de una caja de fibra de carbono.

El recubrimiento o protección de la placa electrónica constará de una mica transparente recubierta de fibra de carbono tipo caja con ventilación incorporada.



INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE PRUEBAS EN EL VEHÍCULO HYUNDAI I10

Para la instalación del módulo de pruebas se tomara en cuenta la ubicación perfecta del dispositivo electrónico, verificando si existe accesibilidad para su manipulación.

Se tomará a consideración los siguientes aspectos:

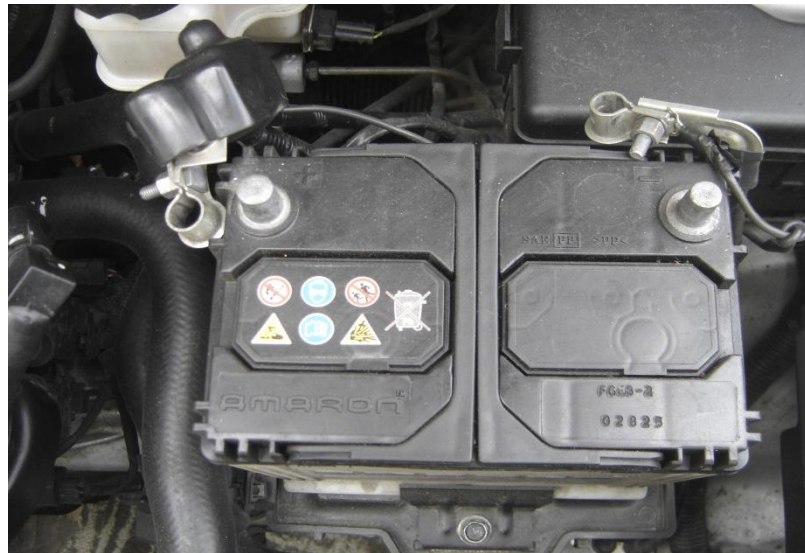
- 1.- La placa electrónica deberá ser protegida con material aislante en nuestro caso se utilizará plástico.
- 2.- Los cables para la conexión deberán ser de aplicación automotriz.
- 3.- Todas las conexiones serán aisladas totalmente con recubrimientos térmicos.
- 4.- Se utilizará una denominación de cableado impuesta por la Sociedad Internacional de Ingenieros Automotrices (SAE).

COLOR	FUNCIÓN
Rojo	Positivo +
Negro	Negativo -
Azul/Verde	Señal del sensor

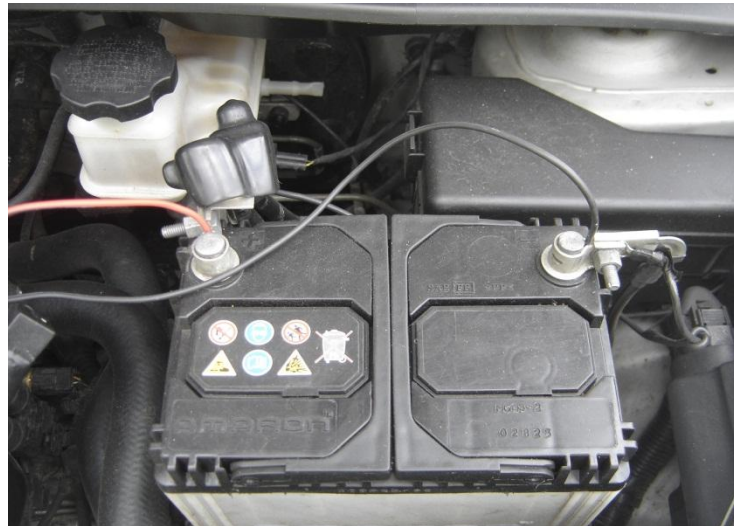
5.- Se realizará pruebas de continuidad de los cables de conexión verificando su perfecto estado



6.- Desconectar la batería del vehículo por seguridad de alguna inconsistencia que podría existir en la instalación del dispositivo electrónico.



7.- Una vez ya verificado que no existen inconsistencias se tomará la fuente de 12V directamente de la batería del vehículo para precautelar las funciones de los diferentes dispositivos electrónicos que se encuentran en el vehículo.

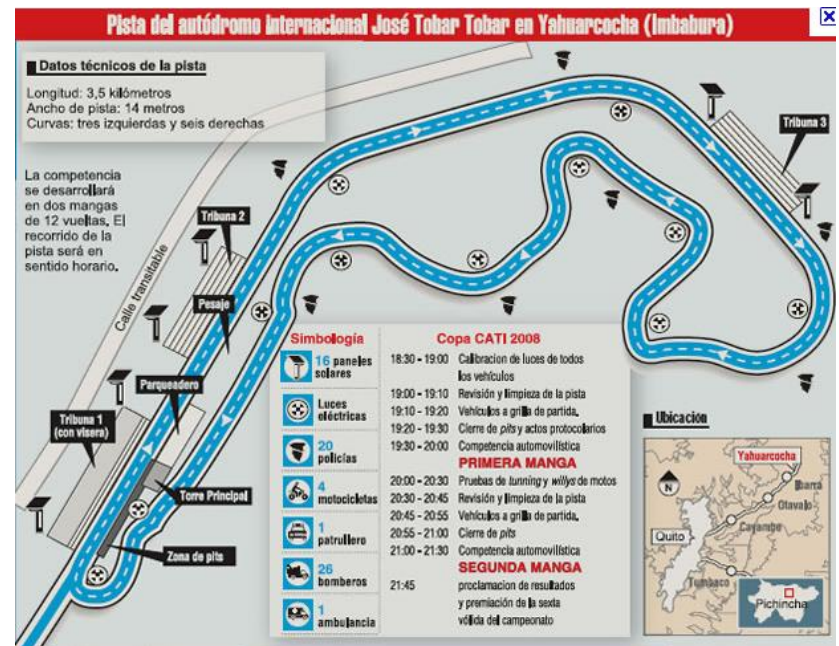


8.- Finalmente se encenderá el vehículo y se verificara en el tablero que la luz de diagnóstico esté apagada, así podremos asegurarnos que el dispositivo se encuentra instalado de una forma correcta.



PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN CARRETERA

Uno de los factores muy importantes para realizar las pruebas de carretera fue pensar en la seguridad vial ya que las pruebas se realizarían al máximo de potencia del vehículo por lo que el Autódromo internacional Yahuarcocha José Tobar fue el más propicio.



1.- Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h estándar.

Vehículo	Tiempo de 0 a 100 Km/h
Hyundai i10	18 seg



2.- Tiempo de reacción de 0 a 100 Km/h con dispositivo electrónico.

Vehículo	Tiempo de 0 a 100 Km/h
Hyundai i10	16 seg



3.- Tiempo promedio de vuelta en pista con vehículo estándar.

Vehículo	Tiempo promedio de vuelta
Hyundai i10	2'18"00



4.- Tiempo promedio de vuelta en pista con vehículo modificado con dispositivo electrónico

Vehículo	Tiempo promedio de vuelta
Hyundai i10	2'15''00



5.- Consumo de combustible del vehículo Hyundai i10 con dispositivo electrónico

Vehículo	Consumo de combustible Km/gln
Hyundai i10 estándar	75 Km/gln
Hyundai i10 modificado	70 Km/gln



PRESUPUESTO

ORDEN	Elemento Electrónico	Característica	TOTAL USD
1	Capacitor	.1 μ F	0,20
2	Capacitor	.33 μ F	0,20
3	Capacitor	10 μ F	0,30
4	Capacitor electrolítico	10 μ F	0,50
5	Potenciómetro	10K	1,50
6	Resistencia	10K	0,20
7	Resistencia	1K	0,20
8	Resistencia	220 Ω	0,20
9	Resistencia	27K	0,20
10	Resistencia	3.3K	0,20
11	Capacitor electrolítico	220 μ F	0,50
12	Diodo Zener	5V	0,35
13	Amplificador Operacional	NTE 7144	5,00
14	Diseño Placa Electrónica		40,00
15	Cables	5 $m\Omega$	2,50
16	Switch	1	1,00
17	Borneras	2	2,00

TOTAL= 55,05\$

CONCLUSIONES

Finalizando este trabajo de investigación, presento las siguientes conclusiones y recomendaciones, a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente como fuente de consulta.

- * Se seleccionó los elementos eléctricos y electrónicos que permitieron la realización del trucaje electrónico de un vehículo de fabricación serie, mediante la elaboración de la placa electrónica, la misma que interactúa con la ECU del vehículo, optimizando la potencia del mismo y cumpliendo así con el objetivo del proyecto.
- * Se desarrolló las pruebas de comparación torque y potencia en un vehículo de fabricación serie con y sin el dispositivo a implementarse y se obtuvieron los resultados esperados, se puede elevar el 7% de potencia de un motor estándar.
- * Se estableció los rangos de operación para la señal del sensor de oxígeno a través de un circuito electrónico para obtener mejoras en la potencia al freno de un vehículo serie. Además se demostró que con el dispositivo con una aceleración de 0 a 100 km/h obtendremos una mejor respuesta del vehículo al reducir su tiempo de reacción, estimado en 3 segundos en 3500 metros.
- * Es importante recalcar que no se han trabajado dispositivos de optimización de potencia, por lo que el proyecto es viable e innovador en el campo automotriz.
- * La CORPAIRE exige que la emisión de gases sea de 200 partes por millón, con el dispositivo se logra alcanza de 150 a 160 parte por millón, alcanzando niveles adecuados para el impacto ambiental.

RECOMENDACIONES

- * Recomiendo se introduzca a los estudiantes trabajar el tema de optimización de motores mediante dispositivos electrónicos; por cuanto es un tema fundamental en el desarrollo profesional.
- * Elaborar dispositivos electrónicos que puedan interactuar con la computadora del auto; ya que en la actualidad la electrónica del automóvil es la base del funcionamiento de todo automotor.
- * Para la utilización de este dispositivo es necesario tener conocimientos técnicos de electrónica básica.
- * Fomentar la utilización de software que permitan simular el funcionamiento de dispositivos electrónicos.
- * Utilizar este dispositivo en el campo automovilístico; por cuanto se comprobó la optimización de potencia del automóvil y por ende la disminución de tiempo en carrera.