

Inyección Electrónica de Gasolina

ANALISIS DE GASES



*Este texto fue escrito
para todos los que deseen
aprender y resolver fallas
en motores inyectados
con la bendición de DIOS
Les sea de utilidad*

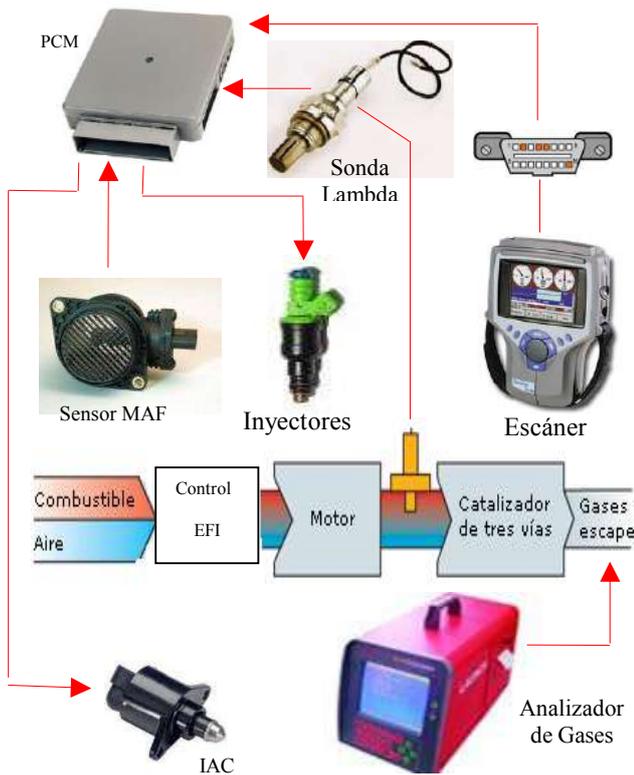
Elaborado por:

José Luis Bernal Villamizar
Ingeniero Mecánico UFPS

Escrito por JOSE LUIS BERNAL Ingeniero Mecánico UFPS
e-mail: bernalempresarios@hotmail.com

1-Sensor de oxígeno o sonda lambda

Es un generador de voltaje que mide la cantidad de oxígeno presente en el gas de escape.



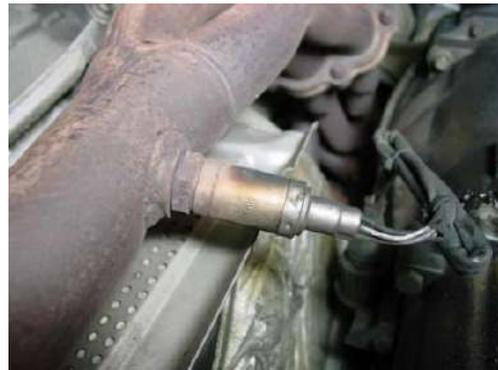
La señal enviada por la sonda a la PCM es para ajustar el pulso de inyección a la estequiometría de 14.7 partes de aire a 1 de gasolina.



Hay dos tipos de sonda de oxígeno:

1.1-Sonda Lambda de Zirconio: Es la sonda lambda que se instala en el tubo de escape, está construida por una pieza de cerámica de óxido zirconio recubierto interna y externamente por dos capas separadas de platino conocidas como electrodos, ambas alojadas en un cuerpo metálico para evitar la humedad y la carbonización. La parte externa de la sonda lambda está expuesta a los gases de escape y la interna al aire ambiente.

La señal del sensor de oxígeno en el múltiple de escape se conoce como corriente arriba H₂S11 y mide el % de oxígeno de la mezcla de combustión del motor.



El otro sensor de oxígeno después de convertidor catalítico TWC se conoce como corriente abajo H₂S12 y mide el rendimiento del convertidor catalítico.

La cerámica de óxido de zirconio es un semiconductor, por debajo de 300°C la señal es errática, por encima de 325°C la señal es de conducción eléctrica. La sonda lambda por debajo de 300°C el sensor se comporta como un circuito abierto o de resistencia infinita, la PCM aplica una estrategia de lazo abierto.

Por encima de 325°C la conducción de iones de oxígeno va hacia el lado de la

cápsula de platino donde hay más % oxígeno, puede ser del lado atmosférico hacia el lado de escape o viceversa.

Cuando la sonda lambda se calienta, la cerámica es un generador de voltaje continuo análogo, la PCM aplica una estrategia de lazo cerrado. Es el zirconio genera voltaje a la PCM. Para garantizar el rendimiento de la sonda lambda en 325°C, se le monta una resistencia a 12V, se conoce como sonda calentada.

Si la concentración de oxígeno en el escape es menor a 0,3% la mezcla es rica y el voltaje generado es mayor que 0,8V.

Si la concentración de oxígeno en el escape es mayor que 0,5% la mezcla es pobre, el voltaje generado es menor que 0,2V.

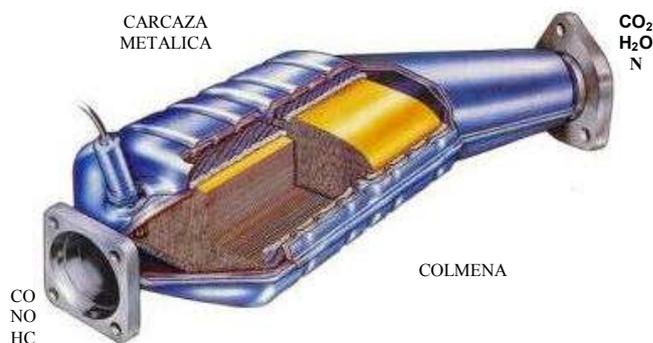
1.2-Sonda Lambda de Titanio: Es la sonda construida con óxido de titanio sobre un soporte de cerámica, este provoca una variación de resistencia interna que depende del % de oxígeno en los gases del escape.

La PCM alimenta la sonda lambda con 5V, la sonda lambda no genera voltaje, solo varía la resistencia interna de la capsula de titanio, dependiendo del % de oxígeno del escape, sin referencia del oxígeno atmosférico.

En ausencia de oxígeno hay una mezcla rica y la resistencia es inferior a 1.000 ohm. En presencia de oxígeno hay una mezcla pobre, la resistencia es superior a 20.000 ohm.

2-Convertidor catalítico TWC: reduce a cero la concentración de monóxido de

carbono CO, hidrocarburos sin quemar y los óxidos de nitrógeno.



Las emisiones reducidas son dirigidas desde el convertidor catalítico TWC al silenciador a través del tubo de escape trasero, donde un segundo sensor de oxígeno mide la eficiencia del convertidor catalítico TWC, de allí las emisiones limpias van a la atmósfera.

El convertidor catalítico TWC no es un filtro de partículas o un silenciador, es un reactor que hace un proceso químico en el escape, oxida y reduce los gases contaminantes en inofensivos para el medio ambiente y la salud.

Es un componente de acero inoxidable, constituido por un substrato de colmena cerámica y un soporte impregnado de sustancias activas como el **Rodio Rh, el Platino Pt y Paladio Pd**, que aceleran la descomposición química por oxidación y reducción de los gases entre 300 a 850 ° C de temperatura.

El convertidor catalítico realiza dos tipos de reacciones químicas:

Una oxidación del monóxido de carbono CO en bióxido de carbono CO₂

Otra oxidación de hidrocarburos HCx en vapor de agua H₂O.

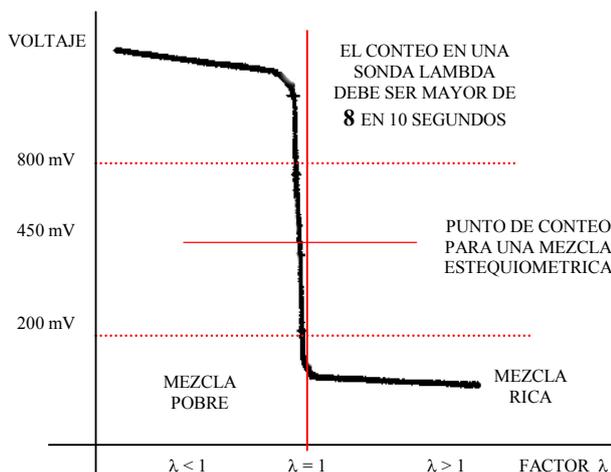
Una reducción de óxidos nitrosos NOx en nitrógeno N₂.

3-Factor lambda λ

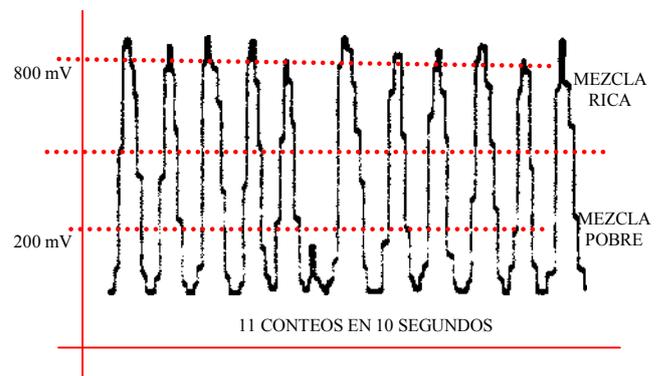
Es el coeficiente que expresa el exceso o la falta de aire en la combustión del motor o es la variación de la relación de mezcla estequiometrica en $\lambda=1$ para la combustión.

La relación $\lambda=1$ es una retroalimentación a la PCM desde la sonda lambda para indicar el tipo mezcla de la combustión, el factor puede variar de 0,75 a 1,3 o de mezcla pobre a rica.

El sonda lambda da variaciones fuertes de voltaje para un factor lambda $\lambda=1$, es decir, la sonda lambda varía desde 200mV o $\lambda < 1$ como señal a la PCM para subir el pulso de inyección de gasolina, hasta 800mV o $\lambda > 1$ para bajar el pulso de inyección de gasolina.



En conclusión la sonda lambda varía los tiempos ms de pulso de inyección para que la combustión del motor funcione con una señal oscilante entre 200mV a 800mV o mezcla estequiometrica $\lambda=1$ en control de lazo cerrado.



4-Cables de la sonda lambda

Los sensores de oxígeno H₂S tienen de uno a cuatro cables. Con tres tiene una resistencia calentadora, dos cables son para el calentador y dos cables para la señal a la PCM, así:

- 1- Cuando la sonda tiene un cable: es la señal desde la sonda a la PCM, siendo la carcasa la masa de la misma.
- 2- Cuando la sonda tiene dos cables: es la señal desde la sonda a la PCM, el otro es la masa.
- 3- Cuando la sonda tiene tres cables: es la señal desde la sonda a la PCM, otro la alimentación a la resistencia, otro cable y la carcasa son la masa



- 4- Cuando la sonda tiene cuatro cables: es la señal desde la sonda a la PCM,

otro la alimentación a la resistencia, los otros dos cables restantes son la masa.

Para las sondas genéricas la señal a la PCM es de **color negro** y el cable de **color gris claro**, es la masa del sensor. Los cables de la resistencia son de **color blanco**, un cable de alimentación de 12V y la masa cierra el circuito.

5-Mezcla rica o $\lambda < 1$: Es una combustión incompleta con exceso de gasolina.

Ocurre cuando hay bajo % de oxígeno para la combustión y quedan en los gases de escape ppm de hidrocarburos altos sin quemar, hace generar una señal del sensor de 1V.

6-Mezcla pobre o $\lambda > 1$: Es una combustión incompleta con exceso de oxígeno.

Ocurre cuando hay alto % de oxígeno por filtración de aire en la combustión y quedan en los gases de escape un alto % de oxígeno, la diferencia entre el % de oxígeno de aire ambiente y los gases de escape hace generar una señal del sensor de 0V.

7-Lazo Cerrado: Es una estrategia en la PCM para funcionar el motor con la señal del sensor de oxígeno para dar el pulso de inyección, el avance de chispa en todo rango de rpm y potencia, para reducir las emisiones y ahorrar gasolina, para eficiencia del convertidor catalítico.

8-Lazo Abierto: Es una estrategia en la PCM que funciona con la necesidad de la aceleración del motor o la posición del sensor TP. La PCM entrega gasolina de manera que solo es importante la potencia del motor.

La PCM en estrategia de lazo abierto no trata de economizar gasolina, ni reducir emisiones, ni controlar la eficiencia del convertidor catalítico.

Una falla en sensores del sistema inyectado o una falla mecánica obligan a la PCM a entrar en estrategia de lazo abierto. Las condiciones de lazo abierto con motor frío son suministrar una mezcla aire: gasolina muy rica. Igual se entra en lazo abierto en aceleración súbita, como al rebasar un vehículo en la autopista, subir una pendiente, una salida brusca.

9-Estrategia adaptable de combustible

Es un programa de aprendizaje en la PCM para controlar el pulso de gasolina, es una tabla de aprendizaje para compensar la variación de inyección causada por desgaste o envejecimiento de los cilindros del motor.

Una tabla adaptable con una mezcla estequiométrica o $\lambda = 1$.

Una tabla adaptable con una mezcla rica o $\lambda < 1$.

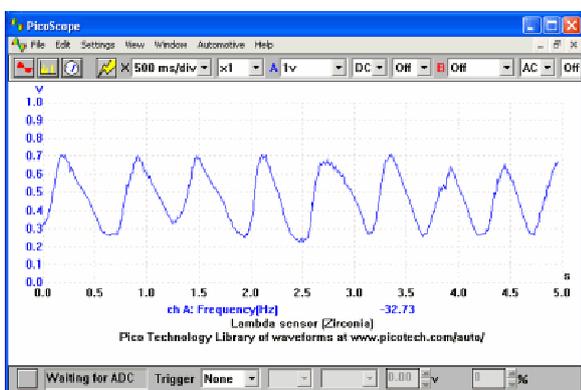
Una tabla adaptable con una mezcla pobre o $\lambda > 1$.

Dependiendo de la señal de la sonda lambda la tabla adaptable cambia los cálculos de pulsos de inyección a la polaridad contraria.

El sistema de combustible OBD II tiene dos modos para adaptar: Uno a corto plazo **SHRTFT** y otro a largo plazo **LONGFT** esta relación se exhibe en porcentaje %. Donde **SHRTFT** se refiere a la sonda de oxígeno y

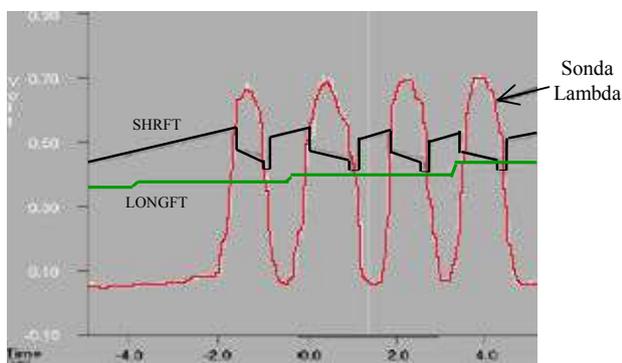
LONGFT a las correcciones en la tabla adaptable.

El ajuste **SHRTFT** es exhibido en el escáner como un dato que indica los ajustes de gasolina con base a la sonda de oxígeno H02S11 para mantener la $\lambda=1$ en lazo cerrado. Una cantidad negativa significa que el sensor de oxígeno indica una mezcla rica y la PCM realiza ajustes a mezcla más pobre.



O2S11	switching
SHRTFT11	-3% a 0 a +3% (ok)
FUELPW1	3 a 4 ms

La estrategia **SHRTFT** debe permanecer cerca de 0% para indicar una mezcla $\lambda=1$, sin embargo ajusta de -25% mezcla rica a +35% mezcla pobre.



El ajuste a largo plazo **LONGFT** es exhibido en el escáner como dato de

ajuste adaptable, calculado por la PCM usando la información desde SHRTFT. En caso de fallar la estrategia SHRTFT, la estrategia a largo plazo LONGFT la reemplazaría momentáneamente. La estrategia **LONGFT** debe permanecer cerca de 0% para indicar una mezcla $\lambda=1$, sin embargo, ajusta de -35% a +35%.

Valores OBD II PID			
PID	Mínimo	2500 RPM	Unidades
LOAD	32-38	16-20	%
MAF	2.6-2.7	7.2-8	g/s
SHRTFT11	(-)10-(+)10	(-)10-(+)10	%
SHRTFT12	95-100	95-100	%
LONGFT1	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	%
SPARKADV	15-22	25-30	Deg

Algunas tablas de aprendizaje Chevrolet son integradores de bloques con un dato de **integrador INT** para la mezcla $\lambda=1$ con el número normal de 128 ± 6 con el motor caliente en lazo cerrado a corto plazo, es decir, en 122 a 134. La estrategia responde al sensor lambda para el integrador entre 0 a 255.

Si el **integrador INT** es mayor de 134, es una mezcla pobre o $\lambda > 1$. Si el **integrador INT** es menor de 122, es una mezcla rica o $\lambda < 1$.

Si el motor está en lazo abierto, el número del integrador INT esta fijo en 128. Una vez que el motor entra en lazo cerrado, el integrador está cambiando la mezcla a $\lambda=1$. El **multiplicador BLM** es una estrategia de combustible a largo plazo depende del Integrador INT almacenada en otra memoria. Compensa para ajustar las fallas en la mezcla

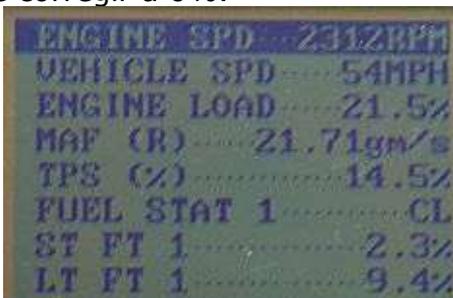
mientras el motor está en lazo abierto y ajusta problemas de mezcla en base a la información desde la última vez que el motor funcionó en lazo cerrado.

Si un escáner en un análisis con las datas muestra un motor 4.0L, se puede determinar que:

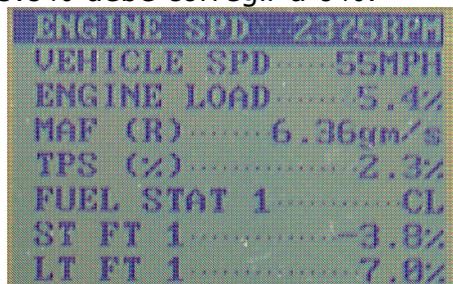
O2S11 (V) 0.08 a 0.84 ...switching OK
 ST FTRM11 (%) -0.8 a +2.3...de $\lambda=1$ a pobre OK
 LT FTRM11 (%) -0.8 a -1.6...a mezcla rica OK

O2S21 (V) +0.145 a +0.83...switching OK
 ST FTRM21 (%) -0.8 a -3.1 ...de $\lambda=1$ a rica OK
 LT FTRM21 (%) -1.6 a -2.3...a mezcla rica OK

Si un escáner en un análisis con las datas muestra un motor 4.0L, pisando el acelerador, el TP da 14,5% y el control corrige de pobre a $\lambda=1$, la estrategia de combustible STF1 da 2,3% debe corregir a 0%.



Ahora soltado el acelerador, el TP da 2.3% y el control corrige de rico a $\lambda=1$, la estrategia corta de combustible STF1 da -3.8% debe corregir a 0%.



Sin embargo en los dos casos anteriores la estrategia larga LFT1 da aprendizaje de pobreza 9,4% y 7,0%, puede indicar

ingreso de aire extra, no sentido por el sensor de flujo de aire MAF.

10-Procedimiento para corregir un análisis de gases de un motor EFI.

Es el procedimiento para sincronizar un motor inyectado con un analizador de gases es el siguiente:

- 1-Atienda la condición reportada por el cliente del vehículo.
- 2-Conozca el sistema que diagnostica.
- 3-Determine del ministerio de transporte de Colombia los valores anuales de las emisiones, así:

Año	%CO	Ppm HC
Antes 1974	6.5	1000
75-80	5.5	900
81-90	4.5	750
91-95	3.5	650
96-97	3.0	400
98-2000	2.5	300
2001 - Hoy	1.0	200

4-Cambie el filtro de aceite y el aceite de motor.

5-Conozca la posibilidad de falla de ciertos componentes.

6-Compruebe que no hay accesorios instalados en el vehículo que afecten las emisiones.

7-Asocie al diagnóstico con un síntoma y/o halle un código de falla **DTC OBD II** que afecte el sistema de inyección y las emisiones del motor, **especialmente con**

sensores o actuadores involucrados en la falla.

8-No elimine el síntoma y deje la causa.

9-Realice la inspección visual.

10-Verifique anomalías del motor en mínima inestable o en aceleración.

11-Revise la batería y la carga.

12-Revise los fusibles, los conectores, los arneses, las alimentaciones y tierras.

13-Revise la presión de gasolina, el filtro de gasolina, la bomba de gasolina.

14-Revise las bujías, los cables de bujías, las bobinas COP y el orden de encendido.

15-Revise la válvula PCV por fugas de vacío.

16-Revise el canister.

17-Revise la correa de distribución.

18-Revise el sistema de escape

11-Los gases de escape del motor

- Monóxido de carbono CO
- Hidrocarburos no quemados HCx
- Óxidos de nitrógeno NOx
- Óxidos de azufre Sox
- Bióxido de carbono CO₂
- Vapor de agua H₂O
- Oxígeno O₂
- Nitrógeno N₂

Los gases contaminantes que son controlados a la atmósfera son:

El monóxido de carbono CO,

Los óxidos de nitrógeno Nox,
Los hidrocarburos no quemados HCx

Los sistemas de control de emisiones son:

1-El sistema de ventilación positiva del cárter PCV **controla las emisiones de hidrocarburos HC del cárter** por medio de la válvula PCV.

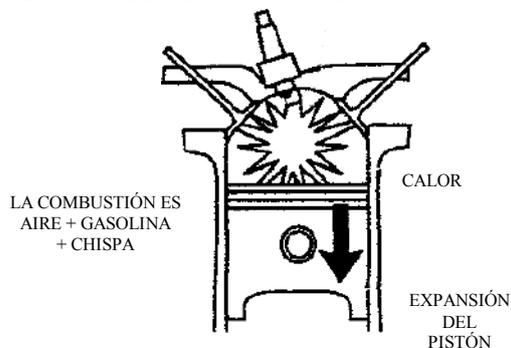
2-El sistema de evaporativo del tanque EVAP **controla las emisiones de HC del tanque.**

3-El sistema de escape con el convertidor catalítico de tres vías **TWC reduce el CO, HC, NO_x.**

4-El sistema de inyección (electronic fuel injection) **mantiene la mezcla en $\lambda=1$ o lazo cerrado para valores CO, HC, NO_x mínimos.**

11-Análisis de gases de emisiones

Cuando el aire + la gasolina se mezclan en la cámara de combustión, la chispa de la bujía agrega calor, ocurre una reacción química expansiva que forma gases al medio ambiente. La combustión es el proceso en el cual la gasolina HC + el oxígeno O₂ del aire se mezclan, se queman y generan calor + presión en la cámara de combustión.



El aire contiene una mezcla de 21% de oxígeno, 78% de nitrógeno y 1% de diversos gases + gasolina HC + chispa resulta gases de escape o compuestos químicos formados del proceso de la combustión, unión de átomos de oxígeno con los átomos de los hidrocarburos.

11.1-Monóxido de carbono CO: es un gas invisible sin olor, sin sabor, ni color, producto de la combustión por variedad en la mezcla.

Una elevada emisión de CO lo produce fallas mecánicas o de combustión, es decir, es un producto por falta de buena combustión.

El CO es medido en % de volumen, un % de volumen de 2% CO indica que el 2% del total del 100% del gas que sale por el escape es CO.

Un **alto % CO** es una mezcla rica y un bajo % CO es una mezcla pobre.

En diagnóstico es el gas principal para estudio, su valor en % depende del año y modelo del vehículo.

En la formación de CO se pierde 72% de energía calórica respecto a la formación de CO₂, lo que significa que el gas CO es una pérdida de eficiencia en el motor.

En un analizador de gases indica las causas anormales de lecturas de CO son mezclas inapropiadas en mínima.

1-Por sensores actuadores de inyección de combustible.

2-Por fugas de aire en el múltiple de admisión.

3-Por bujías deficientes.

11.2-Hidrocarburos no quemados HC_x es gasolina no quemada en el proceso de combustión.

La gasolina es un hidrocarburo complejo compuesto de 86% de carbono y 14% de hidrógeno con pequeñas cantidades de azufre.

El gas de escape HC_x es medido en **partes por millón ppm**, una lectura de 350 ppm indica que por cada millón de partes que salen por el escape 350 ppm partes son HC_x. El HC es el segundo gas en importancia en el análisis de gases, es combustión incompleta.

Un análisis **ppm altos de HC** en el gas de escape lo puede causar

1-Un encendido deficiente en las bujías. Por fallas eléctricas en el circuito de encendido.

2-Una falla en el tipo de mezcla aire + la inyección de gasolina. Si es alta la presión de gasolina la mezcla es rica, si es baja la mezcla es pobre. Sensores de presión MAP o masa de aire en falla MAF, la válvula de mínima IAC.

3-Una fuga de admisión de aire, por falla mecánica en las válvulas o en la compresión de motor o por fuga de aire antes o después de la mariposa del acelerador.

La tabla del ministerio exige a los fabricantes que los motores que forman cierta cantidad de HC_x en las cabezas de los pistones o zona de extinción de la cámara + las paredes del cilindro, se ajusten con convertidores catalíticos y sensores de oxígeno.

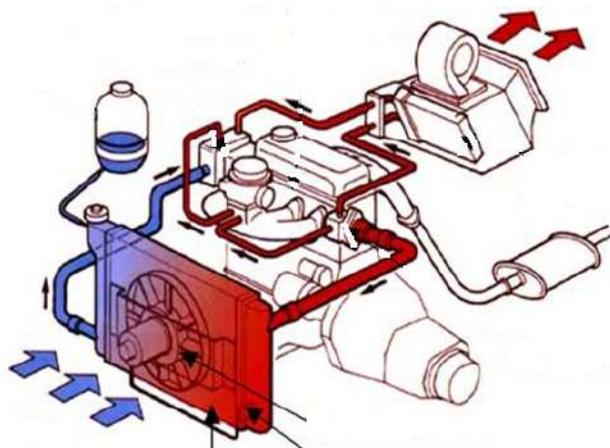
11.3-Óxidos de nitrógeno NO_x es el resultado de alta la temperatura en la combustión. El nitrógeno N₂ se encuentra en el aire y junto al oxígeno O₂ en los cilindros, participa en la combustión para forma NO_x.

Es la temperatura superior a 1370°C en los electrodos de las bujías donde el N₂ + el O₂ se combinan para formar NO_x, igualmente aumenta el NO_x la alta relación de compresión de motor.

El NO_x es medido en **partes por millón ppm**, la presencia de alta ppm de NO_x indica alta temperatura en la cámara de combustión.

Un análisis ppm altos de NO_x indica que:

1-Falla de refrigeración: Por falta de limpieza, de termostato, de refrigerante de enfriamiento, se produce lentitud al cambio de temperatura de motor y desmejora en el intercambio de calor desde el radiador o condensador del Aire acondicionado. Una mezcla rica por baja temperatura en el motor o una mezcla pobre por radiador, condensador o evaporador tapados.



Radiadores obstruidos o carga del electroventilador

2-Falla del sistema EGR: Una válvula EGR pegada en posición abierta por el carbón del gas de escape retornante al múltiple de admisión para bajar la temperatura de la combustión y el NO_x.

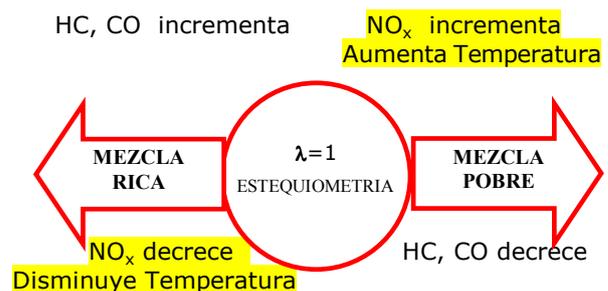


3-Falla del tipo de bujía.

4-Cepillado de la culata.

5-Falla del convertidor catalítico.

A mayor temperatura de la cámara de combustión más formación de NO_x, el oxígeno utilizado para la formación NO_x es necesario para la formación de CO₂, lo que incrementa el CO y disminuye la eficiencia del motor.



Algunas formas de gases NO_x son inestables se descomponen en la atmósfera en:

1-Dióxido de nitrógeno NO₂ una sustancia oscura que puede formar una

nube castaña encima de las áreas urbanas.

2-Nitroso de óxido N_2O llamado gas hilarante, está presente en el aire en pequeñas cantidades.

3-Trióxido de nitrógeno NO_3 es un gas incoloro, inodoro que forma ácido nítrico HNO_3 en presencia de agua.

4-Pentóxido de nitrógeno N_2O_5 es un gas incoloro que forma ácido nítrico HNO_3 en presencia del agua.

La presencia de NO_x en la atmósfera húmeda, aumenta la formación y la lluvia ácida, con hidrocarburos no quemados HC_x más luz solar forma el **smog**, que afecta las mucosas nasales y oculares.

11.4-Oxígeno O_2 es el gas que existe en el aire, necesario para la combustión en la cámara, es medido en % de volumen en los gases de escape e indica una mezcla rica o pobre, **su valor es inverso en % al CO.**

11.5-Bióxido de carbono CO_2 es un gas inerte, aparentemente no afecta la salud humana, es responsable del efecto de invernadero en el planeta. El gas CO_2 es medido en % de volumen.

El gas no reacciona con otros gases permanece en la atmósfera y evita que el calor generado por la tierra salga al espacio aumentando la temperatura del planeta.

Sí en los gases de escape **el porcentaje CO_2 está entre 12% y 15%** del total de los gases que salen por el escape **hay una combustión eficiente.**

Un alto valor de % de CO_2 indica alta eficiencia en la combustión y buen indicador de:

1-El sistema de inyección de gasolina.

2-El sistema de encendido.

3-Compresión del motor.

Un bajo valor de % de CO_2 indica un motor con mezcla pobre o rica, para saber el tipo de mezcla, se compara las lecturas de CO , O_2 , HC .

11.6-Vapor de agua H_2O es un gas entre 20-25% producto del escape, formado por la unión de hidrógeno de los hidrocarburos y oxígeno presente.

El vapor de agua **H_2O** es oxidante y corrosivo, al unirse con otros gases forma óxidos y ácidos responsables de daños en el tubo de escape, del medio ambiente y la salud humana, contribuye a la formación de lluvia ácida.

11.7-Óxidos de azufre SO_x se forma del azufre presente en hidróxido en la gasolina, igual que el nitrógeno, cuando la temperatura es alta forma óxidos y utiliza el oxígeno que forma el CO_2 e incrementa el CO .

Un alto contenido de SO_x en el escape se debe a un alto contenido de azufre en la gasolina.

11.8-Plomo Pb hace parte de la gasolina, el 90% plomo presente en la atmósfera en regiones urbanas proviene de la gasolina.

El plomo se agrega a la gasolina como tetraetilo de plomo, antidetonante que

compensa la alta relación de compresión en el motor.

En los gases de escape las partículas de plomo llegan a la atmósfera y seres vivos penetran en los pulmones, son absorbidos por la sangre, depositadas en los tejidos óseos, riñones, hígado, causa anemias e intoxicaciones.

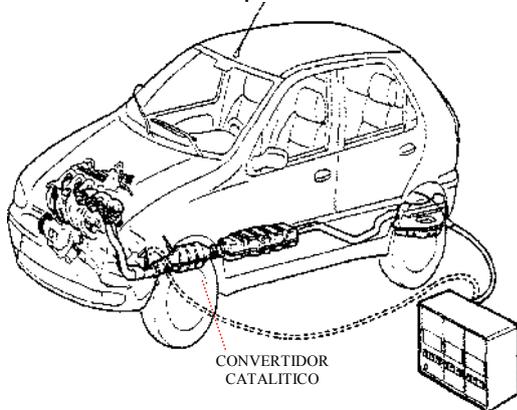
12-Interpretación del analizador de gas de escape

Es un rastreo de los gases de emisiones del motor en marcha mínima y marcha acelerada a 2000 rpm antes o después del convertidor catalítico TWC.

El analizador es un instrumento que conecta una sonda desde del analizador a un tapón situado entre el tubo de escape antes del convertidor catalítico TWC o a la salida del tubo.



El instrumento registra los datos de los gases en marcha mínima y se comparan con los valores recomendados por el ministerio de transporte.

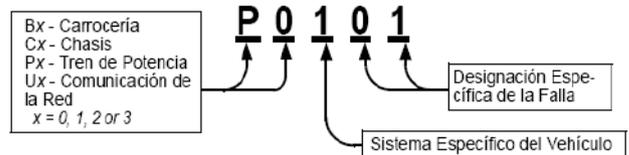


Antes de solucionar fallas por emisiones altas:

- 1-Verifique el estado de la batería.
- 2-Realice una autopueba OBD II:



Norma SAE J2012 Recomendada para los DTC del Sistema OBD II



P0010-P0099: Medicion de gasolina y aire. Control auxiliar de emision.

P0100-P0199: Medicion de gasolina y aire.

P0200-P0299: Medicion de gasolina y aire (Circuito de inyectores)

P0300-P0399: Sistema de encendido o falla de cilindro Misfire.

P0400-P0499: Control auxiliar de emision.

P0500-P0599: Control de velocidad y de marcha mínima.

P0600-P0699: Circuito controladores de computadora.

P0700-P0899: Transmisión Automática afecta por deslizamiento.

La mezcla es rica o pobre si hay códigos de falla DTC OBD II correspondientes al sistema inyectado, por ejemplo: el DTC P0158 es para el sensor de oxígeno O22 en el circuito de señal con voltaje alto (Banco 2 Sensor 2). El componente a revisar es el sensor de oxígeno HO2S22, los conectores, el voltaje de cableado y la computadora PCM.



3-Verifique la limpieza de los filtros de aire, gasolina y aceite.



4-Verifique las fugas de vacío, entradas de aire en la admisión y en el escape.



5-Verifique las bujías, los cables y las bobinas de encendido.



6-Verifique la sonda lambda con el escáner.

7-Caliente el aceite de motor a 80°C con el escáner pruebe la temperatura.

8-Calibre el analizador de gases.

9-Revise la ventilación en el taller.

13-Pruebas con el motor en marcha mínima y con el motor a 2000 rpm

Una vez con los datos del analizador de gases, compare los datos de las lecturas de los gases del analizador con los valores del misterio de transporte y el grafico de gases. Ubique el sistema y el componente que eleva las emisiones, ajuste el motor a las normas del país y al fabricante.

Prueba en marcha mínima

%CO	ppm HC	%CO ₂	%O ₂

Prueba a 2500 rpm

%CO	ppm HC	%CO ₂	%O ₂

Un ejemplo de un análisis de gases con lavada de inyectores, cambio de bujías en un Hyundai Sonata V6 3L año 1997, 115,636 Km, el resultado es:

Temperatura de aceite en 90°C.

Medición – mínima o ralentí:

Rpm 1060 - Lambda 0.992
CO 1.212% - CO2 14.04 %
HC 282ppm - O2 0.91 %
Prueba superada.
Escaneo OK.

14-El gráfico para análisis de gases de emisiones

Es una guía del comportamiento del tipo de mezcla del motor, un analizador de gases permite analizar la combustión, el estado del motor y los gases de escape.

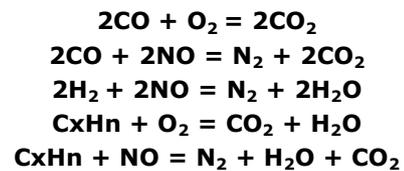
Las lecturas del analizador de gases están en % y en ppm. La ubicación del % y las ppm en las curvas de los gases de escape, depende del tipo de motor y de la fallas de los sistemas. El diagnóstico de los sistemas del motor son una interpretación del técnico, debe comprender la suma de los gases de escape, las fallas en el encendido, en el sistema de gasolina y sensores, en la compresión, sistema valvular del motor.

15-Convertidor catalítico TWC en la reducción de gases de escape.

Los catalizadores TWC de tres vías para que su funcionamiento sea óptimo deben trabajar sobre temperaturas de 250 °C.

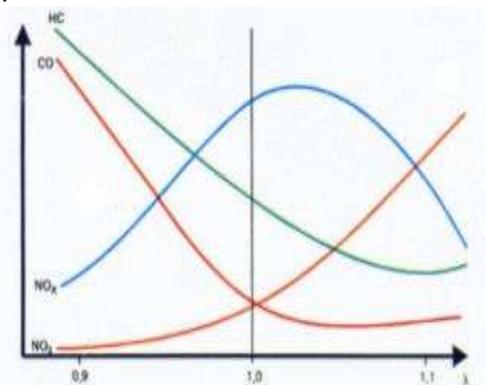
Los diseños de motores en la ubicación del convertidor catalítico TWC para garantizar que dicha temperatura se alcance en 90 segundos.

Las reacciones químicas son altamente exotérmicas o liberan calor, una fórmula simple de las mismas son:

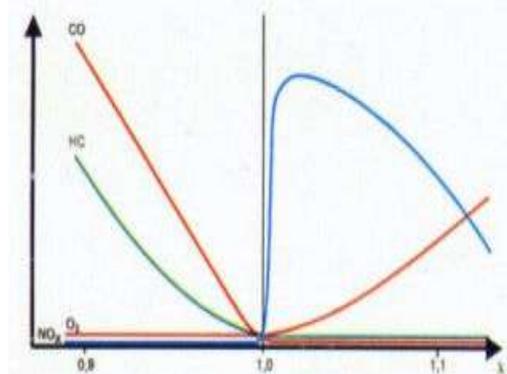


Estas reacciones son la que tiene lugar mediante oxidación y reducción de HC y CO, también eliminan los óxidos de nitrógeno.

Los gráficos siguientes nos muestran la reducción de los gases usando el convertidor catalítico y sonda lambda, antes del convertidor catalítico y después del convertidor.

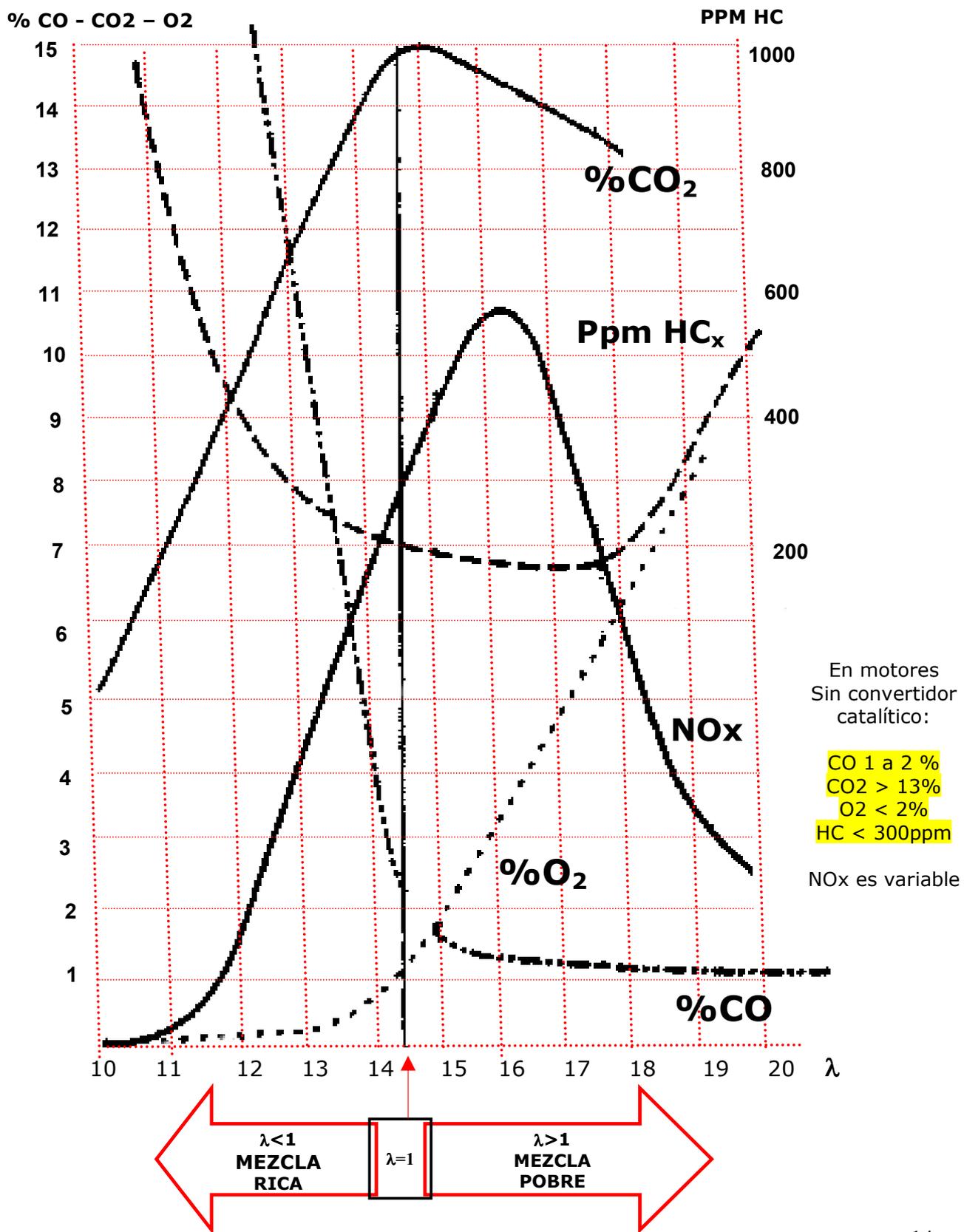


Antes del convertidor catalítico TWC



Después del convertidor catalítico TWC

La figura siguiente muestra la eficiencia de la combustión de un motor **sin el convertidor catalítico TWC**:



La mezcla es estequiometria $\lambda=1$

1-El grafico tiene las lecturas de CO = O₂ iguales.

2-El ppm HC son bajas y cerca de la curva de estequiometria.

3-El CO₂ alto entre 12 a 13%.

4-Indica buena combustión, encendido, presión de combustible, alta compresión de motor, sensores y actuadores EFI.

La mezcla es rica $\lambda<1$

1-El grafico tiene lecturas de ppm de HC altas y % de CO altas.

2-El % de O₂ es baja.

3-Si la gasolina no se quema por falta de oxígeno, una lectura baja de 8 al 11% de CO₂ es una falla de inyección de gasolina, una lectura entre 4 a 8% de CO₂ es una falla del encendido.

4-Alto % de CO es causadas por:

Suciedad del filtro de aire, filtro de aceite o aceite oxidado o una válvula de ventilación positiva del cárter PCV.



Alta presión en la bomba de gasolina o fuga en los inyectores.



Motor con temperatura alta por alto avance de encendido, sin termostato o con fuga de refrigerante.



Baja compresión de motor o fallas en sensores o actuadores del control EFI de la combustión.

La mezcla es pobre $\lambda>1$

1-El grafico tiene las lecturas de HC y CO son bajas, % O₂ son altos. El % de CO es bajo por debajo de la curva de O₂ y las ppm HC es alta por encima de la curva O₂.

2-Si la lectura de % de O₂ y las ppm HC son altas, hay entradas de aire o fuga de vacío en el múltiple de admisión.

3-Si la lectura de % de O₂ es alta y las ppm HC es bajo, está roto el tubo de escape.

4-Una lectura de % de O₂ alta y de % CO baja, es una mezcla pobre, causada por baja presión de gasolina, falla de encendido, sensores o actuadores EFI.

15-Procedimiento de para uso del analizador de gases

Encendido el analizador de gases se asegura el correcto estado y calibración del mismo, siga las instrucciones del manual de operación provisto por el fabricante.

Conecte la sonda de prueba al filtro en la parte posterior del equipo.

Espera un tiempo de calentamiento y auto calibración del analizador de gases y para insertar la sonda al tubo de escape del vehículo. Elimine de la sonda el carbón, el agua o la humedad y toda sustancia extraña que pueda alterar las lecturas.

Tenga en cuenta las características del motor, el modelo, la cilindrada, el tipo de encendido, el sistema de gasolina y controles de emisión.

Conozca la tecnología de la relación aire gasolina o lambda. Enciende el motor

en marcha mínima y espere que caliente el motor a 80 °C. Introduzca la sonda al tubo de escape para tomar la muestra. Registre el tipo de mezcla o las lecturas del motor para la marcha mínima y a 2000 rpm.

En caso presentarse fallas de electrónica remítase al escáner para resolver el código de falla OBD II o use la siguiente tabla de Datos o Pid. Los valores de las datas para los sensores y actuadores más comunes en los rangos de trabajo en la electrónica EFI, están registrados así:

Sensores	Medidas de PID				Unidades
	KOEO	Mínimo caliente	46 KmH	85 KmH	
IMRCM	5/2.5	5/2.5	5/2.5	5/2.5	DCV/DCV
FLI V/FLI	1.7/50	1.7/50	1.7/50	1.7/50	DCV/%
FEPS	.5-.6	.5-.6	.5-.6	.5-.6	DCV
CKP (+)	0	425-460	700-930	1150-1400	Hz
PSP	.5	VBAT (I)	.5	.5	DCV
O2S12	.1	(D)	(D)	(D)	DCV
ECT	.4-1/200-160	.4-1/200-160	.4-1/200-160	.4-1/200-160	DCV/DEG
IAT	1.7-3.5/120-50 (K)	1.7-3.5/120-50 (K)	1.7-3.5/120-50 (K)	1.7-3.5/120-50 (K)	DCV/DEG
FPM	.1/OFF	VBAT/ON	VBAT/ON	VBAT/ON	DCV/OFF-ON
ACCS	.1/OFF	VBAT/ON (A)	.1/OFF	.1/OFF	DCV/OFF-ON
KS	0	0	0	0	DCV
VSS (+)	0	0	65/30	125/55	Hz/MPH
O2S11	0	switching (C)	switching (C)	switching (C)	DCV
FRPV/FRP	3.35/50	2.8/39	2.8/39	2.8/39	DCV/PSI
FTP V/FTP	2.6/0	2.6/0	2.6/0	2.6/0	DCV/IN-H20
CPP/PNP	5/OFF	.1/ON (J)	5/OFF	5/OFF	DCV/OFF-ON
DPFEGR	.95-1.05	.95-1.05	.95-4.65	.95-4.65	DCV
CID	0	5-7	11-15	16-21	Hz
ACP	VBAT/OPEN	VBAT/OPEN	VBAT/OPEN	VBAT/OPEN	DCV/OPEN-CLOSED
MAF V	0	.6-.9	1-1.6	1.3-2.3	DCV
TP V	.53-1.27	.53-1.27	1-1.3	1.1-1.9	DCV
EFTA	50-120 (K)	50-120 (K)	50-120 (K)	50-120 (K)	DEG
LOAD	(L)	10-20	20-31	25-52	%

MISF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF-ON
OCTADJ	CLOSED	CLOSED	CLOSED	CLOSED	OPEN-CLOSED
RPM	0	700-820	1400-1700	1700-2200	RPM
Actuadores	Medidas de PID				Unidades
	KOEO	Mínimo caliente	46 KmH	85 KmH	
MIL	.1/OFF	VBAT/OFF	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
HFC	VBAT/OFF	.1/ON (B)	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
CDA	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
IMRC	VBAT/OFF	VBAT/OFF	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
LFC	.1/OFF	VBAT/ON (B)	.1/OFF	.1/OFF	DCV/OFF-ON
EGRVR	VBAT/0	VBAT/0	11.5-VBAT/ 0-40	10-VBAT/0-60	DCV/%
CTO	0	25-38	37-50	72-85	Hz
CDB	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV/%
EVAPPDC	0	0-10/0-100	0-10/0-100	0-10/0-100	Hz/%
EVAPC V	0	0-10/0-100	0-10/0-100	0-10/0-100	DVC/OFF-ON
WAC	VBAT/OFF	.1/ON (A)	VBAT/OFF	VBAT/OFF	DCV/OFF-ON
SIL	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
INJ3	0	3.3-3.7	4.1-8	4.4-10.1	mS
INJ1	0	3.3-3.7	4.1-8	4.4-10.1	mS
FP	3.7/75	1-5/33	1-5/33	1-5/33	DCV/%
IAC	VBAT/0	9-10/20-40	8-11.1/34-40	6-7/45-55	DCV/%
HTR11	.1/ON (P)	.1/ON	.1/ON	.1/ON	DCV/OFF-ON
HTR12	.2/ON (P)	.2/ON	.2/ON	.2/ON	DCV/OFF-ON
INJ4	0	3.3-3.7	4.1-8	4.4-10.1	ms
INJ2	0	3.3-3.7	4.1-8	4.4-10.1	ms
FUELPW1	(L)	3.3-3.7	4.1-8	4.4-10.1	ms
LONGFT1	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	(-)20-(+)20	%
SHRTFT1	(L)	(-)10-(+)10	(-)10-(+)10	(-)10-(+)10	%
SPARKADV	0	15-22	28-35	25-35	DEG
KAPWR	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
VPWR	VBAT	VBAT	VBAT	VBAT	DCV
VREF	5	5	5	5	DCV

NOTA: Todos son lecturas del scanner OBD II