

**IMPLEMENTACIÓN DE UN
DISPOSITIVO MEJORADOR DEL
SENSOR DE OXÍGENO DE
ZIRCONIO COMÚN, PARA QUE
TRABAJE EN BANDA ANCHA Y
OPERE CON UN MONITOREO
CONTINUO DEL CATALIZADOR**

RESUMEN

El dispositivo mejorador del sensor de oxígeno de zirconio común es una innovación en cuanto a la interacción con la computadora del vehículo.

El software TORQUE y la placa electrónica permitirán verificar y variar la mezcla aire – combustible a condiciones extremadamente pobres y ricas del vehículo, lo cual servirá como un aporte al estudio a la eficiencia del motor en estas dos condiciones, por lo que se tendrá variaciones en la potencia, sonda lambda del sensor de oxígeno, partes por millón en los hidrocarburos, gases contaminantes y consumo de combustible.

Se realizará mediciones con el analizador de gases, scanner automotriz y osciloscopio sin y con el dispositivo, para comparar los datos del fabricante del vehículo Aveo LS con los datos modificados del dispositivo, y verificar que el dispositivo ahorra combustible y reduce las emisiones de gases, sin tener pérdida de potencia.

OBJETIVO GENERAL

Implementar un dispositivo que convierta al sensor de oxígeno común de zirconio en uno de banda ancha, con un monitoreo del catalizador, para reducir la contaminación que generan los vehículos de inyección electrónica.

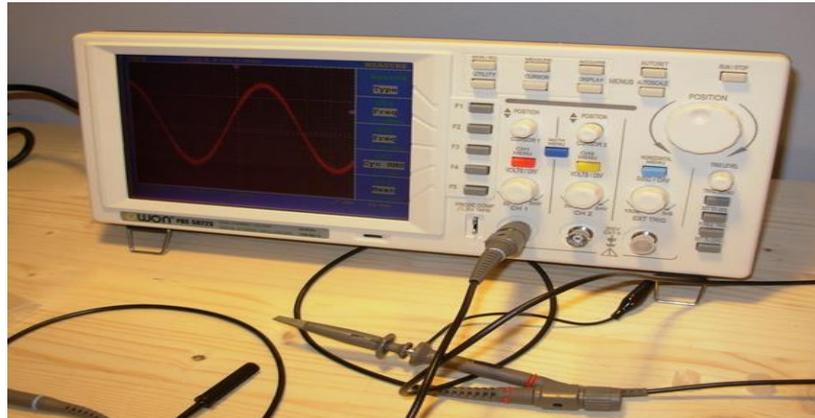
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un dispositivo comparador electrónico de voltajes para controlar el ajuste de combustible y mejorar la eficiencia del vehículo.
- Implementar el dispositivo de monitoreo del catalizador en el panel de control para referenciar al conductor que el vehículo se encuentra contaminando.
- Modificar la relación aire - combustible, en el rango de 9 hasta 25 gramos de aire y 1 gramo de combustible.
- Comparar los parámetros contaminantes del vehículo a investigar para ver sus beneficios con el dispositivo.

FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Uso del Osciloscopio (Owon):

- Verificar las oscilaciones del sensor de oxígeno sin y con el dispositivo. Esta herramienta obtendrá datos de las oscilaciones cuando el sensor trabaje en banda ancha.
- Tomar datos de la oscilación de un inyector para verificar el pulso de inyección.



Uso del Analizador de Gases:

- Tomar datos del automóvil en ralentí de los gases contaminantes (HC, CO y CO₂), sin y con el dispositivo mejorador del sensor de oxígeno.
- Realizar tabla de valores comparativos de los resultados de la medición con el analizador de gases en ralentí.



SENSOR DE OXÍGENO

Es el más utilizado en la mayoría de los automóviles, también se le conoce como sensor de oxígeno convencional. El elemento más importante que tiene es la cerámica. El sensor de oxígeno de zirconio, está ubicado en el flujo de los gases de escape. Estos sensores son fundamentales porque con su señal la PCM toma decisiones sobre cuanto combustible debe inyectarse al motor.



OPERACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO

Cuando la gasolina se quema en el cilindro se generan humos de escape, dentro de esos humos hay pocas cantidades de oxígeno que no alcanzaron a consumirse por completo.

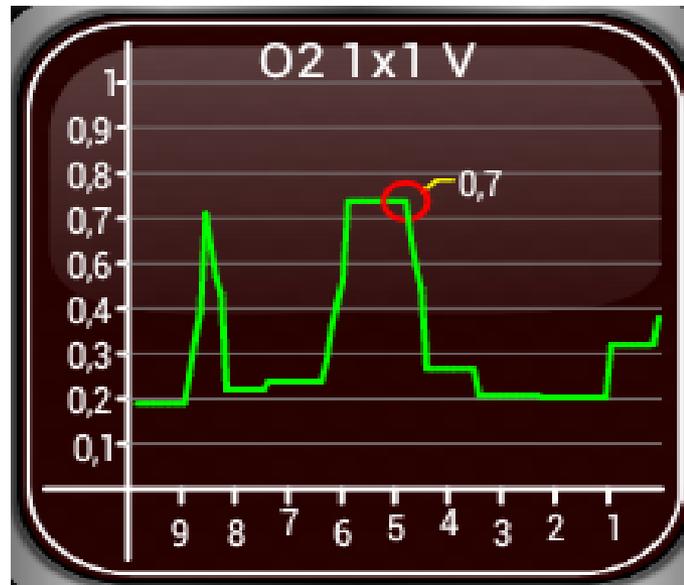
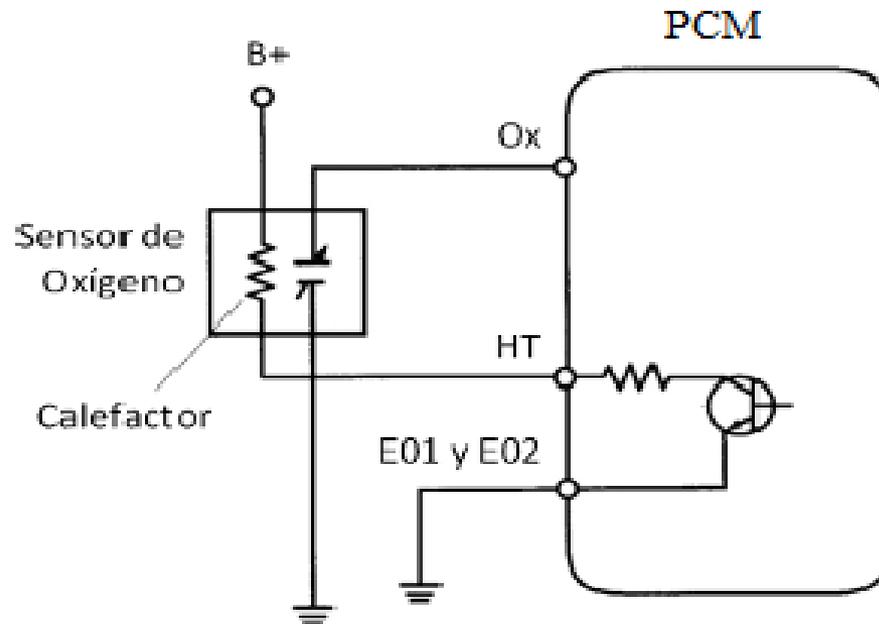


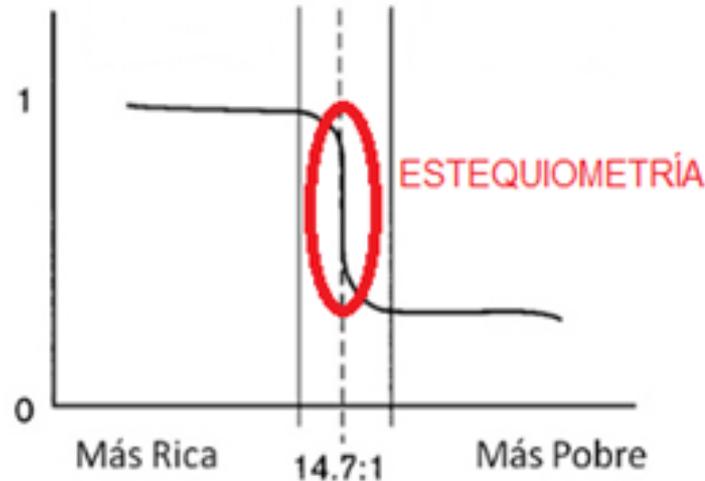
DIAGRAMA INTERNO



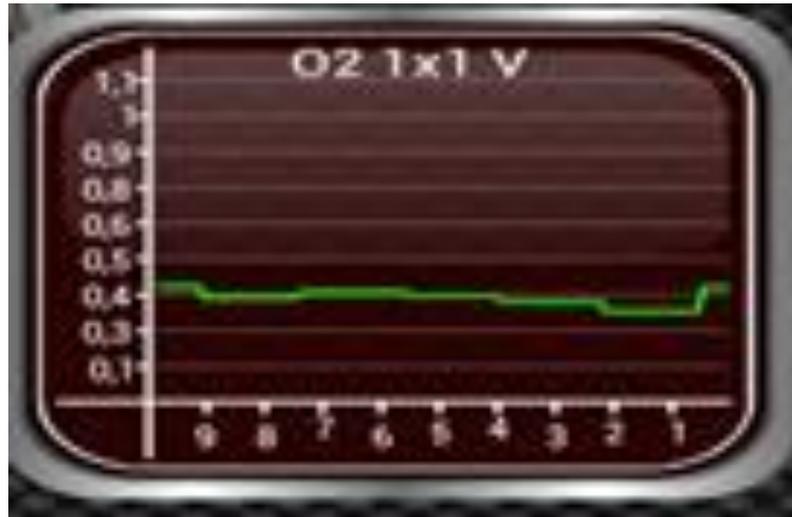
ESTEQUIOMETRÍA (EQUILIBRIO DE LA MEZCLA AIRE - COMBUSTIBLE)

El equilibrio de la composición de la mezcla aire/combustible, se la conoce como "estequiometría".

Es cuando se tiene 14.7 partes de aire por 1 de combustible (14.7:1), como se muestra en la Figura.



Cuando la mezcla alcanza esa proporción se podrá ver reflejado en la señal de voltaje que el sensor de oxígeno produce y siempre será alrededor de 0.45 voltios. Esta señal se la podrá verificar en un scanner. En este caso se utilizará una interface ELM327, como se observa en la Figura.



COEFICIENTE DE AIRE O RELACIÓN LAMBDA

Para saber los parámetros de la mezcla aire – combustible y la relación lambda (λ) se utiliza la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{\text{masa de aire aportado}}{\text{masa de aire necesario para la combustión estequiométrica}} = \frac{x}{14.7}$$

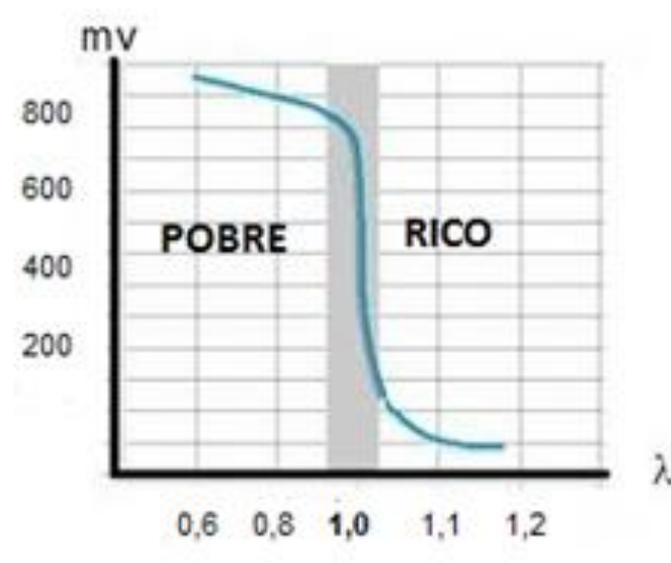
La masa de aire aportado (x) es la masa que se puede medir con un analizador de gases o se puede obtener de los datos del fabricante del vehículo.

En la Tabla se encuentra la relación lambda λ y los valores de las mezclas estequiométrica, pobre y rica.

X	Aire	Mezcla	λ	Observaciones
<14.7	Defecto	Rica	<1	Déficit de aire o mezcla rica, aumento de potencia
=14.7	Equilibrio	Estequiométrica	=1	El volumen de aire aspirado corresponde al valor teóricamente necesario
>14.7	Exceso	Pobre	>1	Exceso de aire mezcla pobre, menor consumo de combustible y menor potencia

En los cambios de voltaje del sensor de oxígeno la mezcla pasa por un punto ideal llamado estequiometría o sonda lambda.

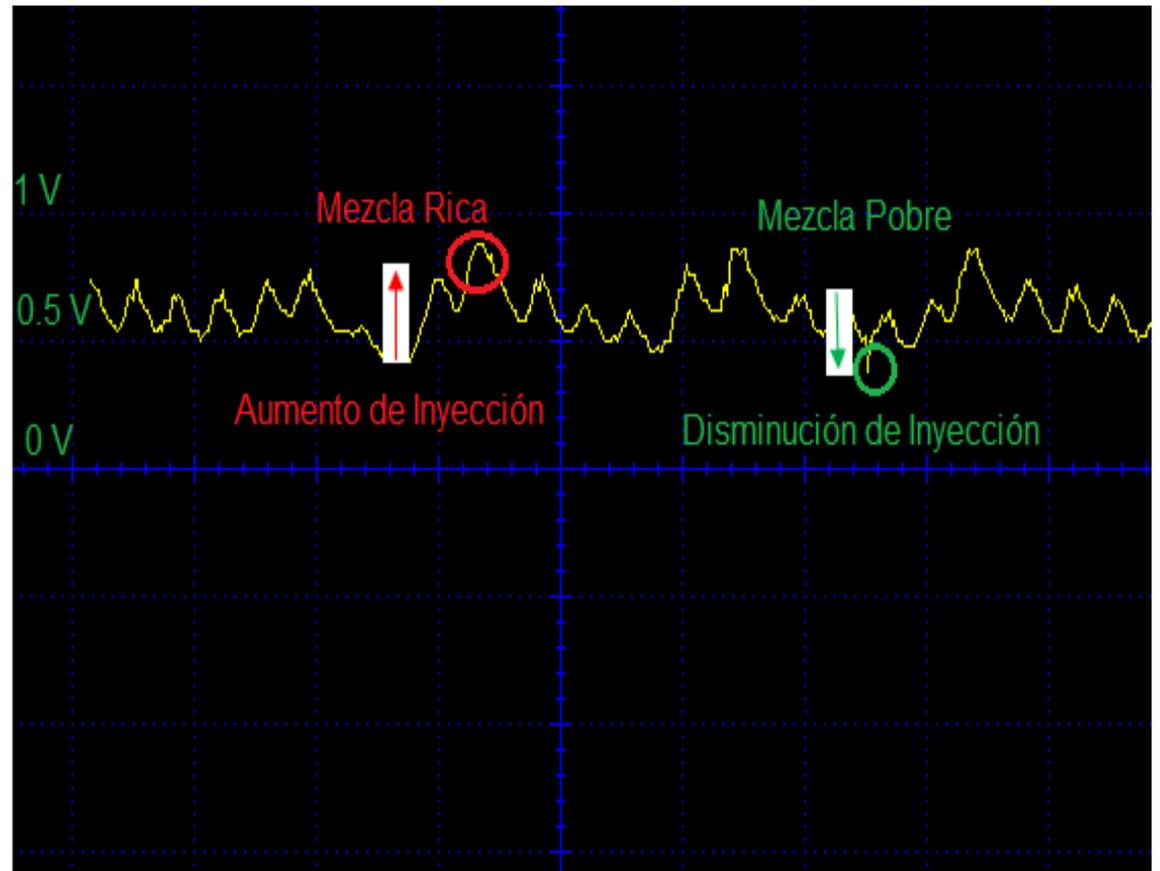
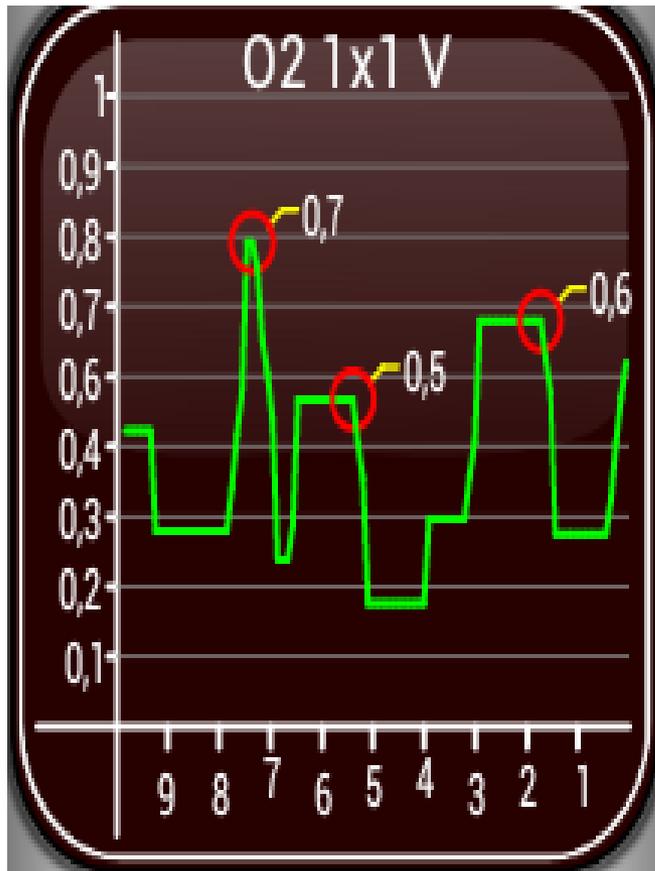
- Lambda = 1 mezcla estequiométrica.
- Lambda mayor a 1 = mezcla pobre.
- Lambda menor a 1 = mezcla rica.



MEZCLA RICA Y MEZCLA POBRE

- La mezcla es rica es cuando hay poco aire y mucho combustible. El voltaje será en un rango de (600 - 1000) milivoltios.
- La mezcla es pobre cuando hay mucho aire y poco combustible. El voltaje será en un rango de (100 - 350) milivoltios.

VISUALIZACIÓN MEZCLA POBRE Y RICA



SENSOR DE OXÍGENO BANDA ANCHA

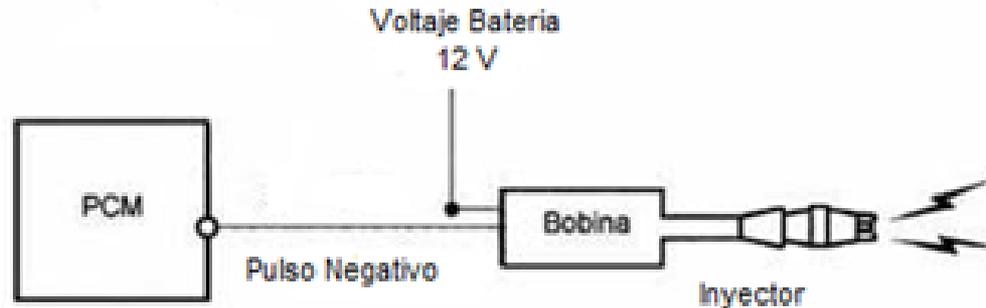
La ventaja de emplear sensor de Banda Ancha es que la PCM puede medir de una forma mucho más exacta la cantidad de combustible que ha de inyectarse, con lo cual se reduce el consumo de combustible.

De esta forma se puede llevar al motor a condiciones de trabajo donde las emisiones sean mucho más bajas y tener una operación más económica.

La sonda lambda de banda ancha es utilizada para poder determinar con una cierta precisión la mezcla aire – combustible en un rango de trabajo amplio, que oscila entre 11:1 a 22:1 .

SEÑAL DE ACTIVACIÓN PARA LOS INYECTORES

La activación de los inyectores se realiza por parte de la PCM a través de un pulso a masa, el inyector es una electroválvula la cual se encuentra colocada directamente a positivo y en su otro extremo es controlada por el pulso negativo de la PCM.

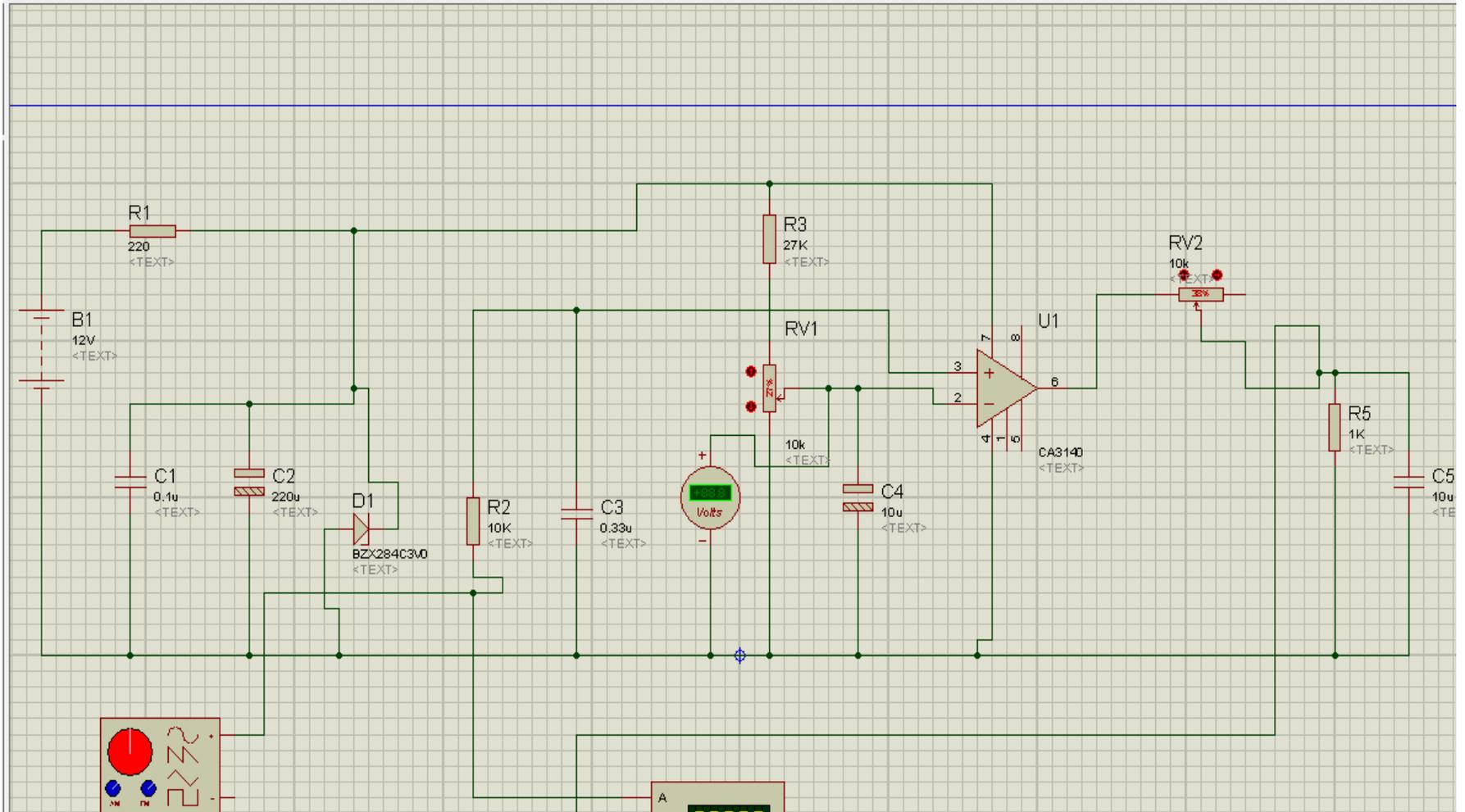


El tiempo que es activado el inyector se llama pulso de inyección. Este pulso depende de todas las condiciones del funcionamiento del motor, como temperatura, carga, revoluciones, entre otras.

La toma de señal del inyector del Aveo LS en ralentí con el osciloscopio, se observa en la Figura.



DISEÑO DEL DISPOSITIVO MEJORADOR



CONFIGURACIÓN DE LA PLACA

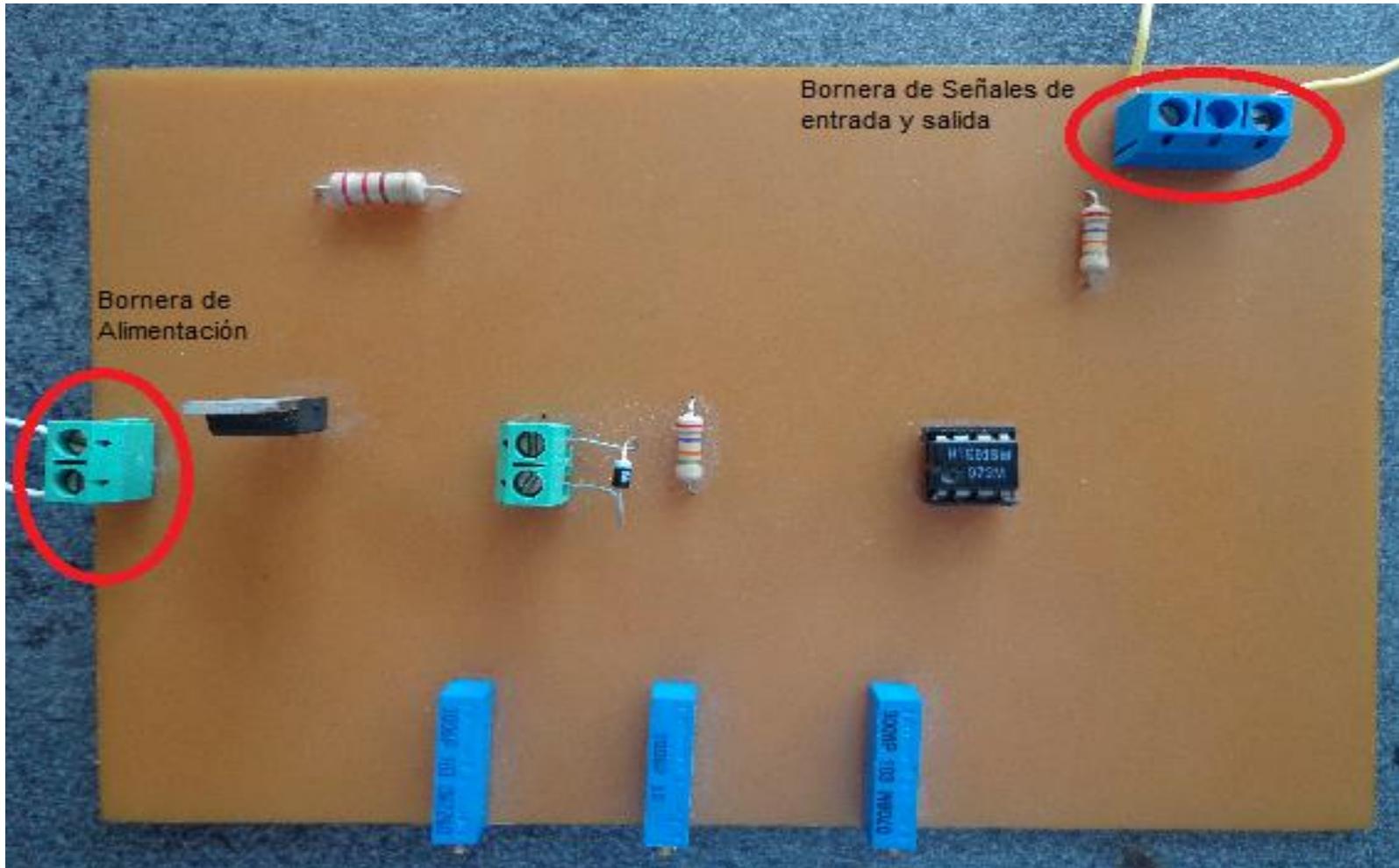
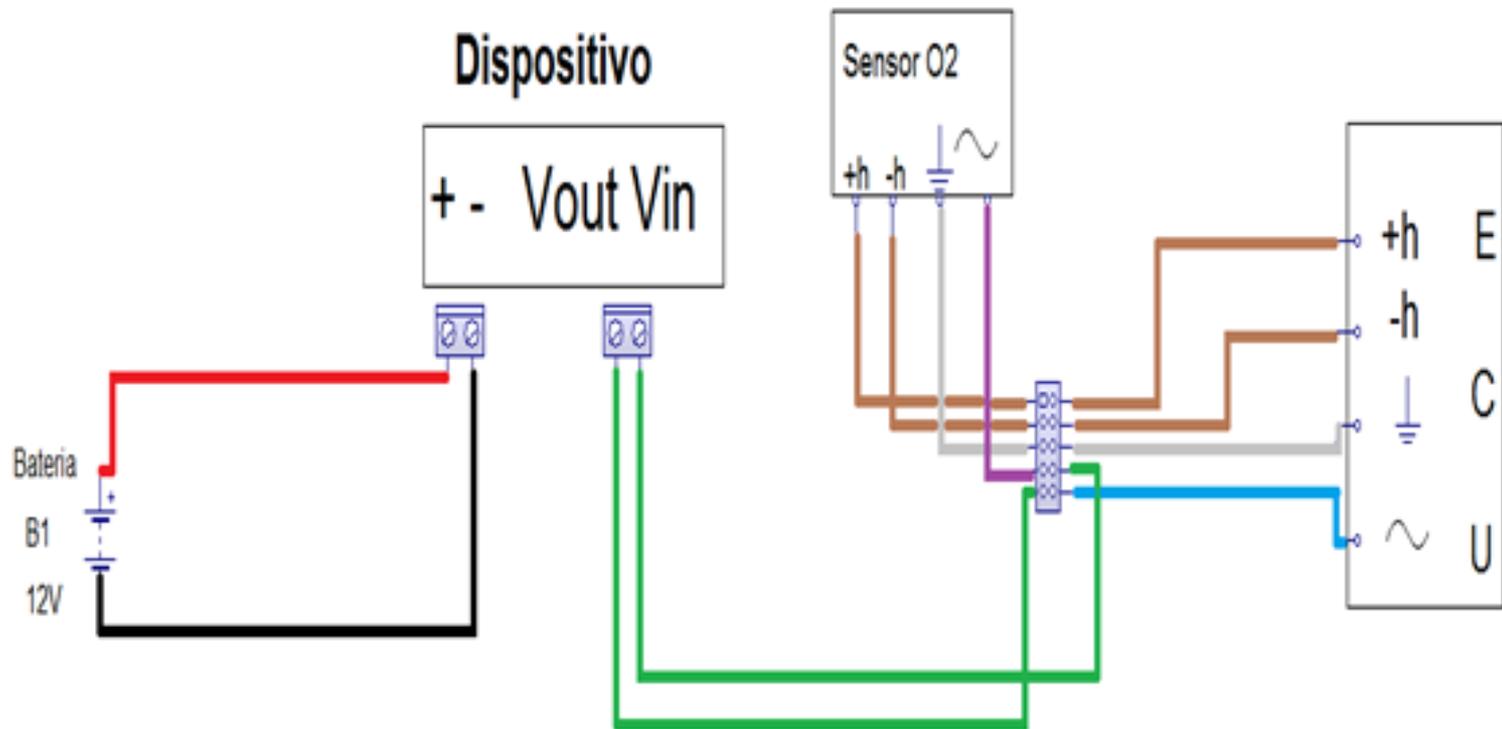


DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO AL VEHÍCULO



CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO



ANALIZADOR DE GASES EN MEZCLA POBRE



ANALIZADOR DE GASES EN MEZCLA RICA



ANALIZADOR DE GASES EN MEZCLA ESTEQUIOMÉTRICA

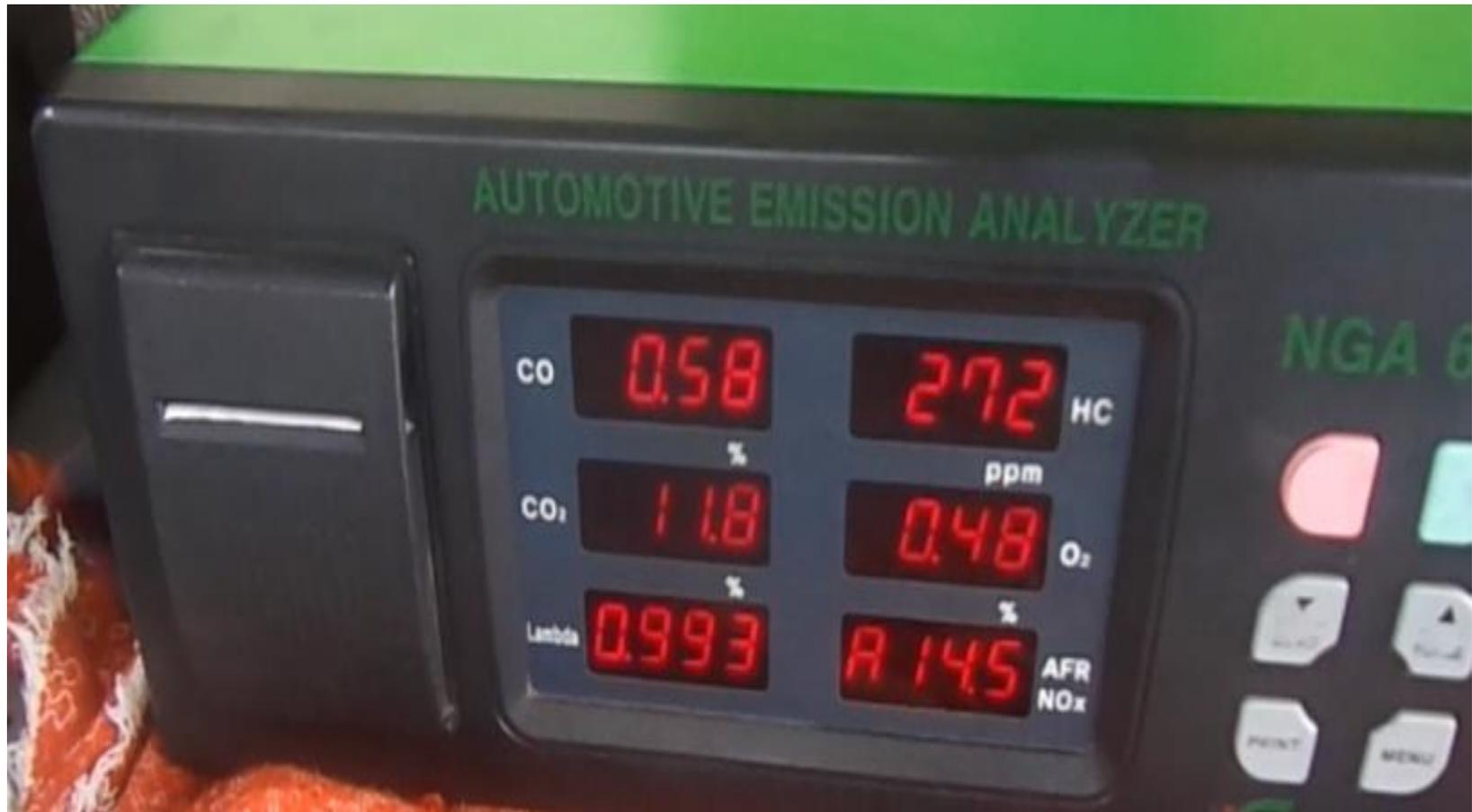
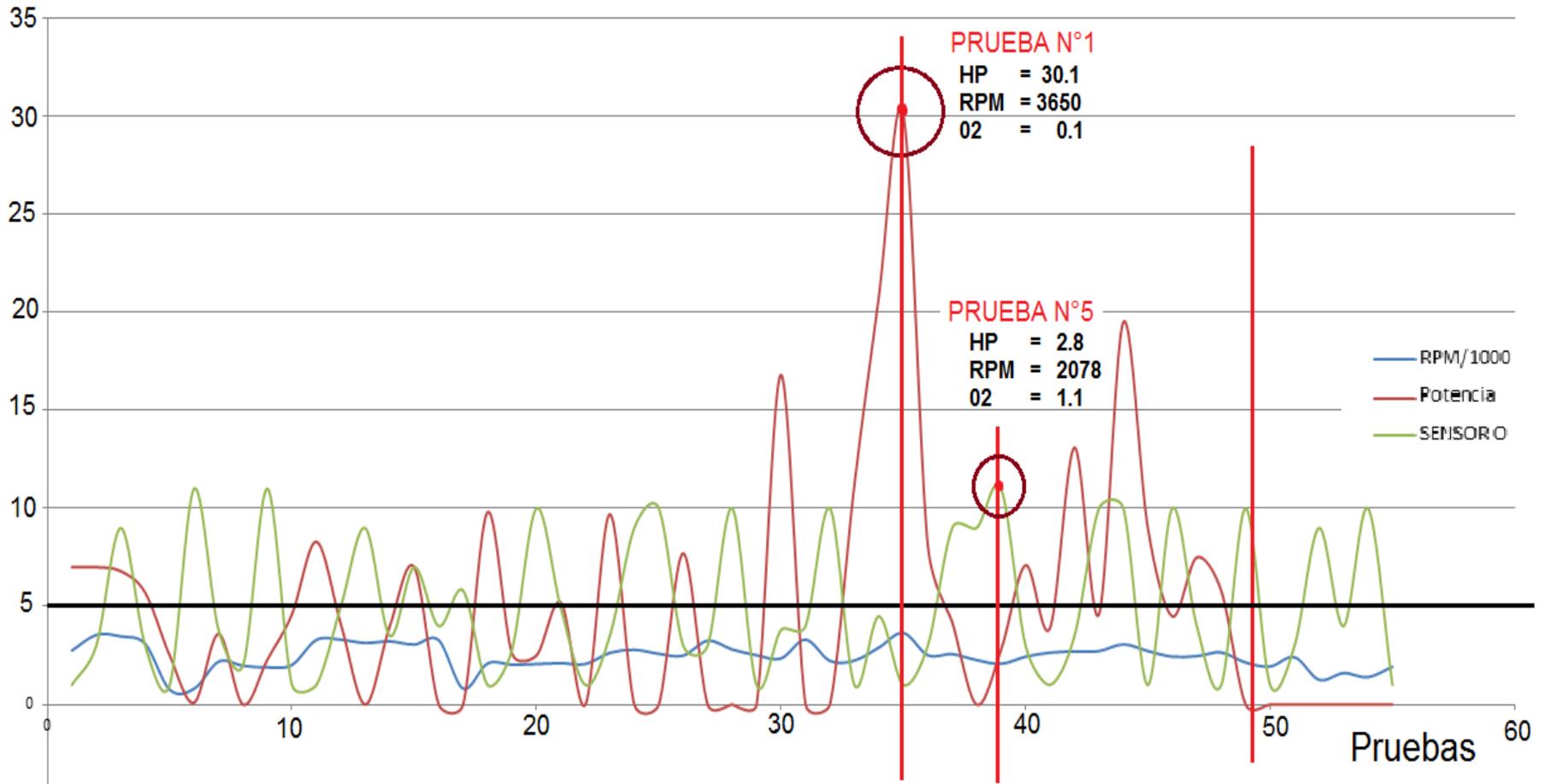


TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS

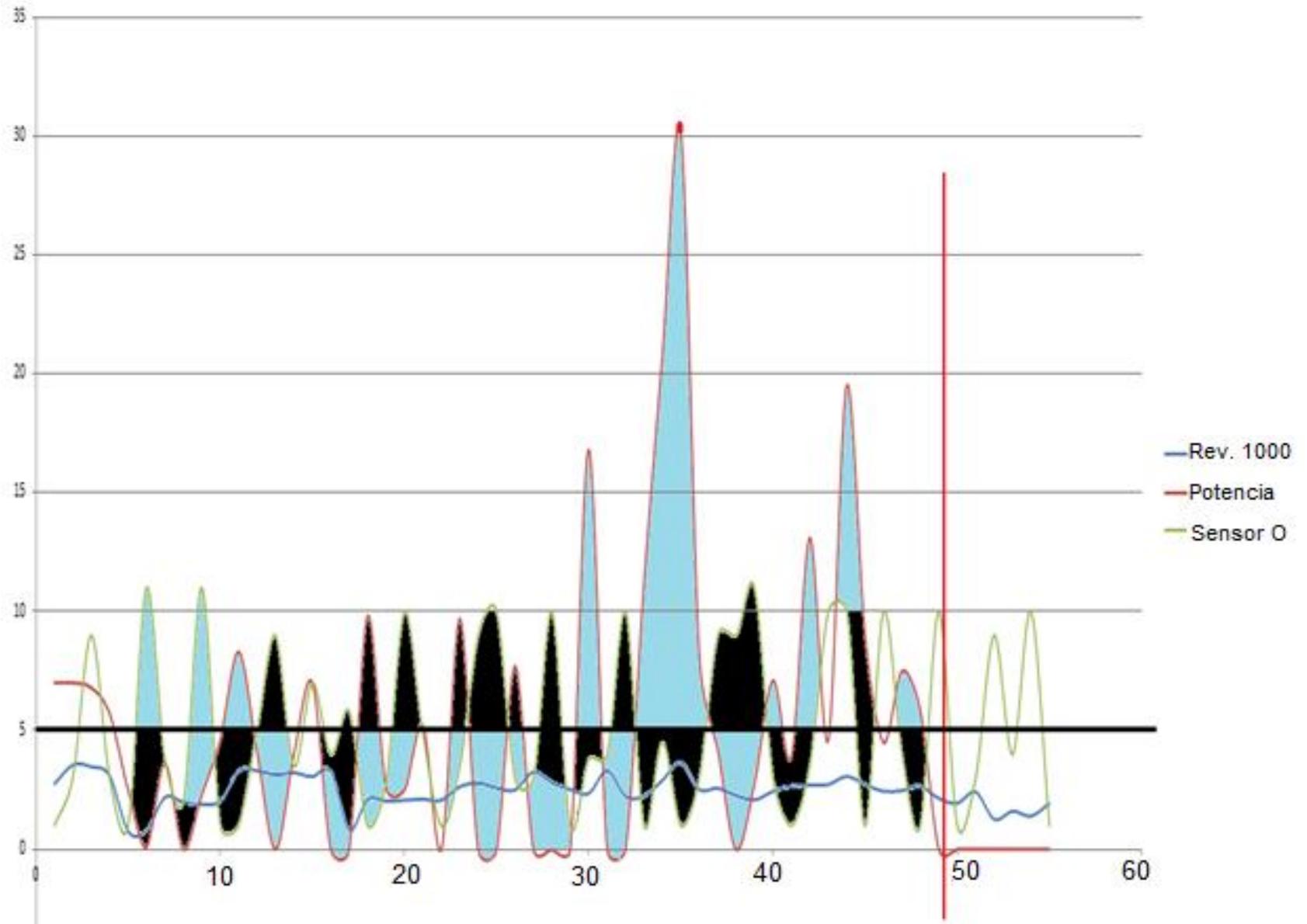
Vehículo Aveo LS	Datos Técnicos			
	Pobre	Estequiométrica	Rica	Sin el Dispositivo
Sensor de O ₂	0.1 voltio	0.4 – 0.6 voltios	0.6 – 1 voltios	0.1 – 0.9 voltios
HC	1470 ppm	272 ppm	1791 ppm	400 ppm
CO ₂	5.8%	11.8%	6.6%	11.4%
O ₂	0.62%	0.48%	10.77%	1.06%
Coefficiente Lambda (λ)	0.668	0.993	1.783	1.028
Mezcla aire - combustible	9.8	14.5	26.2	15.1
Tipo de mezcla con el dispositivo	Pobre	Estequiométrica	Rica	—
Tipo de mezcla que opta la PCM	Rica	—	Pobre	Estequiométrica

PRUEBAS DE CAMPO

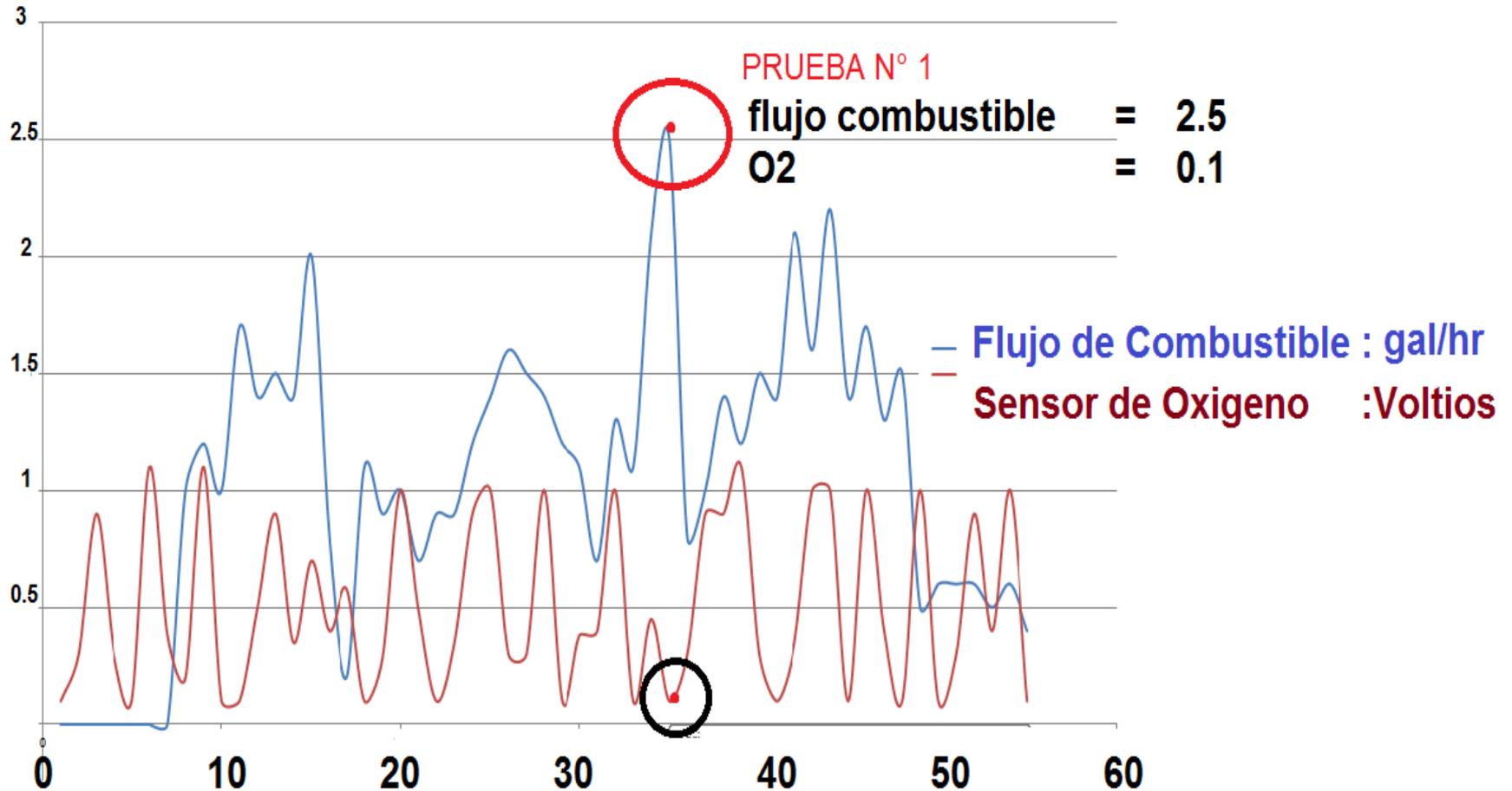
Realizadas a 2830 msn en la ciudad de Latacunga sector aeropuerto. Se tomó 60 muestras, a diferentes revoluciones y a diferente posición del acelerador para su posterior análisis.



SENSOR DE OXÍGENO vs RPM



FLUJO DE COMBUSTIBLE vs SENSOR DE OXÍGENO



RPM vs SENSOR DE O₂ A VELOCIDAD = 0 KM/H

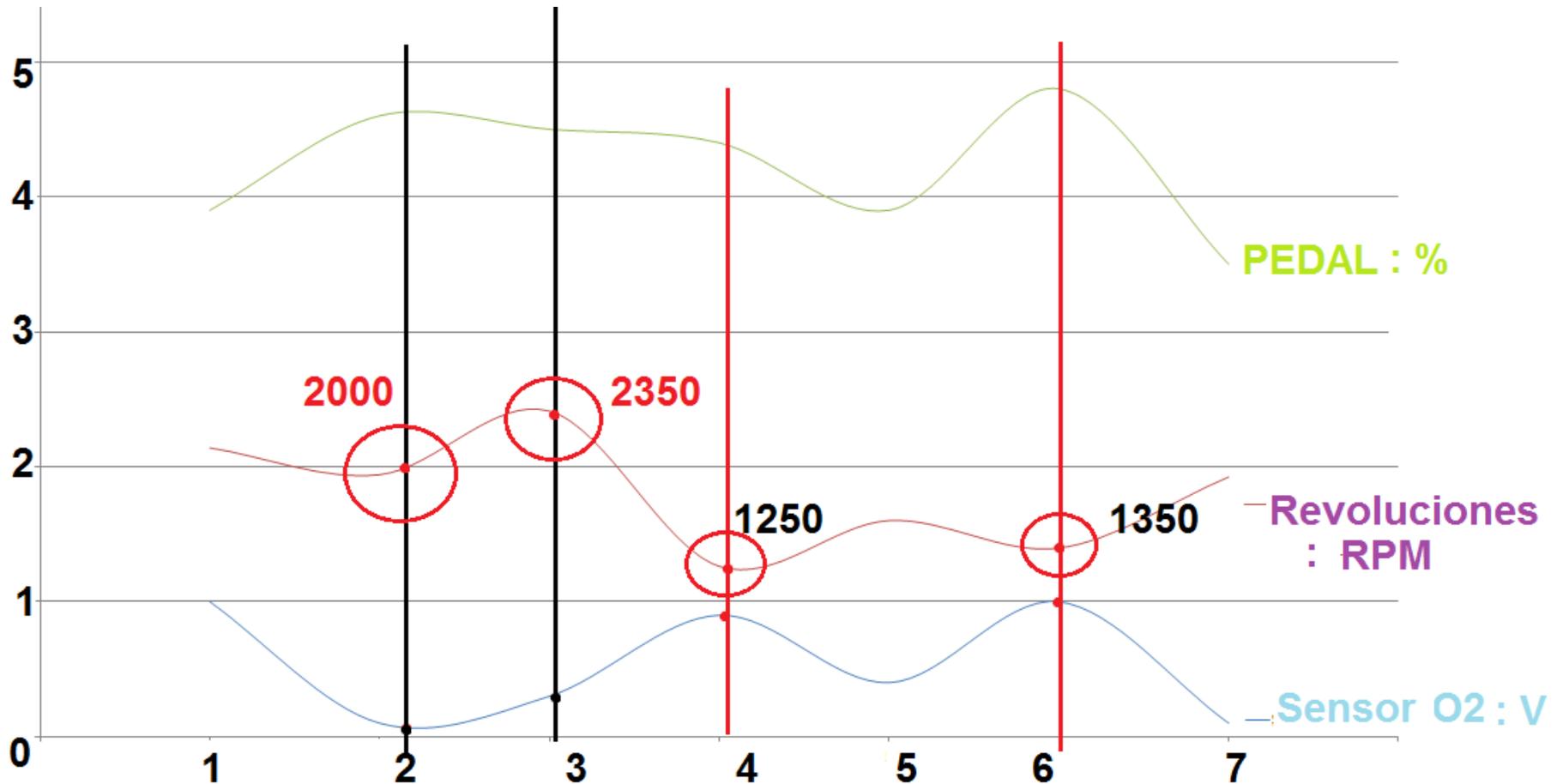


TABLA COMPARATIVA DE LA VARIACIÓN DEL SENSOR DE OXÍGENO

DATO	Velocidad	Presión absoluta de admisión	RPM	Temperatura del refrigerante °C	Posición absoluta acelerador %	O ₂ Voltios	LPK	Flujo Combustible Gal/h	CO ₂
15	0	3.9	2140	85	1.6	1.0	11.8	0.5	320.3
16	0	4.6	1941	85	12.2	0.1	11.8	0.6	320.3
17	0	4.5	2412	86	7.8	0.3	11.8	0.6	320.3
18	0	4.4	1262	87	3.5	0.9	11.8	0.6	320.3
19	0	3.9	1601	87	3.5	0.40	11.8	0.5	320.3
20	0	4.8	1397	88	4.3	1.0	11.8	0.6	320.3
21	0	3.5	1924	89	3.5	0.1	11.8	0.4	320.3

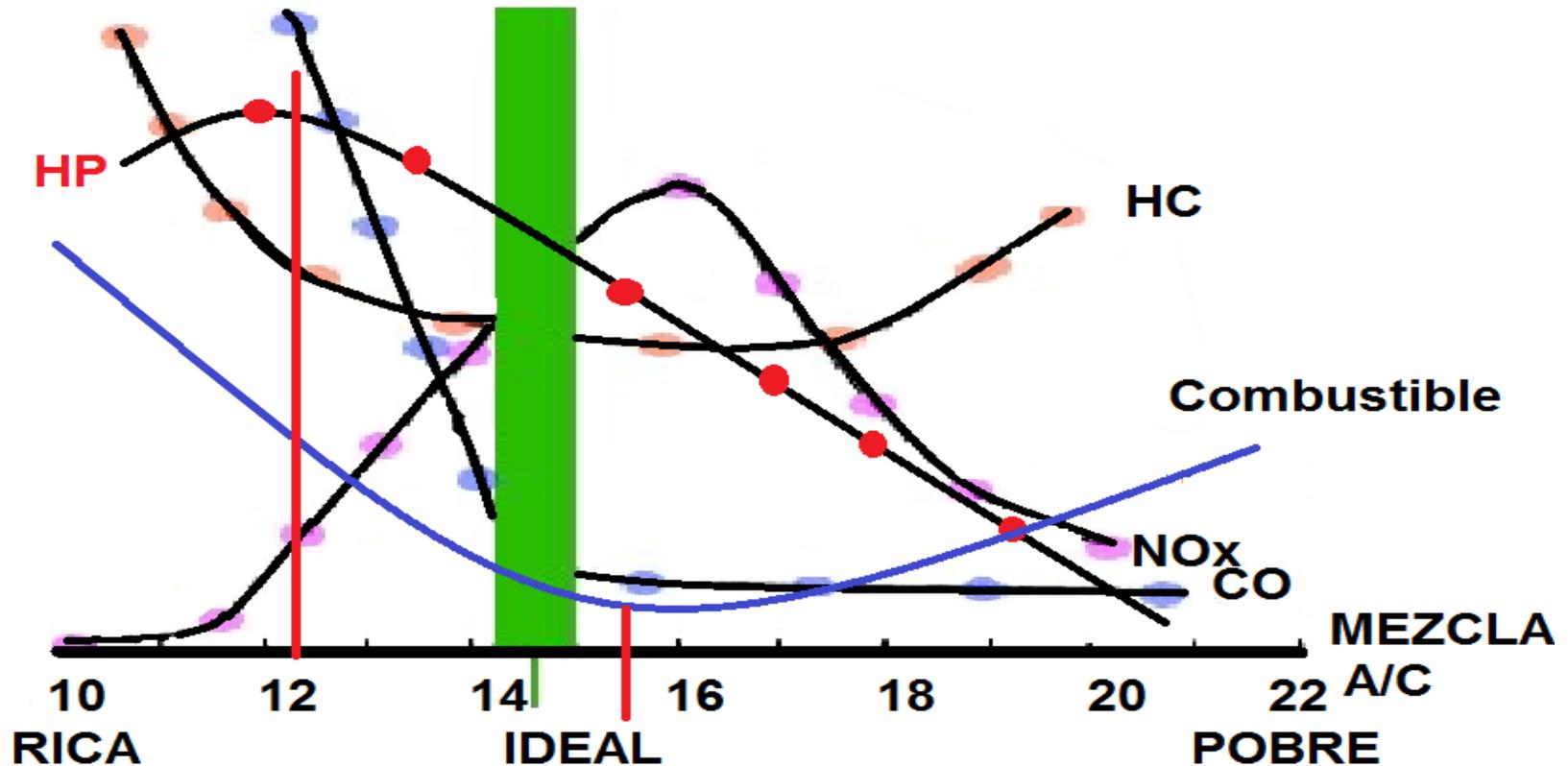
TABLA COMPARATIVA CON Y SIN EL DISPOSITIVO

PID	Descripción	Valor	Valor	Unidades
		Sin el dispositivo	Con el dispositivo	
SAE 0X0D	Velocidad	59	58	KPH
SAE 0x0B	Presión absoluta de admisión	6.8	-	PSI
SAE 0X0C	Motor RPM	2670	2570	RPM
SAE 0X05	Temperatura del refrigerante	92	86	° C
SAE 0X11	Posición absoluta acelerador	14.9	10.2	%
SAE 0X14	Voltaje sensor O ₂ , banco1, sensor 1	0.7	0.9	V
SAE 0xff1207	Litros por kilometro	15.5	12.3	L/100km
SAE 0xff1201	Flujo de combustible	1.4	1.0	Gal/h
SAE 0xff1258	Promedio de CO ₂	464.4	337.2	g/km
SAE 0xff1226	Potencia	12.8	4.2	Hp

GASES NOCIVOS

Los gases nocivos son los siguientes:

CO monóxido de carbono, NOx óxidos de nitrógeno, HC hidrocarburos. Siendo el NOx el causante de cáncer a los pulmones, y este no es tomado en cuenta en la CORPAIRE.



CONCLUSIONES

- El rango estequiométrico es en el que mejor funciona un motor, se ha comprobado que cuando existe una aceleración brusca, en funcionamiento normal el sensor de oxígeno detecta mezcla rica máxima, por 1s después se clava la señal en mínima, haciendo que trabaje en la zonas de mayor peligro para el medio ambiente. Con el dispositivo se ha logrado establecer un punto fijo al acelerar bruscamente, este no sube a los rangos de la zona crítica, reduciendo notablemente las emisiones, cuando se produce estas situaciones, que por el mal hábito del conductor se han convertido en costumbre.
- Los voltajes que utiliza el sensor de oxígeno, varían de 0.1 a 1, ajusta la mezcla dejando pobre y rica, con una frecuencia de 10 ciclos a 2500 rpm, en este proyecto se analizó cuáles son las consecuencias. Al trabajar al máximo (1V) el valor de pulso de inyección está por debajo de 2.0 ms, la relación aire combustible, sube hasta 25 unidades, emitiendo valores mayores a 1500 ppm de HC siendo la normativa de gases estipulada en menos de 200 ppm. Al trabajar al mínimo (0.1V) el valor del pulso de inyección subirá hasta 7ms provocando que el motor se ahogue, emitiendo valores cercanos a las 1000ppm de HC con una relación aire combustible menor a 11 unidades.

- La principal ventaja que tiene el dispositivo ocurre cuando un vehículo circula en una ciudad con alto tráfico, especialmente en horas pico, desplazándose a bajas velocidades y no necesita de la máxima potencia, estableciendo un rango de 0.45 V con el dispositivo para estas circunstancias.
- Al implementar este sistema el usuario tendrá la posibilidad de reducir los gases contaminantes, y al conducir en ciudad ahorrar combustible en un 2.8 % por cada 100 km; además podrá cambiar a modo normal (con el sensor de oxígeno original) con un interruptor instalado en el dispositivo.
- El costo de implementación es de 1061 dólares americanos incluido la mano de obra, los instrumentos de diagnóstico (Tablet e interface ELM327), cableado e instalación del dispositivo.

RECOMENDACIONES

- Para un correcto funcionamiento se deberá tener en cuenta que un exceso de emisiones de hidrocarburos son las fallas de encendido que se producen debido a problemas de ignición, suministro de combustible o de aire. Dependiendo de la gravedad del fallo de encendido, la chispa adecuada o una mezcla no combustible (demasiado rica o demasiado pobre) harán que los hidrocarburos aumenten. Por ejemplo, un fallo de encendido del total debido a un cable de la bujía en corto hará que los hidrocarburos incrementen dramáticamente. Por el contrario, un fallo de encendido ligero debido a un problema con el aire que entra al motor, puede causar un ligero incremento en los hidrocarburos.
- Se recomienda trabajar con el dispositivo, en los rangos de 0.3 a 0.6 voltios, no se deberá trabajar, fuera de estos valores, ya que las emisiones de gases subirán.
- El monitoreo del catalizador, se lo deberá realizar siempre y cuando haya alcanzado el rango de temperatura ideal que varía de 87 a 94 grados centígrados, el valor del sensor de oxígeno 2 deberá ser siempre por encima de 0.45 V y jamás deberá oscilar como el sensor de oxígeno 1 de hacerlo el catalizador está en bajo rendimiento.

- Se recomienda, dar un mantenimiento a la válvula EGR ya que esta al estar defectuosa puede afectar significativamente, a la relación aire combustible.
- Al estar defectuoso el sensor de oxígeno, se deberá reemplazarlo solamente con el original, ya que este afecta significativamente, a la señal que envía a la PCM.