

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

TRABAJO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA: “Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales del sistema de inyección electrónica gasolina de última generación de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado”

AUTORES:

**CAISA FAJARDO, ROXANNA DE LOS ÁNGELES
PACHACAMA FIALLOS, MARCO NICOLÁS**

TUTOR:

ING. QUIROZ ERAZO, LEONIDAS ANTONIO

Latacunga, 23 de febrero del 2023



Objetivos

General

- Investigar la visualización, grabación y análisis de las señales del sistema de inyección electrónica gasolina de última generación de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.

Específicos

- Desarrollar metodologías de visualización, grabación y análisis de las señales de sensores de los sistemas de inyección electrónica gasolina de última generación.
- Desarrollar un protocolo para la obtención de datos de sensores del sistema de inyección electrónico de gasolina y establecer el uso eficiente de equipos de medición y diagnóstico automotriz para la visualización de señales de sensores del sistema complementario de inyección electrónica de gasolina.
- Tabular información de las señales y parámetros de operación y funcionamiento del sistema de inyección electrónica de datos de PID'S y DTC'S en condición de normal y fallo.



Objetivos

- Determinar fallos de mayor importancia en el sistema electrónico de inyección de gasolina, considerando el protocolo de comunicación SAE – ISO considerando la conexión entre el vehículo y equipos de prueba en tiempo real y flujo de datos.
- Grabar y almacenar datos del sistema de inyección electrónica gasolina de manera continua mediante la digitalización de datos y flujo de datos en tiempo real como medio de estudio de sensores y actuadores.
- Desarrollar alternativas sostenibles de interpretación avanzada de datos en tiempo real, acorde a las necesidades de diagnóstico del sistema de inyección electrónico de gasolina por pensamiento crítico/lógico.



Hipótesis

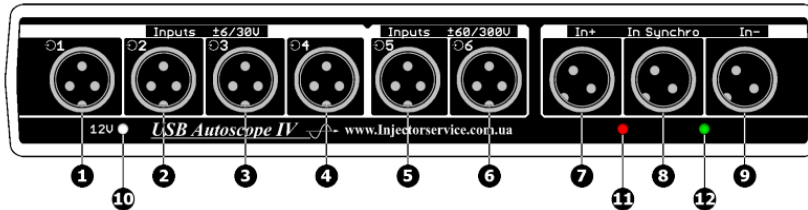
- Las metodologías de visualización, grabación y análisis de las señales de sensores – actuadores del sistema de inyección electrónico de gasolina permiten generar un diagnóstico avanzando con una eficiencia del 90% mediante reportes de PID'S y DTC'S.



EQUIPOS UTILIZADOS



USB Autoscope IV



Número	Descripción
1 a 4	Conexiones para entradas analógicas. Rango de tensión de entrada $\pm 6 / 30 \text{ V}$.
5 y 6	Conexiones para entradas analógicas. Rango de tensión de entrada $\pm 60 / 300 \text{ V}$.
7, 9	Las conexiones "In+" e "In-" se utilizan para la conexión de sondas de alta tensión. Las señales de las sondas de alta tensión se suman inversamente y van a la entrada marcada 8. Esto funciona sólo cuando la entrada de 12 V es alimentada.
8	La conexión "In Synchro" se usa para el transductor de sincronización que se usa para detectar la chispa de encendido. La señal del transductor va a la entrada analógica 7 a través de un detector de pico. Funciona con la entrada de 12 v alimentada.
10	Indicador de potencia de los transductores. Funciona solo cuando la entrada "12V" está alimentada.
11, 12	Indicador de polaridad de pulso del transductor de sincronización.



MARCO TEÓRICO



Vehículo de prueba (VP)

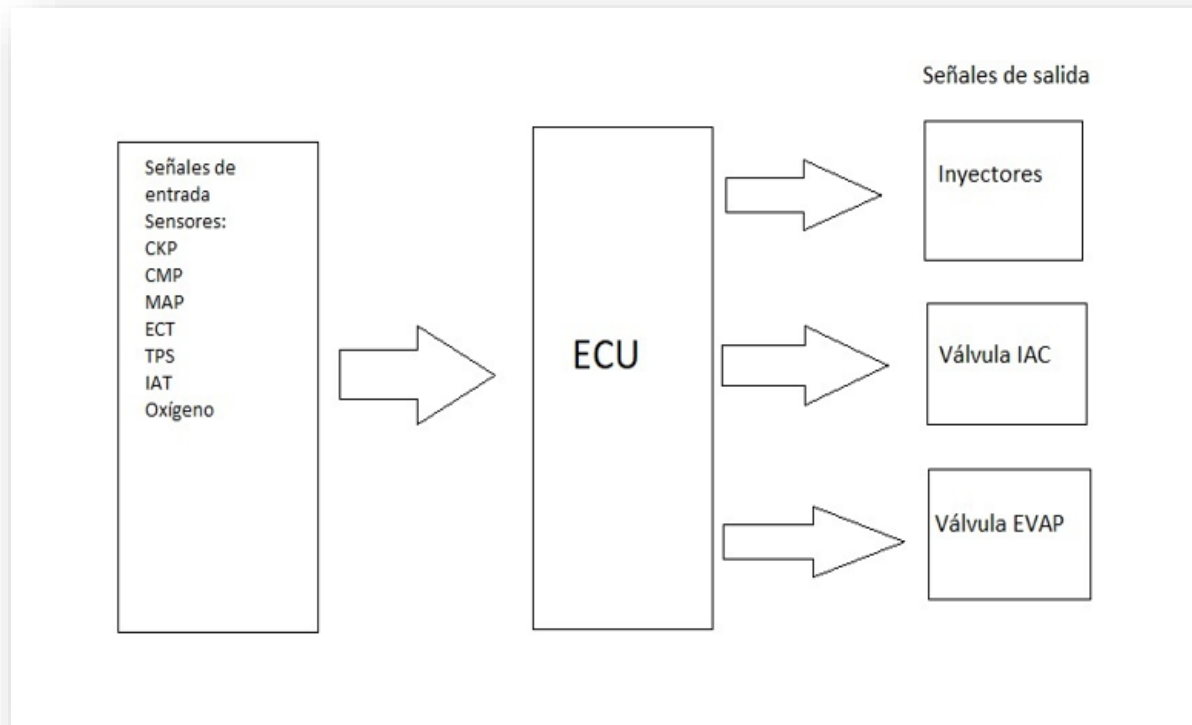
Sistema secuencial de inyección electrónica multipunto.

Sensores: TPS, CKP, CMP, MAP, sensor de oxígeno, ECT e IAT.

Actuadores, cuenta con: inyectores, válvula IAC y válvula EVAP.



Sistema de inyección electrónico VP

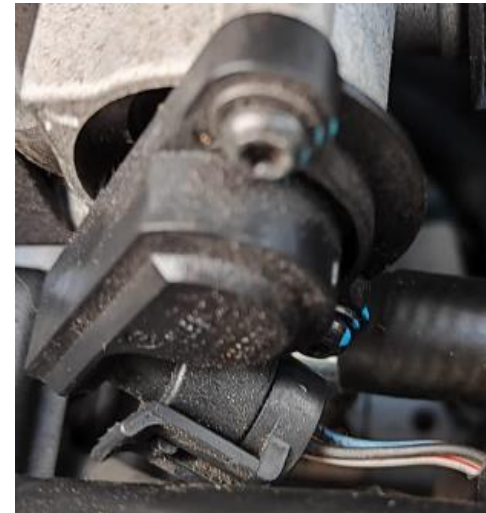


Sensor de Posición del Acelerador (TPS)

Potenciómetro que indica a la ECU la cantidad exacta de apertura del acelerador, ubicado en el eje de la mariposa del acelerador.

Tres hilos: Referencia 5 V, una conexión a tierra y señal.

Color Cable	Pin
Azul-café	Señal
Negro-café	Masa
Rojo-gris	Referencia



Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP) inductivo

Informan la velocidad instantánea del motor para definir los tiempos de encendido e inyección de combustible. Se encuentra a un costado del monoblock.

Tres pines: 2 señal (AC) y conexión a tierra.

Color-cable	Pin
Azul claro-gris	Referencia
Negro-amarillo	Señal
Negro-blanco	Masa



Sensor de Posición del Árbol de levas (CMP)

Envía una señal eléctrica a la computadora referente a la velocidad y posición del árbol de levas, específicamente, esta señal indica el punto muerto superior (PMS) y RPM del cilindro número 1

Tres pines: Referencia 5 V, una conexión a tierra y señal

Color cable	Pin
Gris-amarillo	Referencia
Amarillo-azul	Señal
Negro-azul	Masa



Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

En desaceleración o al ralentí, la presión del colector está por debajo de la presión atmosférica, creando así un vacío. Un sensor de presión absoluta del múltiple (MAP) se usa en muchos motores para que el PCM determine la carga en el motor.

Tres pines: Referencia 5 V, una conexión a tierra y señal

Color cable	Pin
Negro-verde	Señal
Amarillo	Masa
Rojo-gris	Referencia



Sensor de Oxígeno

La aplicación del vehículo para un sensor de oxígeno es proporcionar un sistema de retroalimentación de lazo cerrado para el control de la relación aire/combustible de la gestión del motor.

Cuatro pines: Positivo del calefactor, masa, señal del sensor, masa del sensor

Color-cable	Pin
Azul-Rojo	Positivo del calefactor
Gris-blanco	Tierra del calefactor
Verde	Señal del sensor
Amarillo-café	Tierra del sensor



Sensor de Temperatura del Refrigerante (ECT)

Cuando el motor está frío, la mezcla de combustible debe ser más rica para evitar que el motor se cale, cuando el motor está caliente, la mezcla de combustible puede ser más pobre para proporcionar la máxima economía de combustible con las emisiones de escape más bajas posibles.

Dos pines: Señal, masa

Color cable	Pin
Azul oscuro	Señal
Negro-café	Masa



Sensor de Temperatura del Aire de Admisión (IAT)

Es un termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC) cuya resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura del sensor.

Dos pines: Señal, masa

Color cable	Pin
Gris-azul oscuro	Señal
Amarillo	Masa



Válvula de control de aire de ralentí (IAC)

El sistema está calibrado para mantener la velocidad de ralentí del motor en un valor especificado, independientemente de la temperatura del motor.

Cuatro canales: A y B a una bobina, D y C otra bobina

Color cable	Pin
Azul-blanco	B
Azul-negro	A
Blanco-verde	D
Verde-negro	C



Inyector Multi punto

El sistema está calibrado para mantener la velocidad de ralentí del motor en un valor especificado, independientemente de la temperatura del motor.

Cuatro canales: representa el color de cada cable del inyector

Color del cable de control de masa	# Inyector
Verde-amarillo	1
Amarillo-blanco	2
Café-violeta	3
Café-amarillo	4



Válvula de Purga de Cánister EVAP

También llamada solenoide de purga de cánister (CANP), normalmente está cerrada y el PCM la pulsa para abrirla durante la purga. Esta válvula está conectada al vacío del colector de admisión mediante una manguera de goma para aspirar los vapores de gasolina hacia el motor cuando se ordena su apertura.

Cuatro canales: positivo de batería y control masa

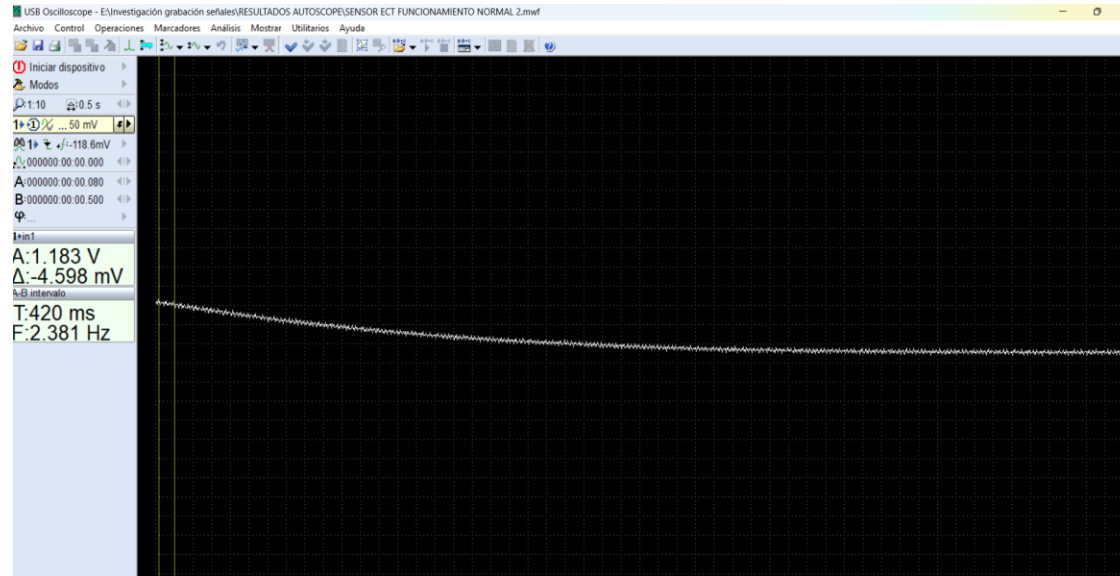
Color cable	Pin
Azul-rojo	Positivo Batería
Verde-azul	Control masa



ANÁLISIS DE SEÑALES



Sensor ECT



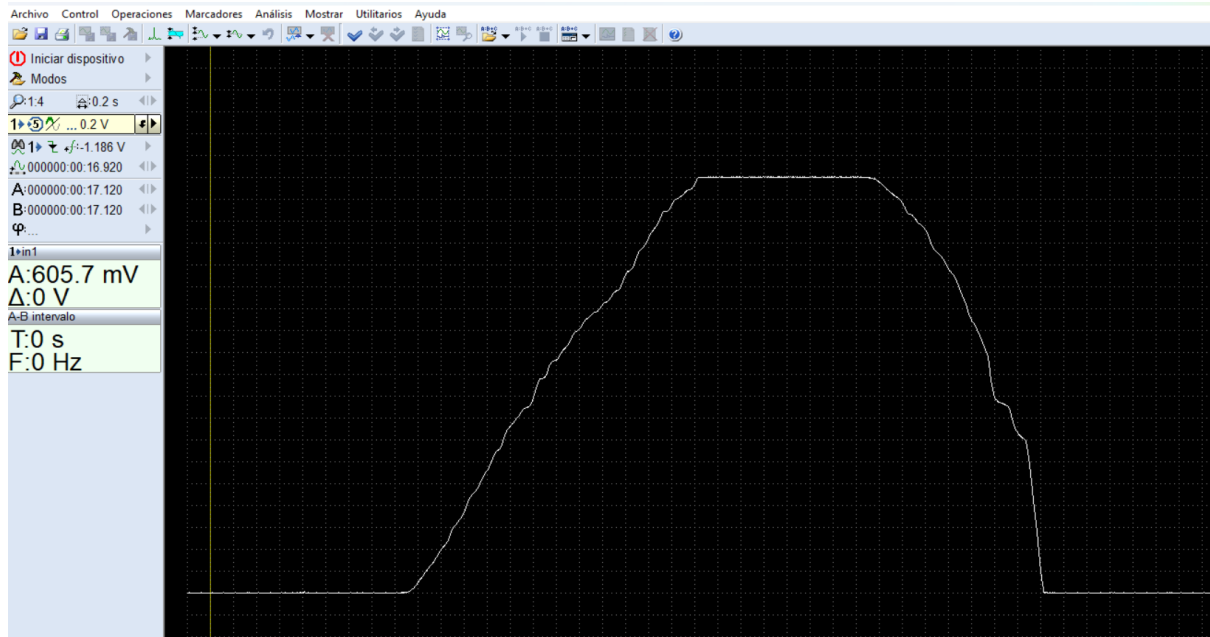
Tensión en la figura varió de 1,201 V a 1,071 V.

Onda es continua y no presenta picos

0,4V (25%) debajo de la tensión máxima
0,07V (4,3%) sobre la tensión mínima



Sensor TPS

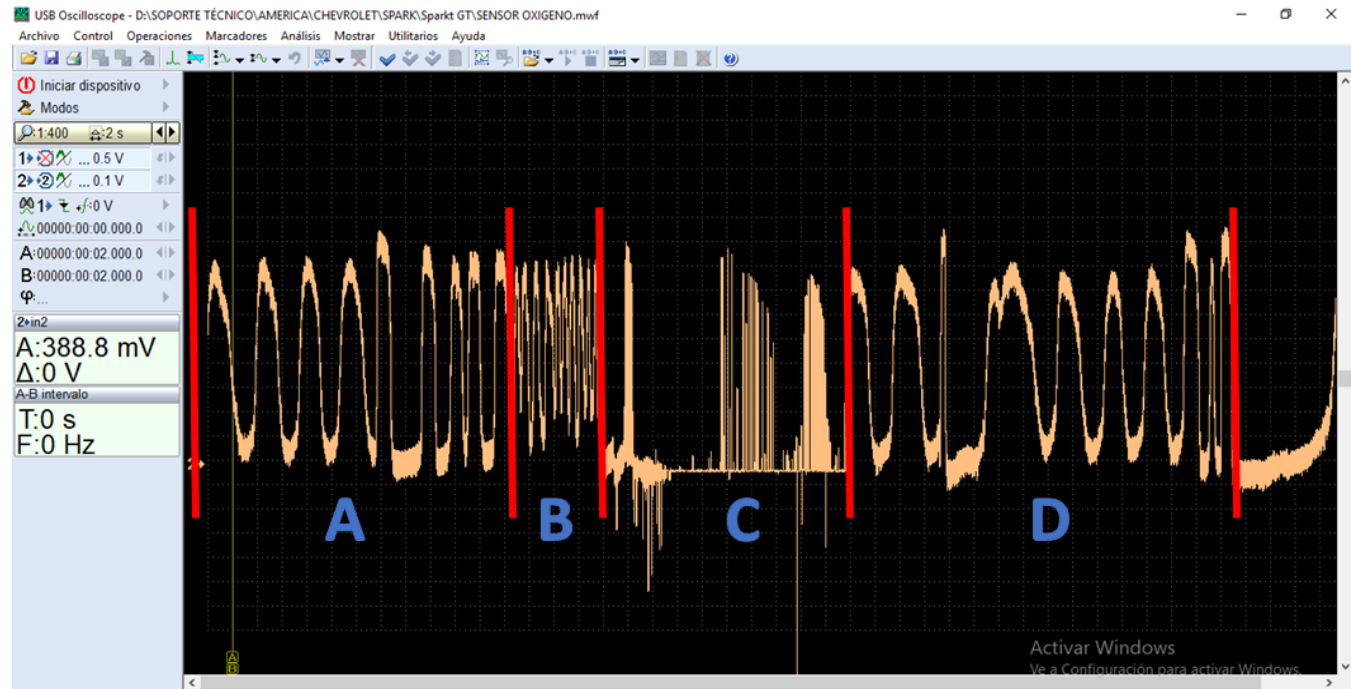


No presenta interrupciones o caídas a tierra

Tensión mínima es de 0,605 V, la cual se encuentra 0,005V (0,13%) encima del límite inferior y llega hasta un máximo de 4,407 V, 0,009V (0,24%) por debajo del límite superior



Sensor Oxígeno



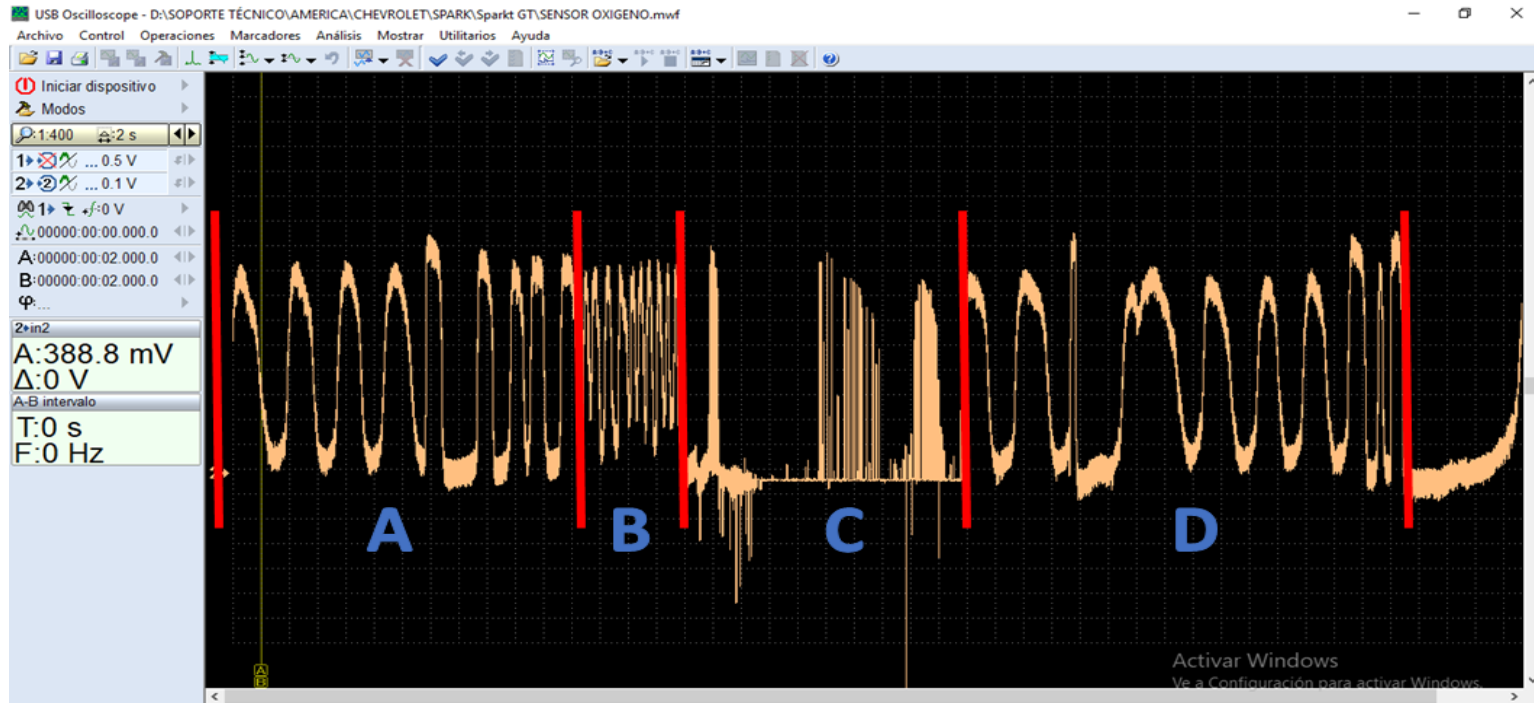
A

Su frecuencia es de 0,297 Hz.

Valores que oscilan de 0,035V (0,025V por encima del límite inferior) a 0,85V (0,15V por debajo del límite superior).



Sensor Oxígeno



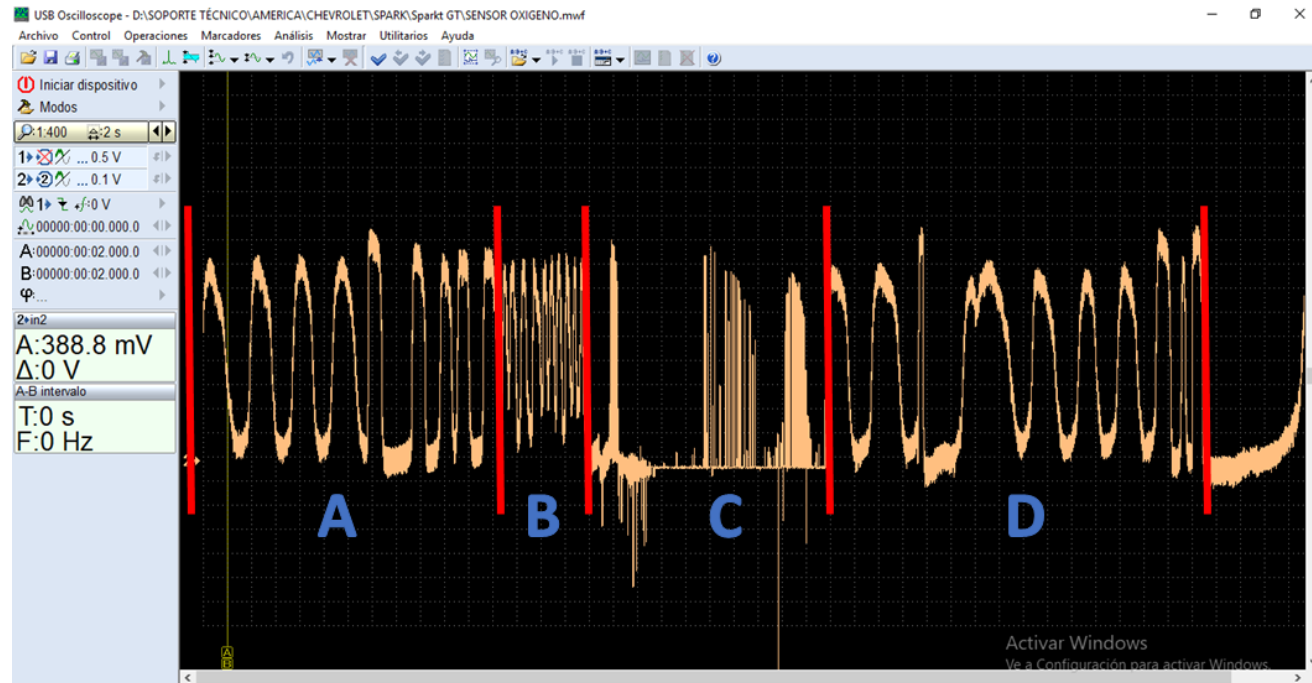
B

Frecuencia aumenta a 1,65 Hz debido a una aceleración brusca.

Respuesta rápida del sensor



Sensor Oxígeno



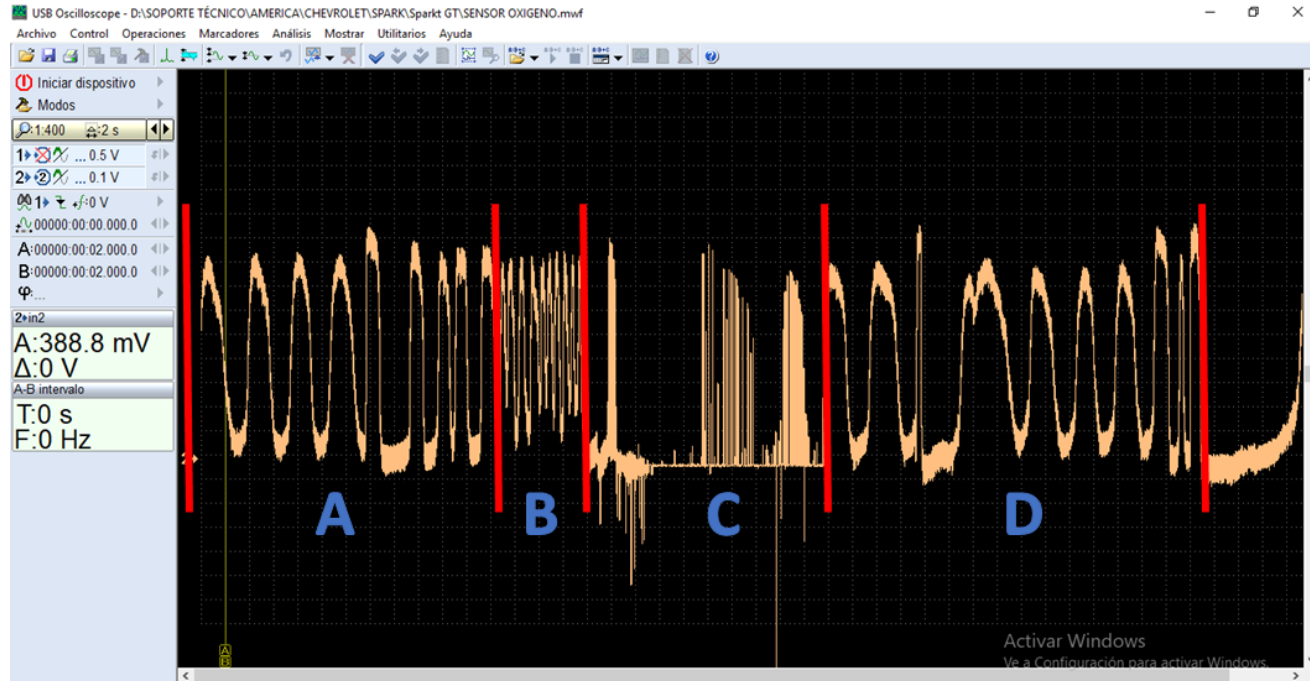
C

Línea recta con valores bajos de 0,026V
(0,016V por encima del límite inferior)

Después de una aceleración brusca la ECU
hace un corte en la inyección



Sensor Oxígeno



D

Recuperación del nivel de rpm

Frecuencia de 0,261 Hz



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sensor IAT

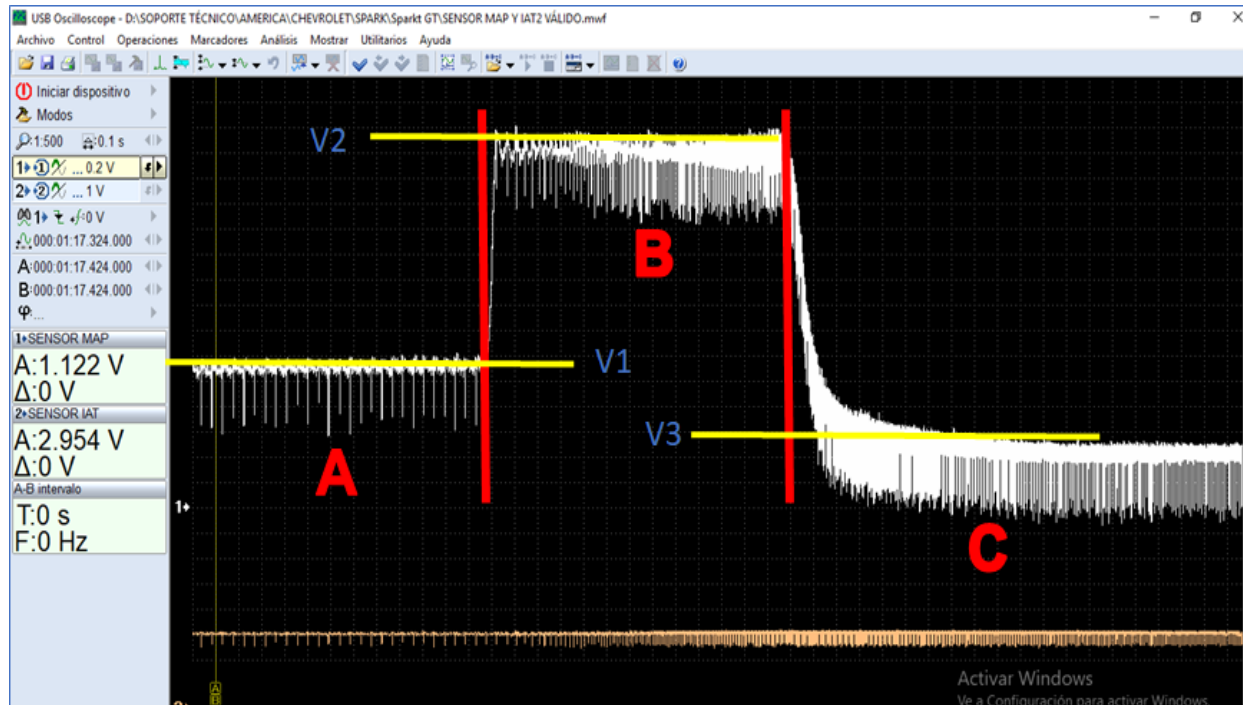


Señal es estable, no tiene picos

La tensión registrada es de 3,022V, la cual se encuentra 0,045V por encima de la tensión mínima (2,977V).



Sensor MAP



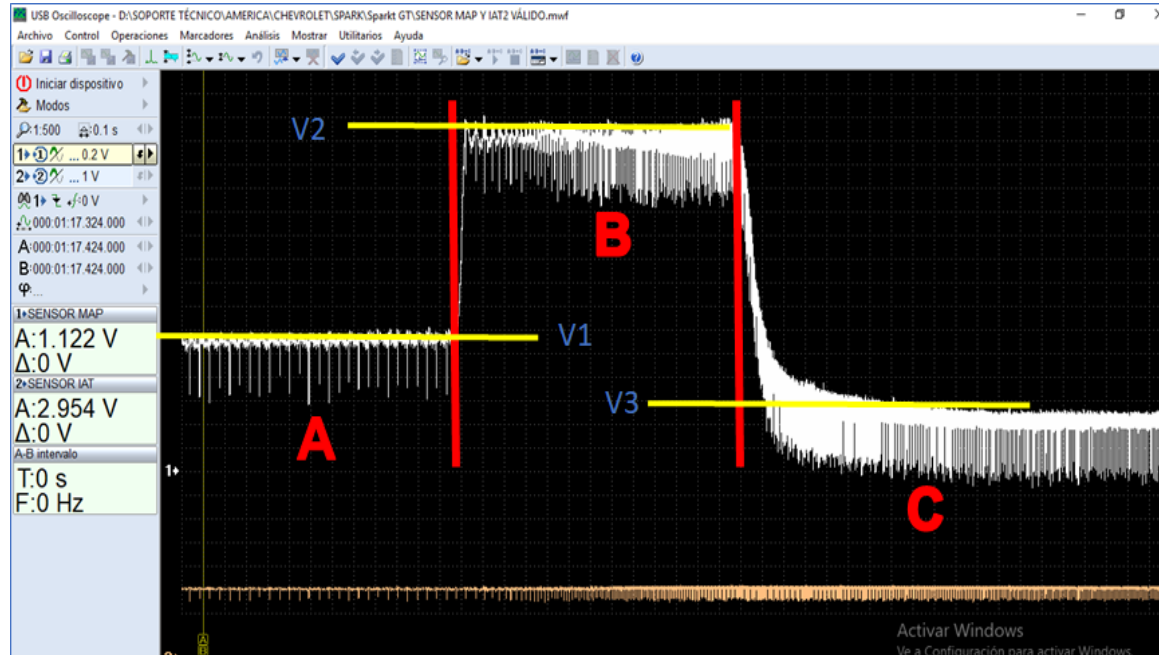
A

Tensión de 1,122 V (V1), que se encuentra 0,072V por encima de la tensión mínima 1,05V.

El vacío en el múltiple de admisión ocasiona este valor de tensión.



Sensor MAP



B

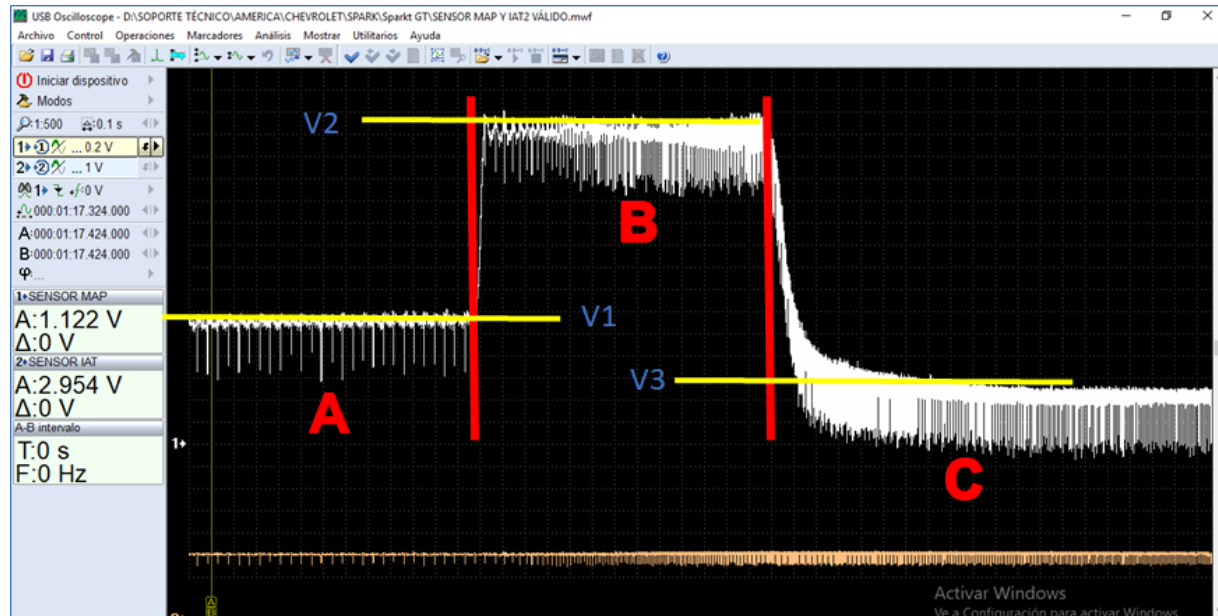
Mariposa de aceleración está completamente abierta

Tensión máxima de 3,013V.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sensor MAP



C

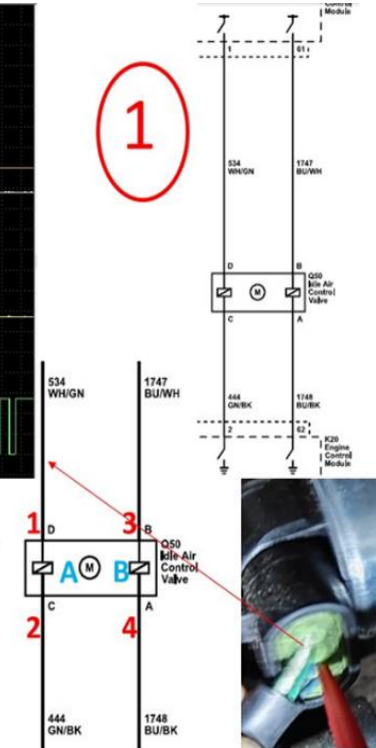
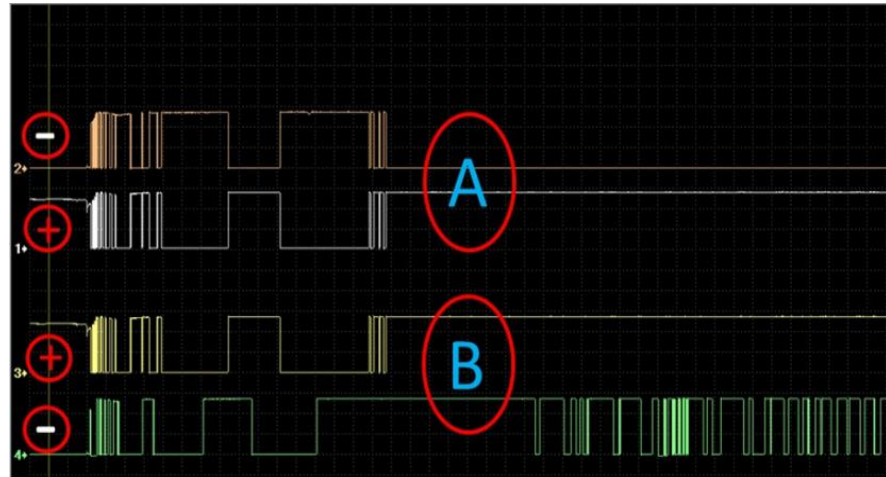
Disminuye la tensión a 0,501V, 0,03V encima de la tensión mínima (0,471V).

Indica que no existen fugas en el sistema de admisión.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Válvula IAC

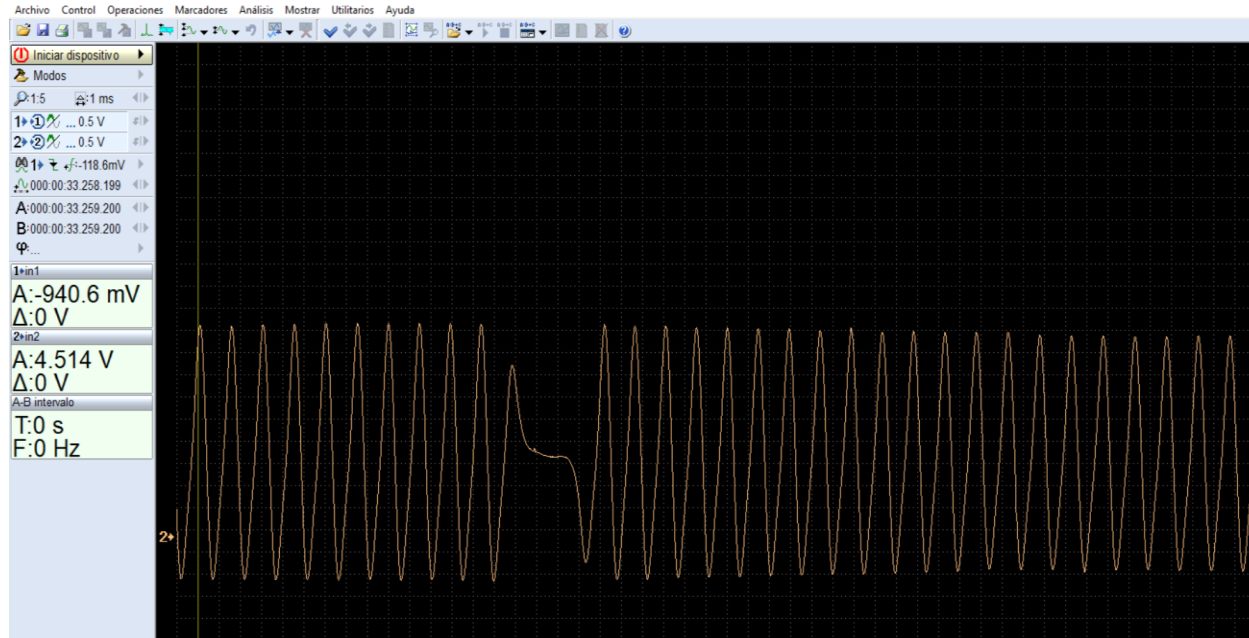


Tramo final de la gráfica, cuando el canal 1 es máximo (13,98V) el 2 es mínimo (0,339V).

El canal 3 se va quedar polarizada con 13,98 V, mientras que el canal 4 va a estar brindando pulsos para hacer correcciones en el ralentí.



Sensor CKP



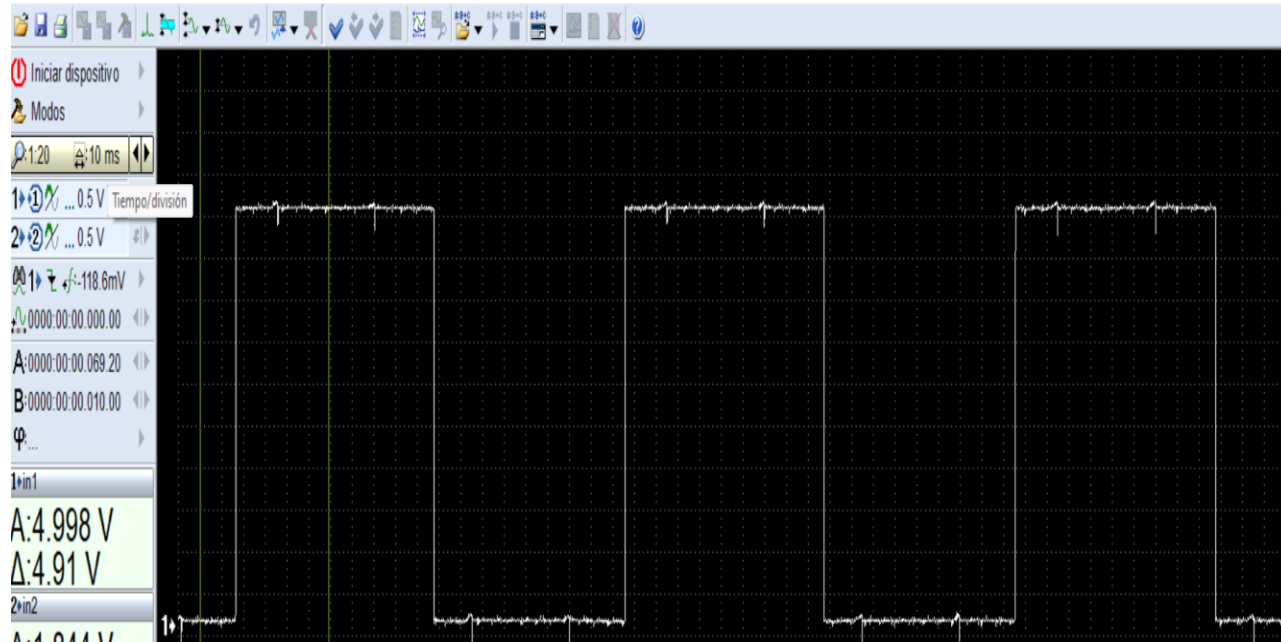
Onda es repetitiva y no presenta variación en ningún tramo.

Ralentí: 4.63 V y la frecuencia 675 Hz.
Aceleración: 13.25 V y la frecuencia a 6010 Hz.

Discontinuidad indica que el cilindro número uno se encuentra en el punto muerto superior.



Sensor CMP



La señal de la figura es repetitiva

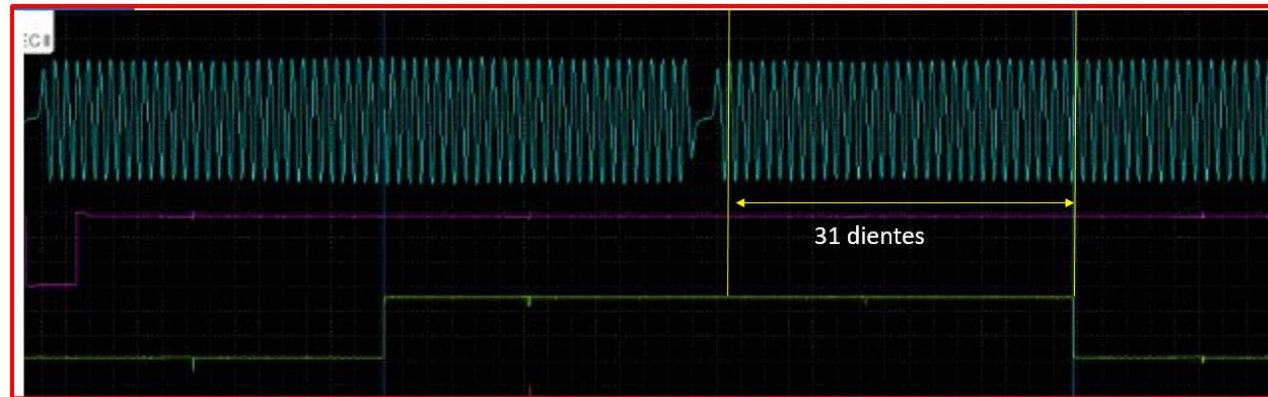
La tensión es de 4,998V, 0,1V debajo del valor máximo.

Frecuencia Ralentí: 10,92 Hz.

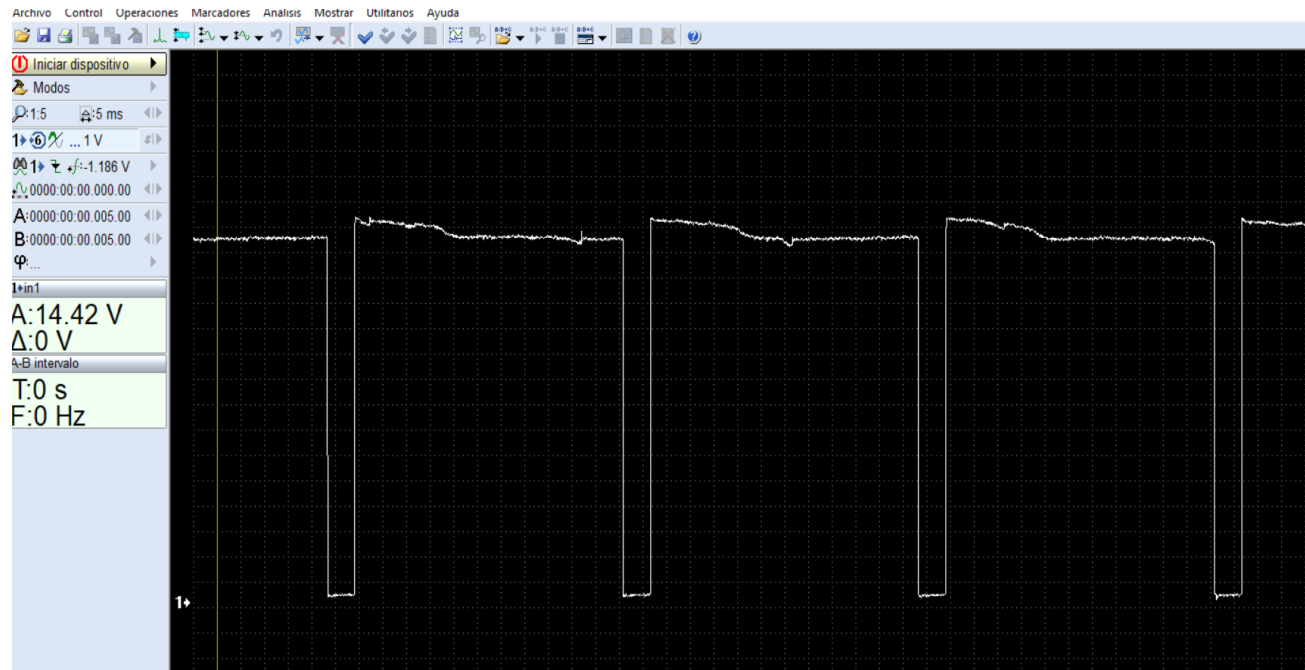
Frecuencia aceleración: 44.20 Hz



Correlación sensor CKP y CMP



Solenoides de purga de canister



Onda cuadrada debido a que recibe una tensi3n positiva de forma constante, y la ECU es encargada de proporcionar los pulsos negativos

Tensi3n de 14,42 V (0,48V por debajo del rango superior 14,9V).



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACI3N PARA LA EXCELENCIA

Sensor Inyector



Zona Inactiva: Línea recta con un valor de tensión de 14,2 V y consumo de corriente de 0 A.



Sensor Inyector

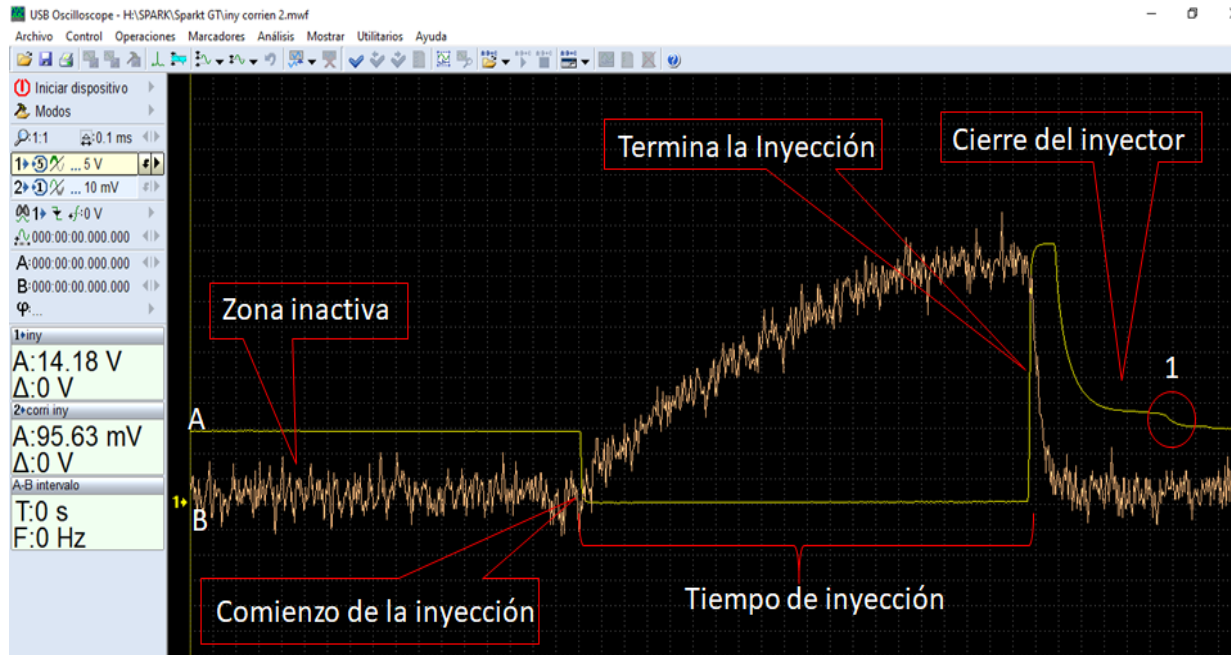


Comienzo de la inyección: La ECU le envía un pulso negativo o masa al inyector.

La curva de intensidad de corriente (B) comienza a subir gradualmente y llega a un valor de 0,94 A (0,06A por debajo del rango superior).



Sensor Inyector

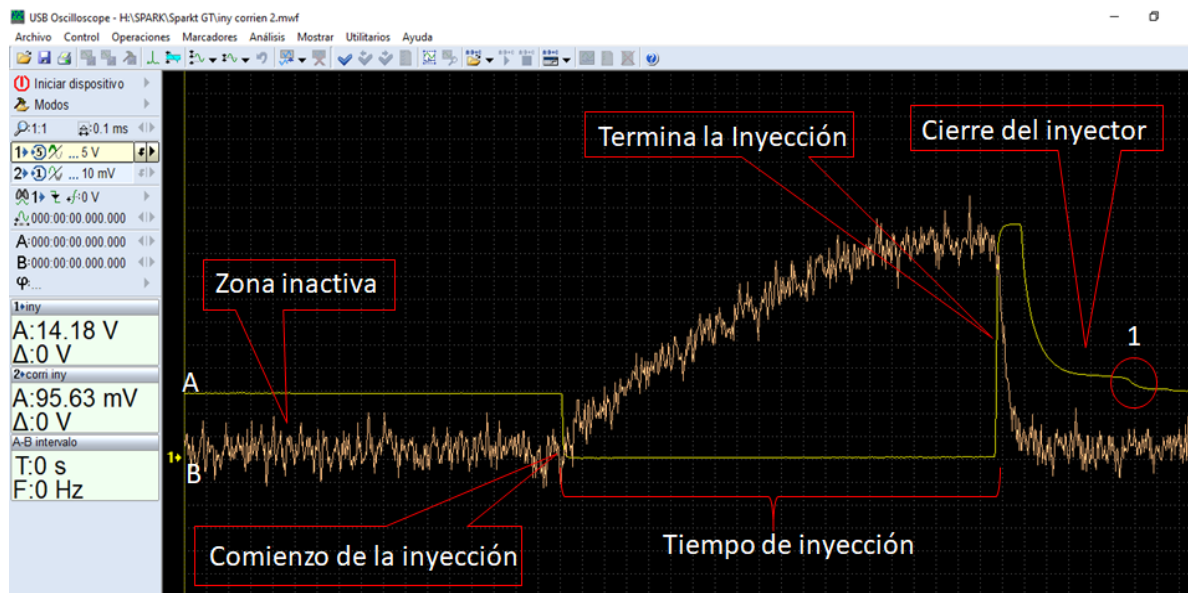


Tiempo de inyección: Tiempo del inyector abierto.

Ralentí: 1,94ms.
Aceleración brusca: 11,24ms



Sensor Inyector



Final de la etapa de inyección: Ruptura del campo magnético que rodea la bobina por lo cual se induce un valor de tensión elevado, produciendo un pico de 51,53V.

Se alcanza el valor máximo de intensidad corriente.



Pruebas durante mal funcionamiento de uno o más sensores y/o actuadores



Análisis de gases del VP en CN

Condiciones normales			
Gases ralentí		Gases 3500 rpm	
CO ₂	13,90%	CO ₂	14,60%
CO	0,03%	CO	0,16%
O ₂	1,90%	O ₂	0,44%
HC	20 ppm	HC	35 ppm



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando un sensor-actuador

Sensor - Actuador	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases		Variación en aceleración de gases	Diagnóstico	
ECT	3,477	4,076	CO2	0,30%	0,00%	Posible falla del sensor ECT	
TPS	0,013	0,096					
MAP	0,028	1,062	CO	0,02%	0,24%		
IAT	0,01	0,01					
O2	0,03074	0,131	O2	0,49%	0,02%		
EVAP	0,3	0,3					
IAC	0,12	0,12	HC (ppm)	2	2		
INYECTOR	0,136	0,16					
ECT	0,29	0,309	CO2	3,20%	2,20%		Posible falla del sensor MAP
TPS	0,013	0,096					
MAP	1,05	3,013	CO	4,63%	2,46%		
IAT	0,4	0,4					
O2	0,903	0,048	O2	0,15%	0,34%		
EVAP	0,3	0,3					
IAC	0,12	0,12	HC (ppm)	478	247		
INYECTOR	0,304	2,44					
ECT	0,27	0,329	CO2	0,28%	1,10%	Posible falla del sensor IAT	
TPS	0,013	0,096					
MAP	0,004	0,403	CO	0,02%	0,27%		
IAT	-1,42	-1,42					
O2	0,07	0,09	O2	0,48%	0,04%		
EVAP	0,33	0,33					
IAC	0,02	0,02	HC (ppm)	3	3		
INYECTOR	0,064	0,84					



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando un sensor-actuador

Sensor - Actuador	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases		Variación en aceleración de gases	Diagnóstico
ECT	0,226	0,373	CO2	0,20%	1,20%	
TPS	0,013	0,096				
MAP	0,035	0,236	CO	0,18%	0,03%	
IAT	0,28	0,28				
O2	0,005	0,969	O2	0,38%	0,89%	Possible falla del sensor O2
EVAP	0,1	0,1				
IAC	0,12	0,12	HC (ppm)	36	58	
INYECTOR	0,064	1,24				
ECT	0,39	0,009	CO2	0,30%	0,70%	
TPS	0,013	0,096				
MAP	0,03	0,913	CO	0,05%	0,09%	
IAT	0,3	0,3				
O2	0,03	0,044	O2	0,87%	0,95%	Possible falla del sensor IAC
EVAP	0,2	0,2				
IAC	13,98	13,98	HC (ppm)	43	25	
INYECTOR	1,684	0,04				
ECT	0,39	0,109	CO2	5,50%	6,10%	
TPS	0,011	0,206				
MAP	0,277	0,27	CO	0,16%	0,01%	
IAT	0,2	0,29				
O2	0,365	0,599	O2	7,31%	8,71%	Possible falla del Inyector
EVAP	0	0				
IAC	0,17	0,17	HC (ppm)	143	132	
INYECTOR	1,184	0,04				



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando un sensor-actuador

Sensor - Actuador	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases		Variación en aceleración de gases	Diagnóstico
ECT	0,29	0,209	CO2	0,30%	0,70%	
TPS	0,607	4,416				
MAP	0,02	0,113	CO	0,05%	0,09%	
IAT	0,38	0,4				
O2	0,01	0,044	O2	0,87%	0,95%	Possible falla del sensor TPS
EVAP	0,3	0,3				
IAC	0,12	0,12	HC (ppm)	43	25	
INVECTOR	0,116	0,04				



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando dos sensores-actuadores						Diagnóstico
Componentes desconectados	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases	Variación en aceleración de gases		
ECT	3,42	4,019				Posible falla de los sensores ECT-O2
TPS	0,007	0,236	CO2	0,20%	3,70%	
MAP	0,028	0,315				
IAT	0,29	0,29	CO	0,10%	0,16%	
O2	0,005	0,969	O2	0,53%	4,06%	
EVAP	0,8	0,64				
IAC	0,1	0,16				
INYECTOR	0,264	0,64	HC (ppm)	13	109	
ECT	3,43	4,029				Posible falla de los sensores ECT-INYECTOR
TPS	0,011	2,266	CO2	5,60%	6,00%	
MAP	0,255	0,203				
IAT	0,05	0,03	CO	0,13%	0,66%	
O2	0,04	0,874	O2	7,35%	8,17%	
EVAP	0,51	0,51				
IAC	0,28	0,28				
INYECTOR	1,264	0,84	HC (ppm)	128	135	
ECT	0,16	0,309				Posible falla de los sensores MAP-IAC
TPS	0,007	0,716	CO2	3,40%	3,47%	
MAP	1,05	3,013				
IAT	0,34	0,34	CO	4,94%	2,36%	
O2	0,71	0,234	O2	0,04%	1,72%	
EVAP	0,7	0,5				
IAC	13,98	13,98				
INYECTOR	3,064	13	HC (ppm)	890	1165	



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando dos sensores-actuadores					
Componentes desconectados	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases	Variación en aceleración de gases	Diagnóstico
ECT	0,4	0,299	CO2	4,70%	7,00%
TPS	0,007	1,316			
MAP	1,05	3,013	CO	1,48%	2,86%
IAT	0,43	0,41			
O2	0,86	0,076	O2	5,07%	7,38%
EVAP	0,8	0,8			
IAC	0,05	0,05	HC (ppm)	131	1018
INYECTOR	1,824	3,24			
ECT	0,17	0,429	CO2	6,40%	4,70%
TPS	0,043	1,216			
MAP	0,22	0,513	CO	0,00%	0,09%
IAT	0,36	0,38			
O2	0,009	0,973	O2	8,71%	6,96%
EVAP	0,8	0,5			
IAC	0,05	0,05	HC (ppm)	67	93
INYECTOR	0,944	0,16			



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando tres sensores-actuadores						
Componentes desconectados	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases		Variación en aceleración de gases	Diagnóstico
ECT	3,42	4,019	CO2	0,00%	3,70%	Posible falla del ECT-TPS-IAT
TPS	0,607	4,416				
MAP	0,043	0,113	CO	0,00%	0,16%	
IAT	1,43	1,43				
O2	0,0554	0,131	O2	0,01%	2,06%	
EVAP	0,8	0,8				
IAC	0,48	0,48	HC (ppm)	8	39	
INYECTOR	0,064	1,24				
ECT	0,37	0,119	CO2	7,20%	4,40%	Posible falla del INYECTOR-IAC-MAP
TPS	0,007	0,216				
MAP	1,05	3,013	CO	0,28%	3,80%	
IAT	0,39	0,48				
O2	0	-0,011	O2	10,27%	3,34%	
EVAP	0,8	0,8				
IAC	13,98	13,98	HC (ppm)	6	96	
INYECTOR	0,864	2,92				



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando tres sensores-actuadores							
Componentes desconectados	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases		Variación en aceleración de gases	Diagnóstico	
ECT	3,43	4,029	CO2	2,20%	4,20%	Posible falla del INYECTOR-IAC-MAP	
TPS	0,293	0,916					
MAP	0,15	1,093	CO	0,09%	1,62%		
IAT	-0,41	-0,51					
O2	0,39	0,574	O2	5,58%	3,23%		
EVAP	0,7	0,7					
IAC	1,98	1,98	HC (ppm)	227	1146		
INYECTOR	0,564	1,96					
ECT	3,43	4,029	CO2	3,10%	3,20%		Posible falla del INYECTOR-ECT-MAP
TPS	0,007	1,316					
MAP	1,05	3,013	CO	2,95%	4,09%		
IAT	0,38	0,42					
O2	0,077	0,878	O2	1,69%	1,13%		
EVAP	0,8	0,8					
IAC	0,05	0,09	HC (ppm)	210	713		
INYECTOR	1,904	3,56					



Diagnóstico Avanzado

Valores desconectando cuatro sensores-actuadores					
Componentes desconectados	Variación en ralentí (V)	Variación en aceleración (V)	Variación en ralentí de gases	Variación en aceleración de gases	Diagnóstico
ECT	3,43	4,029			
TPS	0,607	4,416	CO2	5,90%	9,80%
MAP	1,05	3,013			
IAT	1,43	1,43	CO	7,85%	11,02%
O2	0,795	0,122	O2	0,34%	1,32%
EVAP	0,8	0,8			
IAC	0,48	0,03			
INYECTOR	1,184	0,36	HC (ppm)	866	3665
Posible falla de los sensores ECT -TPS -MAP- IAT					
ECT	3,43	4,029			
TPS	0,607	4,416	CO2	6,70%	7,40%
MAP	0,24	0,303			
IAT	1,43	1,43	CO	0,03%	0,09%
O2	0	0,951	O2	8,93%	9,55%
EVAP	0,8	0,8			
IAC	13,98	0,08			
INYECTOR	0,864	3,24	HC (ppm)	103	169
Posible falla de los sensores ECT -TPS -IAT- INYECTOR					
ECT	3,43	4,029			
TPS	0,007	1,316	CO2	7,80%	5,00%
MAP	1,05	3,013			
IAT	0,26	0,2	CO	6,91%	4,79%
O2	0,662	0,103	O2	5,78%	1,75%
EVAP	0,8	0,7			
IAC	1,98	13,98			
INYECTOR	9,664	21,96	HC (ppm)	4980	1765
Posible falla del INYECTOR- MAP-IAC-ECT					



Conclusiones



Conclusiones

- Se desarrolló protocolos para la obtención de datos de sensores y actuadores del sistema de inyección electrónico de gasolina mediante el uso eficiente del osciloscopio “USB Autoscope”.
- Se determinó que los fallos de mayor importancia en el sistema electrónico de inyección de gasolina del vehículo de pruebas, son los del inyector, sensor MAP y válvula IAC; ya que las variaciones, tanto en las señales de los sensores y actuadores como en los gases de escape, se producen de forma inmediata.
- Se tabuló información de las señales y parámetros de operación y funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónico tanto en condición normal como en fallo.



Conclusiones

- Se concluyó que la grabación de las señales de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónico, facilita el análisis del comportamiento de estos elementos durante diferentes condiciones de operación del motor.
- Cuando únicamente falla el sensor MAP, se determinó que la revoluciones en ralentí se incrementan (710 rpm), la tensión del sensor de oxígeno es superior a los 0,45V, lo cual indica una mezcla rica, y el tiempo de inyección varía 2,24ms en ralentí. El porcentaje de dióxido de carbono disminuye (10,70% en ralentí y 12,40% en aceleración), el porcentaje de monóxido de carbono aumenta (4,66% en ralentí y 2,62% en aceleración) así como también los hidrocarburos (498 ppm en ralentí y 282 ppm en aceleración). Esto es evidencia de un aumento en el consumo de combustible.



Conclusiones

- Durante la prueba de falla de la válvula IAC, se concluyó que los principales síntomas se presentan durante el ralentí ya que se evidenció una disminución de las revoluciones (600 rpm) y un incremento del tiempo de inyección (3,62ms). Las correcciones realizadas por la ECU evitaron variaciones en los gases de escape.
- En el caso de falla del inyector, se determinó que la tensión del sensor MAP aumenta a 1,32V en ralentí, la señal del sensor de oxígeno se mantiene por debajo de los 0,450V (mezcla pobre) y el tiempo de inyección del resto de inyectores se incrementa a 3,12 ms en ralentí. Las revoluciones también se incrementan ligeramente (685 rpm). En lo referente a gases, el porcentaje de dióxido de carbono disminuye (8,40% en ralentí y 8,50% en aceleración) y el porcentaje de oxígeno aumenta (9,21% en ralentí y 9,15% en aceleración); como consecuencia del oxígeno extra aportado por el cilindro que no está trabajando. El monóxido de carbono e hidrocarburos se mantienen por debajo de los límites establecidos.



Conclusiones

- Cuando se realizó la prueba de fallo del sensor ECT e inyector, se registró datos similares a la prueba de fallo del inyector, la única diferencia fue la señal alta del sensor ECT y la activación del electro ventilador. De tal forma, se evidenció que la revoluciones en ralentí se incrementaron (690 rpm), la tensión del sensor MAP subió a 1,30V en ralentí, la señal del sensor de oxígeno fue inferior a los 0,450 V (mezcla pobre) y el tiempo de inyección se incrementó a 3,2ms en ralentí. El porcentaje de dióxido de carbono disminuyó (8,30% en ralentí y 8,60% en aceleración) y el porcentaje de oxígeno aumentó (9,25% en ralentí y 8,61% en aceleración); como consecuencia del oxígeno extra aportado por el cilindro que no está trabajando. El monóxido de carbono e hidrocarburos se mantienen por debajo de los límites establecidos.
- Durante la prueba de falla del inyector y el sensor de oxígeno, se concluyó que los síntomas son similares a cuando falla únicamente el inyector, con la diferencia de que la ECU trabaja con un valor predeterminado de 0,450V para el sensor de oxígeno, lo que dificulta determinar si la mezcla es rica o pobre. En consecuencia, se registró que la revoluciones se incrementaron (720 rpm), la tensión del sensor MAP subió a 1,27V y el tiempo de inyección se incrementó a 2,88ms, todo esto en ralentí. El porcentaje de dióxido de carbono disminuyó (7,50% en ralentí y 9,90% en aceleración) y el porcentaje de oxígeno aumentó (10,61% en ralentí y 7,40% en aceleración); como consecuencia del oxígeno extra aportado por el cilindro que no está trabajando. El monóxido de carbono e hidrocarburos se mantienen por debajo de los límites establecidos.



Recomendaciones



Recomendaciones

- Realizar el estudio en un vehículo con válvula EGR ya que, en caso de fallo de la misma, aumentará la producción de gases nocivos y el consumo y potencia del motor se modificarán; algo que influirá directamente en las señales de los sensores y actuadores del sistema de inyección.
- Evaluar la eficiencia del motor con el script CSS durante la falla de inyector y las fallas combinadas con este elemento, para cuantificar la efectividad de las correcciones realizadas por la ECU.
- Ejecutar la investigación en un vehículo que cuente con dos sensores de oxígeno, para analizar las correcciones que realiza la ECU en el tiempo de inyección, así como la variación en los gases de escape, cuando se presente falla en cualquiera de los dos sensores o en ambos, y comparar esos datos con los obtenidos durante el desarrollo del presente proyecto.



Recomendaciones

- Realizar el estudio en un vehículo con acelerador electrónico para examinar las correcciones que realiza la ECU sobre este elemento y el impacto que provoca en la inyección, durante la falla de uno o más sensores de alta autoridad.
- Efectuar la investigación en un vehículo que posea un sensor de golpeteo para determinar la variación de la señal de este componente, en el transcurso de las fallas que provocan mayor vibración en el motor.
- Realizar la grabación y análisis de las señales de los sensores y actuadores del sistema de inyección de un vehículo Diésel, para establecer las diferencias en condiciones normales y de fallo con respecto a un vehículo de gasolina.
- Ejecutar el estudio en condiciones de fallo diferentes a las expuestas en este trabajo, por ejemplo: inyector obstruido, señal baja del sensor, válvula IAC remordida, etc.



Bibliografía

AUTOplus. (Agosto de 2013). Obtenido de

<https://www.directindustry.es/prod/kane-international/product-16865-1279925.html>

Casa, E., & León, E. (2011). ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE INFORMACIÓN DE DIAGNÓSTICOS PIDS Y AJUSTES DE COMBUSTIBLE LFT-SFT MEDIANTE EL USO DEL ESCÁNER EN VEHÍCULOS DE MARCA CHEVROLET DMAX. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Chevrolet . (agosto de 2019). Chevrolet Ecuador. Obtenido de Fichas técnicas:

<https://www.chevrolet.com.ec/content/dam/chevrolet/south-america/ecuador/espanol/index/cars/spark-gt/03-pdfs/spark-gt-ficha-tecnica.pdf>

Denton, T. (2011). Automotive Technology: Vehicle Maintenance and Repair. Oxford: ELSEVIER.

Denton, T. (2017). Advanced Automotive Fault Diagnosis. New York: Routledge.

Denton, T. (2018). Automobile mechanical and electrical systems. New York: Routledge.

Donaire, D. (27 de Octubre de 2021). Sistema de inyección electrónica:

funcionamiento y partes. Obtenido de Actualidad motor:

<https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-basico-de-la-inyeccion-elctrica/#:~:text=El%20sistema%20de%20inyecci%C3%B3n%20electr%C3%B3nica,l os%20antiguos%20motores%20por%20carburaci%C3%B3n.>

