



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE  
FALLAS DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO 1.5L.”**

**JOSÉ GONZALO CHÁVEZ GARCÉS**

**SANTIAGO ENRIQUE ESPINOSA ALVARADO**

**DIRECTOR: ING. EDWIN PUENTE M**

**GUAYAQUIL, OCTUBRE DE 2014**

## CERTIFICACIÓN

Yo, José Gonzalo Chávez Garcés, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

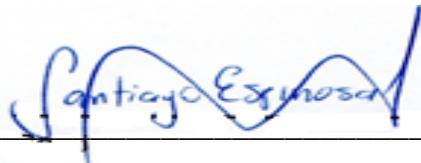
Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



José Gonzalo Chávez Garcés

Yo, Santiago Enrique Espinosa Alvarado, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

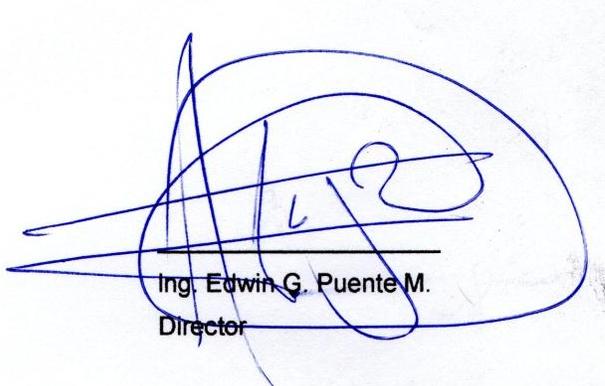


---

Santiago Enrique Espinosa Alvarado

## CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Edwin Puente, certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo él responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Ing. Edwin G. Puente M.  
Director

## DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a un hombre que ya no está aquí conmigo ahora, pero que supo formarme y guiarme durante todos los días de su vida, mi padre, José Gonzalo Chávez Salazar al que recuerdo con mucho cariño y afecto; al que además le debo la afinidad a mi profesión.

A mi madre, Gloria María de Lourdes Garcés Cruz, pilar fundamental en mi crecimiento como ser humano, ejemplo de vida, esfuerzo y dedicación.

A mi familia, la que se fue formando mientras transcurrían los años en mi querida Universidad, mis hijas Renatta, Daniela, Valentina y mi compañera incondicional centro de mi alma Roxana.

José Chávez G

## **DEDICATORIA**

Dedico mi proyecto de graduación a mis padres, el Dr. Carlos Espinosa y Marilú Alvarado, quienes son la base fundamental en mi vida, quienes con esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y han estado en todo momento apoyándome e inculcándome valores para mi formación, superación personal y profesional, de quienes estoy agradecido de ser la persona que hoy soy.

A mi esposa María Belén y mi hijo Santiaguito, que son la razón de que me supere día a día y me animan a seguir sin desfallecer ante cualquier circunstancia.

Santiago Espinosa A

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de todo corazón principalmente a Dios por la vida que me ha dado, a mis padres y a mi familia por mantenerse a mi lado, cruzando esta etapa importante de mi formación.

Al cuerpo de docentes de mi Universidad, los que supieron con su experiencia transferir su conocimiento para formarme como el profesional que debo ser.

A mi director académico, Ing. Edwin Puente con quien he podido contar para culminar este trabajo, seguramente uno de los más importantes en mi vida.

Existen muchas personas a las que debo agradecer el haber podido llegar a este momento tan importante de mi realización profesional gracias a todos ellos.

José Chávez G

## **AGRADECIMIENTO**

Tengo el agrado de expresar mis más sinceros agradecimientos a todos los profesores y personas que conforman la Universidad Internacional del Ecuador, que nos guiaron y compartieron su conocimiento con nosotros, quienes colaboraron con mi desarrollo tanto personal como profesional.

También quiero expresar mi gratitud y agradecimiento de forma especial a nuestro tutor el Sr. Ing. Edwin Puente, que con su colaboración se realizó y culminó este proyecto, así mismo a todos los profesores de la universidad que colaboraron con nosotros.

Santiago Espinosa A

## **PRÓLOGO**

El proyecto en mención será una herramienta fundamental en el desarrollo de los conocimientos tanto teórico como prácticos de los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador y la comunidad, servirá no sólo para la enseñanza del funcionamiento del motor, sino que también es una herramienta didáctica en la que se podrán realizar simulación y comprobación de los sensores y actuadores que constituyen un motor con inyección electrónica a gasolina, pudiendo relacionar la parte teórica con los resultados de la práctica.

En esta tesis, se muestra un banco de pruebas y simulador de fallas que incorpora un motor de inyección electrónica a gasolina de un Chevrolet Aveo 1.5L, la que se encuentra seccionada en cinco capítulos los cuales se describe a continuación:

### **CAPÍTULO 1**

- Se muestran los detalles de la realización de la tesis, se indica el problema su ubicación, el alcance del mismo para poder justificar el desarrollo de la tesis.

## **CAPÍTULO 2**

- Se desarrolla la parte teórica fundamental para poder entender el proyecto, se describen las características mecánicas del motor, sus sistemas instalados, sensores, actuadores, parte eléctrica, diagramas eléctricos necesarios para el funcionamiento de los sistemas de inyección electrónica a gasolina.

## **CAPÍTULO 3**

- Se muestran parámetros de selección y construcción que fueron tomados en cuenta para la estructura metálica de soporte principal, como son las dimensiones que permitieron albergar el motor, sus sistemas y componentes del banco de pruebas. El proceso de pintura técnica y acabados, la instalación de todos los elementos en su estructura base, el reacondicionamiento del sistema eléctrico, electrónico y los controles del simulador.

## **CAPÍTULO 4**

- En este capítulo se pone a punto todos los sistemas del motor comprobando que se encuentren funcionales, se verifica la actividad del sistema de control, comprobación del sistema de diagnóstico, se desarrollan todas las prácticas en los sensores y actuadores intervenidos mostrando los resultados de los mismos tanto en su estado normal como al ser simulados, adicional se incorpora un

listado de códigos de falla relacionados con la simulación de los sensores intervenidos.

## **CAPÍTULO 5**

- Se da a conocer las conclusiones y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto de tesis.

## **ANEXOS**

- Se muestran los planos de la construcción de la estructura del banco de pruebas y simulador de fallas, el plan de mantenimiento, tablas de datos de sensores.

Es por esta razón que invitamos a seguir el desarrollo de los cinco capítulos que describen la realización, construcción y puesta a punto de un Banco de Pruebas y Simulador de Fallas del Motor Chevrolet Aveo 1.5L, así como la descripción de cada uno de sus componentes, lo que servirá para poder engrandecer los conocimientos de los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador y la comunidad en los sistemas de inyección a gasolina.

# ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iv
DEDICATORIA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
PRÓLOGO .....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xxiii
SÍNTESIS.....	xxiv
INTRODUCCIÓN .....	xxv
CAPÍTULO I .....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Definición del problema .....	1
1.2. Ubicación del problema en su contexto .....	1
1.3. Situación en conflicto .....	2
1.4. Objetivo de la investigación .....	2

1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos .....	2
1.5. Formulación del problema .....	3
1.6. Alcance .....	4
1.7. Sistematización.....	4
1.8. Justificación e importancia del problema .....	5
1.9. Hipótesis .....	6
CAPITULO II .....	7
MARCO REFERENCIAL.....	7
2.1. Motor Chevrolet Aveo F15S3.....	7
2.1.1. Motor.....	9
2.1.2. Inyección Electrónica.....	10
2.1.3. Generalidades .....	10
2.1.3.1. Principio de funcionamiento de los 4 tiempos.....	10
2.1.4. Especificaciones .....	13
2.1.5. Sistemas complementarios.....	18
2.2. Funcionamiento .....	19
2.3. Control electrónico del motor .....	20
2.3.1. Sensores.....	20
2.3.1.1. Sensores de temperatura .....	21
2.3.1.1.1. Sensor de temperatura del refrigerante de motor (ECT) .....	24
2.3.1.1.2. Sensor de temperatura de aire aspirado (IAT) .....	24
2.3.1.2. Sensor de posición del acelerador (TPS) .....	26

2.3.1.3. Sensor de presión absoluta (MAP).....	28
2.3.1.4. Sensor de detonación (KS).....	31
2.3.1.5. Sensor de posición de árbol de levas (CMP).....	33
2.3.1.6. Sensor de posición del cigüeñal (CKP) .....	34
2.3.1.7. Sensor de velocidad (VSS).....	35
2.3.1.8. Sensor de oxígeno ( $\lambda$ ).....	36
2.3.2. Actuadores.....	37
2.3.2.1. Inyectores .....	38
2.3.2.2. Bobina de ignición (IC) .....	39
2.3.2.3. Válvula de control de aire (IAC) .....	40
2.3.2.4. Válvula de solenoide de purga del Canister (EVAP).....	41
2.3.2.5. Relé de la bomba de combustible.....	43
2.3.2.6. Relé de electro ventilador .....	44
2.3.3. Unidad de control electrónico ECU .....	45
2.3.3.1. Generalidades .....	46
2.3.3.2. Elementos constitutivos .....	46
2.3.4. Sistema eléctrico .....	47
2.3.4.1. Generalidades .....	47
2.3.4.2. Elementos constitutivos .....	48
2.3.4.2.1. Acumulador .....	48
2.3.4.2.2. Sistema de carga.....	49
2.3.4.2.3. Sistema de arranque .....	50
2.3.4.2.4. Fusibles y relés.....	51
2.3.4.2.5. Arnés de cables.....	52
2.3.4.3. Diagramas eléctricos .....	53

CAPÍTULO III .....	55
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL BANCO DE PRUEBAS .....	55
3.1. Selección de componentes para la construcción .....	55
3.2. Construcción de la estructura del banco de pruebas .....	59
3.3. Ensamble de motor .....	63
3.4. Instalación de sistemas.....	64
3.4.1. Sistema de combustible.....	64
3.4.2. Sistema de refrigeración.....	66
3.4.3. Sistema de escape .....	67
3.4.4. Tablero de control.....	68
3.4.5. Sistema eléctrico y electrónico .....	69
3.4.6. Sistema de seguridad .....	69
3.4.6.1. Sistema de corte de energía.....	70
3.4.6.2. Sistema contra incendios.....	71
3.5. Montaje y acabados finales del banco de pruebas .....	72
CAPÍTULO IV .....	75
COMPROBACIÓN, PUESTA A PUNTO Y SIMULACIÓN.....	75
4.1. Verificación de los sistemas de control .....	75
4.2. Comprobación del sistema de diagnostico .....	76
4.3. Verificación de funcionamiento de los sistemas.....	77
4.4. Control de aceleración .....	77
4.5. Simulación de fallas en componentes.....	78
4.5.1. Simulación en sensores.....	79

4.5.1.1. Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT). .....	82
4.5.1.2. Sensor de temperatura de aire aspirado (IAT) .....	91
4.5.1.3. Sensor de posición del acelerador (TPS) .....	100
4.5.1.4. Sensor de presión absoluta (MAP) .....	109
4.5.1.5. Sensor de posición del cigüeñal (CKP) .....	118
4.5.1.6. Sensor de posición de barra de levas (CMP) .....	124
4.5.1.7. Sensor de oxígeno ( $\lambda$ ) .....	128
4.5.2. Simulación en actuadores.....	129
4.5.2.1. Inyectores .....	129
4.5.2.2. Bobina de ignición (IC) .....	133
4.5.2.3. Relé de la bomba de combustible .....	135
4.6. Recolección de datos y DTC.....	136
 CAPÍTULO V .....	 138
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	138
5.1. Conclusiones .....	138
5.2. Recomendaciones .....	139
 ANEXOS .....	 141
ANEXO 1 .....	142
ANEXO 2.....	143
ANEXO 3.....	144
ANEXO 4.....	151
ANEXO 5.....	152
BIBLIOGRAFÍA .....	156

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Motor F15S3 .....	9
FIGURA 2: Ciclo del motor Otto de 4 tiempos.....	20
FIGURA 3: Sensor de Temperatura .....	21
FIGURA 4: Sensor de temperatura de refrigerante .....	24
FIGURA 5: Sensor IAT .....	25
FIGURA 6: Comportamiento del sensor IAT .....	26
FIGURA 7: Sensor de posición de acelerador.....	27
FIGURA 8: Sensor TPS .....	28
FIGURA 9: Sensor MAP.....	29
FIGURA 10: Función del Sensor MAP .....	31
FIGURA 11: Sensor de Detonación .....	32
FIGURA 12: Diagrama eléctrico del sensor de árbol de levas (CMP) .....	33
FIGURA 13: Sensor de Posición del Cigüeñal .....	34
FIGURA 14: Sensor VSS .....	35
FIGURA 15: Válvulas de Inyección. ....	38
FIGURA 16: Sistema de inyección multipunto.....	39
FIGURA 17: Diagrama Sistema DIS .....	40
FIGURA 18: Válvula IAC .....	41
FIGURA 19: Válvula EVAP.....	42
FIGURA 20: Diagrama del Relé .....	43
FIGURA 21: Diagrama relé del electroventilador .....	44

FIGURA 22: Unidad de control electrónico (ECU).....	45
FIGURA 23: Componentes de la ECU .....	47
FIGURA 24: Acumulador.....	48
FIGURA 25: Alternador .....	49
FIGURA 26: Motor de arranque .....	51
FIGURA 27: Fusibles y relés .....	51
FIGURA 28: Cableado del simulador .....	52
FIGURA 29: Arnés de cables finalizado .....	53
FIGURA 30: Ramal de control de motor y cable de batería .....	54
FIGURA 31: Secciones de materiales para la construcción.....	55
FIGURA 32: Base de estructura.....	59
FIGURA 33: Bases de motor y ruedas .....	60
FIGURA 34: Estructura de seguridad.....	61
FIGURA 35: Construcción del mueble del simulador .....	62
FIGURA 36: Ensamble de motor.....	63
FIGURA 37: Tanque de Combustible original .....	64
FIGURA 38: Tanque de Combustible.....	65
FIGURA 39: Sistema de refrigeración .....	66
FIGURA 40: Sistema de escape .....	67
FIGURA 41: Tablero de control .....	68
FIGURA 42: Conexión de switch de corte de energía.....	70
FIGURA 43: Diagrama eléctrico de corte de energía .....	70
FIGURA 44: Extintor tipo ABC.....	71

FIGURA 45: Acabado de pintura de la estructura base .....	72
FIGURA 46: Ensamble del motor .....	73
FIGURA 47: Instalación del sistema de escape .....	73
FIGURA 48: Sistema de refrigeración .....	74
FIGURA 49: Sistema de combustible modificado.....	74
FIGURA 50: Conector de diagnóstico DLC .....	76
FIGURA 51: Cable del acelerador.....	78
FIGURA 52 : Diagrama de controles de actuadores .....	79
FIGURA 53: Diagrama de controles de simulador 2 .....	80
FIGURA 54: Controles del simulador .....	81
FIGURA 55: Circuito eléctrico del sensor de temperatura (ECT) .....	82
FIGURA 56: Flujo de datos ECT en ralentí .....	83
FIGURA 57: Temperatura del refrigerante sin simulación 31°C.....	84
FIGURA 58: Voltaje de referencia del sensor ECT .....	84
FIGURA 59: Resistencia y voltaje de sensor ECT a 31°C .....	85
FIGURA 60: Masa de sensor ECT .....	85
FIGURA 61: Simulación de voltaje con resistencia máxima.....	86
FIGURA 62: Datos de temperatura del refrigerante en scanner.....	86
FIGURA 63: Voltaje simulado ECT con resistencia mínima.....	87
FIGURA 64: Datos de temperatura del refrigerante con resistencia mínima.....	87
FIGURA 65: Voltaje del sensor ECT simulado sin masa.....	88
FIGURA 66: Datos de temperatura del refrigerante simulado sin masa.....	89
FIGURA 67: Circuito del terminal de lectura de ECT .....	89

FIGURA 68: Diagrama de sensor de temperatura de aire de admisión (IAT) .....	91
FIGURA 69: Dato de temperatura del sensor IAT .....	92
FIGURA 70: Tensión de referencia de sensor IAT .....	92
FIGURA 71: Resistencia del sensor IAT a 29 °C .....	93
FIGURA 72: Resistencia del sensor IAT a 29 °C .....	93
FIGURA 73: Masa de sensor IAT .....	94
FIGURA 74: Datos de temperatura del sensor IAT sin simular .....	94
FIGURA 75: Voltaje simulado IAT con resistencia máxima.....	95
FIGURA 76: Datos de temperatura del sensor IAT con resistencia máxima.....	95
FIGURA 77: Voltaje simulado IAT con resistencia mínima .....	96
FIGURA 78: Datos de temperatura del sensor IAT con resistencia mínima.....	96
FIGURA 79: Voltaje del sensor IAT simulado sin masa .....	97
FIGURA 80: Datos de temperatura del sensor IAT sin masa.....	97
FIGURA 81: Circuito del terminal de lectura de IAT .....	98
FIGURA 82: Simulación de señal del sensor TPS .....	100
FIGURA 83: Tensión de referencia de sensor TPS.....	101
FIGURA 84: Masa de sensor TPS .....	101
FIGURA 85: Resistencia mínima de sensor TPS en reposo .....	102
FIGURA 86: Resistencia máxima de sensor TPS abierto .....	102
FIGURA 87: Tensión máxima y mínima de sensor TPS .....	103
FIGURA 88: Voltaje máximo simulado de sensor TPS .....	104
FIGURA 89: Voltaje mínimo simulado de sensor TPS .....	104
FIGURA 90: Voltaje de señal sensor TPS simulado corte de 5volt .....	105

FIGURA 91: Voltaje de señal sensor TPS simulado corte de masa .....	106
FIGURA 92: Voltaje de señal sensor TPS simulado corte de señal .....	106
FIGURA 93: Señal sensor TPS con osciloscopio .....	107
FIGURA 94: Circuito del terminar de lectura de TPS .....	107
FIGURA 95: Diagrama de simulación del sensor MAP .....	109
FIGURA 96: Tensión de referencia de sensor MAP .....	110
FIGURA 97: Masa del sensor MAP .....	110
FIGURA 98: Voltaje de sensor MAP motor apagado .....	111
FIGURA 99: Flujo de datos sensor MAP motor apagado .....	111
FIGURA 100: Flujo de datos del sensor MAP en ralentí .....	112
FIGURA 101: Gráfica del voltaje del MAP a 2500 rpm.....	112
FIGURA 102: flujo de datos con voltaje simulado MAP a resistencia máxima .....	113
FIGURA 103: Voltaje simulado MAP con resistencia mínima .....	114
FIGURA 104: Gráfica de voltaje del sensor MAP con resistencia mínima .....	114
FIGURA 105: Voltaje del sensor MAP sin señal de referencia en ralentí .....	115
FIGURA 106: Flujo de datos MAP sin señal de referencia en ralentí .....	115
FIGURA 107: Voltaje de señal del MAP en circuito abierto con ECM .....	116
FIGURA 108: Circuito del terminal de conexión de MAP .....	116
FIGURA 109: Diagrama del sensor CKP .....	118
FIGURA 110: Voltaje de CA generado en arranque.....	119
FIGURA 111: Resistencia del sensor CKP.....	119
FIGURA 112: Gráfica de la señal del sensor CKP en ralentí .....	120
FIGURA 113: Gráfica de la señal del sensor CKP a 1500rpm .....	121

FIGURA 114: Gráfica de la señal invertida del sensor CKP motor no enciende .....	122
FIGURA 115: Simulación de conexión del switch de inversión de polaridad .....	123
FIGURA 116: Simulador del sensor CMP .....	125
FIGURA 117: Gráfica osciloscopio de señal de sensor CMP .....	126
FIGURA 118: Gráfica osciloscopio de señal de sensor CMP desconectado .....	127
FIGURA 119: Gráfica de la señal del sensor de oxígeno en osciloscopio .....	128
FIGURA 120: Simulador de una válvula de inyección .....	129
FIGURA 121: Valor de resistencia de un inyector .....	130
FIGURA 122: Voltaje de alimentación de inyector .....	130
FIGURA 123: Señal generada por el inyector 1 con el motor en ralentí .....	131
FIGURA 124: Señal generada por el inyector 2 al desconectar el 1 .....	132
FIGURA 125: Esquema de bobina conjunto uno .....	133
FIGURA 126: Gráfica de señal de activación de bobina .....	134
FIGURA 127: Diagrama del circuito eléctrico relé bomba de combustible .....	135
FIGURA 128: Plan de mantenimiento .....	142

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones generales del motor .....	13
Tabla 2: Especificaciones de Cilindro y Pistón .....	14
Tabla 3: Especificaciones de Barra de Levas.....	15
Tabla 4: Especificaciones de Cigüeñal.....	16
Tabla 5: Especificaciones de Válvulas .....	17
Tabla 6: Especificaciones de Bomba de Aceite.....	18
Tabla 7: Datos sensores de temperatura. ....	23
Tabla 8: Datos de altitud versus con la presión barométrica .....	29
Tabla 9: Soporte de Motor.....	56
Tabla 10: Estructura de Seguridad.....	57
Tabla 11: Mueble del Simulador.....	58
Tabla 12: Simulador de fallas. ....	69
Tabla 13: Ocupación de pines en DLC.....	76
Tabla 14: Toma de datos de sensor ECT.....	90
Tabla 15: Toma de datos de temperatura de aire de admisión (IAT) .....	99
Tabla 16: Toma de datos del sensor TPS .....	108
Tabla 17: Toma de datos del sensor MAP .....	117
Tabla 18: Toma de datos del sensor CKP.....	124
Tabla 19: Códigos de error.....	136

## SÍNTESIS

El inicio de este proyecto se dio el 28 de marzo del año 2014, en las instalaciones de la Universidad Internacional del Ecuador con sede en la ciudad de Guayaquil, en sus talleres y laboratorios donde fue realizada la construcción de su estructura metálica para soporte, se procedió al ensamblaje del motor en el banco, facilitándose la instalación del arnés de cables, sus componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos, para poder obtener un banco de pruebas y simulador de fallas que sea útil en el aprendizaje de los sistemas y componentes de un motor de combustión interna a gasolina con control electrónico en el que se podrán comparar parámetros teóricos, reales y simulados.

Con este proyecto queremos facilitar el aprendizaje del funcionamiento de los diferentes componentes y sistemas que tiene instalado un motor F15S3 ensamblado en los vehículos Chevrolet Aveo 1.5L.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Internacional del Ecuador, con sede en la ciudad de Guayaquil, brinda a la comunidad nuevas oportunidades para el desarrollo profesional, a través de su Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz, formando profesionales de calidad capaces de desarrollar proyectos innovadores que van acorde al desarrollo tecnológico de la industria automotriz en el Ecuador.

Los laboratorios con los que cuenta la institución, nos permitieron que se puedan realizar en ellos el diseño y construcción del banco de pruebas y simulador de fallas de un motor de combustión interna a gasolina del Chevrolet Aveo 1.5L, con inyección electrónica que integra sensores, actuadores y un módulo de control electrónico que servirá para que los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador y la comunidad puedan realizar diferentes pruebas en las que podrán identificar y reconocer cada uno de sus componentes y su funcionamiento.

El banco de pruebas servirá como complemento para el estudio del correcto funcionamiento de los diferentes equipos de diagnóstico con los que se puede realizar lectura de los códigos de fallas y la interpretación de los datos reales de los diferentes sensores y actuadores del motor.

El simulador diseñado para este banco de pruebas nos permitirá modificar los datos reales de los sensores, cambiando la respuesta del módulo de control

electrónico para con los actuadores, generando así un proceso de investigación de los estudiantes sobre los resultados obtenidos en el banco desarrollando en los usuarios una mejor comprensión de los sistemas actuales instalados en los vehículos a gasolina; el desarrollo de este conocimiento permitirá en el futuro una investigación más profunda sobre el control de emisiones de gases contaminantes, siendo este uno de los objetivos principales a desarrollar por los profesionales en el área automotriz.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Definición del problema

La falta de conocimiento del funcionamiento y diagnóstico de los sistemas de inyección electrónica a gasolina genera la necesidad de contar con un banco de pruebas y simulador de fallas con el que los estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador y la Comunidad se puedan capacitar.

### 1.2. Ubicación del problema en su contexto

En nuestro país uno de los vehículos más vendidos en los últimos 3 años según los datos de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2014)<sup>1</sup> es el Chevrolet Aveo, generando la necesidad de construir un banco de pruebas sobre este tipo de motor ya que es necesario estar preparado para responder a las diferentes necesidades o situaciones que se presentaran al momento de realizar un correcto diagnóstico y llegar a realizar una exitosa reparación en el sistema de inyección electrónica, este proyecto permitirá mejorar la capacidad técnica y analítica de la comunidad automotriz lo que mejorará los procesos y tiempos de respuesta generando mayor productividad en el campo laboral.

---

<sup>1</sup> [http://aeade.net/web/images/stories/catalogos/ANUARIO2013\\_interactivo.pdf](http://aeade.net/web/images/stories/catalogos/ANUARIO2013_interactivo.pdf)

### **1.3. Situación en conflicto**

Este proyecto se realizó con la finalidad de capacitar a la comunidad interesada en el área automotriz permitiendo obtener destrezas y conocimientos en sistemas de inyección electrónica a gasolina, el proyecto se llevara a cabo en la ciudad de Guayaquil en los talleres de la Universidad Internacional del Ecuador.

### **1.4. Objetivo de la investigación**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Construir un banco de pruebas y simulador de fallas, para comprobar y comparar resultados reales contra los teóricos del fabricante, con la intención de facilitar el aprendizaje acerca del comportamiento de los motores de combustión interna con inyección electrónica gasolina, analizando diferentes parámetros de comportamiento manejados a consentimiento de los usuarios, dentro de la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Investigar el funcionamiento del motor de combustión interna Aveo 1,5l, con inyección electrónica gasolina.

- b) Desarrollar el estudio y funcionamiento de los sistemas mecánicos y electrónicos del motor de combustión interna Aveo 1,5l, con inyección electrónica gasolina.
- c) Conocer los diversos comportamientos del motor de combustión interna con inyección electrónica gasolina.
- d) Recoger muestras de los diferentes comportamientos del motor a diversas circunstancias para realizar el análisis de los mismos.
- e) Determinar las fallas que se generan en este tipo de motores, para diagnosticar el mal funcionamiento.
- f) Conocer el funcionamiento del equipo para comparar con los datos proporcionados por el fabricante.
- g) Construir el banco de pruebas, simulador y comprobación, para realizar las pruebas de funcionamiento.
- h) Comprobar y verificar los objetivos del proyecto.

### **1.5. Formulación del problema**

¿Es necesario la construcción de un banco de pruebas y simulador de fallas de un motor de inyección electrónica a gasolina que nos permita comparar resultados reales con los teóricos del fabricante?

## **1.6. Alcance**

Se desarrolló un banco de pruebas y simulador de fallas en el motor del Chevrolet Aveo 1.5L, que está equipado con un sistema de inyección electrónica, que servirá para que la comunidad y la institución puedan desarrollar sus conocimientos y destrezas en este tipo de sistemas de inyección a gasolina, se podrán realizar pruebas en tiempo real, simular fallas, adicional se desarrollará el manejo de equipos de diagnósticos para realizar lectura de los códigos de error DTC por sus siglas en inglés (Data Trouble Codes) que se generarán por la simulación de fallas y la investigación de contenidos relacionados con la electrónica aplicada al campo automotriz tratando de que el estudiante obtenga un conocimiento claro en la manipulación de componentes que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico para el correcto diagnóstico de los sistemas del motor.

## **1.7. Sistematización**

La motivación de haber planteado y desarrollado este problema se concentró principalmente en la gran demanda de vehículos en el país que incorporan este tipo de motor, el banco de pruebas y simulador de fallas del motor Chevrolet Aveo 1.5L, está desarrollado para la investigación y capacitación teórico práctica de los estudiantes; es una herramienta didáctica que servirá para la comunidad y las futuras generaciones de estudiantes de la Universidad Internacional del Ecuador, sede Guayaquil, para poder realizar las comprobaciones necesarias y conocer su funcionamiento, realizando pruebas reales desarrollando sus conocimientos.

La universidad contará con una herramienta didáctica que facilitará la enseñanza y aprendizaje de los sistemas de un vehículo con inyección electrónica a gasolina.

### **1.8. Justificación e importancia del problema**

La justificación del proyecto se basa en la necesidad de contar con los equipos de pruebas reales, que permitan demostrar el funcionamiento de los mecanismos de un motor de Chevrolet 1,5L, con sus componentes eléctricos y electrónicos operando sincronizadamente para permitir una mejor comprensión de sus sistemas, ayudando al desarrollo intelectual.

Este trabajo se enmarca y justifica dentro del plan nacional del buen vivir Objetivo 4, Política 4.4 “Mejorar la calidad de la educación en todos sus niveles y modalidades, para la generación de conocimiento y la formación integral de personas creativas, solidarias, responsables, críticas, participativas y productivas, bajo los principios de igualdad, equidad social y territorialidad”. (Gobierno Nacional del Ecuador, 2013-2017)<sup>2</sup> Relacionándose también a la línea de investigación, (UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, 2011) “Diseño de sistemas de control electrónico automotriz, de la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz” (Pág. 4), para la capacitación técnica necesaria en el desarrollo profesional.

---

<sup>2</sup> Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Versión resumida

La importancia de contar con este banco de pruebas del motor del Chevrolet Aveo 1,5L, que es un motor de combustión interna a gasolina con inyección electrónica, se debe al alto índice de estos vehículos en nuestro parque automotor, factor determinante para la necesidad e importancia de construir este simulador.

### **1.9. Hipótesis**

La hipótesis para el presente trabajo se determina de la siguiente manera: “Podemos construir un banco de pruebas para el motor Chevrolet Aveo 1,5L, en el que podamos comprobar el funcionamiento de sus sensores, actuadores y simular fallas”, para beneficio de la comunidad.

## CAPITULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1. Motor Chevrolet Aveo F15S3

El motor del Chevrolet Aveo 1.5L conocido técnicamente como el motor F15S3 es un motor de combustión interna de ciclo Otto<sup>3</sup>, que es el ciclo termodinámico que se aplica a los motores a gasolina, cuenta con sistema de inyección electrónica secuencial indirecta, sincronización de motor por correa dentada, con un solo árbol de levas SOHC, por sus siglas en inglés (Single Overhead Camshaft) que comanda el accionamiento de las válvulas de admisión y escape, en un motor con disposición en línea de cuatro cilindros.

Este motor cuenta con un módulo de control electrónico instalado por su fabricante, la que entre sus múltiples funciones se encarga de controlar emisión de gases contaminantes, control de marcha mínima, rendimiento de combustible, esto lo realiza permanentemente, controlando la mezcla de aire-combustible y el tiempo de encendido más favorable en cada condición del motor.

---

<sup>3</sup> En memoria de Nikolaus August Otto (1832 hasta 1891), quien en 1878 presento por primera vez en la Exposición Universal de Paris un motor de gas a compresión según el principio de trabajo a 4 tiempos.

Por medio de los sensores, la unidad de mando recibe información de las condiciones del motor; esta información es procesada y comparada con una base de datos luego de ser procesada se encargara de ordenar a los actuadores.

Su sistema de alimentación de gasolina opera mediante el uso de una bomba eléctrica que se encuentra en el interior del tanque de combustible, generando el caudal para alcanzar una presión de 3 bares en su sistema, en conjunto con su regulador de presión; siendo este uno de sus parámetros importantes para la correcta inyección del combustible.

“La potencia neta que tiene este motor es de 83 HP a 5600 rpm, con un torque neto de 13 Kg–m a 3000 rpm”<sup>4</sup>.

En su sistema de escape encontramos instalado un sensor de oxigeno o sonda lambda que se encarga de monitorear el resultado de la combustión, identificándola si es una mezcla rica en la que la proporción de aire es menor a la normal o mezcla pobre cuando la proporción de aire es mayor que la normal, tomando en cuenta la mezcla normal conocida como estequiométrica relaciona 14,7 gramos de aire por 1 gramo de combustible, enviando esta información a la unidad de control de motor ECU por sus siglas en inglés (Electronic Control Unit) para que ella se encargue de corregir y mejorar la inyección de combustible.

---

<sup>4</sup> <http://www.chevrolet.com.ec/aveo-family-auto-economico/especificaciones.html>

El motor F15S3 instalado en el Chevrolet Aveo Family, es un vehículo tipo sedán producido por GM-DAEWOO Motors. Su origen y desarrollo tuvo sede en Corea del Sur, en la planta conocida como "GM Daewoo" la cual es ahora subsidiaria de General Motors. Posteriormente pasó a ser ensamblado y fabricado por otras subsidiarias de la GM a nivel global en 120 países bajo cinco nombres diferentes, siendo Ecuador una de estas por medio de GM-OBB del Ecuador.

### **2.1.1. Motor**

El motor utilizado es un GM-DAEWOO F15S3, de 4 tiempos de combustión interna a gasolina, que integra válvulas de admisión y escape, dos por cilindro, sistema de inyección electrónica multipunto, accionado por correa dentada de distribución con un solo árbol de levas (SOHC).



**FIGURA 1: Motor F15S3**

**Autor: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **2.1.2. Inyección Electrónica**

La inyección electrónica es un sistema que fue diseñado para reducir y controlar las emisiones de gases contaminantes, mejorar la eficiencia de los motores de combustión interna, el par motor y el confort al cambiar marchas en el momento de conducir.

### **2.1.3. Generalidades**

El Chevrolet Aveo 1.5L cuenta con un motor de ciclo Otto de 4 tiempos con sistema de inyección electrónica multipunto indirecta, los tiempos de funcionamiento se describen a continuación:

#### **2.1.3.1. Principio de funcionamiento de los 4 tiempos**

En el motor a gasolina de 4 tiempos, es necesaria la sincronización del cigüeñal con las válvulas que abren y cierran los canales de admisión y escape para que sus ciclos de trabajo se cumplan.

Los cuatro tiempos son:

- A) Admisión
- B) Compresión
- C) Combustión (trabajo)
- D) Escape

### **A) 1er. Tiempo: Admisión**

Este tiempo inicia desde el punto muerto superior (PMS), la válvula de admisión se encuentra abierta, la válvula de escape cerrada, el movimiento del pistón es descendente y no se produce combustión. Al descender el pistón, aumenta el volumen del cilindro; es en este momento en el que es aspirada la mezcla aire combustible por que la válvula de admisión que aún está abierta.

### **B) 2do. Tiempo: Compresión**

En este momento las válvulas de admisión y escape están cerradas, el pistón se encuentra en carrera de ascenso, el volumen del cilindro disminuye, reduciendo la cámara de combustión comprimiendo la mezcla y aumentando la presión, unos grados antes de llegar el cilindro a punto muerto superior (PMS) se induce la chispa a través de la bujía.

### **C) 3er. Tiempo: Combustión (Trabajo)**

En este tiempo las válvulas de admisión y escape se mantienen cerradas, se produce la combustión de la mezcla dando lugar a la expansión de los gases, lo que aumenta la presión en el cilindro y empuja el pistón en su carrera descendente hacia el punto muerto inferior (PMI) lo que transfiere trabajo al cigüeñal a través de la biela.

#### **D) 4to. Tiempo: Escape**

La válvula de admisión se mantiene cerrada, la válvula de escape se abre, el pistón se desplaza nuevamente al punto muerto superior (PMS), se realiza el barrido de los gases productos en la combustión, los que se encuentran a alta temperatura.

Como lo define (BOSCH, MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL, 2005)

El motor de combustión interna “Genera su potencia transformando la energía química del combustible en calor, y convirtiendo este calor en trabajo mecánico. La transformación de la energía química en calor se realiza mediante la combustión; la conversión de la energía térmica en trabajo mecánico se realiza mediante su transformación a un medio de trabajo cuya presión aumenta y que realiza el trabajo cuando finalmente se expande”. Pág. 448

La misión del motor de combustión interna es transformar la energía química en calor y esta a su vez en energía mecánica mediante el proceso de combustión.

#### 2.1.4. Especificaciones

A continuación se detallan las especificaciones generales del motor GM-DAEWOO F15S3, proporcionadas por el fabricante en su página web<sup>5</sup>, motor que cuenta con las siguientes características:

**Tabla 1: Especificaciones generales del motor**

Aplicación	Especificación	
	Métrico	Sistema inglés
<b>Datos generales</b>		
Tipo de motor	4 cilindro - en línea	
Desplazamiento	1 498 cm <sup>3</sup>	91.44 pulg <sup>3</sup>
Movimiento de abertura	76.5x81.5 mm	3.01x 3.21 pulg.
Relación de compresión	9.5:1	
Orden de encendido	1-3-4-2	
Potencia máxima - a 5,600 RPM	62 kw (83.1 hp)	
Torque máximo - a 3,000 RPM	128 Nm	94.4 Lb Pies

**Autor:** (General Motors, 2014)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

<sup>5</sup> <https://www.autopartners.net>

**Tabla 2: Especificaciones de Cilindro y Pistón**

<b>Barreno del cilindro</b>		
Diámetro	76.5 mm	3.0118 pulg
Fuera de forma – máximo	0.0065 mm	0.00025 pulg
achaflanamiento - máximo	0.0065 mm	0.00025 pulg
<b>Anillos del pistón</b>		
Anillo, última hendidura - compresión superior	0.3-0.5 mm	0.012-0.020 pulg
Anillo, tapón - segunda compresión	0.3-0.5 mm	0.012-0.020 pulg
Espacio de la ranura - impresión superior	0.060-0.092 mm	0.0024-0.0036 pulg
Espacio de la ranura - segunda compresión	0.050-0.082 mm	0.0020-0.0032 pulg
<b>Pasador del pistón</b>		
Diámetro	17.990-17.995 mm	0.7083-0.7085 pulg
Desviación de la clavija	0.4-0.6 mm	0.016-0.024 pulg

**Autor:** (General Motors, 2014)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

**Tabla 3: Especificaciones de Barra de Levas**

<b>Árbol de levas</b>		
Levante la elevación	4.773 mm	0.188 pulg
Levante el escape	5.267 mm	0.207 pulg
Juego longitudinal	0.09-0.21 mm	0.0035-0.0082 pulg
Diámetro exterior del muñón - No. 1	39.435-39.455 mm	1.552-1.553 pulg
Diámetro exterior del muñón - No. 2	39.685-39.705 mm	1.562-1.553 pulg
Diámetro exterior del muñón - No. 3	39.935-39.955 mm	1.572-1.573 pulg
Diámetro exterior del muñón - No. 4	40.185-40.205 mm	1.582 pulg
Diámetro exterior del muñón - No. 5	40.435-40.455 mm	1.591-1.592 pulg
Diámetro exterior del cojinete - No. 1	39.5-39.525 mm	1.555-1.556 pulg
Diámetro exterior del cojinete - No. 2	39.75-39.775 mm	1.564-1.565 pulg
Diámetro exterior del cojinete - No. 3	40-40.025 mm	1.574-1.575 pulg
Diámetro exterior del cojinete - No. 4	40.25-40.275 mm	1.584-1.585 pulg
Diámetro exterior del cojinete - No. 5	40.5-40.525 mm	1.594-1.595 pulg

**Autor:** (General Motors, 2014)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

**Tabla 4: Especificaciones de Cigüeñal**

<b>Cigüeñal</b>		
Muñón principal - Diámetro - Todos	54.982-54.994 mm	2.164-2.165 pulg
Achaflanamiento – máximo	0.005 mm	0.0001 pulg
Fuera de forma – máximo	0.004 mm	0.0001 pulg
Espacio del cojinete principal - todo	0.026-0.046 mm	0.001-0.00181 pulg
Juego longitudinal del cigüeñal	0.1 mm	0.003 pulg
Muñón de la biela - Diámetro - Todos	42.971-42.987 mm	1.691-1.692 pulg
Achaflanamiento - máximo	0.005 mm	0.0001 pulg
Fuera de forma – máximo	0.004 mm	0.0001 pulg
Espacio de la biela - Todos	0.019-0.07 mm	0.0007-0.0027 pulg
Espacio del lado de la varilla	0.07-0.242 mm	0.0027-0.009 pulg

**Autor:** (General Motors, 2014)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

**Tabla 5: Especificaciones de Válvulas**

<b>vástago de la válvula</b>		
Compensadores de la luz de la válvula	Hidráulicos	
Ángulo de la cara – Todos	45.87-46.12 grados	
Ángulo del asiento – Todos	45 grados	
Ancho del asiento - Admisión	1.3-1.5 mm	0.051-0.059 pulg
Ancho del asiento - Escape	1.6-1.8 mm	0.063-0.071 pulg
Diámetro interior de la guía de la válvula – Todos	6-6.015 mm	0.236-0.237 pulg
Diámetro del vástago de la válvula - Admisión	5.97-5.984 mm	0.232-0.238 pulg
Diámetro del vástago de la válvula - Escape	5.96-5.974 mm	0.231-0.237 pulg
Diámetro de la válvula - Todos - Admisión	37.9-38.1 mm	1.486-1.494 pulg
Diámetro de la válvula - Escape	30.9-31.1 mm	1.216-1.224 pulg
Longitud libre del resorte de la válvula - SOHC	40.9 mm	1.61 pulg
Cargas del resorte de la válvula - válvula abierta @ 21.5 mm (0.846 pulg)	600–650 Y	443-479 lb pies
Cargas del resorte de la válvula - válvula cerrada @ 31.5 mm (1.24 pulg)	260–290 Y	191-213 lb pies
Tipo lubricante	Alimentación forzada	
Tipo de filtro de aceite	Cartucho (Flujo completo)	
Capacidad del depósito de aceite incluyendo el filtro de aceite	3.75 Litro	4 cuartos

**Autor:** (General Motors, 2014)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

**Tabla 6: Especificaciones de Bomba de Aceite**

<b>Bomba de aceite</b>		
Abertura entre el cuerpo de la bomba de aceite y el rotor exterior	0.4-0.484 mm	0.0157-0.0191 pulg
Espacio del lado del rotor exterior	0.045-0.1 mm	0.0018-0.0039 pulg
Espacio interno lateral del rotor	0.035-0.085 mm	0.0014-0.0033 pulg
Longitud libre del resorte de la válvula de alivio	81 mm	3.2 pulg
Tipo de bomba de aceite	Rotativo (Trocoide)	

**Autor:** (General Motors, 2014)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

### **2.1.5. Sistemas complementarios**

El conector de diagnóstico llamado DLC por sus siglas en Ingles (Data Link Connector) es el que sirve de enlace para la comunicación, entre el módulo de control electrónico del vehículo y los diferentes equipos de diagnóstico, en este caso bajo la normativa OBDII por sus siglas en Ingles (On Board Diagnostics Second Generation) que permite reglamentar la emisión de códigos, flujo de datos y ubicación del conector DLC.

**OBDII:** Como indica (Augeri Fernando, 2013) “El sistema OBD II significa (On Board Diagnostics Second Generation – Segunda generación de diagnósticos a bordo). Este sistema apareció en el año 1996 y en sí mismo es un conjunto de normas que

fueron fijadas a las fábricas automotrices con el fin de detectar problemas de emisiones y alertar al conductor de los posibles problemas que presenta el motor. Además se tuvo en cuenta la estandarización de términos, códigos de diagnóstico, terminología y protocolos de comunicación”<sup>6</sup>.

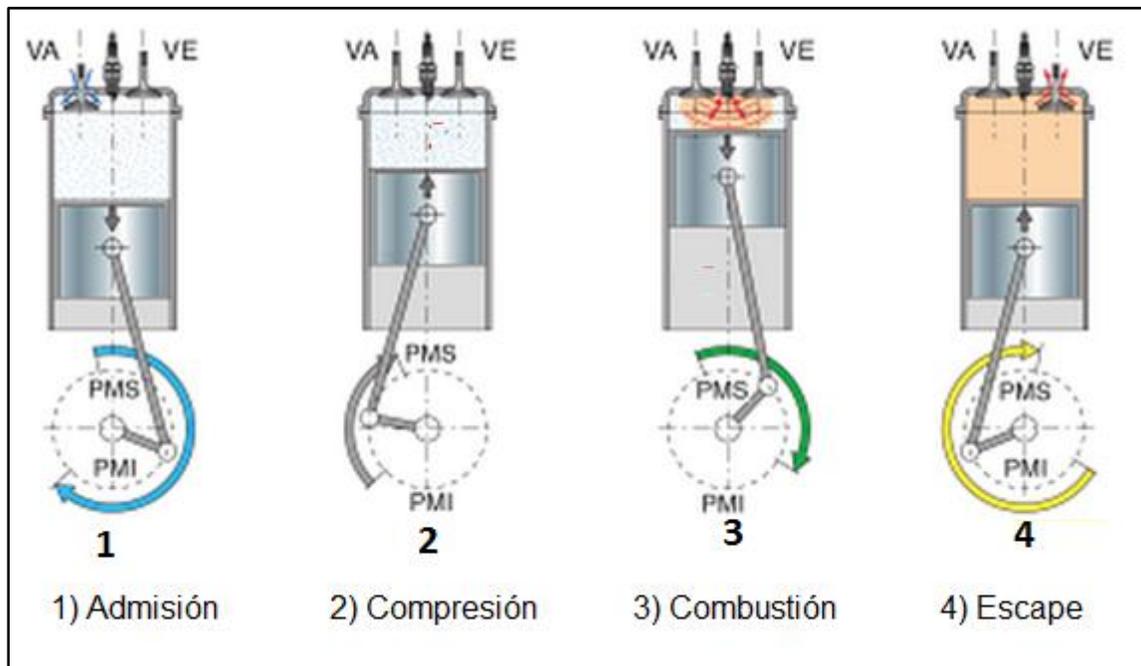
Es el sistema de diagnóstico a bordo de segunda generación que inicio desde el año 1996, con el fin de estandarizar las normativas automotrices para todos los fabricantes.

## **2.2. Funcionamiento**

El motor de gasolina en el que está basado el banco de pruebas, es un motor de 4 tiempos, que se observan en la figura 2. En la posición 1 se cumple el tiempo de admisión, el pistón realiza un recorrido descendente desde el punto muerto superior (PMS) hasta su punto muerto inferior (PMI) donde la válvula de admisión se encuentra abierta y la de escape cerrada; en la posición 2 se produce el tiempo de compresión debido a la carrera ascendente del pistón desde PMI hasta el PMS, con las válvulas de admisión y escape cerradas; en la posición 3 se genera la combustión de la mezcla aire-combustible comprimida en la cámara de combustión mediante el salto chispa de la bujía, que genera el movimiento descendente del pistón desde el PMS al PMI, las válvulas de admisión y escape se mantienen cerradas; finalmente en la posición 4 se realiza el tiempo de escape mediante el barrido del pistón desde el PMI al PMS durante la apertura de la válvula de escape.

---

<sup>6</sup> <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/513-terminolog%C3%ADa-del-sistema-obdii.html>



**FIGURA 2: Ciclo del motor Otto de 4 tiempos**  
**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**  
**Autor: (Esteban José Domínguez & Julián Ferrer, 2008)<sup>7</sup>**

## 2.3. Control electrónico del motor

### 2.3.1. Sensores

Los sensores captan las diferentes señales, que se producen en un motor como son, aceleración, rotación, velocidad, presión, temperatura, altitud y detonación, estas señales son enviadas a la unidad de control electrónico ECU por sus siglas en inglés (Electronic Control Unit) la que se encarga de regular el trabajo de los actuadores dependiendo de las señales recibidas por los sensores, indispensables para la función de mando y regulación del sistema.

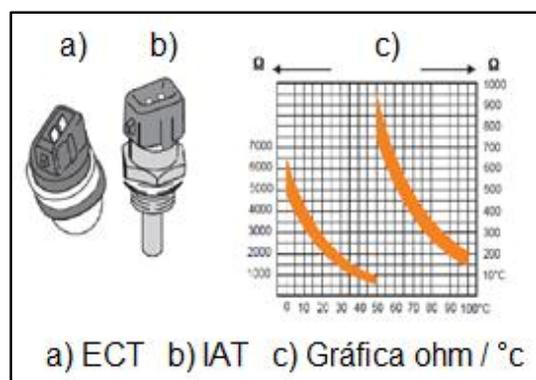
<sup>7</sup> Libro PCPI - Mecánica del vehículo – Editex - 2008

“Los sensores transforman una magnitud física o química (generalmente no eléctrica) en una magnitud eléctrica (en ocasiones a través de etapas intermedias no eléctricas)”. (BOSCH, MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL, 2005) Pág. 11

### 2.3.1.1. Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura del automóvil utilizados en el motor de combustión interna, generalmente se encargan de medir la temperatura del refrigerante que se utiliza en los motores refrigerados por líquido y en medir la temperatura del aire aspirado por el motor.

“La sonda térmica del motor mide la temperatura de este y entrega una señal eléctrica a la unidad de control electrónico. La señal de temperatura del motor tiene gran importancia para las fases de arranque y calentamiento”<sup>8</sup>. (Mecánica Automotriz Fácil, 2006)



**FIGURA 3: Sensor de Temperatura**

<sup>8</sup> Inyección Electrónica en Motores a Gasolina, año 2006, sección 1 página 35, Editorial México Digital Comunicación, Ciudad de México.

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

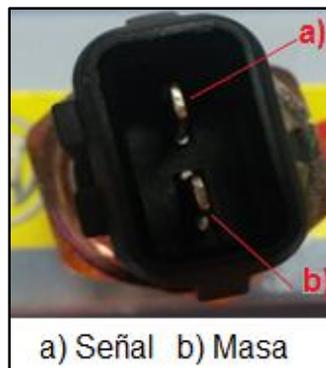
**Tabla 7: Datos sensores de temperatura.**

<b>Comparación de temperatura y resistencia</b>			
<b>°C</b>	<b>°F</b>	<b>ECT Ohms</b>	<b>Ohmios de IAT</b>
Valores de temperatura contra resistencia (aproximados)			
100	212	177	187
90	194	241	246
80	176	332	327
70	158	467	441
60	140	667	603
50	122	973	837
45	113	1188	991
40	104	1459	1180
35	95	1802	1412
30	86	2238	1700
25	77	2796	2055
20	68	3520	2500
15	59	4450	3055
10	50	5670	3760
5	41	7280	4651
0	32	9420	5800
-5	23	12300	7273
-10	14	16180	9200
-15	5	21450	9200
-20	-4	28680	15080
-30	-22	52700	25600
-40	-40	100700	45300

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### 2.3.1.1.1. Sensor de temperatura del refrigerante de motor (ECT)

El sensor de temperatura del refrigerante del motor es un termistor de tipo coeficiente negativo de temperatura NTC por sus siglas en Ingles (Negative Temperature Coefficient), al ser un termistor NTC su valor resistivo aumenta si el valor de temperatura disminuye, se encuentra instalado generalmente en el bloque del motor, mantiene contacto con el líquido de enfriamiento. Su función principal es medir la temperatura del motor por medio del líquido refrigerante y su valor de resistencia se modifica de acuerdo con la temperatura del refrigerante.

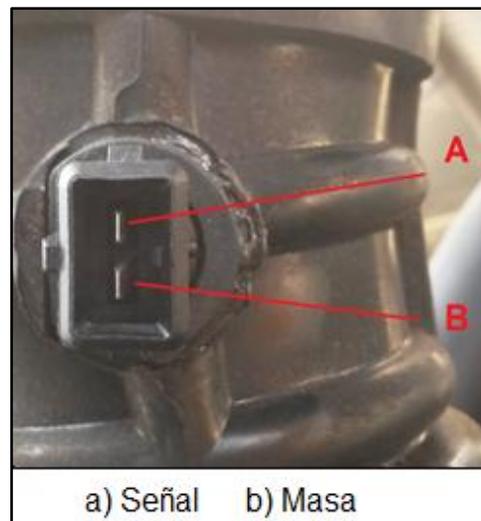


**FIGURA 4: Sensor de temperatura de refrigerante**

Influye en el tiempo de apertura de los inyectores, enriqueciendo la mezcla para los arranques en frío; la ausencia de su señal producirá una baja potencia del motor y humo negro a la salida del escape lo que indicaría una mezcla extremadamente rica.

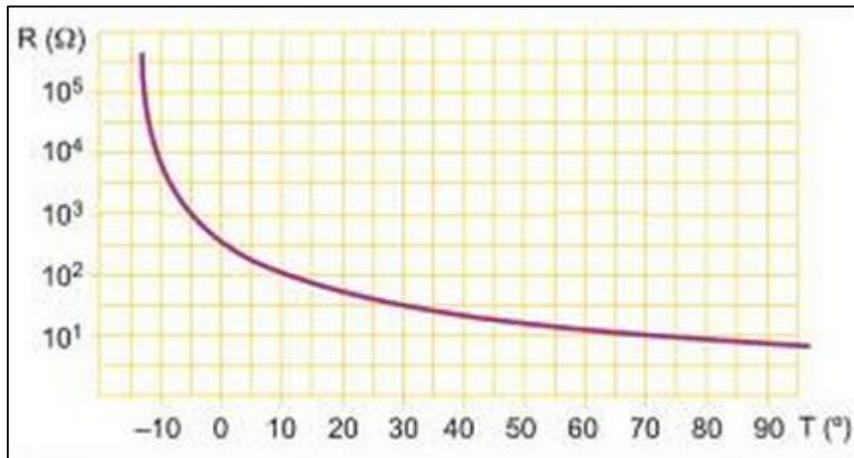
#### 2.3.1.1.2. Sensor de temperatura de aire aspirado (IAT)

El sensor de temperatura de aire aspirado IAT por sus siglas en inglés (Intake Air Temperature) ubicado generalmente entre el depurador de aire y el múltiple de admisión, detecta la temperatura del aire que se encuentra ingresando al motor, cuando la temperatura del aire aspirado disminuye, este aumenta de densidad y como resultado el módulo de control electrónico debe aumentar la cantidad de combustible inyectado al motor para mantener una correcta relación de la mezcla aire-combustible y viceversa.



**FIGURA 5: Sensor IAT**

Es un termistor de tipo NTC (coeficiente negativo de temperatura), una posible falla de un sensor defectuoso ocasiona una leve variación en la relación aire-combustible.



**FIGURA 6: Comportamiento del sensor IAT**

**AUTOR: (Marín & Doblado, 2010)<sup>9</sup>**

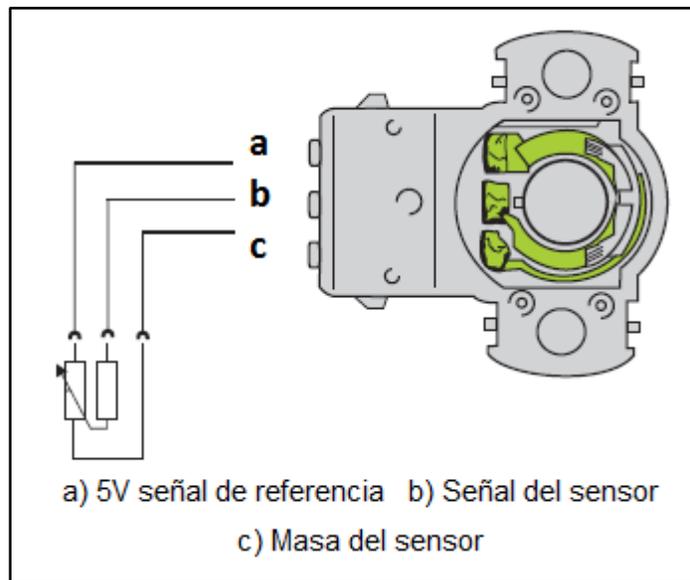
**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **2.3.1.2. Sensor de posición del acelerador (TPS)**

El sensor de posición de mariposa TPS por sus siglas en inglés (Throttle Position Sensor) incorpora un potenciómetro que es una resistencia variable con un contacto móvil, accionado por el movimiento del eje de la mariposa de aceleración la que en este caso se encuentra conectada al cable de aceleración.

El TPS determina la posición de la mariposa de aceleración, mediante uno de sus contactos que se desliza sobre una pista de resistencia, informa de todo el recorrido de apertura de la mariposa desde totalmente cerrada hasta totalmente abierta, correspondiéndole un valor determinado de resistencia a cada una de las posiciones.

<sup>9</sup> Sistemas de seguridad y confortabilidad, año 2010, página 204, Editorial Paraninfo, Madrid.



**FIGURA 7: Sensor de posición de acelerador**

**AUTOR:** (VOLKSWAGEN, 2001)<sup>10</sup> Pág. 39

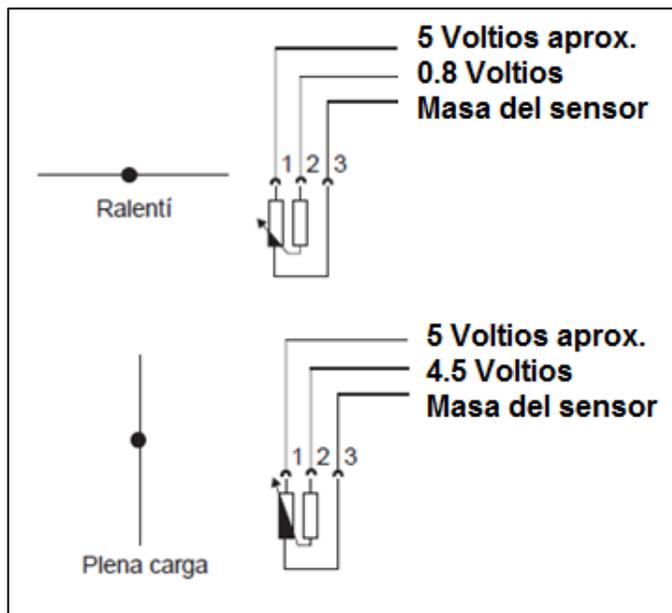
**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

En caso de ausentarse la señal, la ECU utiliza valores sustitutivos en función de las revoluciones por minuto del motor R.P.M. y el sensor de carga.

Generalmente es un sensor de 3 terminales, uno recibe un voltaje de referencia de 5 voltios desde la unidad de control electrónico, el segundo terminal proporciona una retroalimentación hacia la computadora, el tercer cable es la masa del sensor TP.

Su señal varía desde 0.8 volt con la mariposa de aceleración cerrada y su valor máximo aproximadamente de 4 volt con su máximo de apertura.

<sup>10</sup> Inyección Básica, año 2001, Editorial Volkswagen de México, Ciudad de México.



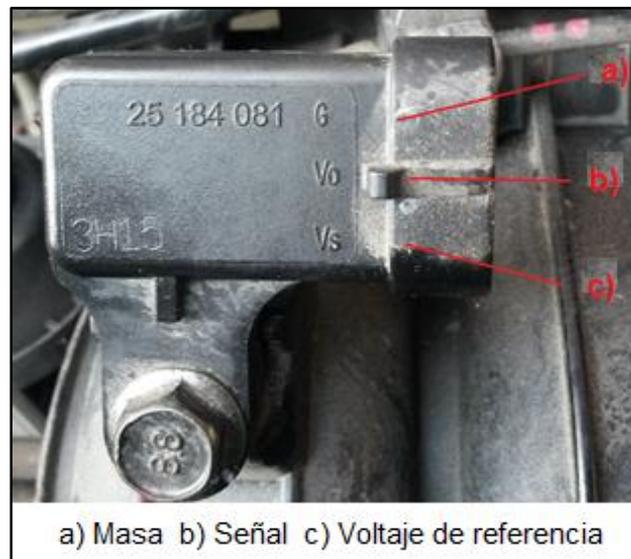
**FIGURA 8: Sensor TPS**

**AUTOR: (VOLKSWAGEN, 2001)**

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 2.3.1.3. Sensor de presión absoluta (MAP)

Sensor de presión absoluta en el colector de admisión MAP por sus siglas en inglés (Manifold Absolute Pressure) posee un orificio de entrada de aire que se encuentra en contacto con el interior del múltiple de admisión del motor, después del cuerpo de aceleración. Informa a la unidad de control electrónico la variación de presión que se produce en el interior del colector de admisión, de esta manera la ECU se mantendrá informada de la presión a la que se encuentra sometida la mezcla aire combustible, mediante su funcionamiento convierte este valor en una señal de voltaje.



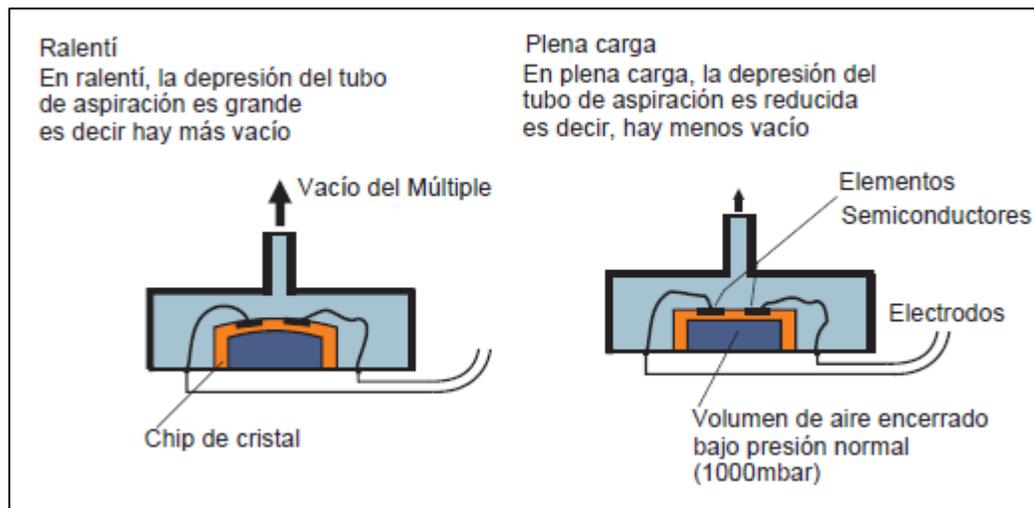
**FIGURA 9: Sensor MAP**

El módulo de control electrónico alimenta de 5 volt de referencia al sensor de presión absoluta. Con la mariposa del acelerador totalmente abierta el vacío es bajo y la presión interior en el colector de admisión es alta, la señal de retorno que envía el sensor MAP puede variar entre 4 y 4.6 voltios. Cuando la mariposa de aceleración se encuentra cerrada el vacío que se encuentra en el interior del colector de admisión es alto y la presión en el interior es baja, el voltaje de retorno desde el sensor al módulo de control electrónico puede variar entre 0.8 y 1.6 voltios. Esta información se utiliza para los cálculos de cantidad de combustible inyectada y avance de encendido.

**Tabla 8: Datos de altitud versus con la presión barométrica**

<b>Altitud versus presión barométrica</b>			
<b>Altitud medida en metros (m)</b>	<b>Altitud medida en pies (pie)</b>	<b>Presión barométrica medida en kilo pascales (kPa)</b>	<b>Presión barométrica medida en libras por pulgada cuadrada (PSI)</b>
Determine su altitud comunicándose con la estación meteorológica local o utilizando otra fuente de referencia.			
4,267	14	56-64	8.1-9.3
3,962	13	58-66	8.4-9.6
3,658	12	61-69	8.8-10.0
3,353	11	64-72	9.3-10.4
3,048	10	66-74	9.6-10.7
2,743	9	69-77	10.0-11.2
2,438	8	71-79	10.3-11.5
2,134	7	74-82	10.7-11.9
1,829	6	77-85	11.2-12.3
1,524	5	80-88	11.6-12.8
1,219	4	83-91	12.0-13.2
914	3	87-95	12.6-13.8
610	2	90-98	13.1-14.2
305	1	94-102	13.6-14.8
0	0 Nivel del mar	96-104	13.9-15.1
-305	-1	101-105	14.6-15.2

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 10: Función del Sensor MAP**

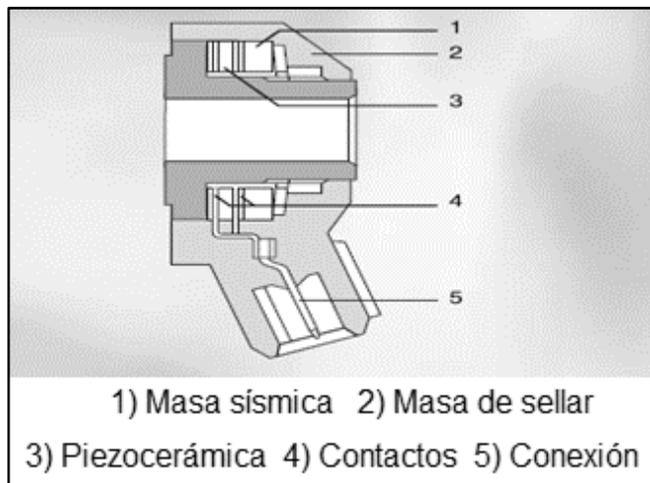
**AUTOR:** (VOLKSWAGEN, 2001) (PAG 33)

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### 2.3.1.4. Sensor de detonación (KS)

Los sensores de detonación se sitúan directamente en el bloque del motor donde se registra el origen del golpeo y transfiere los datos al sistema de gestión del motor, sirven para adelantar o retrasar el momento del encendido (punto de encendido), buscando siempre el mejor momento para la chispa. Estos valores se usan después para contrarrestar el problema y asegurar una combustión suave. Esto permite una mayor eficiencia y una vida útil más larga. El picado (detonación) puede producir daños permanentes en el motor<sup>11</sup>. (BOSCH, 2012)

<sup>11</sup> Sistemas de Inyección Electrónica, Autor: Bosch, Campiñas.



**FIGURA 11: Sensor de Detonación**

**Autor: (BOSCH, 2012)**

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

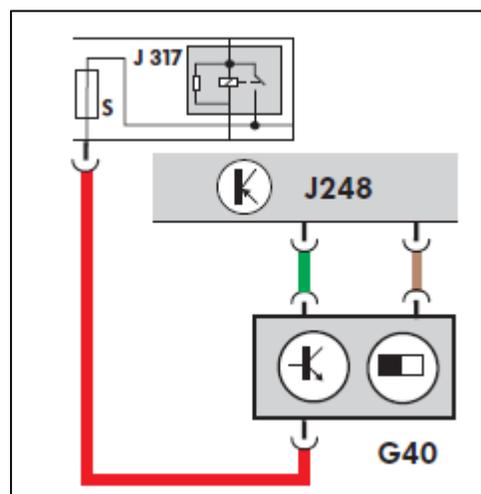
En determinadas circunstancias, pueden ocurrir procesos de quemas anormales que son conocidas como “picado”, “cascabeleo”, o “pistoneo”. Ese proceso de quema indeseado es la consecuencia de una combustión espontánea, sin la acción de la chispa (autoencendido). En ese proceso anormal pueden ocurrir velocidades de llama (fuego) por encima de 2.000 m/s, mientras que en una combustión normal, la velocidad es de aproximadamente 30 m/s.

En ese tipo de combustión “fulminante” ocurre una elevada presión de los gases, generando prolongadas olas de vibraciones contra las paredes de la cámara de combustión. Ese proceso inadecuado de quema disminuye el rendimiento y reduce la vida útil del motor.

Instalado en el bloque del motor, el sensor de “picado” tiene la función de captar (escuchar) las detonaciones no deseadas e informarlas a la unidad de mando, que corregirá gradualmente el punto de encendido, evitando la combustión irregular.

### 2.3.1.5. Sensor de posición de árbol de levas (CMP)

El sensor de posición del árbol de levas CMP por sus siglas en inglés (Camshaft Position) es un sensor instalado en la parte delantera del porta árbol de levas, que genera un pulso digital ya que es un sensor de efecto HALL, envía una señal por cada giro del árbol de levas. Su información es receptada por el módulo de control electrónico el que a su vez con la señal del sensor de posición de cigüeñal calcula la posición del tren de válvulas con respecto al cigüeñal, así puede controlar de forma secuencial los pulsos de inyección, optimizando el consumo de combustible.



**FIGURA 12: Diagrama eléctrico del sensor de árbol de levas (CMP)**

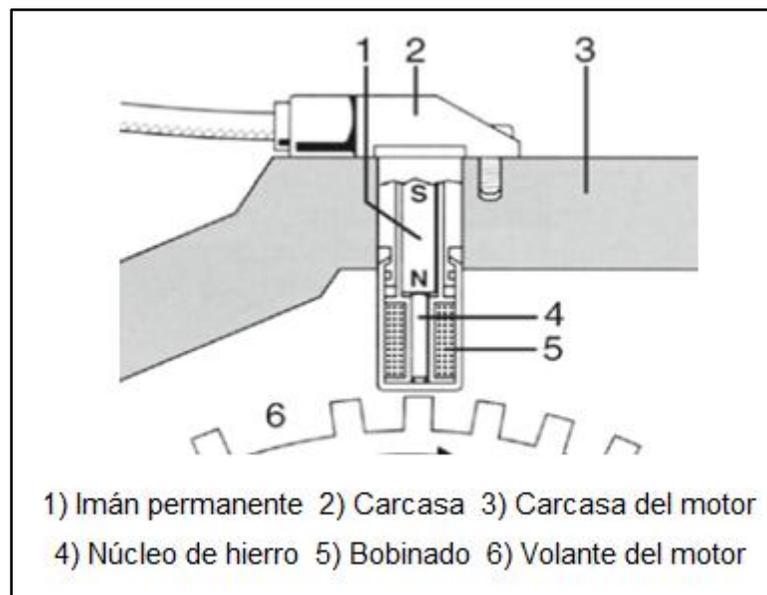
**Autor:** (BOSCH, 2012)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

### 2.3.1.6. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor de posición del cigüeñal CKP por sus siglas en inglés (Crankshaft position) se encuentra alojado en el bloque motor. El cigüeñal tiene una rueda dentada ferromagnética con una marca de referencia (entre - diente), el tacómetro capta la secuencia de los dientes, la unidad de mando calcula, en base a la señal, la posición del cigüeñal y el número de revoluciones.

En algunos sistemas hay dos sensores montados, en ese caso la posición del cigüeñal y el número de revoluciones se registran por separado.



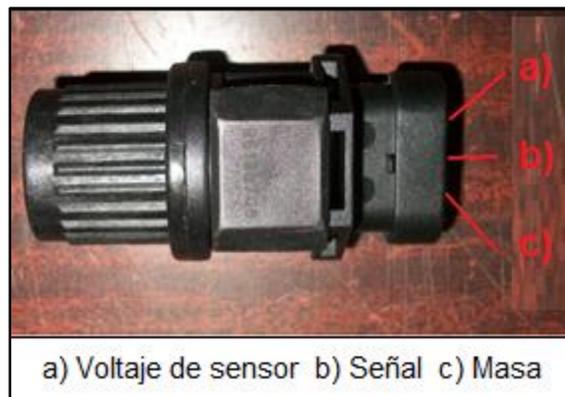
**FIGURA 13: Sensor de Posición del Cigüeñal**

**AUTOR:** (BOSCH, 2012)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

### 2.3.1.7. Sensor de velocidad (VSS)

La información de velocidad del vehículo se proporciona al módulo de control del motor (ECM) por medio del sensor de velocidad del vehículo (VSS). El VSS es un generador de imán permanente que está montado en la transmisión y produce un voltaje de pulso. La amplitud y la frecuencia de voltaje de CA aumentan con la velocidad del vehículo. El ECM convierte el voltaje de pulso en km/h. (General Motors, 2014).

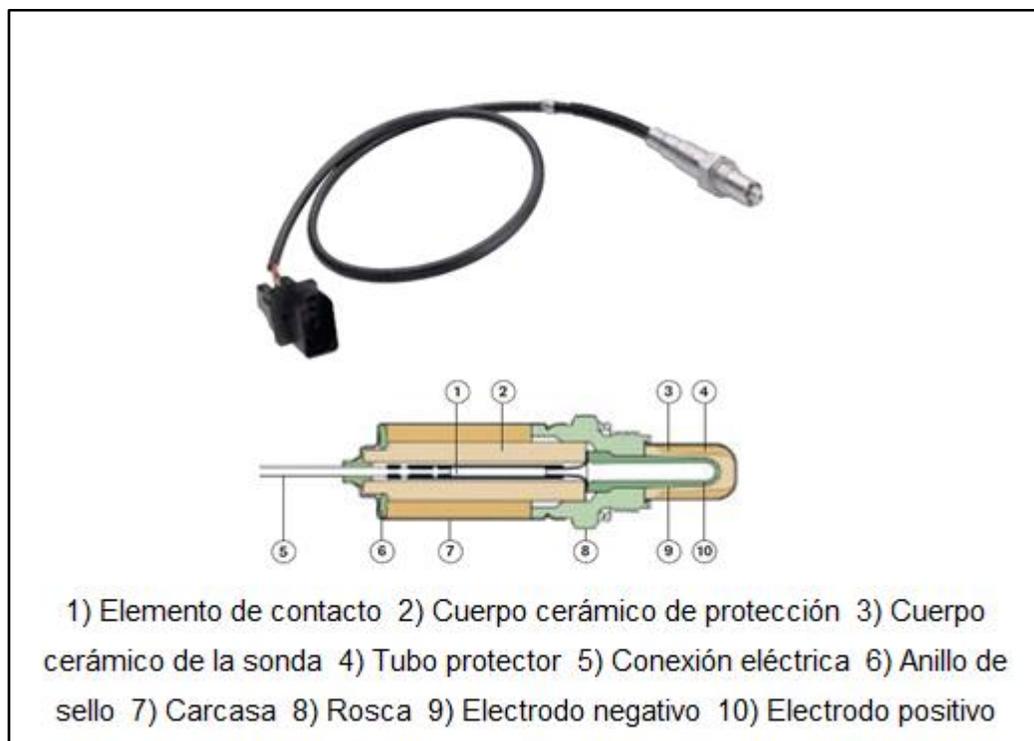


**FIGURA 14: Sensor VSS**

La señal generada por el sensor de velocidad del vehículo es enviada hacia el módulo de control electrónico de motor, esta a su vez se suministra al tablero de instrumentos para el funcionamiento de su velocímetro y su cuenta kilómetros respectivamente.

### 2.3.1.8. Sensor de oxígeno ( $\lambda$ )

La sonda lambda es un sensor que mide la cantidad de oxígeno de los gases de escape del vehículo y los compara con el aire exterior. Con esto, permite que los motores de combustión sean regulados de modo que el catalizador funcione de manera ideal. Resultado la combustión ocurre con la mezcla ideal de aire-combustible, lo que hará que el catalizador funcione de la mejor forma, con niveles mínimos de emisión de gases, desempeño ideal del motor y reducción de hasta un 15% del consumo de combustible. (BOSCH, 2012)



**FIGURA 14: Sensor de Oxígeno**

**Autor:** (BOSCH, 2012)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

### 2.3.2. Actuadores

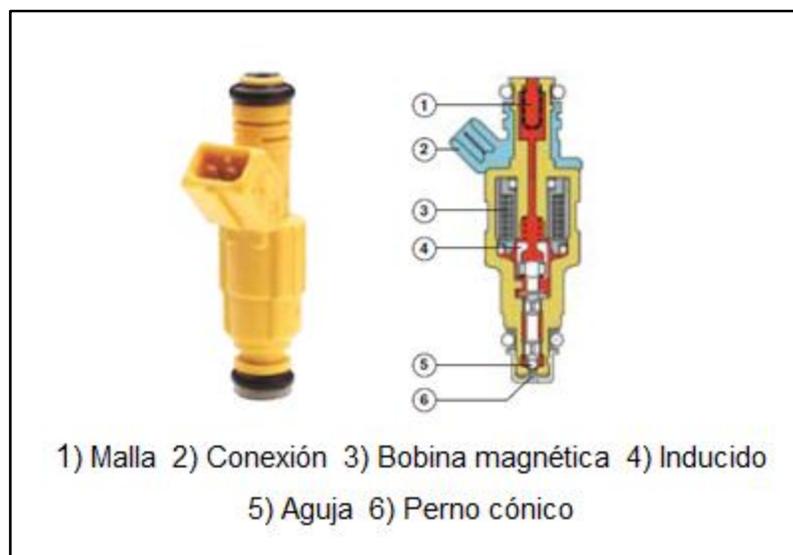
Son los que se encargan de ejecutar las órdenes que envía la unidad de control electrónico; necesarias para realizar un eficiente trabajo, los actuadores en el sistema de inyección electrónica son:

- Válvulas Inyectores.
- Bobina de ignición
- Válvula IAC.
- Válvula EVAP.
- Relé de la bomba de combustible.
- Relé del electro ventilador.
- Relé de control del aire acondicionado.

“Los actuadores constituyen la interface entre el procesamiento de la señal (procesamiento de la información) y el proceso (mecánico). Transforman las señales que aportan la información de ajuste, de baja potencia, en señales potentes correspondientes a la energía necesaria para intervenir en el proceso”. (BOSCH, MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL, 2005) Pág. 140

### 2.3.2.1. Inyectores

Los inyectores desempeñan un papel esencial en los motores modernos, garantizando el rendimiento, el funcionamiento económico y las bajas emisiones. Un mal funcionamiento puede conducir a daños graves en el motor - es la razón por la que los inyectores defectuosos deben ser detectados y sustituidos lo más rápidamente posible.

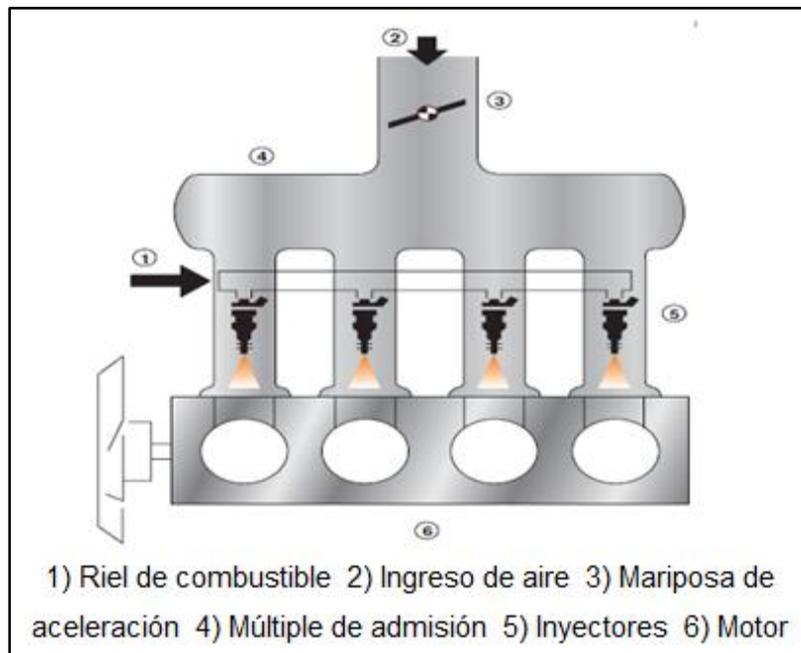


**FIGURA 15: Válvulas de Inyección.**

**Autor:** (BOSCH, 2012)

**Modificado por:** José Chávez – Santiago Espinosa

Cada cilindro del motor tiene asignada una válvula de inyección. Estas válvulas se regulan electrónicamente e inyectan el combustible delante de las válvulas de aspiración del motor. En este proceso, la aguja de la tobera se levanta alrededor de 0,1 mm de su asiento y el combustible puede salir por un orificio anular de precisión.



**FIGURA 16: Sistema de inyección multipunto.**

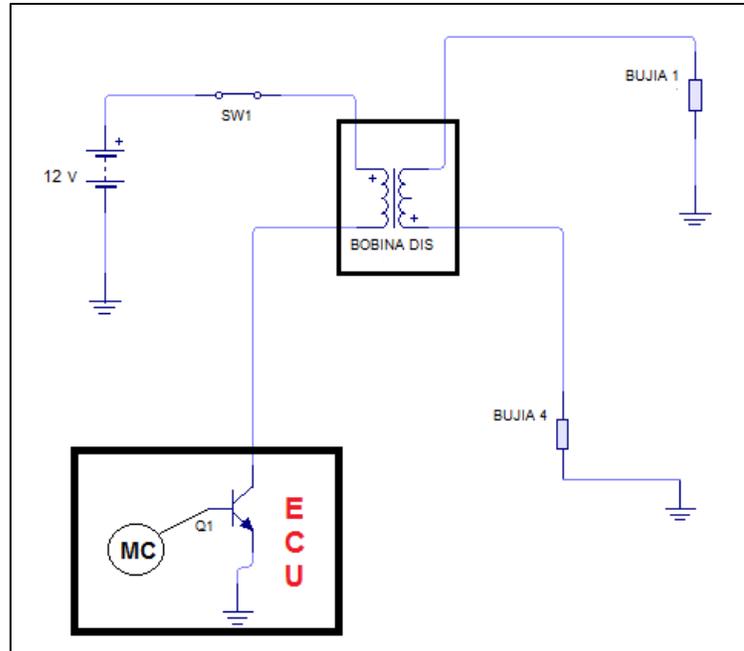
**AUTOR:** (BOSCH, 2012)

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **2.3.2.2. Bobina de ignición (IC)**

La bobina de ignición IC por sus siglas en inglés (Ignition Coil), tiene como función acumular la energía necesaria para generar la alta tensión requerida por el sistema de encendido, es un paquete de bobinas doble, a cada bobina le corresponde dos cilindros ya que en el momento de encendido se produce en ambas bujías de encendido el salto de chispa. Basado en la ley de la inducción la bobina de encendido permite el paso de corriente eléctrica a través de su devanado primario, la energía acumulada en el campo magnético se transmite por efectos de la inducción magnética al devanado secundario de la bobina generando el alto voltaje y de ahí a las bujías de

encendido, esta chispa se utiliza para encender la mezcla aire-combustible en el momento correcto.

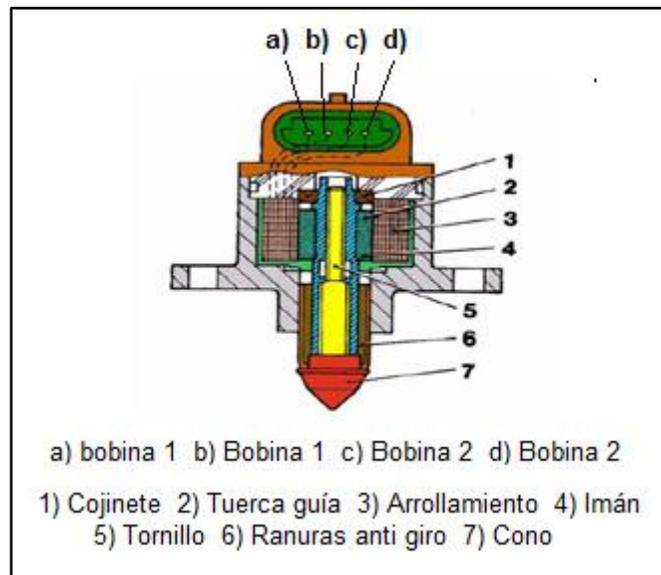


**FIGURA 17: Diagrama Sistema DIS**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **2.3.2.3. Válvula de control de aire (IAC)**

La válvula de control de aire IAC por sus siglas en inglés (Idle Air Control) se encuentra instalado en el cuerpo de aceleración, delante del múltiple de admisión, su función principal es controlar y ajustar la cantidad de aire de ralentí en la admisión, recibe señales desde el módulo de control electrónico, cerrando y abriendo un paso de aire entre la mariposa del cuerpo de aceleración, está formado por dos bobinas internas (arrollamiento) que constituyen parte de su motor paso a paso.



**FIGURA 18: Válvula IAC**

**AUTOR:** (© Robert Bosch GmbH, 2008)<sup>12</sup>

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

El motor de paso a paso tiene las siguientes funciones:

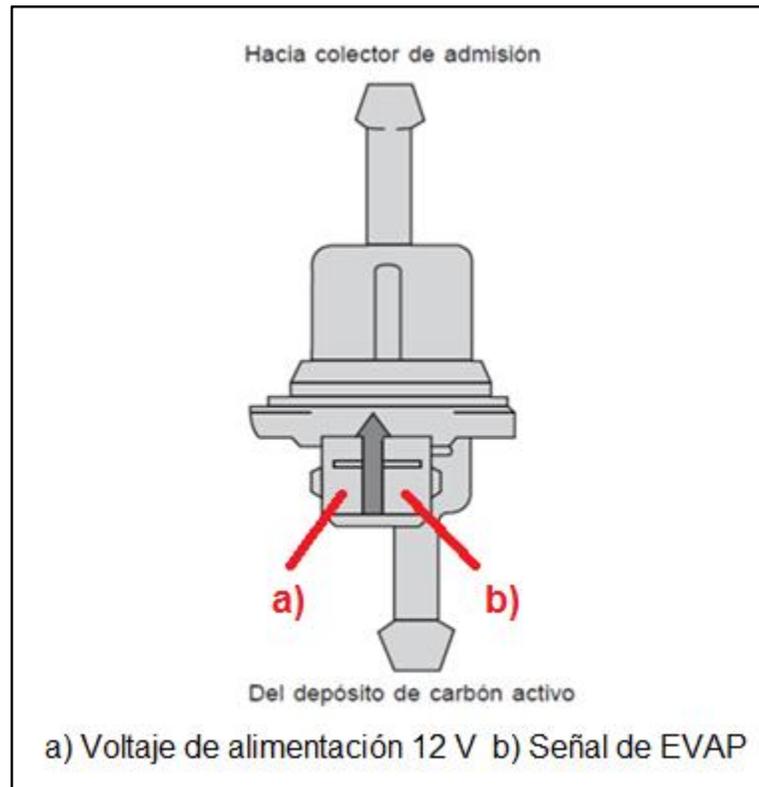
- Mantener constante el régimen del ralentí.
- Regular el funcionamiento del motor durante la etapa de calentamiento.

#### **2.3.2.4. Válvula de solenoide de purga del Canister (EVAP).**

La válvula EVAP por sus siglas en inglés (Evaporative Purge Vent Solenoid), es una válvula solenoide controlada por el ECM mediante una señal negativa, la cual modula el paso de los vapores generados por el combustible en el tanque de gasolina, los que se encuentran acumulados en el canister. La unidad de control electrónico

<sup>12</sup> Sensores y Actuadores EK4, © Robert Bosch GmbH 2008.

mediante el análisis de las señales del sensor de posición del acelerador (TPS), del sensor de temperatura del motor (ECT) y el sensor de oxígeno ( $O_2$ ) determinará sus ciclos de apertura.



**FIGURA 19: Válvula EVAP**

**AUTOR:** (VOLKSWAGEN, 2001)

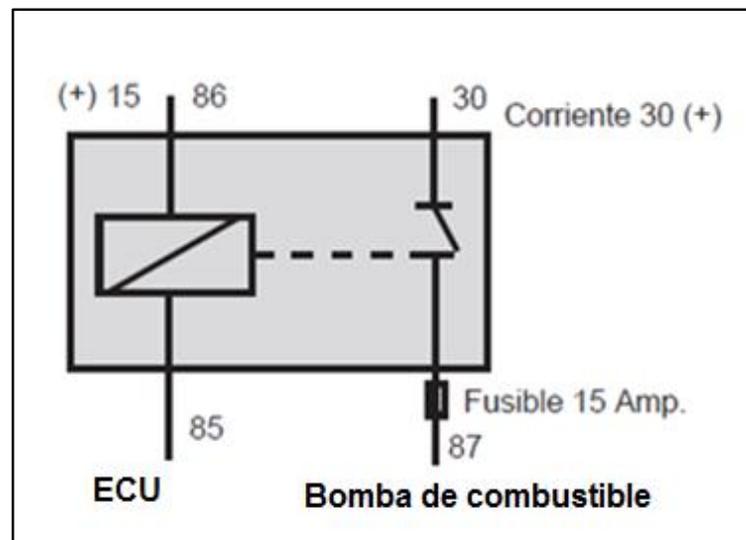
**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

A raíz de las condiciones de temperatura cambiantes se producen, principalmente en depósitos de combustible, vapores que escapan al ambiente al tratarse de sistemas de ventilación y desaireación convencionales. Para evitar estas emisiones de evaporación y corresponder con diferentes exigencias legales se han introducido sistemas de carbón activo. A motor parado y con el motor en marcha, como

consecuencia del calentamiento que experimenta la gasolina, pasan los vapores del depósito de carbón activo. (VOLKSWAGEN, 2001)

### 2.3.2.5. Relé de la bomba de combustible.

El relé de comando es el responsable por mantener la alimentación eléctrica de la batería para la bomba de combustible y otros componentes del sistema, si ocurriera un accidente, el relé interrumpe la alimentación de la bomba de combustible, evitando que la bomba permanezca funcionando con el motor apagado, la interrupción ocurre cuando el relé no más recibe la señal de revolución, proveniente de la bobina de encendido, es un componente que cuando dañado podrá parar el motor del vehículo.



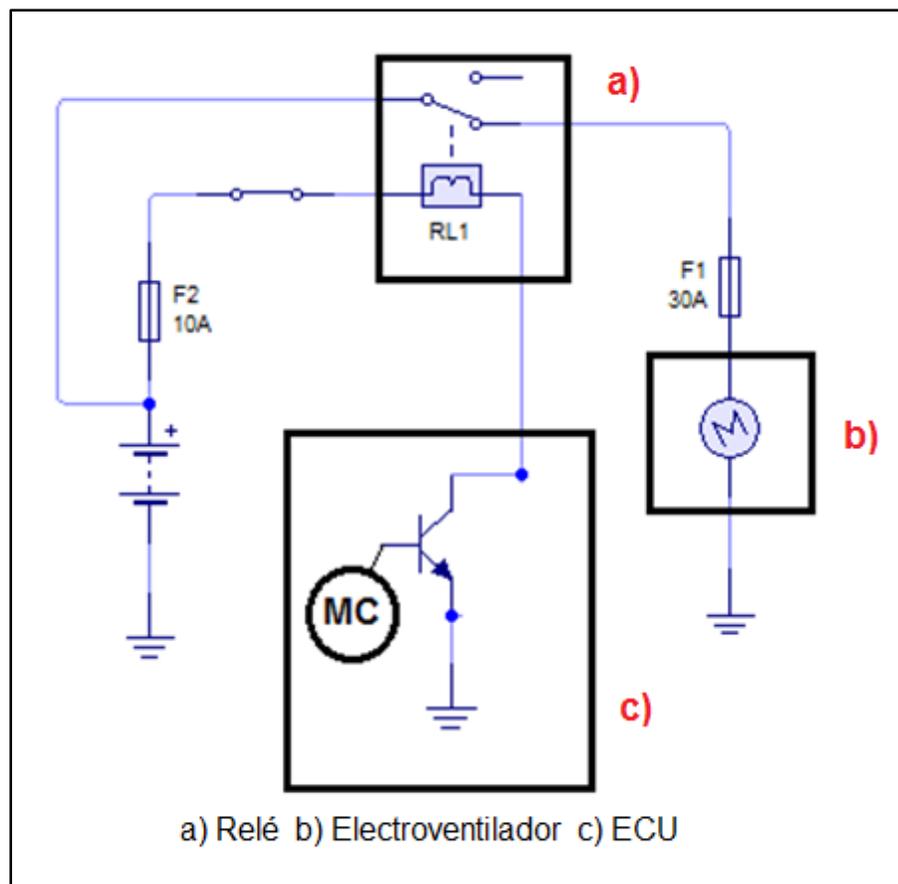
**FIGURA 20: Diagrama del Relé**

**AUTOR:** (VOLKSWAGEN, 2001)

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 2.3.2.6. Relé de electro ventilador

Su función es comandar el accionamiento de los electro-ventiladores que van adosados al intercambiador de calor (radiador), son controlados a través del módulo de control electrónico del motor, el que a su vez en base a los datos proporcionados por el sensor de temperatura del refrigerante del motor y el presostato del sistema de aire acondicionado decide sobre su operación, activándolos según los requerimientos del sistema.



**FIGURA 21: Diagrama relé del electroventilador**  
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 2.3.3. Unidad de control electrónico ECU

Es la encargada de recibir las señales de los diferentes sensores del sistema de inyección electrónica, para calcular mediante un software la activación de los actuadores a través de un micro controlador, que además está encargado de regular las emisiones contaminantes expulsadas por el motor.

“La unidad de control recibe las señales eléctricas de los sensores, las evalúa y calcula las señales de activación para los elementos actuadores. El programa de control, el software, está almacenado en una memoria. De la ejecución del programa se encarga un micro controlador. Los componentes de la unidad de control reciben el nombre de hardware”. (TÉCNICA DEL AUTOMOVIL, 2005) Pág. 38



**FIGURA 22: Unidad de control electrónico (ECU)**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **2.3.3.1. Generalidades**

El módulo de control del motor (ECM) es el centro de control del sistema de inyección de combustible. Éste observa constantemente la información desde varios sensores y controla los sistemas que afectan el rendimiento del vehículo. El ECM también lleva a cabo las funciones de diagnóstico del sistema. Éste puede reconocer los problemas de funcionamiento, poner en aviso al conductor a través de la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) y almacenar los códigos de problema de diagnóstico, los cuales identifican las áreas de problema para ayudar al técnico en las reparaciones. (General Motors, 2014)<sup>13</sup>

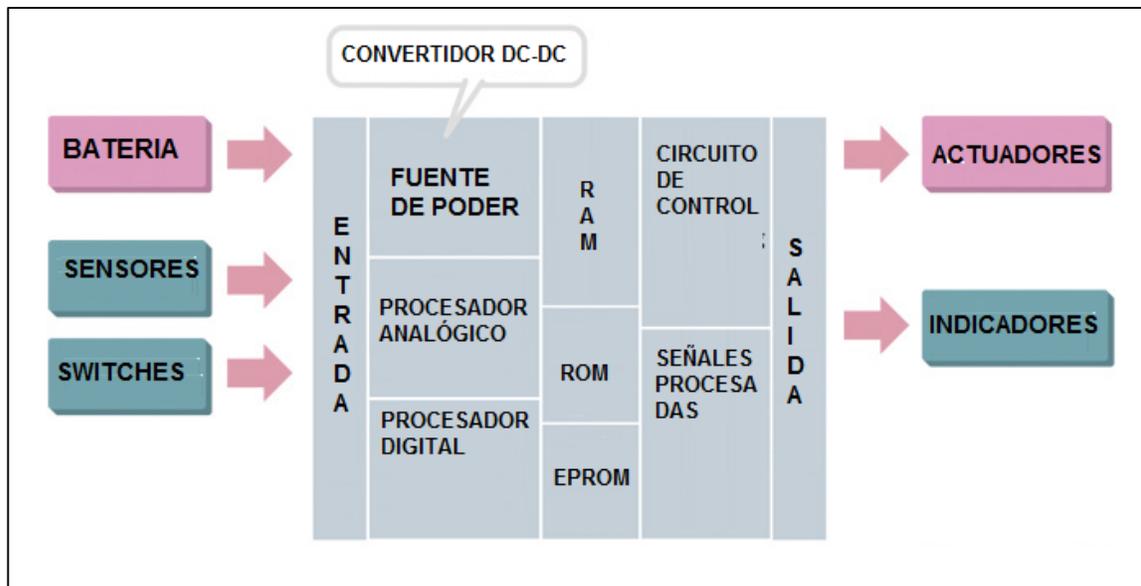
### **2.3.3.2. Elementos constitutivos**

Entre sus elementos que la constituyen podemos nombrar la memoria RAM por sus siglas en inglés (Random Acces Memory) es la memoria principal de la computadora, donde residen programas y datos, sobre la que se pueden efectuar operaciones de lectura y escritura. Memoria ROM (Read Only Memory) es un circuito integrado de memoria de solo lectura que almacena instrucciones y datos de forma permanente. Memoria EPRON (Electrically Programmable Read Only Memory) memoria programable para lectura solo es borrrable electrónicamente es una memoria permanente, contiene todos los algoritmos de control, además tiene un convertidor de señales de

---

<sup>13</sup> General Motor Co. [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net), VSP Logon Form, 2014

analógicas a digitales, circuitos de potencia, diodos, transistores, condensadores y drivers.



**FIGURA 23: Componentes de la ECU**  
Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

#### 2.3.4. Sistema eléctrico

##### 2.3.4.1. Generalidades

El sistema eléctrico del vehículo tiene como objetivo principal la distribución de la energía necesaria para el funcionamiento de los diferentes elementos constitutivos del automóvil, permitiendo así el funcionamiento de los subsistemas de distribución eléctrica de energía, sistema de arranque y sistema de carga.

La tensión necesaria para su correcto funcionamiento es provista por un acumulador de corriente continua de 12 voltios.

## **2.3.4.2. Elementos constitutivos**

### **2.3.4.2.1. Acumulador**

El acumulador o también conocido como batería es la encargada de almacenar la energía necesaria para el funcionamiento del sistema eléctrico, cumple con la funciones de entregar la energía solicitada por el sistema de arranque en el momento que trata de poner en marcha el motor y acumular la energía enviada por el sistema de carga durante su funcionamiento, además mantiene la estabilidad en el sistema, mientras entrega la energía que demandan todos los componentes eléctricos del automóvil.

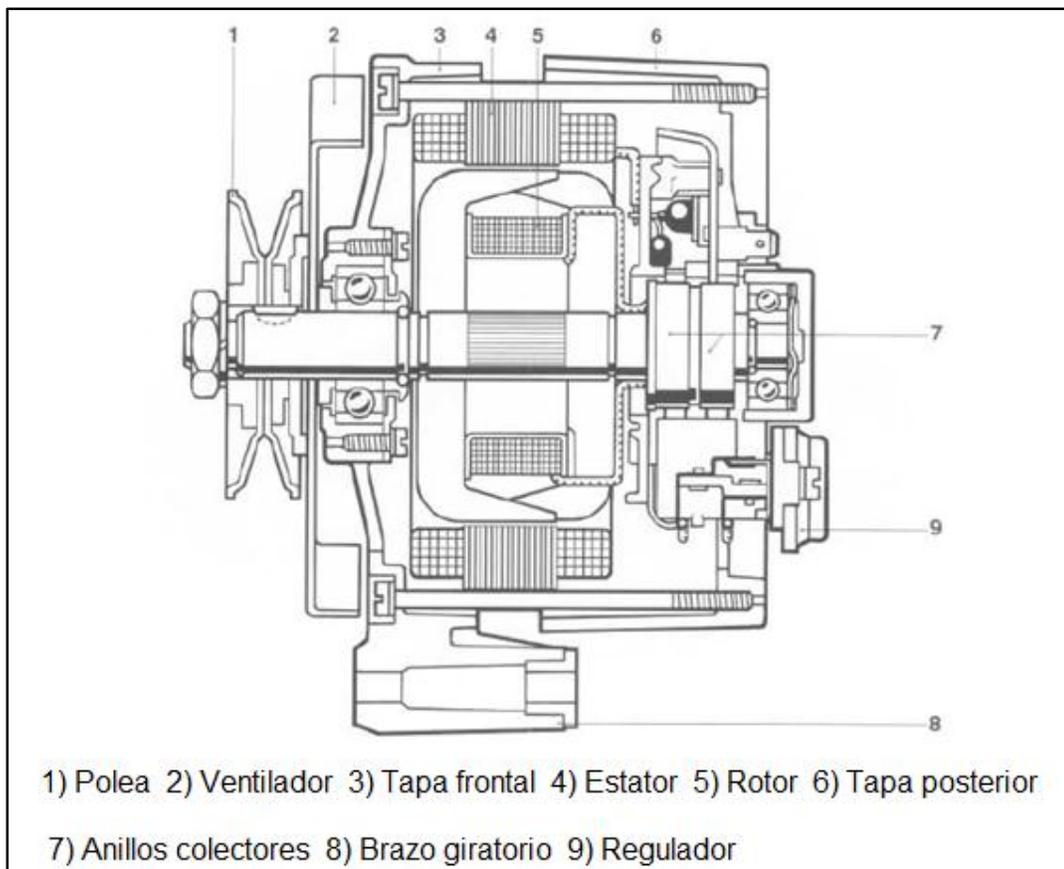


**FIGURA 24: Acumulador**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 2.3.4.2.2. Sistema de carga

Se encuentra constituido por un generador de corriente continua encargada de mantener el voltaje correcto para la operación de los consumidores del vehículo y de mantener la batería cargada; comúnmente conocido como alternador que está constituido principalmente por:



**FIGURA 25: Alternador**

**Autor:** (BOSCH, MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMÓVIL, 2005)

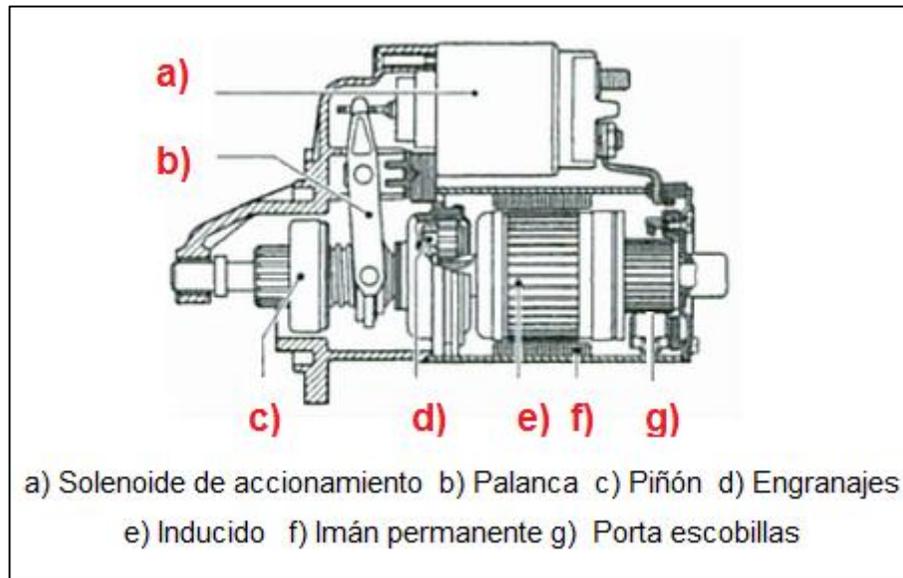
**Autores:** José Chávez – Santiago Espinosa

Es accionado por una correa de goma que distribuye el giro del motor a su polea de accionamiento, en su primera etapa de operación genera corriente alterna al romper el campo magnético que se produce entre el rotor y el estator, luego convierte la corriente alterna en corriente continua al pasar por su placa rectificadora constituida por diodos, mientras que el sistema es controlado por un regulador de carga incorporado en el alternador, el que mantiene un monitoreo constante de la tensión en todo momento.

#### **2.3.4.2.3. Sistema de arranque**

Constituido principalmente por el motor de arranque, encargado de romper la inercia en el motor de combustión interna, a través del accionamiento de sus componentes, quienes aplicaran sobre el volante de inercia la fuerza necesaria para dar los primeros giros del motor, constituido principalmente por:

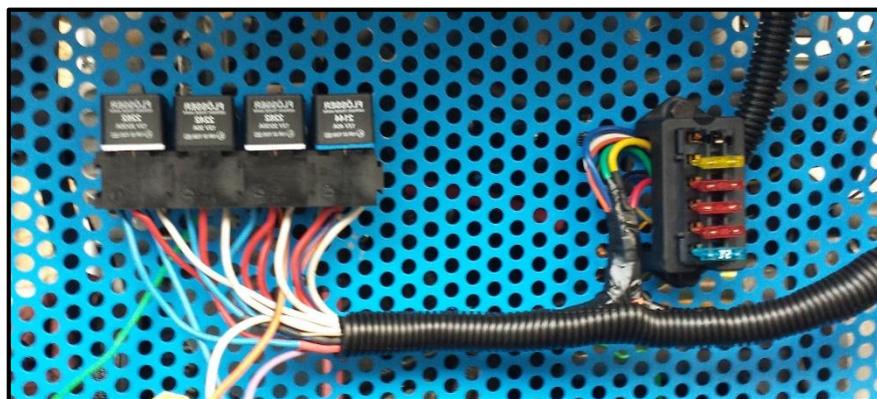
- Carcasa
- Solenoide de accionamiento
- Piñón de accionamiento
- Inducido



**FIGURA 26: Motor de arranque**  
**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### 2.3.4.2.4. Fusibles y relés

Los fusibles y relés son los encargados de proteger y distribuir el voltaje en el sistema eléctrico del vehículo, manteniendo el orden ya que están alojados en un sólo lugar, lo que facilita su mantenimiento, reparación y revisión.



**FIGURA 27: Fusibles y relés**  
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para este proyecto se modificó la existencia de la caja de fusibles y relés para optimizar los elementos necesarios para el funcionamiento de nuestro “BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS”.

#### **2.3.4.2.5. Arnés de cables.**

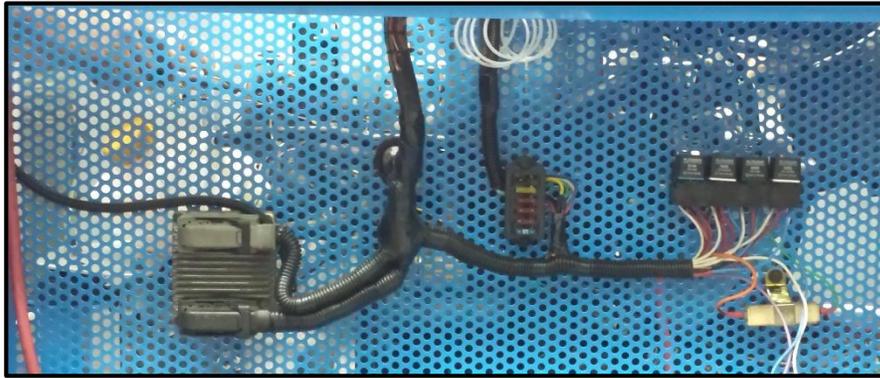
Comprende el grupo de distintos tipos de cables, terminales, socket, conectores que se encargan de distribuir la corriente eléctrica, para que los elementos que constituyen el sistema eléctrico estén comunicados. En el vehículo se encontraran algunos sub conjuntos de cables que conforman el arnés.



**FIGURA 28: Cableado del simulador**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

En este elemento se realizarán varias modificaciones con el propósito de poder construir el simulador de fallas.

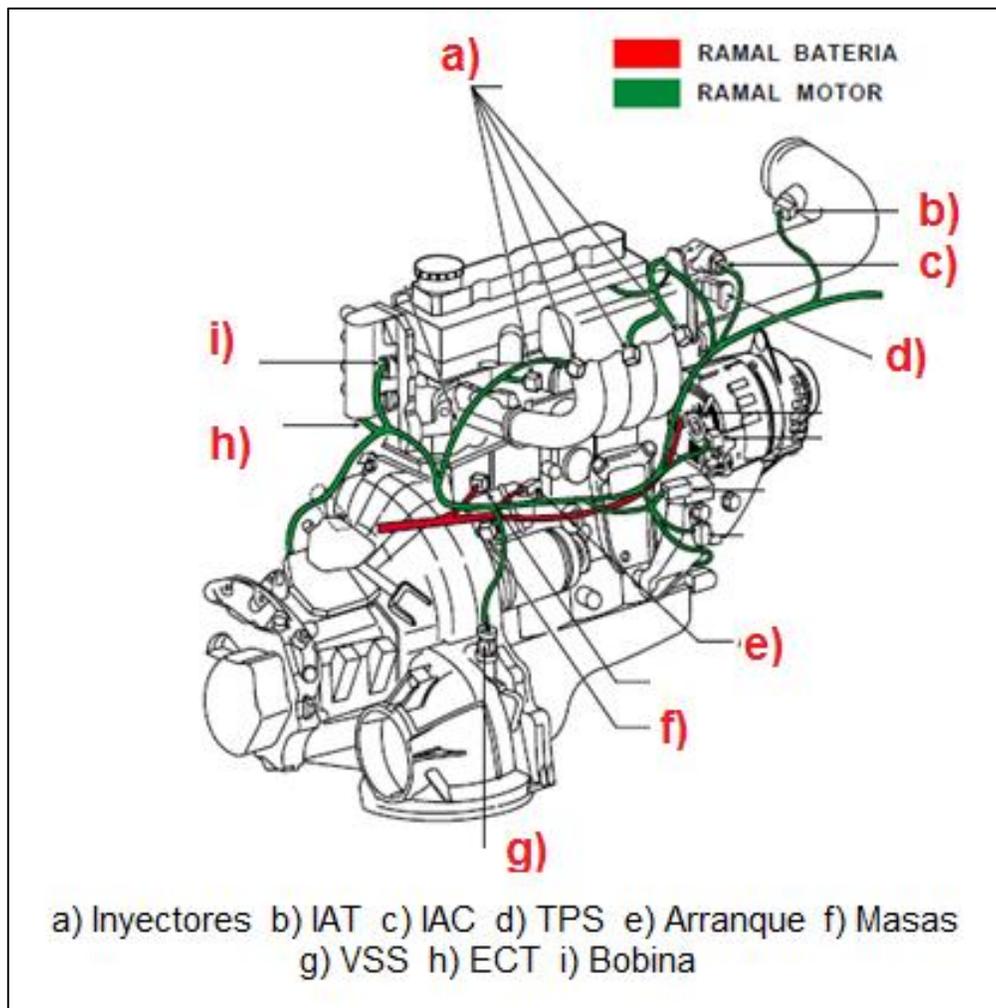


**FIGURA 29: Arnés de cables finalizado**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### **2.3.4.3. Diagramas eléctricos**

Se tomarán como referencia los diagramas y esquemas eléctricos originales del fabricante como punto de partida para poder realizar las modificaciones necesarias con la finalidad de construir el “BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO 1.5L”.



**FIGURA 30: Ramal de control de motor y cable de batería**

**Modificado por: José Chávez – Santiago Espinosa**

**Autor: (General Motors, 2014)<sup>14</sup>**

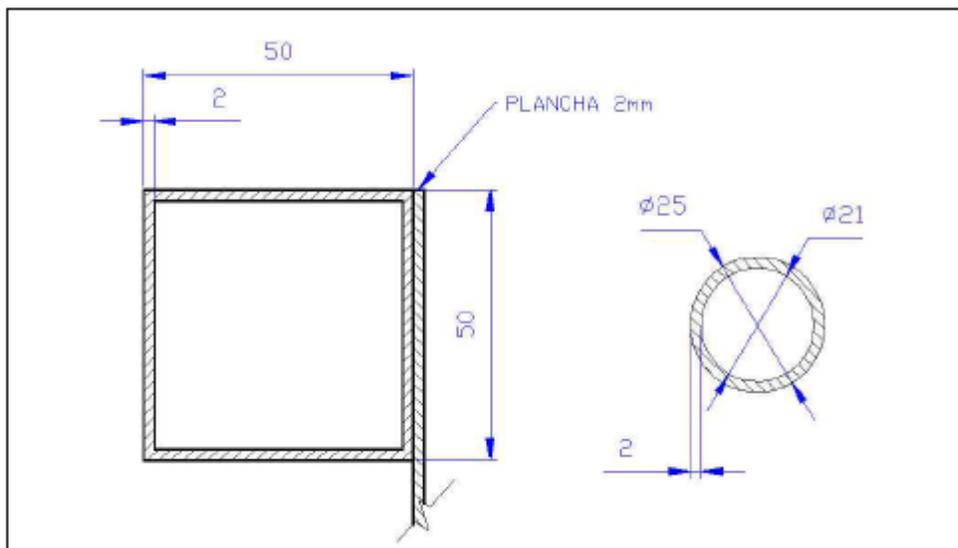
<sup>14</sup> <https://www.autopartners.net>

## CAPÍTULO III

### CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL BANCO DE PRUEBAS

#### 3.1. Selección de componentes para la construcción

Los componentes utilizados en la construcción del “BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO 1.5L” fueron seleccionados en base a las necesidades que demanda el funcionamiento de un motor de combustión interna, con materiales de la mejor calidad, procurando mantener siempre la seguridad al momento de operarlo.



**FIGURA 31: Secciones de materiales para la construcción**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación detallamos los componentes utilizados en la construcción de la base de la estructura de soporte de motor, estructura de seguridad y mueble del simulador.

**Tabla 9: Soporte de Motor**

<b>SOPORTE DEL MOTOR</b>				
<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
2	TUBO CUADRADO (6m c/u)	2"	2mm espesor	Utilizado en la construcción de la estructura y bases del motor.
1	PLANCHA METÁLICA	–	2,5 mm espesor	Cubierta de la estructura base.
3	PAQUETES DE SUELDA	–	3 Lbs	Para la unión de todo el soporte metálico.
4	GARRUCHAS	4"	–	Utilizadas con la finalidad de que la estructura sea móvil.
2	BASES DE MOTOR	3"	–	Con la finalidad de absorber las vibraciones producidas por el motor.
1	BASE DE CAJA DE CAMBIOS	–	4cm de alto	

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

**Tabla 10: Estructura de Seguridad**

ESTRUCTURA DE SEGURIDAD				
CANTIDAD	MATERIALES	DIAMETRO	MEDIDA	OBSERVACIONES
2	TUBO REDONDO (6m c/u)	1"	2mm	Utilizados en la estructura de seguridad que limita al banco de los usuarios.
20	PERNOS	–	1 1/2" x 1/4"	Para fijar la estructura de seguridad al soporte del motor.
20	TUERCAS	–	1/4"	
20	ANILLOS	–	1/4"	
1	PLATINA (1m)	–	2mm	
1	PAQUETE DE SUELDA	–	1LBS	Para la unión de todo el soporte metálica.

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

**Tabla 11: Mueble del Simulador**

MUEBLE DEL SIMULADOR				
CANTIDAD	MATERIALES	ESPELOR	MEDIDAD	OBSERVACIONES
1	PLANCHA METALICA PERFORADA	2mm		Instalada en la parte posterior del mueble.
1	PLANCHA METALICA	2mm		Ocupado en la construcción del mueble.
6	VISAGRAS	–	–	Instaladas en las partes móviles del mueble.
2	CHAPAS DE PUERTAS	–	–	Utilizadas para asegurar sus puertas.
4	MANIJAS	–	–	Instalados en puertas y cajones del mueble.
2	PESTILLOS	–	–	Seguridad de elementos del equipo.

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 3.2. Construcción de la estructura del banco de pruebas

La estructura del “BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO 1.5L” se construyó utilizando tubo cuadrado de 2mm de espesor con 2” de sección en su base, plancha metálica de 3mm de espesor con medidas de 1,35m de largo y 1,05m de ancho para cubierta de la base, tubo redondo de 2mm de espesor con 1” de diámetro utilizado en la estructura de seguridad.

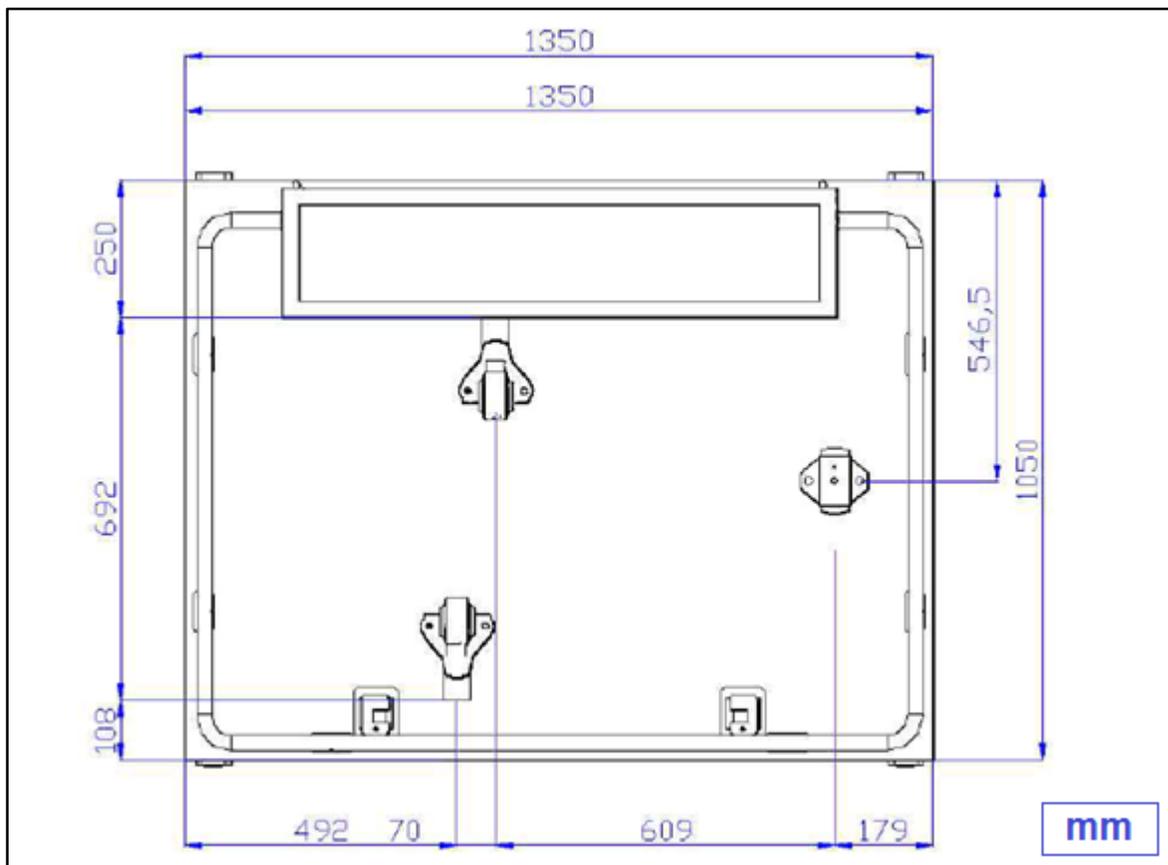
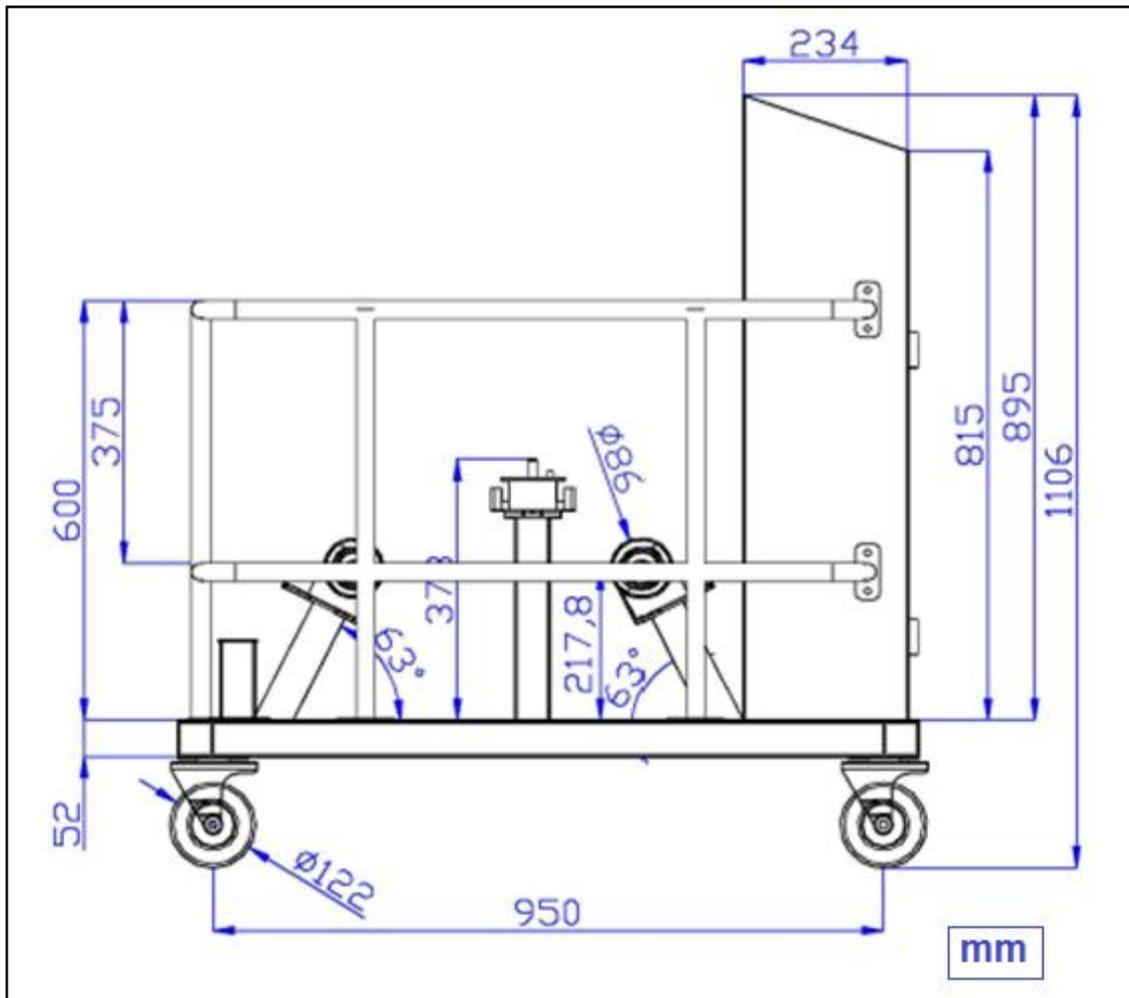


FIGURA 32: Base de estructura

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

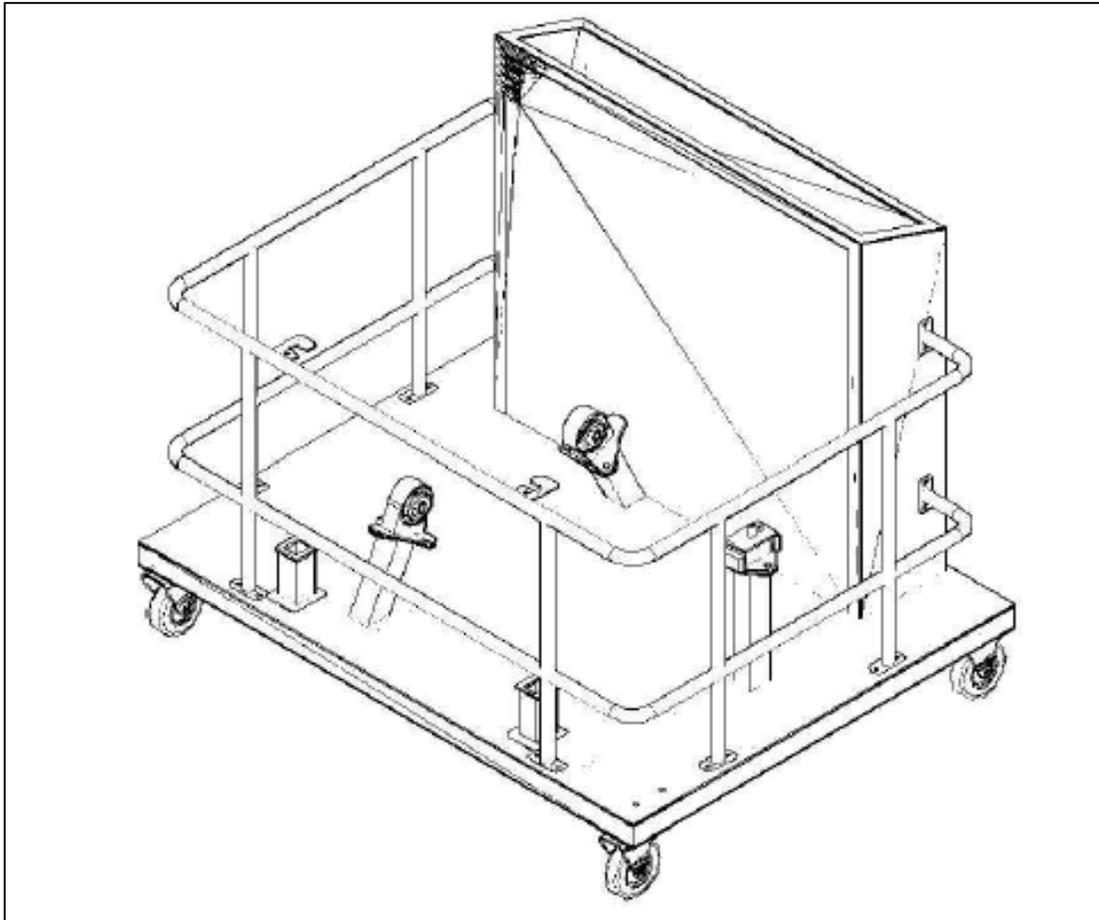
En la base principal fueron instalados 3 soportes en el que irán colocadas las bases de motor y caja de cambios las cuales absorberán la vibración de motor en el momento de su funcionamiento y 4 garruchas con diámetro de 3", que permitirá movilizar el "BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO 1.5L".



**FIGURA 33: Bases de motor y ruedas**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

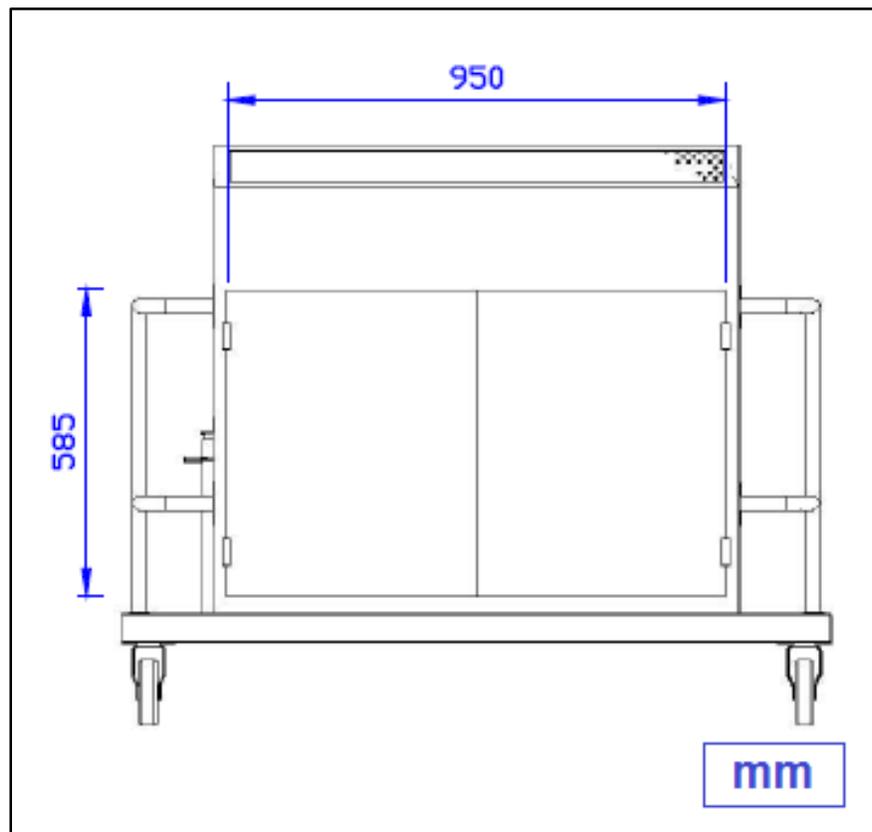
Se construyó con la finalidad de mantener la seguridad de los usuarios, una estructura tubular que limitará el contacto directo con el motor y sus demás componentes, que por su alta temperatura de trabajo podrían causar accidentes a los operarios.



**FIGURA 34: Estructura de seguridad**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Luego de concluir con la construcción de la estructura principal y de seguridad, procedimos a construir el mueble del simulador, en el cual instalaremos los controles del simulador, el conector de diagnóstico DLC, tablero de instrumentos, switch de encendido, caja de fusibles y acelerador, además en su interior ira alojado el sistema eléctrico.



**FIGURA 35: Construcción del mueble del simulador**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **3.3. Ensamble de motor**

Con la estructura principal terminada e incluidos los soportes de bases de motor y caja se ensambla el motor, previo a esto se procedió a revisar sus componentes mecánicos, incluido los puntos de referencia de su sistema de distribución asegurando así el estado de su correa de accionamiento y poleas para su posterior puesta en marcha.



**FIGURA 36: Ensamble de motor**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **3.4. Instalación de sistemas**

Luego de ensamblar el motor, se procedió a instalar los sistemas principales que necesita el motor para su funcionamiento, algunos de estos sistemas sufrieron modificaciones de su forma original, lo que nos permitió desarrollar el proyecto acorde a nuestras necesidades manteniendo sus principios básicos de operación.

#### **3.4.1. Sistema de combustible**

Este vehículo está equipado con un sistema de combustible sin retorno, el regulador de presión de combustible va instalado en el módulo de la bomba de gasolina, eliminando la necesidad de un tubo de retorno del motor, los sistemas de combustible sin retorno reducen la temperatura interna del tanque al no retornar el combustible caliente del motor, al reducir la temperatura interna el resultado de emisiones de evaporación son menores.



**FIGURA 37: Tanque de Combustible original**

**Autor: José Chávez – Santiago Espinosa**

El tanque además de almacenar gasolina, en su interior tiene una bomba eléctrica que suministra combustible al sistema, a una presión de 4 Bar aproximadamente, un pre-filtro. La bomba de combustible y el ensamble del emisor contienen una válvula de retención de flujo inverso. La válvula de retención y el regulador de presión de combustible mantienen la presión del combustible en el tubo de alimentación y el riel de combustible para evitar períodos largos de arranque.



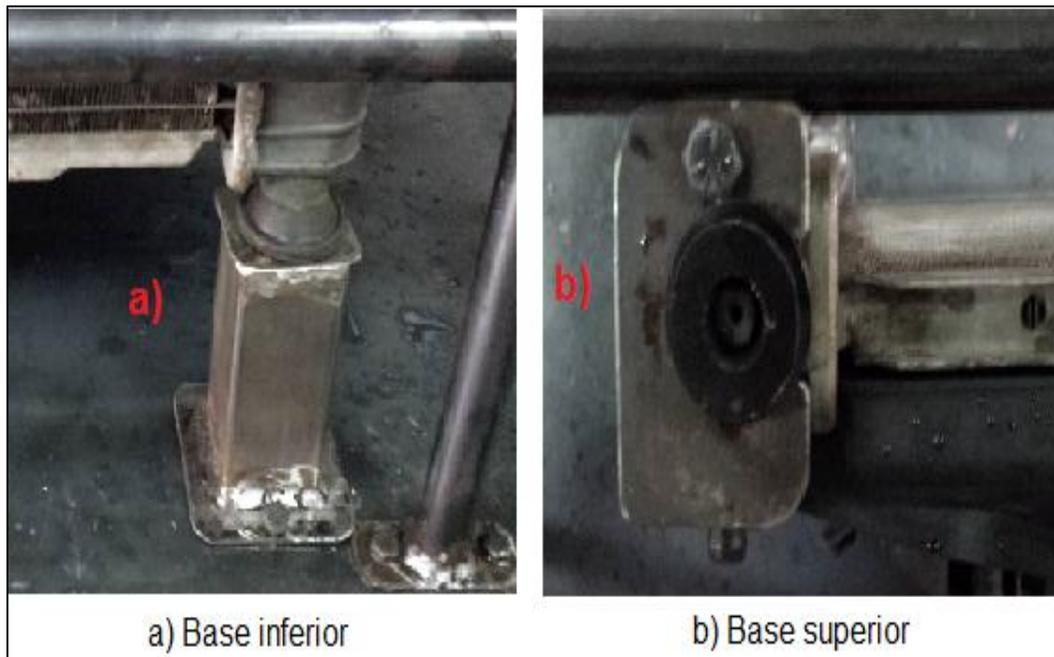
**FIGURA 38: Tanque de Combustible**

**Autor: José Chávez – Santiago Espinosa**

Al tanque original de combustible se lo modificó en su capacidad de almacenamiento de 46 litros quedando en 5 litros aproximadamente con la finalidad de obtener un tamaño adecuado para ser instalado en el banco de pruebas. Se realizaron cortes laterales en el tanque para mantener la base de la bomba, además se instaló una base para la tapa del tanque.

### 3.4.2. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración que se instaló en este proyecto parte del sistema original, el que se modificó para poder optimizar espacio y facilitar su manipulación, se construyeron las bases inferiores (a) para el soporte del radiador original, los seguros superiores de sujeción (b) además de esto se eliminó el sistema de calefacción y se instalaron mangueras de radiador superior e inferior diferentes a las originales, finalmente se instaló el electroventilador con el radiador.



**FIGURA 39: Sistema de refrigeración**  
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 3.4.3. Sistema de escape

El sistema de escape fue modificado principalmente en su longitud original de 3.30 metros aproximadamente, debido a las dimensiones de la estructura, manteniendo este los elementos constitutivos que equipa el original, para ellos se utilizó el sensor lambda o sensor de oxigeno original, el catalizador debido a sus dimensiones fue sustituido por uno alternativo que incluso supera las prestaciones del original.

Finalmente se instaló un silenciador acorde a las dimensiones de la estructura que cumple con su función de controlar la emisión de ondas sonoras producidas por el motor en funcionamiento quedando con una longitud de 60 centímetros aproximadamente.



**FIGURA 40: Sistema de escape**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 3.4.4. Tablero de control

Se construyó un tablero de control capaz de poder albergar su cuadro de instrumentos, vacuo-metro, voltímetro, medidor de presión de aceite, horómetro y los componentes necesarios para realizar las simulaciones de fallas en el proyecto. Está fabricado de plancha metálica de acero 2 mm de espesor. Los parámetros considerados para su construcción fueron la cantidad de manómetros adicionales a incorporar, switches de control, reóstatos para simulación y conectores hembra tipo banana.



FIGURA 41: Tablero de control

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

### 3.4.5. Sistema eléctrico y electrónico

Para cumplir con uno de los objetivos del proyecto, fue necesario realizar algunos cambios en el sistema eléctrico y electrónico de control del motor, modificaciones que nos permitieron desarrollar el simulador de fallas, entre las que se encuentran:

**Tabla 12: Simulador de fallas.**

<b>SIMULADOR DE FALLAS</b>	
<b>SENSORES</b>	<b>ACTUADORES</b>
ECT	Inyectores
IAT	IC
TPS	IAC
MAP	EVAP
KS	Relé de bomba de combustible
CMP	Relé de electroventilador
CKP	Prueba especial 1
Lambda	Prueba especial 2

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 3.4.6. Sistema de seguridad

Para procura el bienestar de los usuarios y de el “BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO 1.5L”, se instalaron dos sistemas de protección adicionales, como son el sistema de corte de energía y sistema contra incendios para prevención de accidentes.

### 3.4.6.1. Sistema de corte de energía.

Se instaló un switch que permitirá realizar el corte de suministro eléctrico, en casos de emergencia, dejando inactivo todo el sistema.



FIGURA 42: Conexión de switch de corte de energía

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

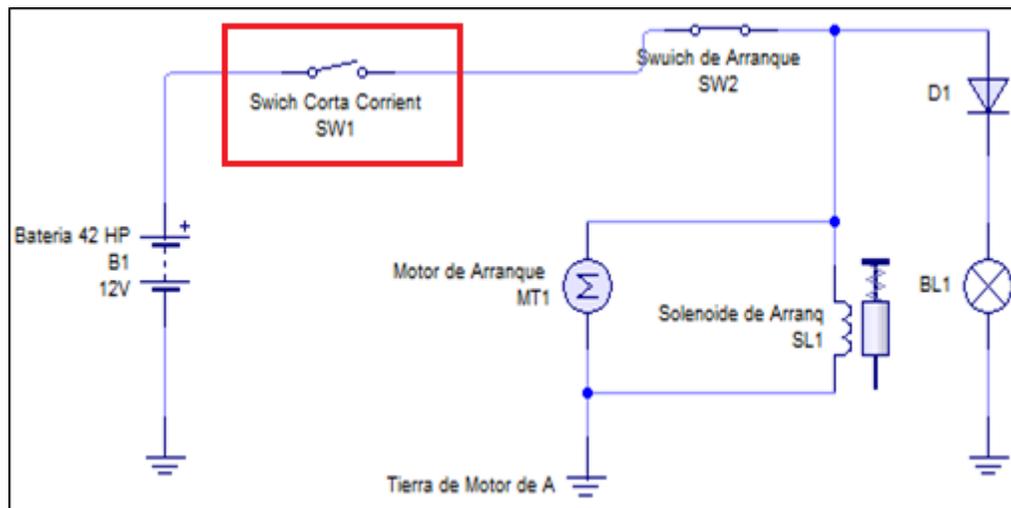


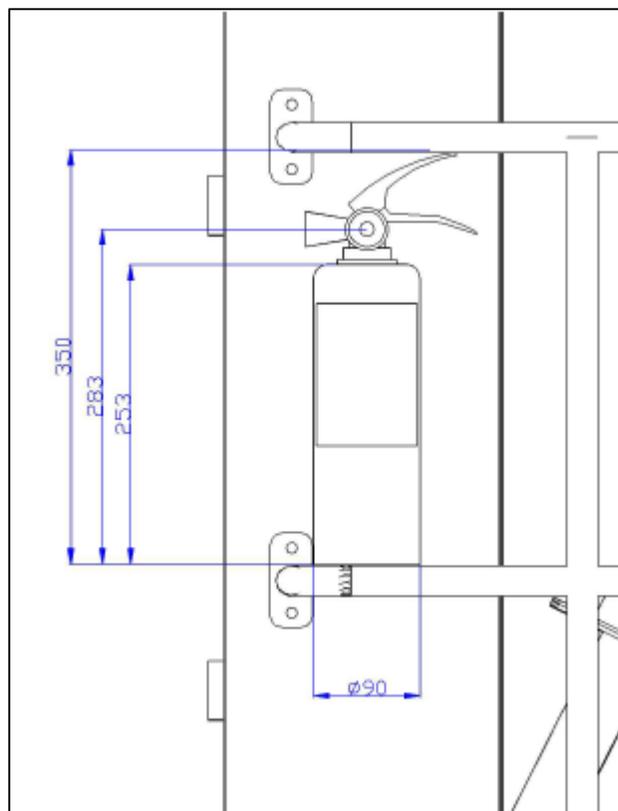
FIGURA 43: Diagrama eléctrico de corte de energía

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

### 3.4.6.2. Sistema contra incendios

Se instaló un extintor polvo químico seco PQS de clase ABC, de 3 libras y 15 bares de presión de trabajo, el cual podrá ser utilizado en caso de emergencia ante un riesgo de incendio por:

- Clase A: Combustibles comunes.
- Clase B: Gases y líquidos inflamables.
- Clase C: Incendio por corto circuito eléctrico.



**FIGURA 44: Extintor tipo ABC**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 3.5. Montaje y acabados finales del banco de pruebas

A continuación se procedió a realizar el trabajo final de pintura, acabados, ensamble e instalación de sus diferentes componentes, como son las partes de la estructura base, motor, sistema de escape, sistema de combustible, sistema de refrigeración, mueble del simulador y sistema eléctrico. Para el acabado del banco de pruebas se procedió a lijar a cada pieza metálica, luego se masilló las partes que presentaron fallas y deformaciones, utilizando un soplete se puso la primer capa de pintura base conocida como fondo, se lijó nuevamente cada pieza utilizando una lija menos abrasiva que la del primer lijado, finalmente se utilizó la técnica de pintado con pistola de pulverización o soplete utilizando pintura automotriz de poliuretano.



**FIGURA 45: Acabado de pintura de la estructura base**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Finalizado el trabajo de acabado de pintura de la estructura principal, procedimos a instalar el motor sobre sus bases, las mismas que servirán para absorber las vibraciones en el momento de su funcionamiento.



**FIGURA 46: Ensamble del motor**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Con el motor instalado procedimos al montaje del sistema de escape, el cual fue modificado en sus dimensiones originales debido a las dimensiones de nuestra estructura.



**FIGURA 47: Instalación del sistema de escape**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación se instaló el sistema de refrigeración del motor, el cual sufrió modificaciones en las mangueras del radiador debido al diseño del espacio físico de nuestra estructura y se eliminó el sistema de calefacción.



**FIGURA 48: Sistema de refrigeración**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Luego de haber realizados las modificaciones del tanque almacenamiento de combustible, se procedió a su instalación junto a los demás elementos que conforman el sistema los cuales no sufrieron modificaciones.



**FIGURA 49: Sistema de combustible modificado**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

## **CAPÍTULO IV**

### **COMPROBACIÓN, PUESTA A PUNTO Y SIMULACIÓN**

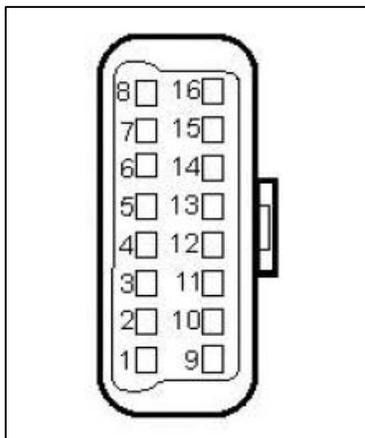
#### **4.1. Verificación de los sistemas de control**

Una vez ensamblado el motor y los sistemas necesarios para su correcto funcionamiento, se realizaron las pruebas básicas que nos permitieron confirmar que todos los sistemas están en orden y listos para iniciar su primera operación. Las revisiones necesarias antes de poner en marcha el motor son:

- Niveles de aceite y refrigerante de motor.
- Switch de corte de energía.
- Presión de trabajo y fecha de expiración del extintor.
- Tensión del sistema.
- Indicadores del panel de instrumentos.
- Tensión de circuito primario en la bobina de encendido.
- Voltaje en grupo de inyectores.
- Alimentación de sensor CMP.
- Tensión de alimentación de sensor MAP y ECT.
- Caída de tensión del ECT en funcionamiento.
- Generación de alto voltaje en bobinas de encendido.
- Pulso de inyección.

## 4.2. Comprobación del sistema de diagnóstico

La operación del sistema de diagnóstico se realizó mediante la conexión de un scanner automotriz, el cual nos permitió confirmar la comunicación con el módulo de control electrónico, pudiendo revisar el flujo de datos y lectura de los códigos de fallas.



**FIGURA 50: Conector de diagnóstico DLC**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

**Tabla 13: Ocupación de pines en DLC**

Tabla de ocupación de pines:	<b>K</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
	<b>verde</b>	<b>negro</b>	<b>rojo</b>
Mando del motor	7	4/5	16
ABS		4/5	16
Airbag		4/5	16
Sistema electrónico central		4/5	16
Regulación del cambio		4/5	16
Instalación de alarma antirrobo		4/5	16

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### **4.3. Verificación de funcionamiento de los sistemas**

Antes de poner en marcha al banco de pruebas, se debe realizar la inspección visual que detallamos a continuación:

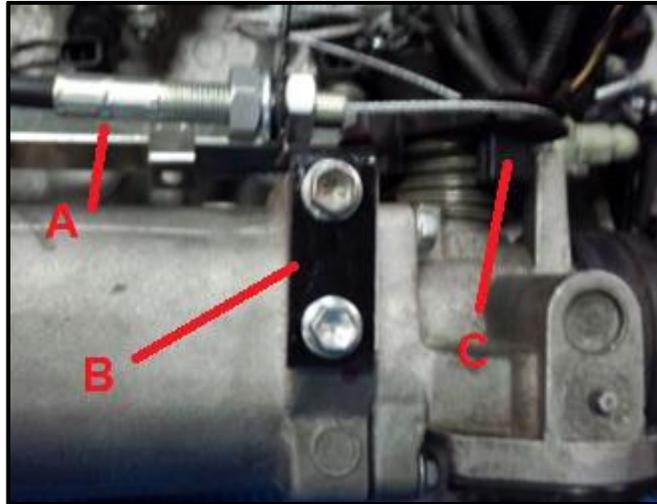
- Fugas de aceite y refrigerante.
- Sistemas de seguridad.
- Banda de alternador y bomba de agua.
- Indicadores del panel de instrumentos.
- Funcionamiento del acelerador.
- Simulador de fallas.

Es necesario tomar en cuenta lo anteriormente indicado, revisando que no existan fugas de ningún tipo de líquidos como aceite, refrigerante o gasolina; revisar que los sistemas de seguridad estén operativos; verificar la tensión y estado de la banda de accionamiento del alternador y bomba de agua; corroborar que los indicadores del tablero estén operativos; confirmar funcionamiento del acelerador; prender el motor y realizar pruebas con el simulador.

### **4.4. Control de aceleración**

Puesto en marcha el motor se revisó el correcto funcionamiento del sistema de control de aceleración instalado en el banco de pruebas, permitiendo realizar el

recorrido de la mariposa de aceleración desde su posición inicial en ralentí hasta su apertura máxima.



A) Cable del acelerador B) Base del cable C) Cuerpo de aceleración

**FIGURA 51: Cable del acelerador**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### **4.5. Simulación de fallas en componentes**

Se realizaron las simulaciones de fallas en los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica, lo que nos permitió tomar las mediciones y los DTC de cada uno de los componentes intervenidos.

Para realizar las mediciones en los componentes se utilizó el software Esi [Tronic] 2.0 con el interface KTS 550 de BOSCH, como osciloscopio de dos canales y multímetro digital. El scanner de diagnóstico utilizado es el TECH 2<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> [http://www.boschecuador.com/default\\_nodo2.asp?idl=85](http://www.boschecuador.com/default_nodo2.asp?idl=85)

### 4.5.1. Simulación en sensores

Las pruebas fueron realizadas por medio de los controles del simulador, que nos permitieron generar las fallas necesarias, con la utilización de reóstatos, resistencias variables y switches.

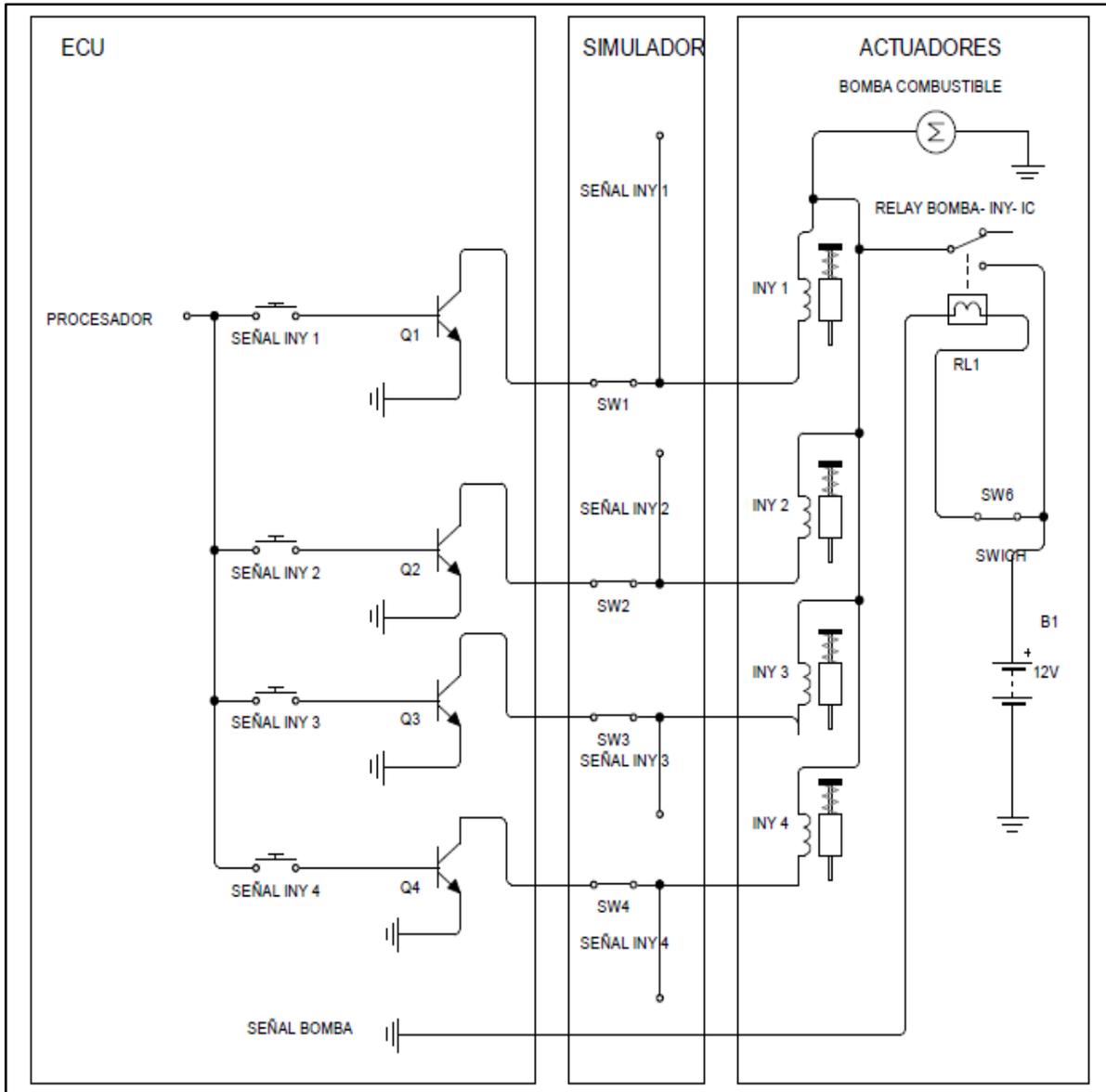


FIGURA 52 : Diagrama de controles de actuadores

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

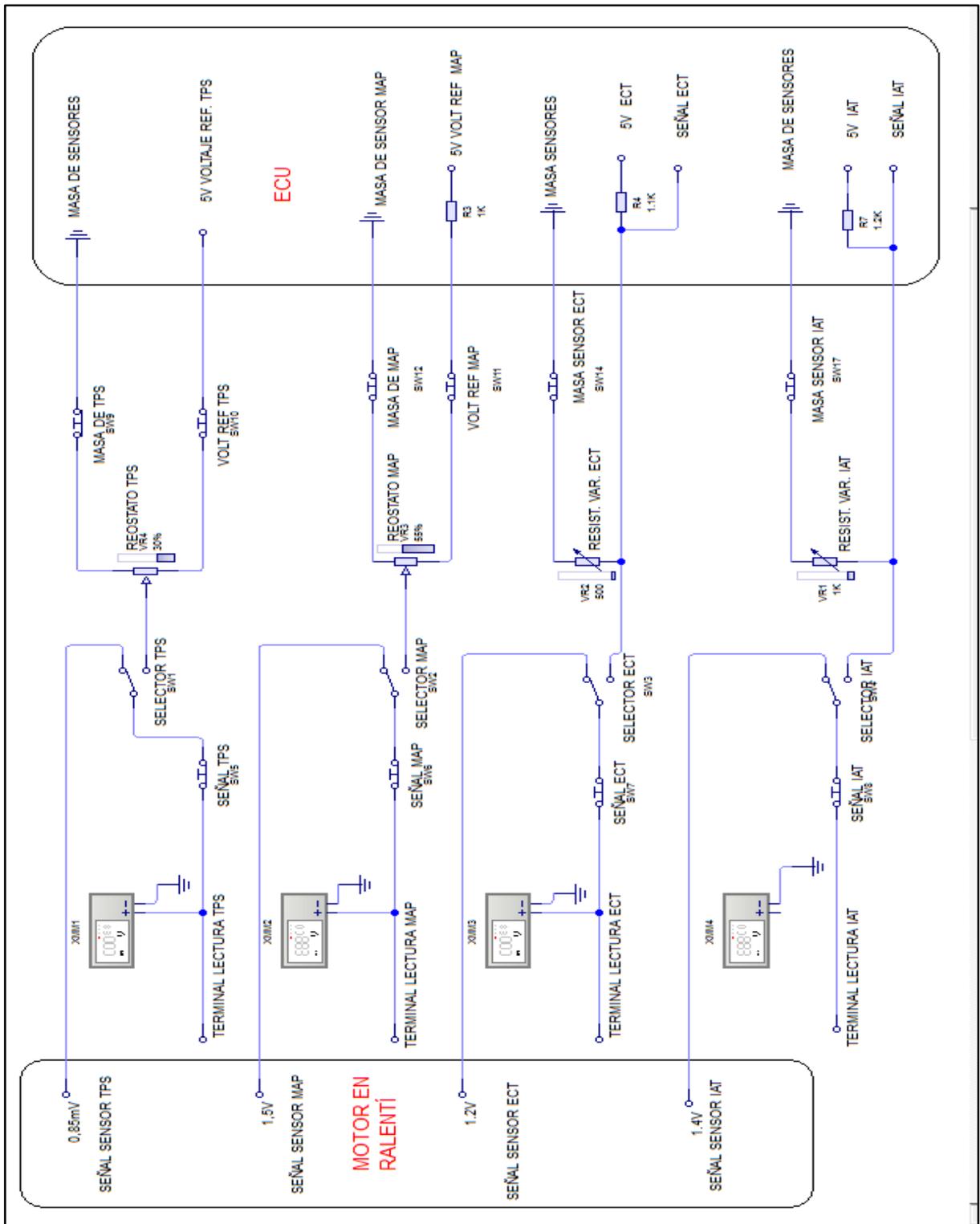
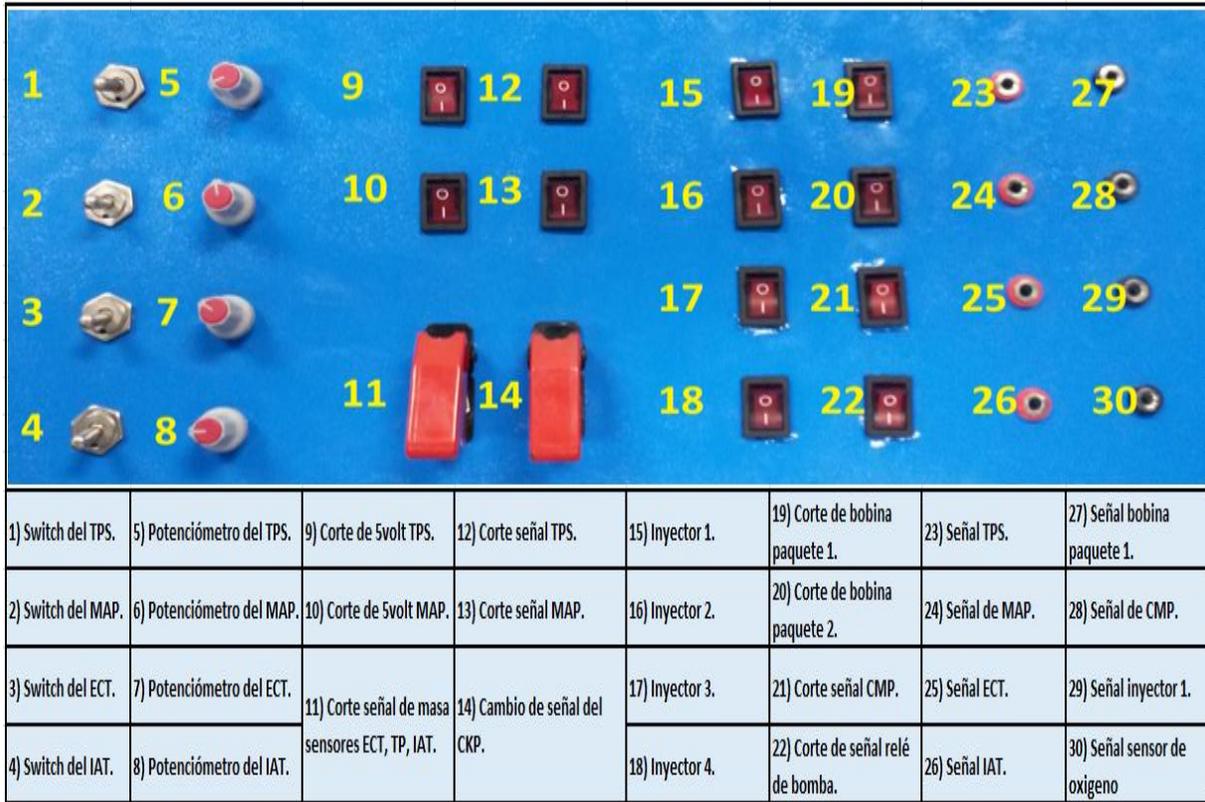


FIGURA 53: Diagrama de controles de simulador 2

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

A continuación detallamos cada uno de los controles instalados en el tablero de simulación,



**FIGURA 54: Controles del simulador**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### 4.5.1.1. Sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT).

Se instaló un switch que nos permitió realizar la interrupción de tensión de 5 voltios al sensor ECT y una resistencia variable que permitió manipular sus características resistivas incidiendo directamente en la lectura de su temperatura durante la prueba lo que produjo una variación en la lectura de datos. Este sensor se encuentra ubicado en la parte posterior del motor a la altura de la culata cerca a la bobina de ignición, tiene un conector de dos terminales en los que se realizaron las mediciones.

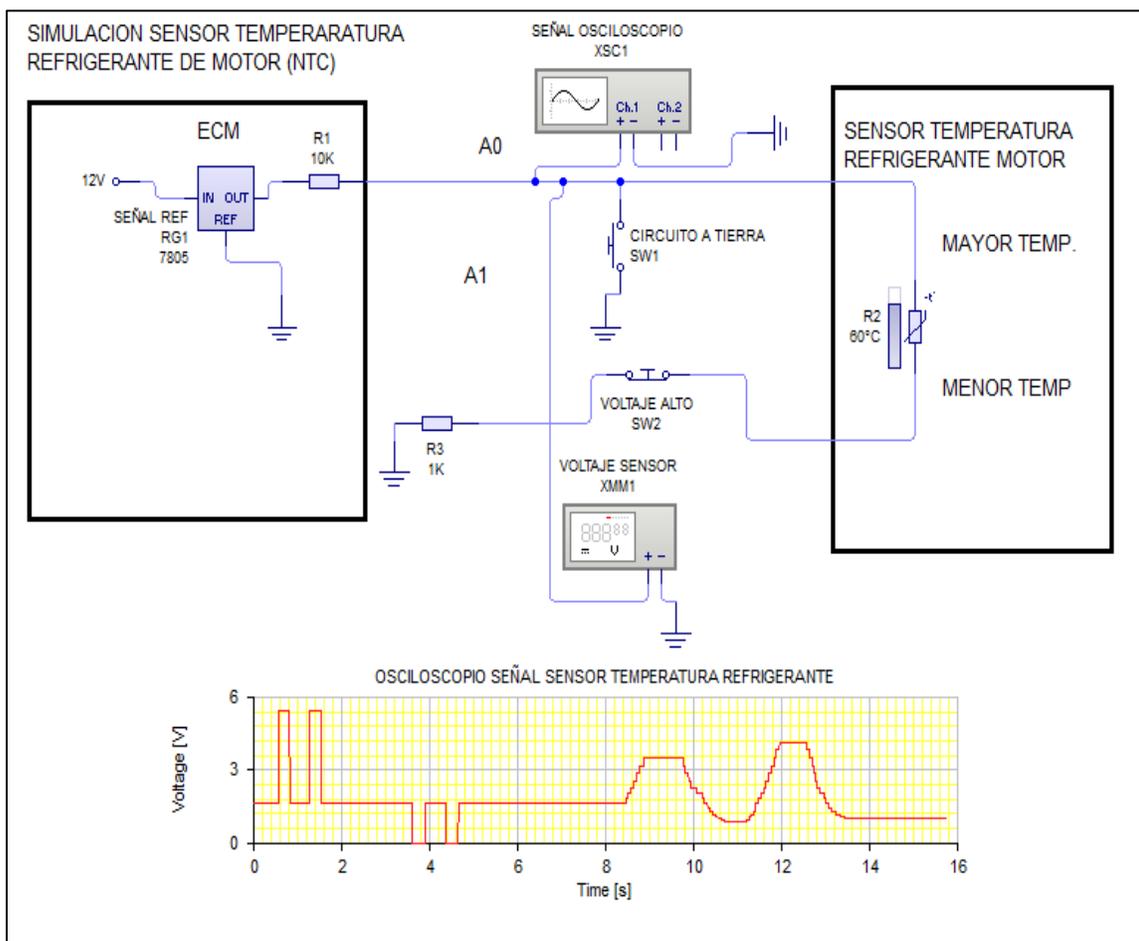
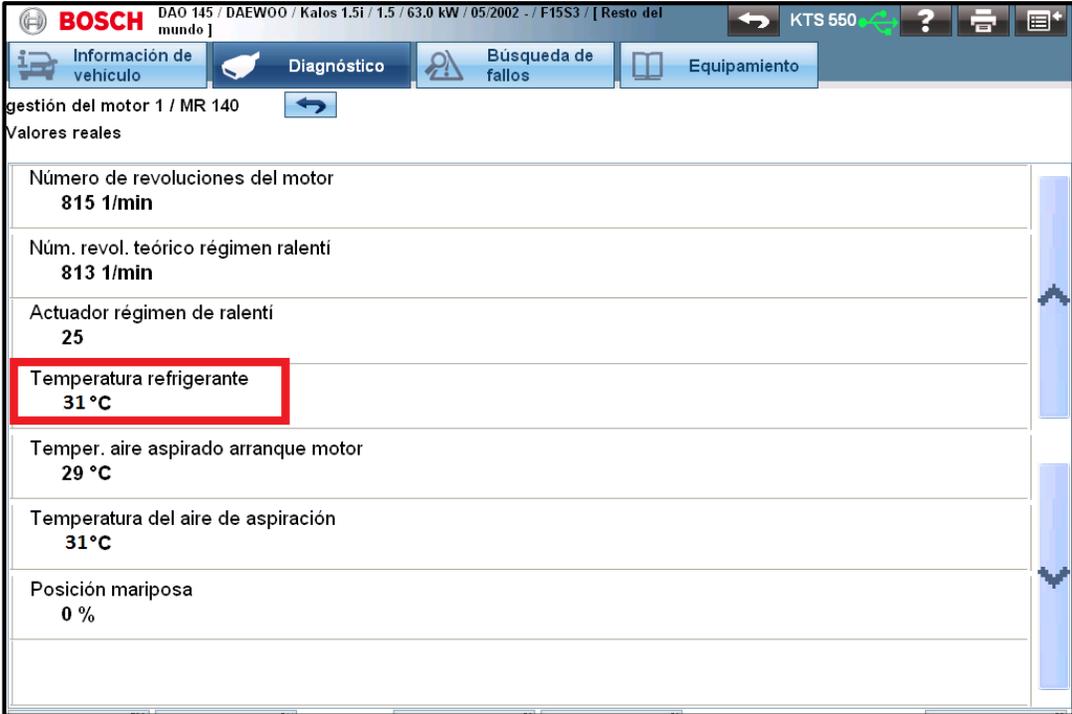


FIGURA 55: Circuito eléctrico del sensor de temperatura (ECT)

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

Se realizó la medición del voltaje de referencia y de la resistencia interna del sensor ECT con la ayuda de un multímetro digital, de acuerdo a la resistencia indicada pudimos comparar con la tabla de valores del anexo 3, la que nos indica cual es la temperatura aproximada de acuerdo a su valor de resistencia, estas pruebas se realizaron a una temperatura de líquido refrigerante a 31°C lo que se pudo observar mediante el flujo de datos del scanner automotriz utilizado.



BOSCH	
DAO 145 / DAEWOO / Kalos 1.5i / 1.5 / 63.0 kW / 05/2002 - / F15S3 / [ Resto del mundo ]	
Información de vehículo	Diagnóstico
Búsqueda de fallos	Equipamiento
gestión del motor 1 / MR 140	
Valores reales	
Número de revoluciones del motor	815 1/min
Núm. revol. teórico régimen ralenti	813 1/min
Actuador régimen de ralenti	25
Temperatura refrigerante	31 °C
Temper. aire aspirado arranque motor	29 °C
Temperatura del aire de aspiración	31 °C
Posición mariposa	0 %

**FIGURA 56: Flujo de datos ECT en ralenti<sup>16</sup>**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

<sup>16</sup> <http://www.boschdiagnostics.com/testequipment/diagnostics/scantools/vci/Pages/ESsoftware.aspx>



**FIGURA 57: Temperatura del refrigerante sin simulación 31°C**

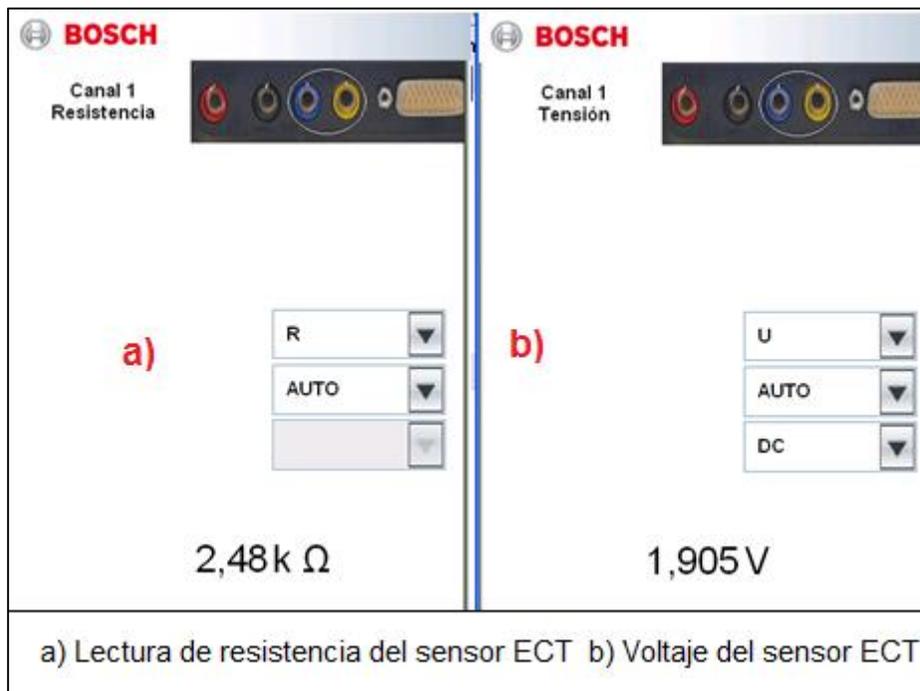
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**a) Masa del sensor ECT b) 5 Voltios de señal**

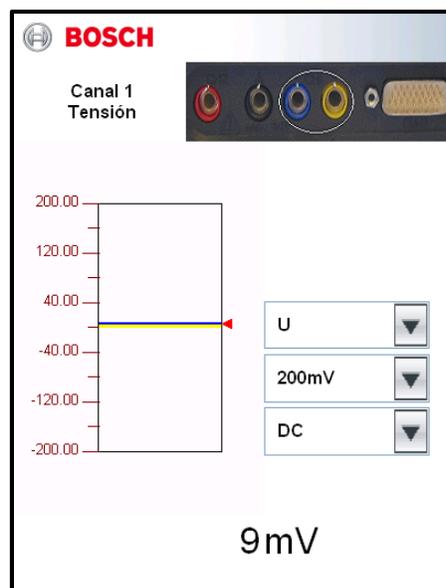
**FIGURA 58: Voltaje de referencia del sensor ECT**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 59: Resistencia y voltaje de sensor ECT a 31°C**

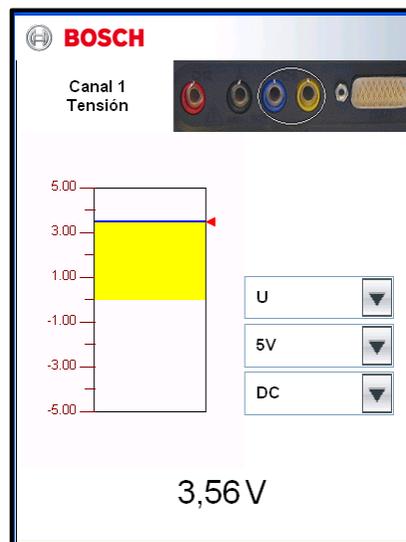
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 60: Masa de sensor ECT**

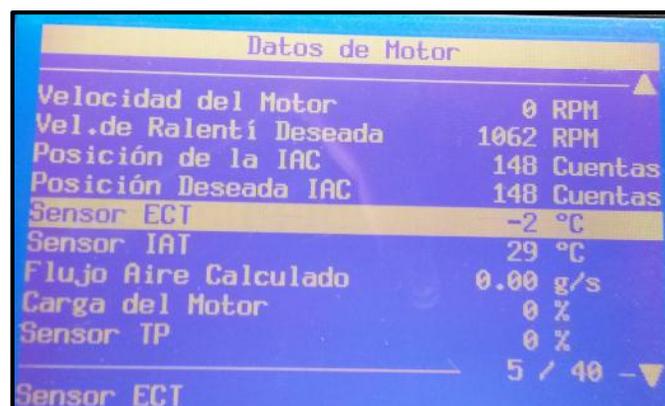
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Con el uso del simulador a continuación detallamos las diferentes pruebas que se realizaron al sensor (ECT), la primera prueba que se realizó, fue modificar el valor de la resistencia variable al máximo, con lo que pudimos observar los cambios en la lectura de temperatura y la variación del voltaje en el sensor 3,56 voltios, el resultado fue una lectura en el scanner de -2°C.



**FIGURA 61: Simulación de voltaje con resistencia máxima**

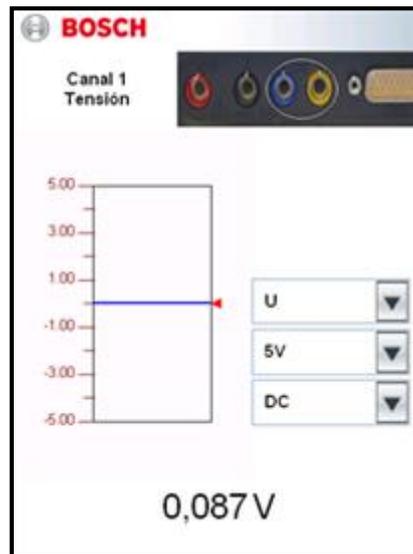
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 62: Datos de temperatura del refrigerante en scanner**

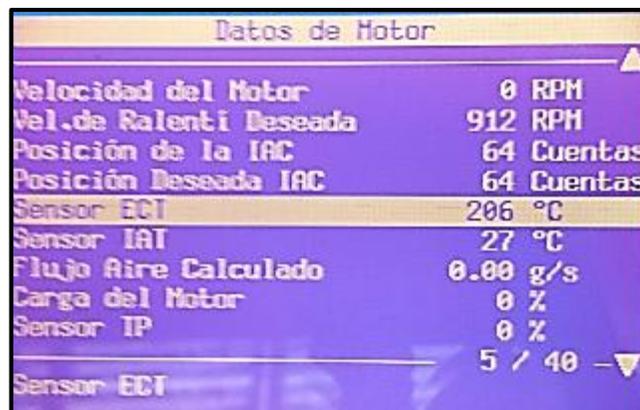
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

La segunda simulación que se realizó fue modificar la resistencia, colocando la posición de la resistencia variable al mínimo, dándonos como resultado el valor de 0,087 voltios y una temperatura de 206 °C.



**FIGURA 63: Voltaje simulado ECT con resistencia mínima**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

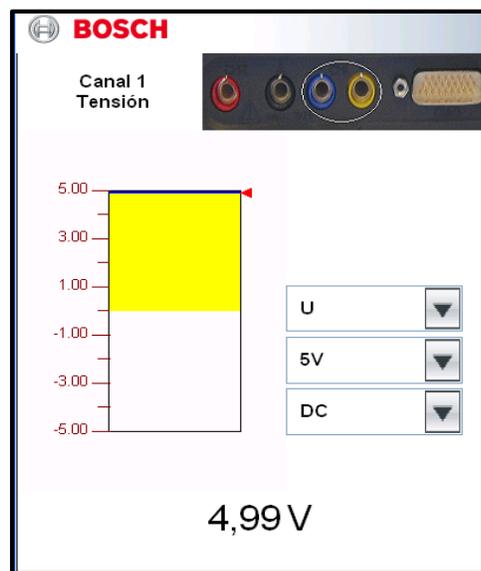


**FIGURA 64: Datos de temperatura del refrigerante con resistencia mínima**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

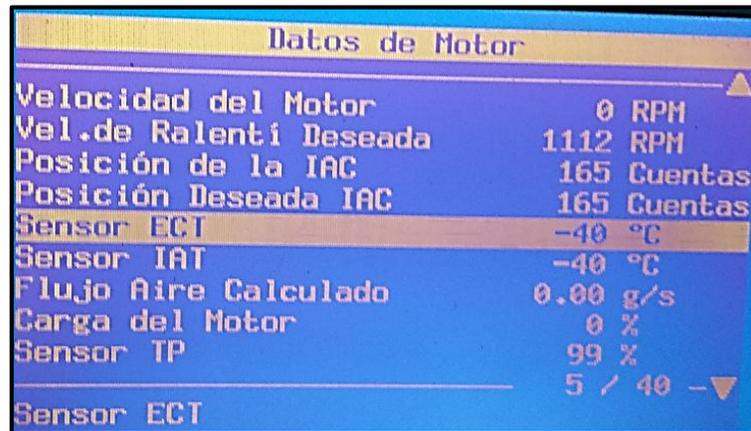
Como tercera prueba se anuló la masa en el circuito eléctrico del sensor ECT, lo que produjo incremento de voltaje en el sistema, que se observó en los valores del multímetro 4,99 voltios.

En el flujo de datos del scanner una temperatura del refrigerante de  $-40^{\circ}\text{C}$  que es un valor fijado por la ECM, como estrategia de protección, activando en velocidad alta el electro-ventilador.



**FIGURA 65: Voltaje del sensor ECT simulado sin masa**

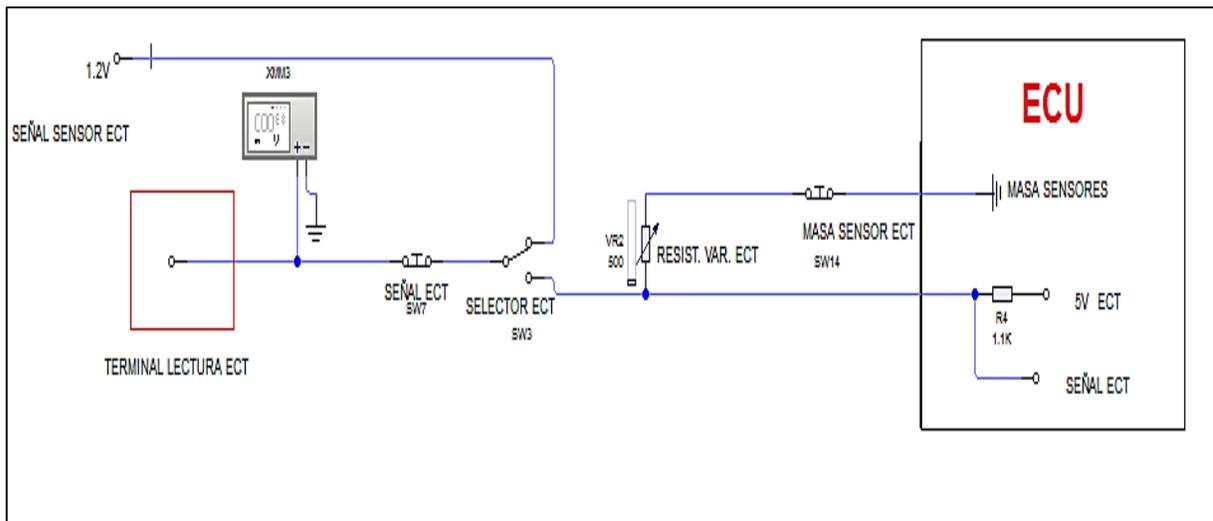
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 66: Datos de temperatura del refrigerante simulado sin masa**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para facilitar las pruebas referentes al sensor ECT se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso de osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original.



**FIGURA 67: Circuito del terminal de lectura de ECT**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación se detalla la toma de datos generados por el sensor de temperatura de refrigerante (ECT):

**Tabla 14: Toma de datos de sensor ECT**

<b>SENSOR ECT</b>		
<b>MEDICIONES</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>REAL</b>
Voltaje de referencia	5 V	5,00 V
Masa sensor máx.	0.030 V	0,009 V
Voltaje de sensor a 31°C		1,9 V
Resistencia de sensor a 31°C	2400 Ω	2480 Ω
Valor máx. de resistencia variable	10 kΩ	10 kΩ
Valor min de resistencia variable	0 Ω	0,2 Ω
Voltaje máx. de simulación		3,56 V
Voltaje min de simulación		0,087 V
Temperatura con resistencia máx. simulado		-2 °c
Temperatura con resistencia min simulado		206 °c
Voltaje circuito abierto	5 V	4,99 V

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### 4.5.1.2. Sensor de temperatura de aire aspirado (IAT)

Para realizar la interrupción de tensión de 5 voltios al sensor IAT se instaló un switch en su circuito eléctrico y una resistencia variable para modificar su resistencia incidiendo esto en la lectura de su temperatura durante la prueba, lo que produjo una variación de datos en su lectura. Este sensor se encuentra ubicado en el sistema de admisión de aire, entre el elemento filtrante y el cuerpo de aceleración, tiene un conector de dos terminales en los que se realizaran las mediciones.

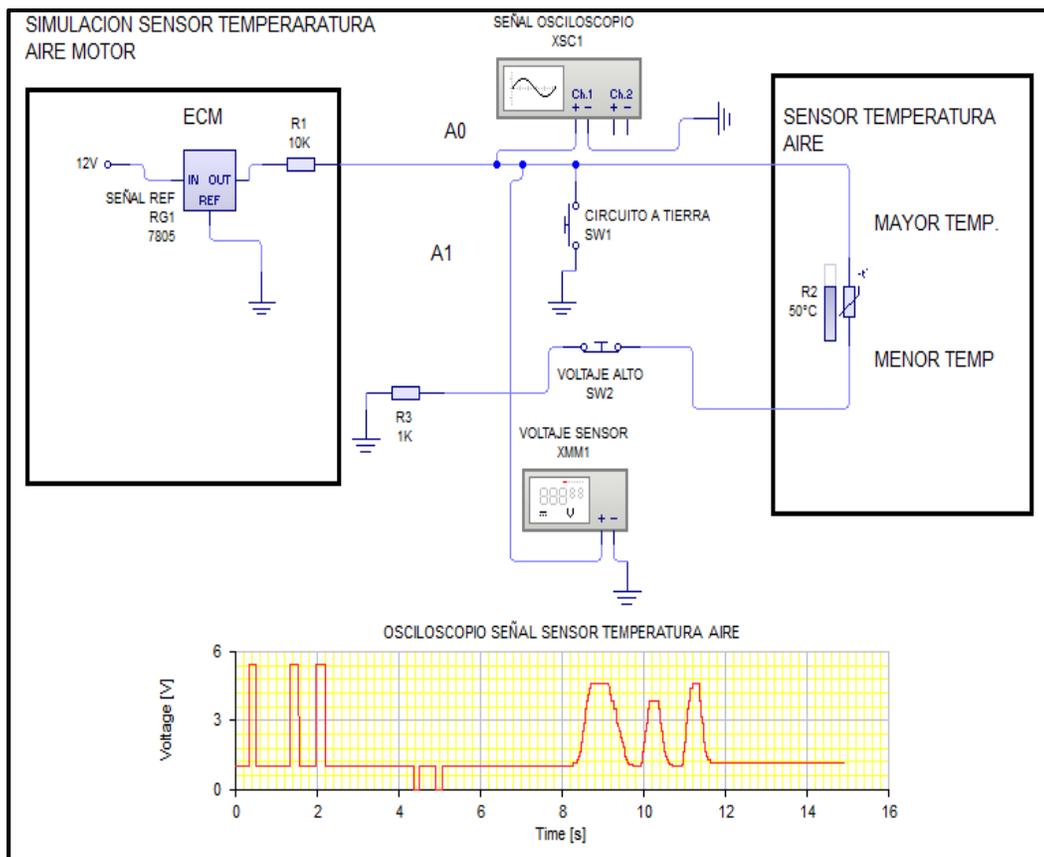
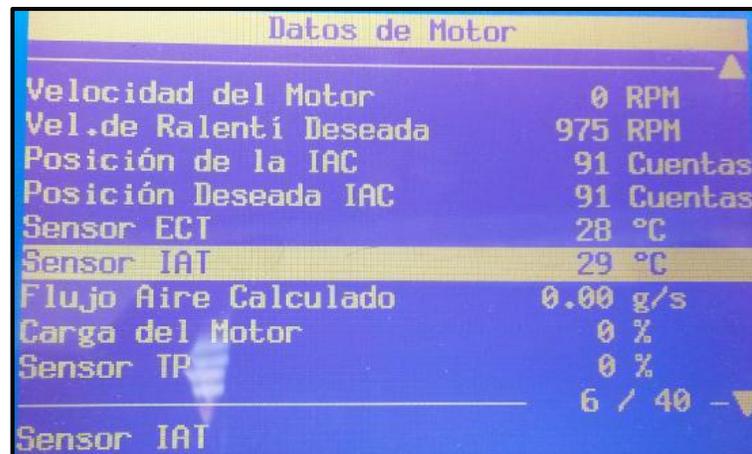


FIGURA 68: Diagrama de sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)

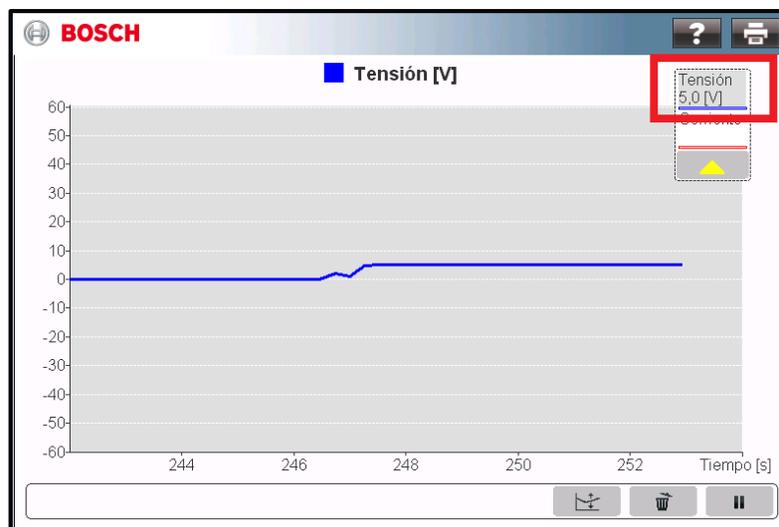
Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

Se realizó la medición del voltaje de referencia y de la resistencia interna del sensor IAT, con la ayuda de un multímetro digital, estas pruebas se realizaron a una temperatura ambiente de 29°C (fig. 69), lo que se pudo observar mediante el flujo de datos del scanner automotriz utilizado.



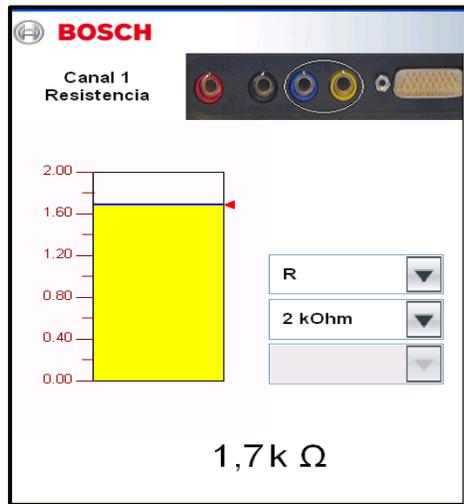
**FIGURA 69: Dato de temperatura del sensor IAT**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 70: Tensión de referencia de sensor IAT**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



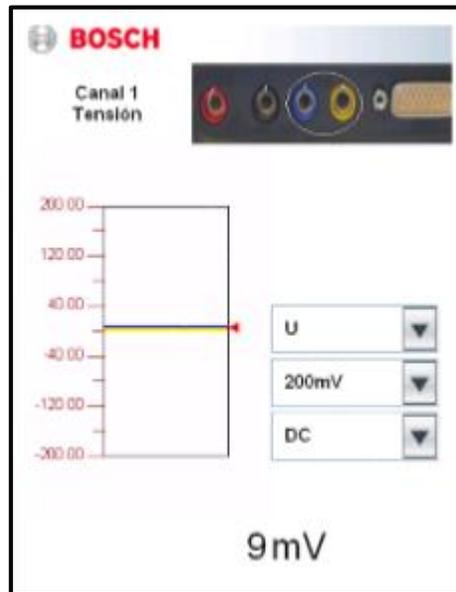
**FIGURA 71: Resistencia del sensor IAT a 29 °C**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



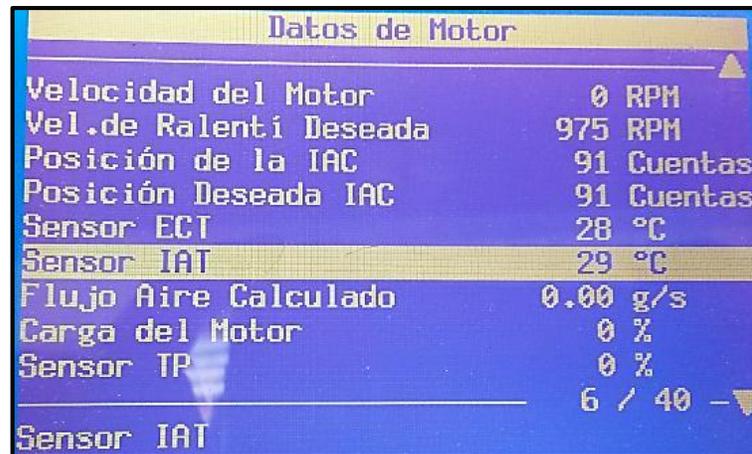
**FIGURA 72: Resistencia del sensor IAT a 29 °C**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 73: Masa de sensor IAT**

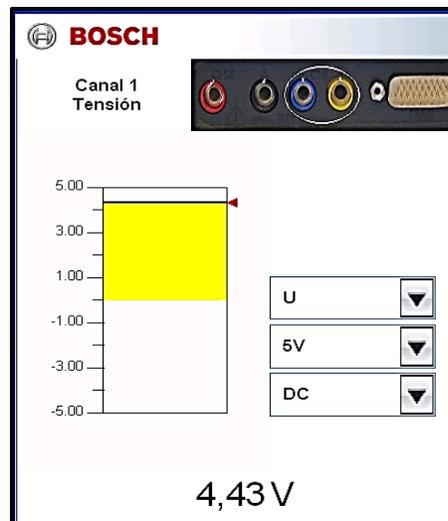
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 74: Datos de temperatura del sensor IAT sin simular**

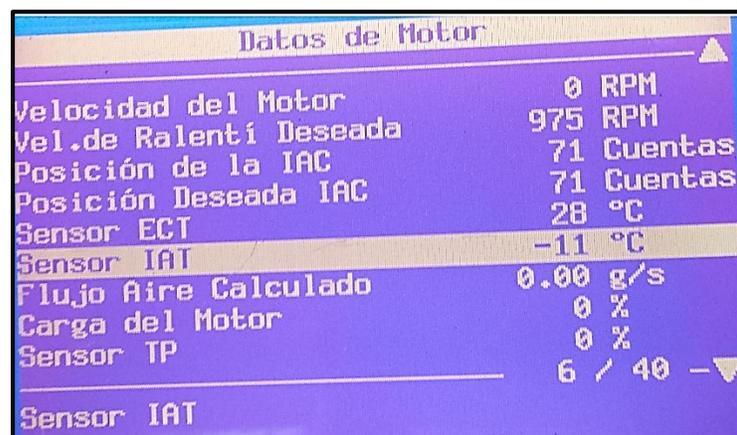
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Con el uso del simulador detallamos las pruebas que se realizaron al sensor (IAT), la primera prueba fue modificar el valor de la resistencia variable poniéndola en su punto máximo (10kΩ), con lo que pudimos observar los cambios en la lectura de temperatura de aire de admisión y la variación del voltaje en el sensor.



**FIGURA 75: Voltaje simulado IAT con resistencia máxima**

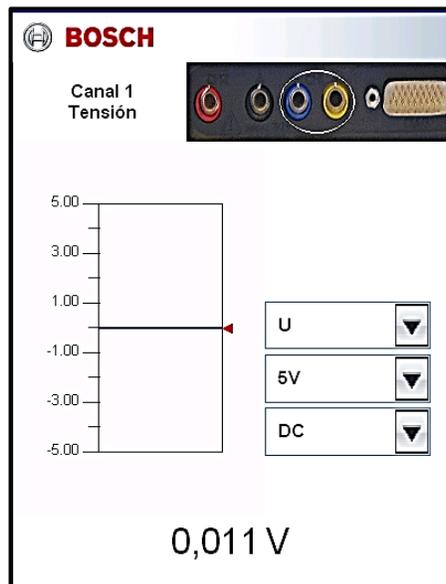
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 76: Datos de temperatura del sensor IAT con resistencia máxima**

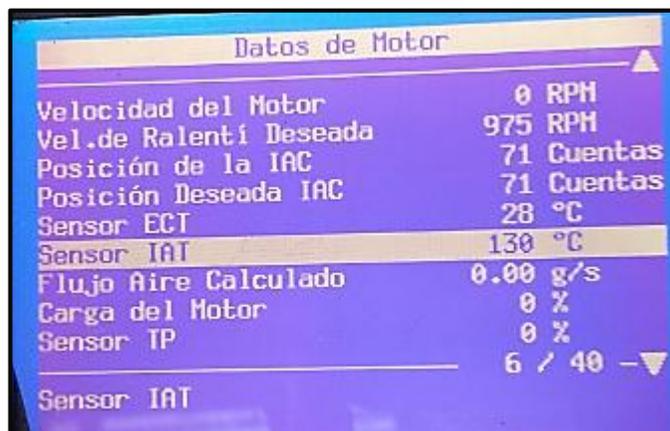
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Colocando la posición de la resistencia variable al mínimo, se realizó La segunda simulación dándonos como resultado el valor de 0,011 voltios y una temperatura de 130°C.



**FIGURA 77: Voltaje simulado IAT con resistencia mínima**

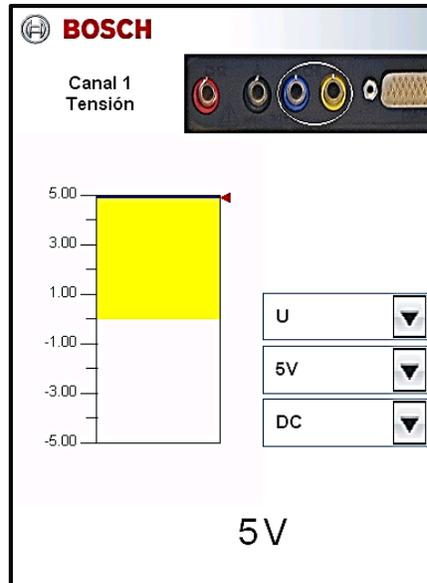
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 78: Datos de temperatura del sensor IAT con resistencia mínima**

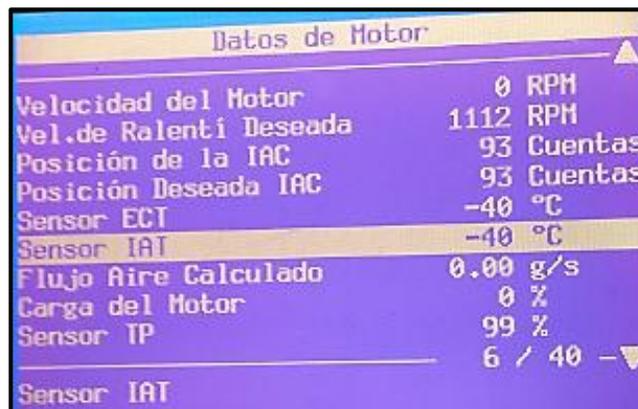
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Como tercera prueba se desconectó la masa en el circuito eléctrico del sensor IAT, lo que produjo incremento de voltaje en el sistema, que se observó en los valores del multímetro 4,99 voltios y en el flujo de datos del scanner una temperatura del aire de admisión en  $-40^{\circ}\text{C}$  que es un valor fijado por la ECM, como estrategia.



**FIGURA 79: Voltaje del sensor IAT simulado sin masa**

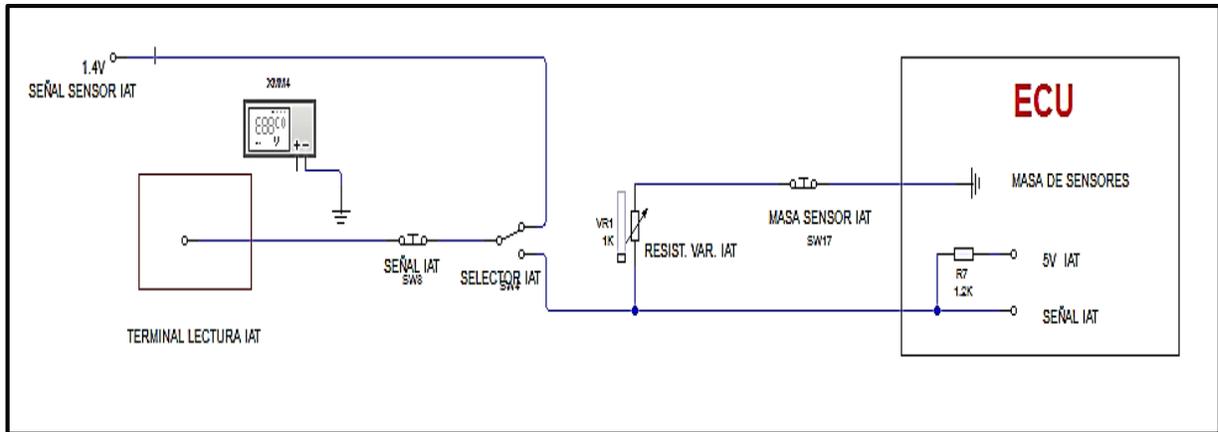
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 80: Datos de temperatura del sensor IAT sin masa**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para las pruebas referentes al sensor IAT se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso del osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original, en la (fig. 81) se indica el diagrama eléctrico de conexión para tomar los datos de este sensor.



**FIGURA 81: Circuito del terminal de lectura de IAT**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación se detalla la toma de datos generados por el sensor de temperatura de aire de admisión (IAT):

**Tabla 15: Toma de datos de temperatura de aire de admisión (IAT)**

<b>SENSOR IAT</b>		
<b>MEDICIONES</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>REAL</b>
Voltaje de referencia	5 V	5,00 V
Masa sensor máx.	0.030 volt	0,009 V
Voltaje de sensor a 31°C		2,94 V
Resistencia de sensor a 31°C	$\Omega$	1700 $\Omega$
Valor máx. de resistencia variable	10 k $\Omega$	10 k $\Omega$
Valor min de resistencia variable	0 $\Omega$	0,2 $\Omega$
Voltaje máx. de simulación		4,43 V
Voltaje min de simulación		0,011 V
Temperatura con resistencia máx. simulado		-11 °C
Temperatura con resistencia min simulado		130 °C
Voltaje circuito abierto	5 V	5,00 V

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

### 4.5.1.3. Sensor de posición del acelerador (TPS)

Para realizar las simulaciones del sensor de posición del acelerador (TPS), se instaló un reóstato de 10 K $\Omega$  en paralelo, al circuito eléctrico original y un switch que nos permitió dar paso a la variación de su señal, también se incorporaron tres switches que nos permitieron, abrir el circuito eléctrico en su voltaje de referencia, en su señal y en la masa del sensor.

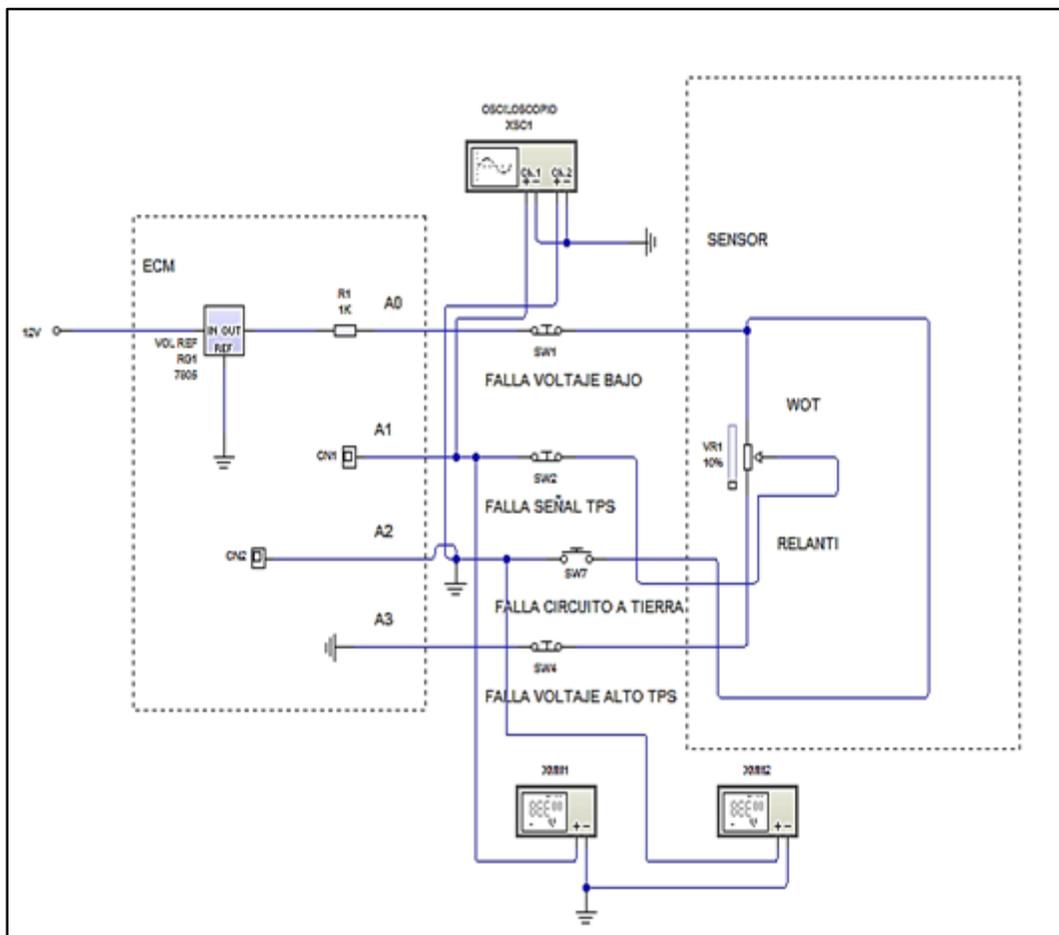
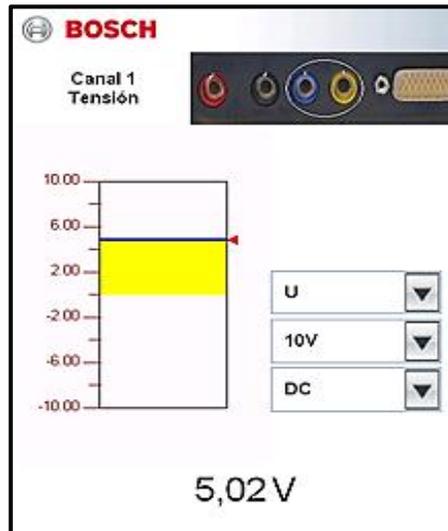


FIGURA 82: Simulación de señal del sensor TPS

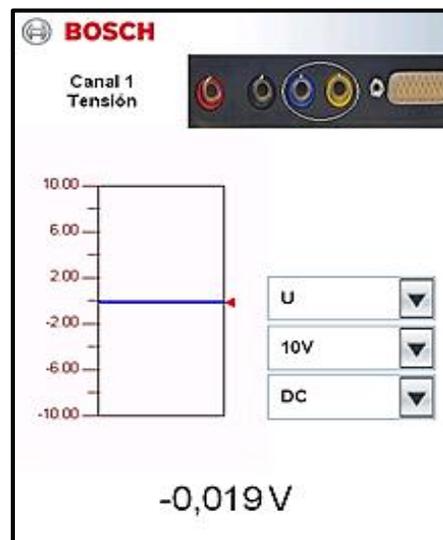
Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

Se realizó la medición del voltaje de referencia, masa y de las resistencias internas mínima y máxima del sensor TPS, con la ayuda de un multímetro digital, estas pruebas se realizaron con el motor parado.



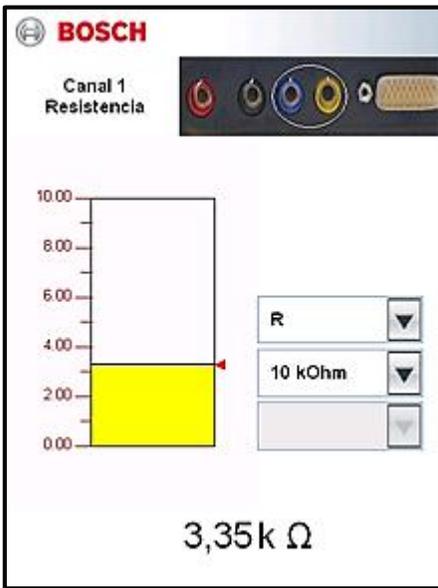
**FIGURA 83: Tensión de referencia de sensor TPS**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



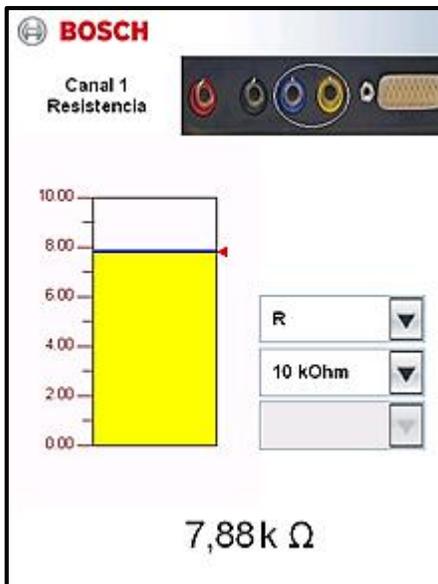
**FIGURA 84: Masa de sensor TPS**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 85: Resistencia mínima de sensor TPS en reposo**

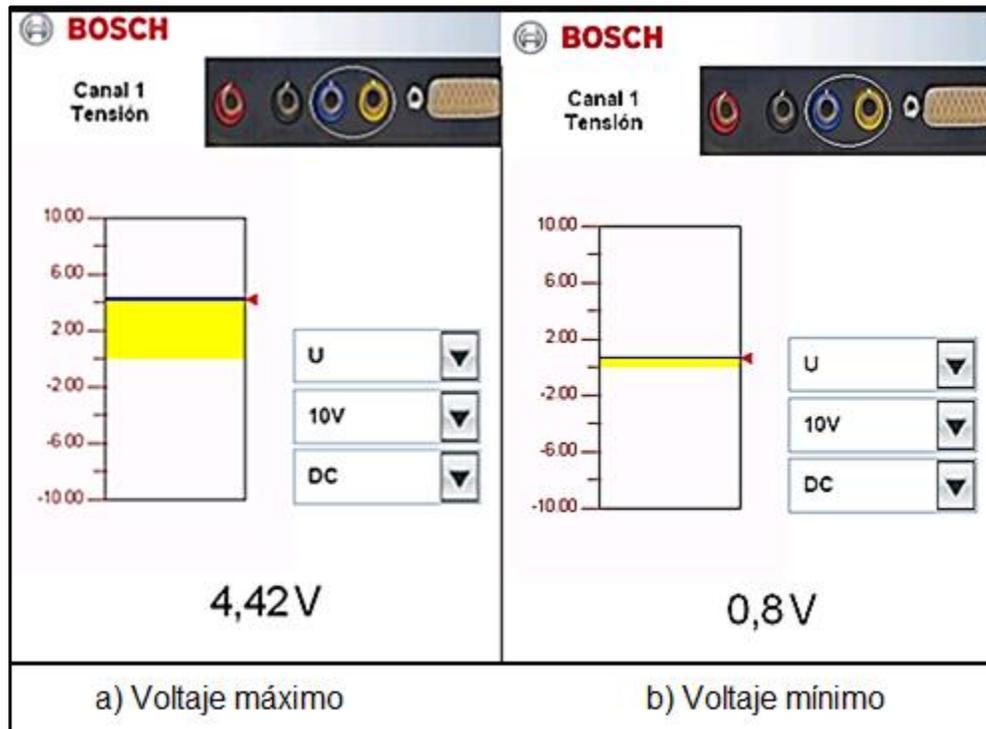
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 86: Resistencia máxima de sensor TPS abierto**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

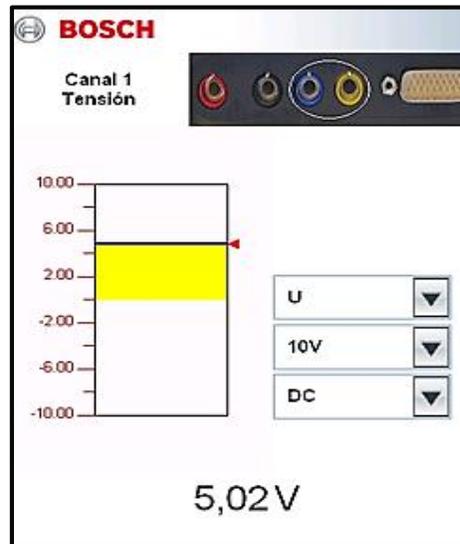
También se tomó la medición del voltaje tanto máximo como mínimo de señal de salida del sensor TPS, sin realizar ninguna simulación en estado normal de funcionamiento del motor.



**FIGURA 87: Tensión máxima y mínima de sensor TPS**

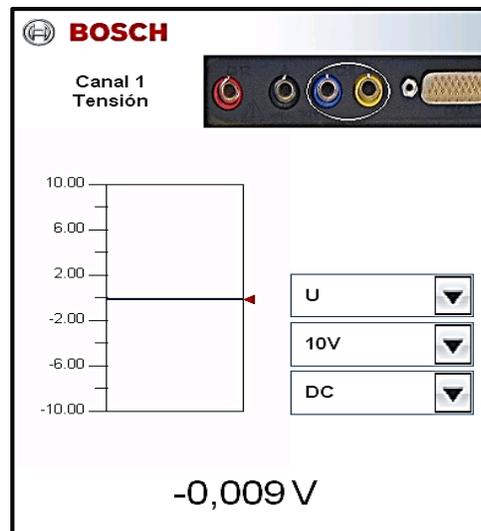
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Con el uso del simulador detallamos las pruebas que se realizaron al sensor (TPS), la primera prueba fue modificar el valor de la resistencia variable girándola hacia la derecha, con lo que pudimos observar los cambios en la lectura del voltaje de señal en el sensor.



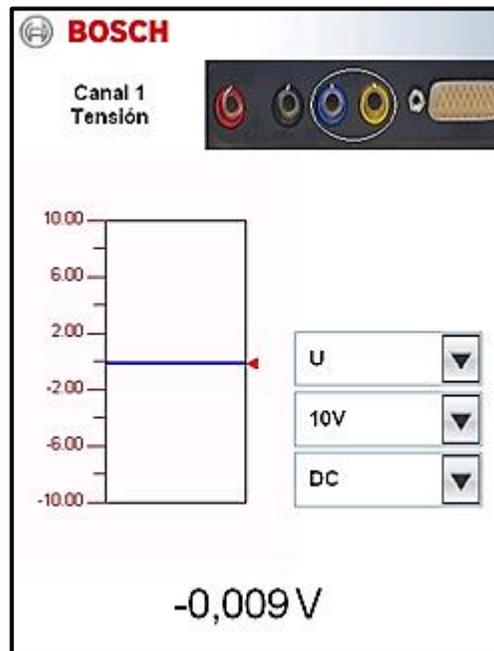
**FIGURA 88: Voltaje máximo simulado de sensor TPS**  
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

La segunda prueba se realizó modificando el valor de la resistencia variable, girándola hacia la izquierda, con lo que pudimos observar los cambios en la lectura del voltaje de señal en el sensor.



**FIGURA 89: Voltaje mínimo simulado de sensor TPS**  
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

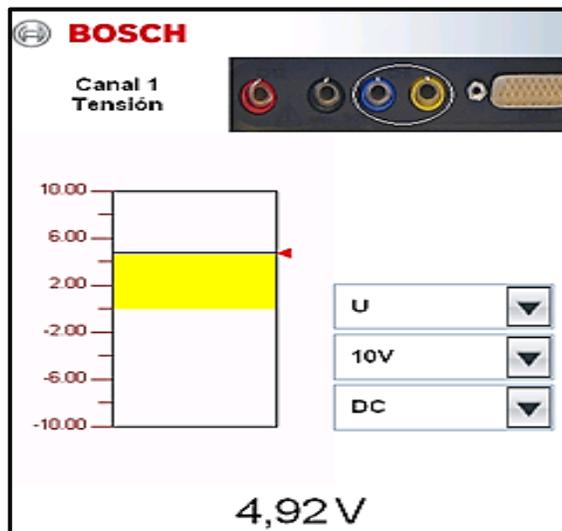
La tercera prueba que se realizó en el sensor TPS, fue cortar su señal de referencia con la ayuda de un switch, instalado en el simulador, en la siguiente figura se puede observar la lectura del voltaje de señal en 0,009 voltios.



**FIGURA 90: Voltaje de señal sensor TPS simulado corte de 5volt**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

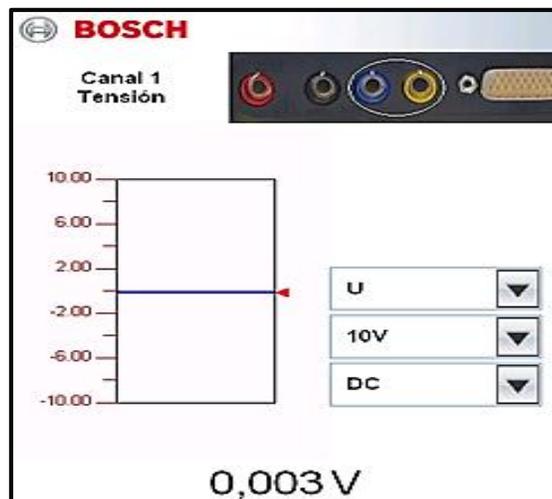
Como cuarta prueba se realizó la simulación del sensor TPS, desconectando la masa del sensor, mediante un switch instalado en el tablero de controles del simulador; con la ayuda del multímetro digital pudimos observa la siguiente variación del voltaje de su señal.



**FIGURA 91: Voltaje de señal sensor TPS simulado corte de masa**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

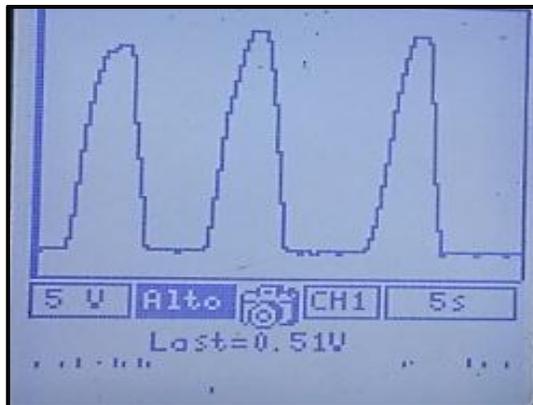
La última prueba que se realizó en el sensor TPS, fue con la ayuda de un switch instalado en el simulador, el que nos permitió realizar el corte de su señal, dándonos como resultado la lectura de 0,003 voltios que se muestra en la (fig. 92).



**FIGURA 92: Voltaje de señal sensor TPS simulado corte de señal**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

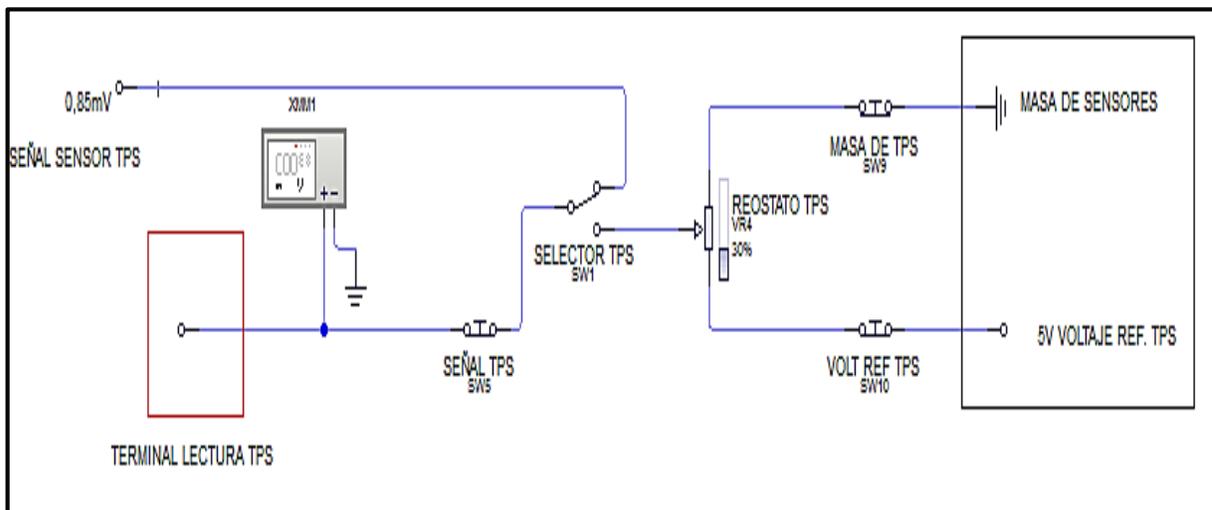
A continuación se muestra la gráfica de la señal generada por el sensor TPS, tomada con el osciloscopio, desde ralentí hasta su máxima aceleración.



**FIGURA 93: Señal sensor TPS con osciloscopio**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para facilitar las pruebas referentes al sensor TPS se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso del osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original.



**FIGURA 94: Circuito del terminar de lectura de TPS**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación se detalla la toma de datos generados por el sensor de posición del pedal del acelerador (TPS):

**Tabla 16: Toma de datos del sensor TPS**

<b>SENSOR TPS</b>		
<b>MEDICIONES</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>REAL</b>
Resistencia máx. TPS	8,00 kΩ	7,88 kΩ
Resistencia min TPS	3,00 kΩ	3,55 kΩ
Voltaje de referencia	5,00 V	5,02 V
Masa	0,030 V	0,019 V
Voltaje máximo TPS	5,00 V	4,42 V
Voltaje mínimo TPS	0,00 V	0,80 V
Voltaje máximo TPS simulado	5,00 V	5,02 V
Voltaje mínimo TPS simulado	0,00 V	-0,90 V
Corte de tensión de referencia	0,00 V	-0,009 V
Corte de masa del sensor	5,00 V	4,92 V
Corte de señal del sensor	0,00 V	0,003 V

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### 4.5.1.4. Sensor de presión absoluta (MAP)

En el sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP), realizamos la simulación mediante la instalación de un reóstato de 10 K $\Omega$  y un switch con el que hicimos la variación de su señal, lo que produjo cambios de algunos datos en el sistema de inyección electrónica, adicional se incorporaron tres switches que nos permitieron, abrir el circuito eléctrico en su voltaje de referencia, en su señal y en la masa del sensor.

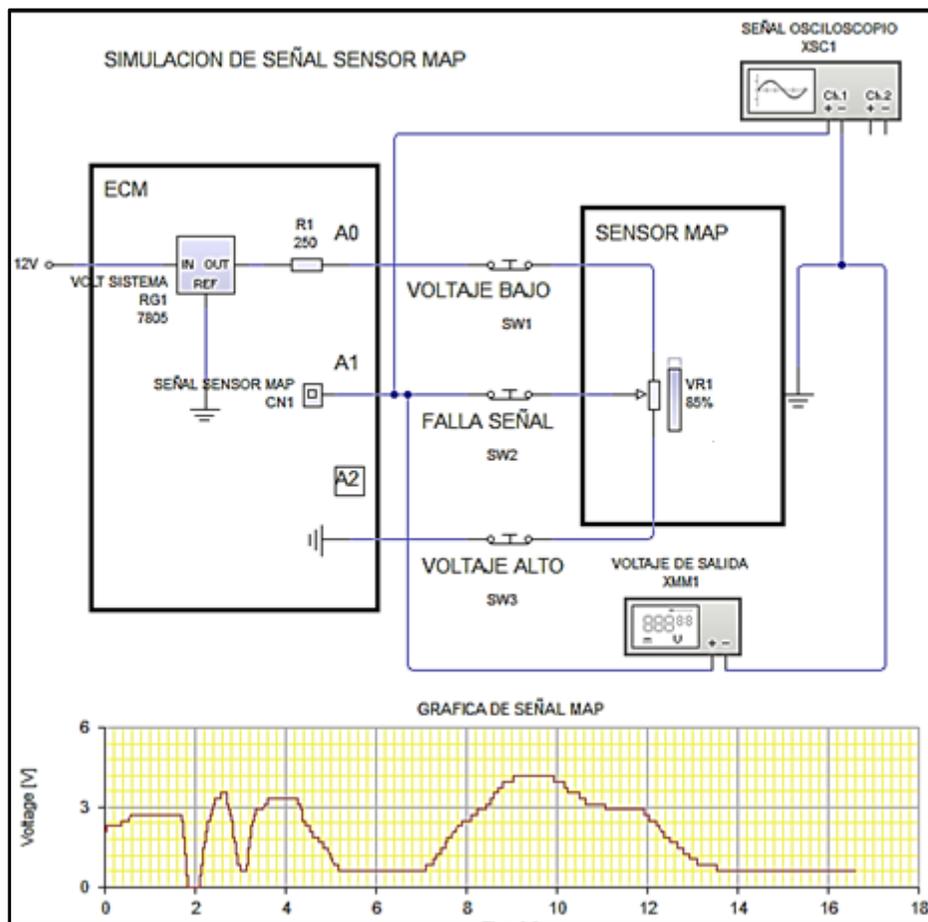
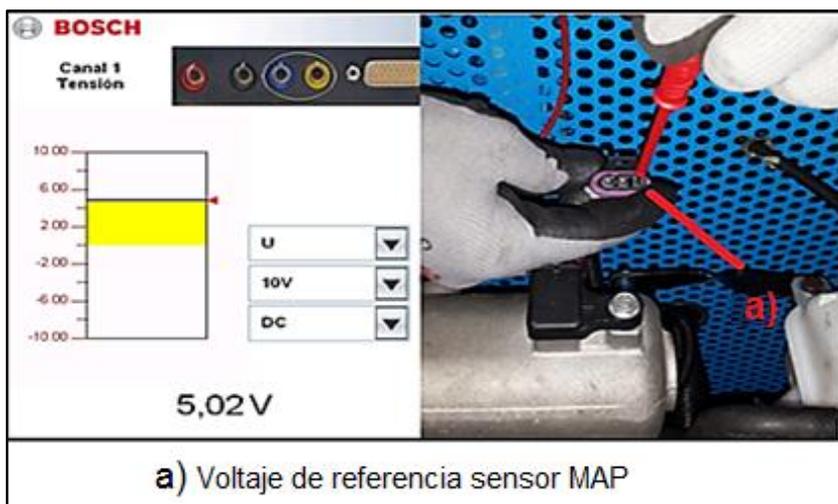


FIGURA 95: Diagrama de simulación del sensor MAP

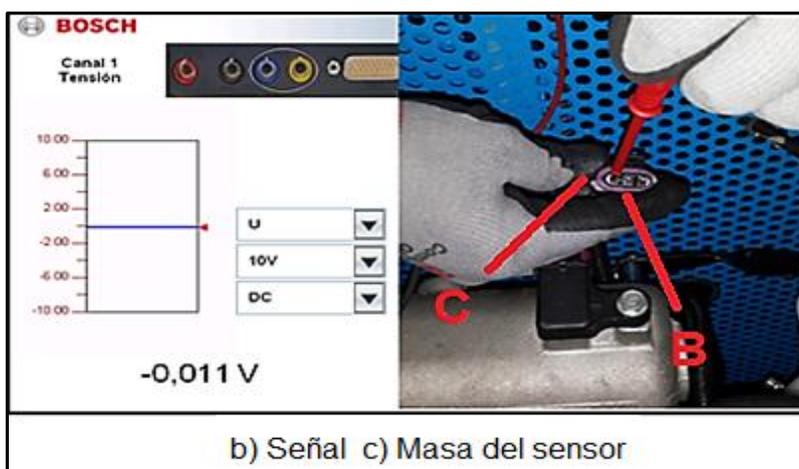
Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

Se realizó la medición del voltaje de referencia y masa del sensor MAP con el motor apagado, con la ayuda de un multímetro digital, estas pruebas se realizaron a una temperatura ambiente de 26°C, lo que se pudo observar mediante el flujo de datos del scanner automotriz utilizado.



**FIGURA 96: Tensión de referencia de sensor MAP**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 97: Masa del sensor MAP**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

La señal del sensor MAP se midió con un voltímetro y el motor apagado, además se puede observar el flujo de datos del scanner, donde los valores coinciden.

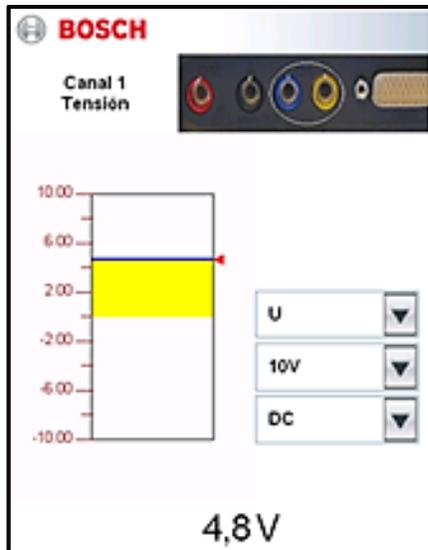


FIGURA 98: Voltaje de sensor MAP motor apagado

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

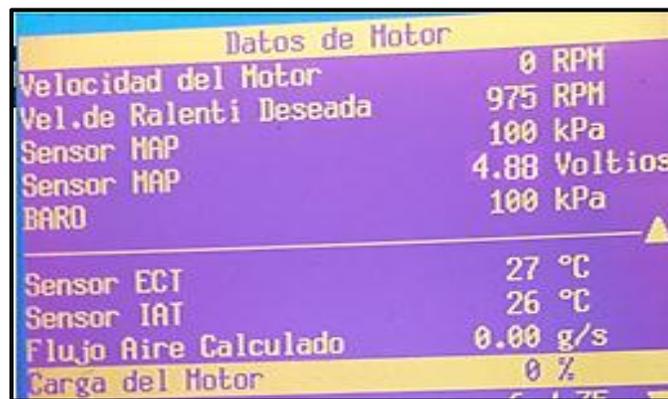
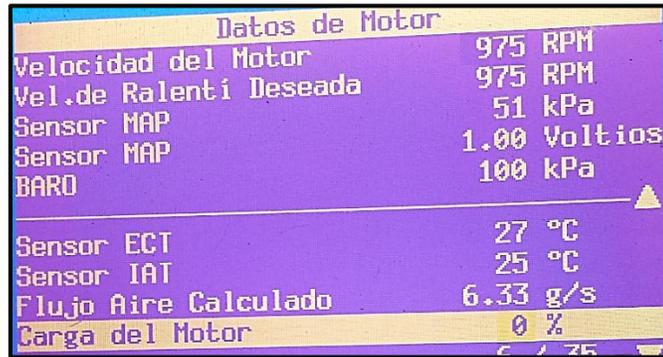


FIGURA 99: Flujo de datos sensor MAP motor apagado

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

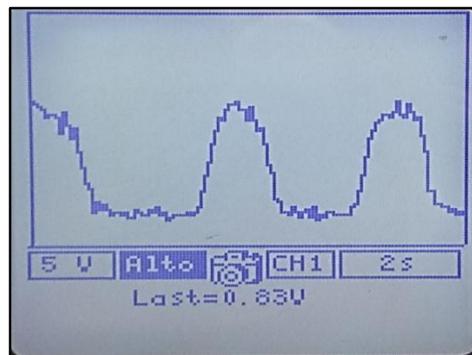
A continuación se realizó la medición de la señal del sensor MAP que en su lectura indicó 51 Kpa con y 1 voltio de señal, con el motor encendido a velocidad de ralentí, además se observa la lectura de 100 Kpa de presión barométrica.



**FIGURA 100: Flujo de datos del sensor MAP en ralentí**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

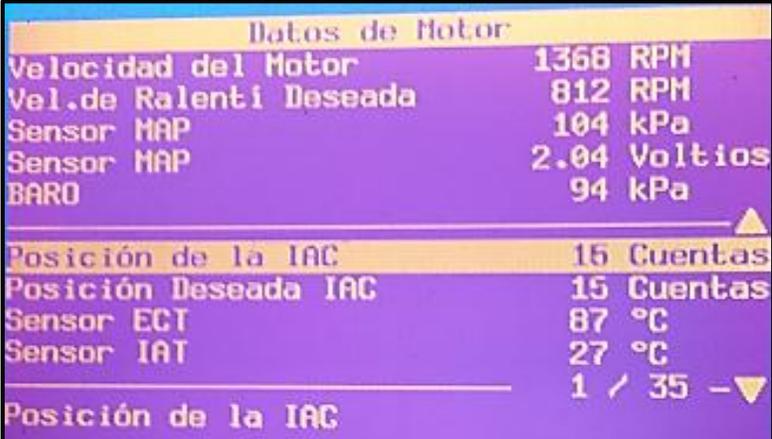
Esta prueba se realizó acelerando 3 veces el motor desde ralentí a 2500 rpm, en la que se puede observar que al momento de llegar a estas revoluciones la lectura en el osciloscopio nos indicó un valor de 3,8 voltios, tomando en cuenta que el voltaje en ralentí fue de 0,83 voltios, esta aceleración modifico el ancho de pulso de 2,3 ms a 6,1 ms en el momento de aceleración.



**FIGURA 101: Gráfica del voltaje del MAP a 2500 rpm**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación detallamos las pruebas que se realizaron al sensor MAP con la ayuda del simulador, la primera prueba se realizó a 1368 rpm, donde al modificar el valor del resistencia variable, poniéndolo en su punto máximo, con lo que pudimos observar los cambios que se produjeron en el motor, donde se elevó el voltaje de su señal 2,04 voltios lo que incremento el ancho de pulso, causando que se apague el motor.

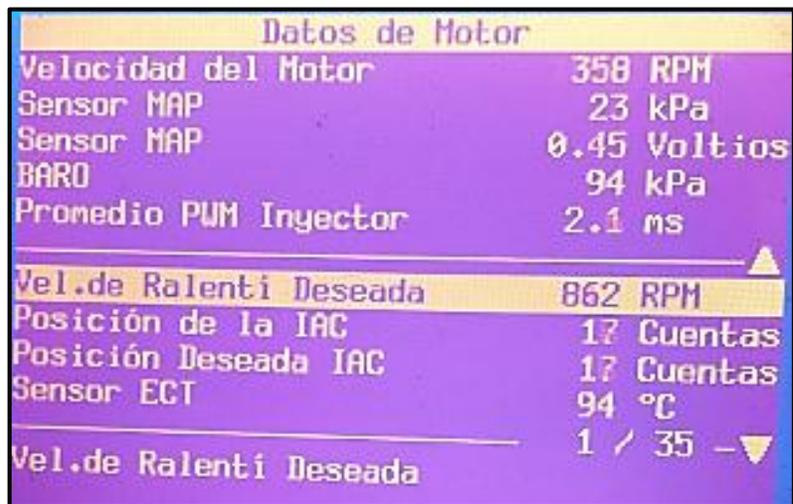


Datos de Motor	
Velocidad del Motor	1368 RPM
Vel.de Ralenti Deseada	812 RPM
Sensor MAP	104 kPa
Sensor MAP	2.04 Voltios
BARO	94 kPa
-----▲	
Posición de la IAC	15 Cuentas
Posición Deseada IAC	15 Cuentas
Sensor ECT	87 °C
Sensor IAT	27 °C
----- 1 / 35 -▼	
Posición de la IAC	

**FIGURA 102: flujo de datos con voltaje simulado MAP a resistencia máxima**

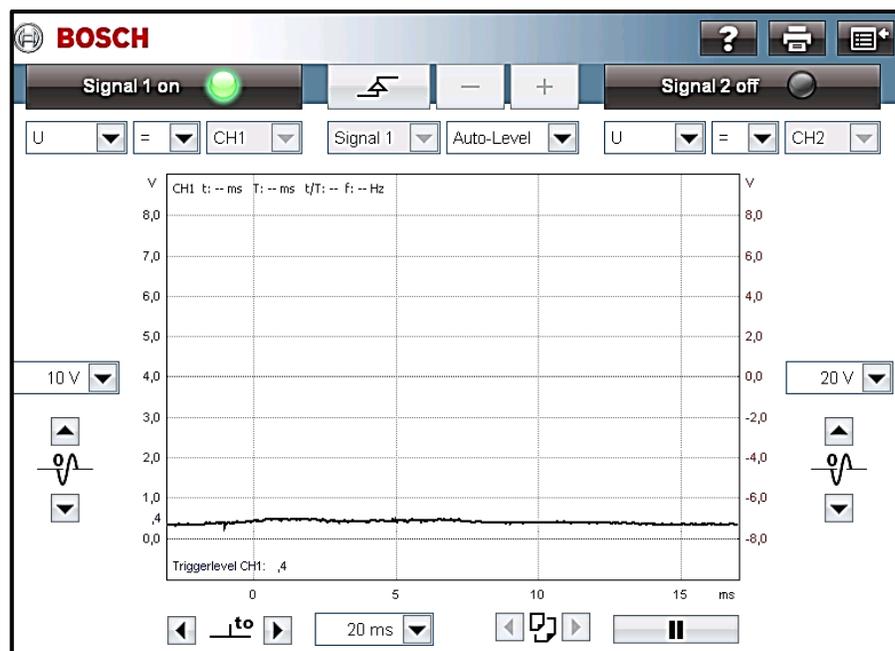
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Se realizó la segunda simulación colocando la resistencia variable al mínimo, dándonos como resultado cambios en el flujo de datos del sensor MAP, mediante el simulador se consiguió modificar el voltaje de señal colocándolo a 0,45 voltios, lo que produjo que el motor empiece a fallar y a su vez a disminuir las rpm hasta apagarse.



**FIGURA 103: Voltaje simulado MAP con resistencia mínima**

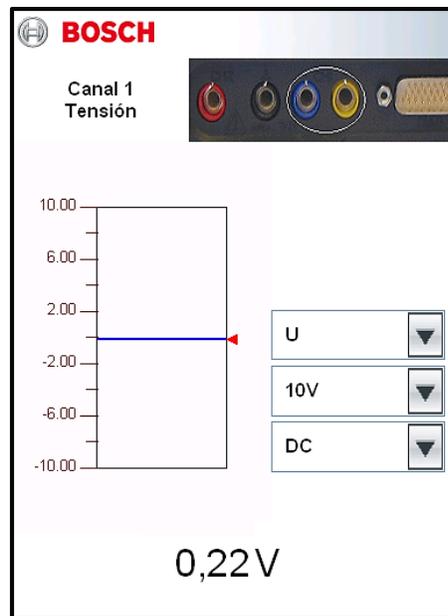
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 104: Gráfica de voltaje del sensor MAP con resistencia mínima**

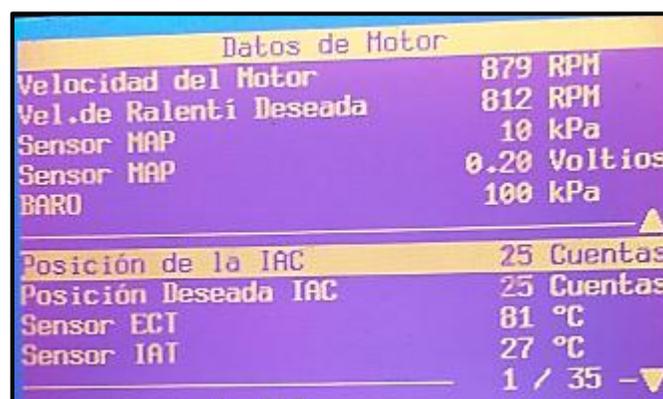
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Como tercera prueba se desconectó el voltaje de referencia en el circuito eléctrico del sensor MAP, lo que produjo reducción de voltaje en su señal, que se observó en los valores del multímetro 0,22 voltios, en el flujo de datos del scanner se puede apreciar que el motor se encontraba en ralentí.



**FIGURA 105: Voltaje del sensor MAP sin señal de referencia en ralentí**

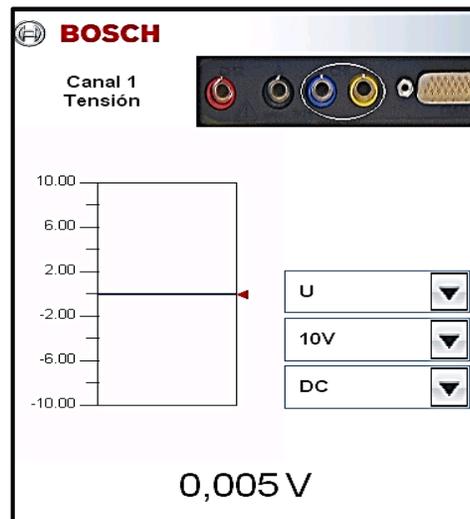
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 106: Flujo de datos MAP sin señal de referencia en ralentí**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

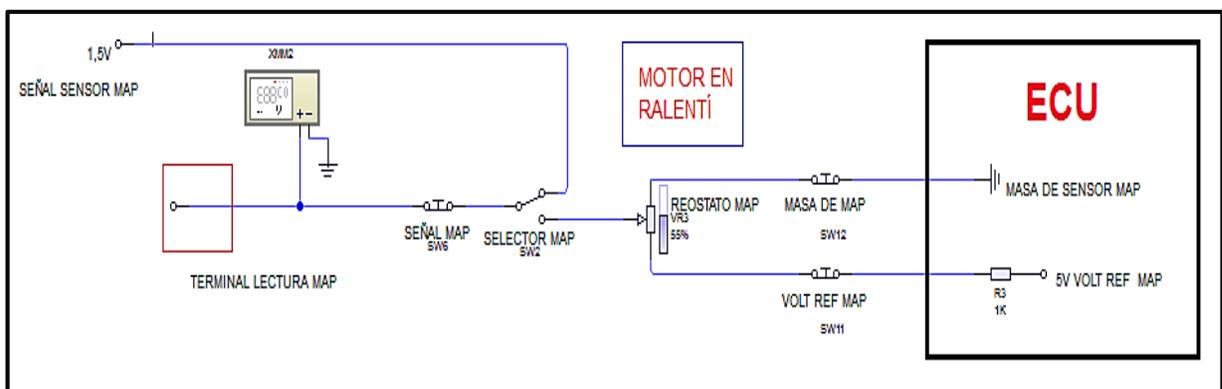
Como última prueba se interrumpió la señal del sensor MAP en el circuito de comunicación con el módulo de control electrónico, lo que ocasiono la caída de tensión y una lectura incorrecta de su voltaje de señal.



**FIGURA 107: Voltaje de señal del MAP en circuito abierto con ECM**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para facilitar las pruebas referentes al sensor MAP se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso del osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original.



**FIGURA 108: Circuito del terminal de conexión de MAP**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación se detalla la toma de datos generados por el sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP):

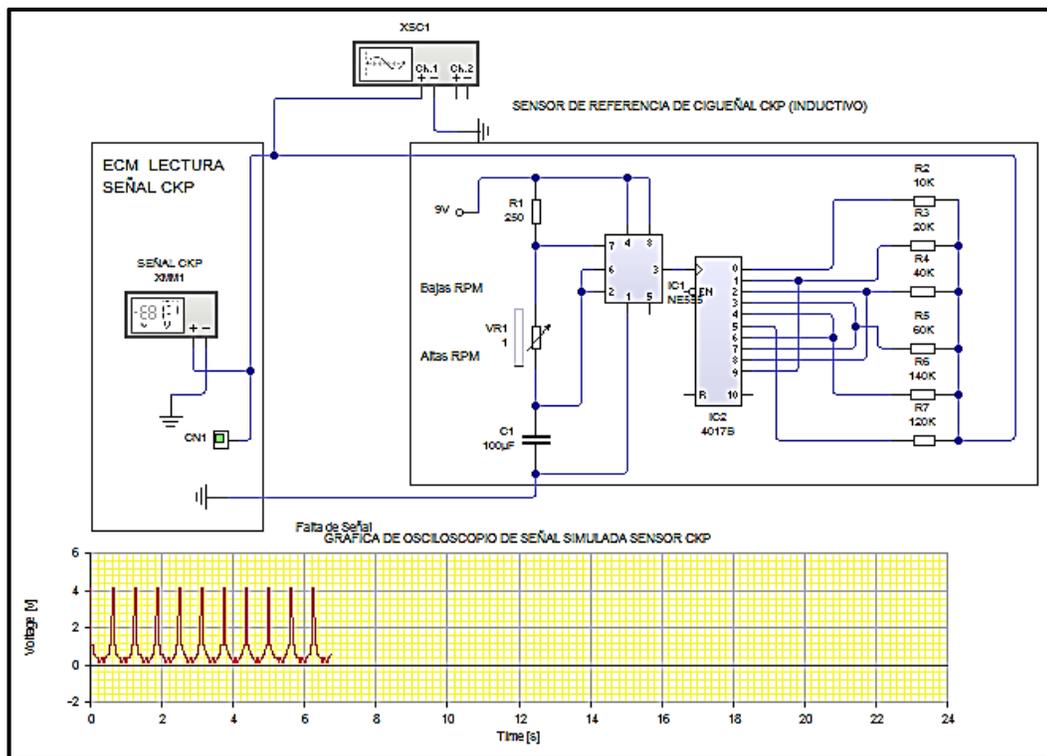
**Tabla 17: Toma de datos del sensor MAP**

<b>SENSOR MAP</b>		
<b>MEDICIONES</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>REAL</b>
Voltaje de referencia	5,00 V	5,02 V
Masa	0,030 V	-0,011 V
Voltaje sensor MAP motor apagado	5,00 V	4,80 V
Voltaje sensor MAP ralentí	1,60 V	1,83 V
Voltaje sensor MAP a 2500 rpm		3,8 V
Voltaje MAP simulado a 1400 rpm		2,04 V
Voltaje MAP simulado a 358 rpm		0,45 V
Corte de tensión de referencia	0,00 V	0,22 V
Corte de señal del sensor	0,00 V	0,05 V

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### 4.5.1.5. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor de posición del cigüeñal (CKP), es un sensor inductivo generador de corriente alterna, se encuentra alojado al lado izquierdo inferior del block, debajo del múltiple de escape, en este sensor realizamos la simulación de invertir su señal mediante la instalación de un switch, con el que modificamos la polaridad, lo que produjo una lectura errónea del módulo de control electrónico, generando la imposibilidad de arrancar el motor.



**FIGURA 109: Diagrama del sensor CKP**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Se realizó la medición del voltaje de CA, generado por el sensor en arranque y resistencia del sensor CKP con el motor apagado, con la ayuda de un multímetro digital:



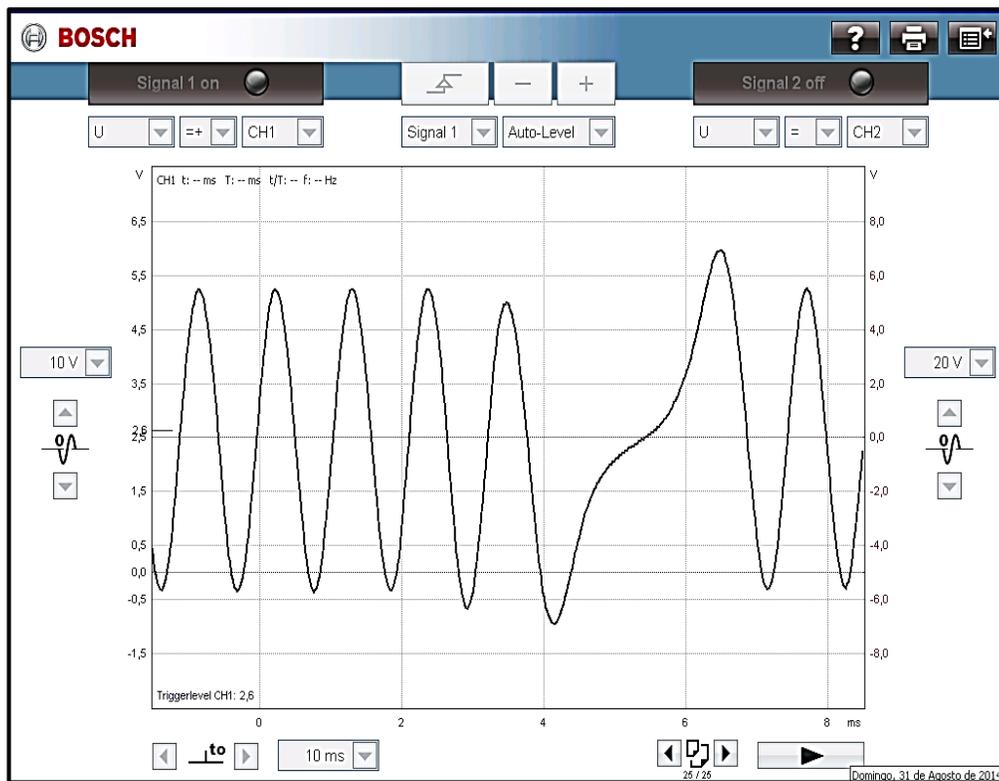
**FIGURA 110: Voltaje de CA generado en arranque**  
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 111: Resistencia del sensor CKP**  
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación se muestran las gráficas tomadas con el osciloscopio de la señal del sensor de referencia del cigüeñal (CKP):

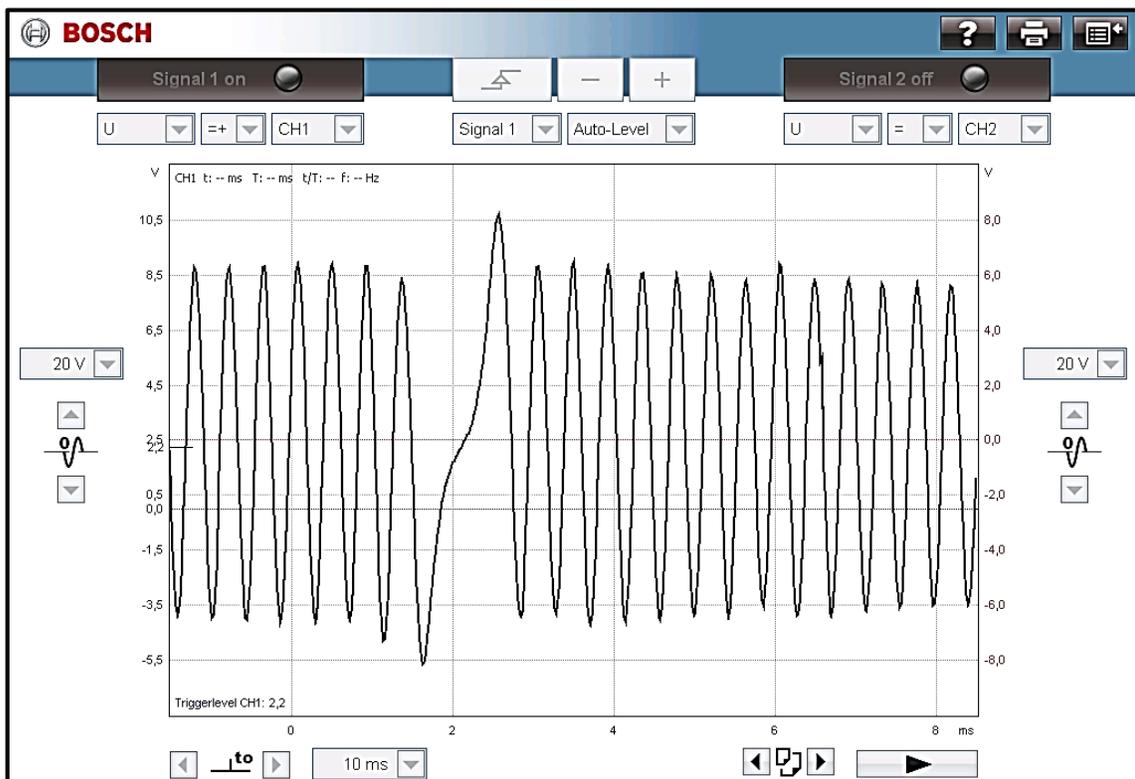
En la figura 112, se observa la señal producida por el sensor CKP con el motor en ralentí, donde se puede apreciar una diferencia en la señal capturada por el osciloscopio que nos indica la proximidad del punto muerto superior (PMS).



**FIGURA 112: Gráfica de la señal del sensor CKP en ralentí**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

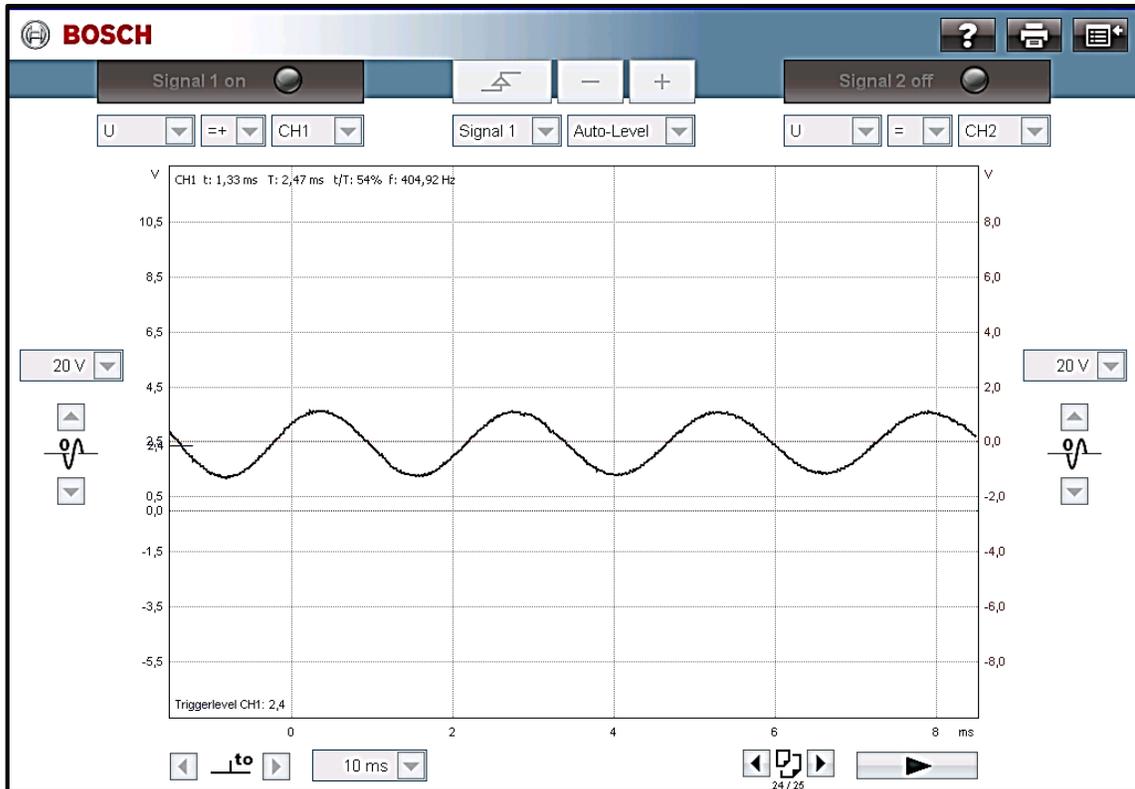
En la figura 113, se muestra la señal que genera el sensor CKP. Con respecto a la figura anterior, existen diferencias debido a que se aceleró el motor hasta aproximadamente 1500rpm, se puede observar los cambios en la frecuencia, el periodo y el valor de voltaje. A mayor velocidad de la rueda dentada, mayor cantidad de pulsos de la onda y mayor frecuencia.



**FIGURA 113: Gráfica de la señal del sensor CKP a 1500rpm**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

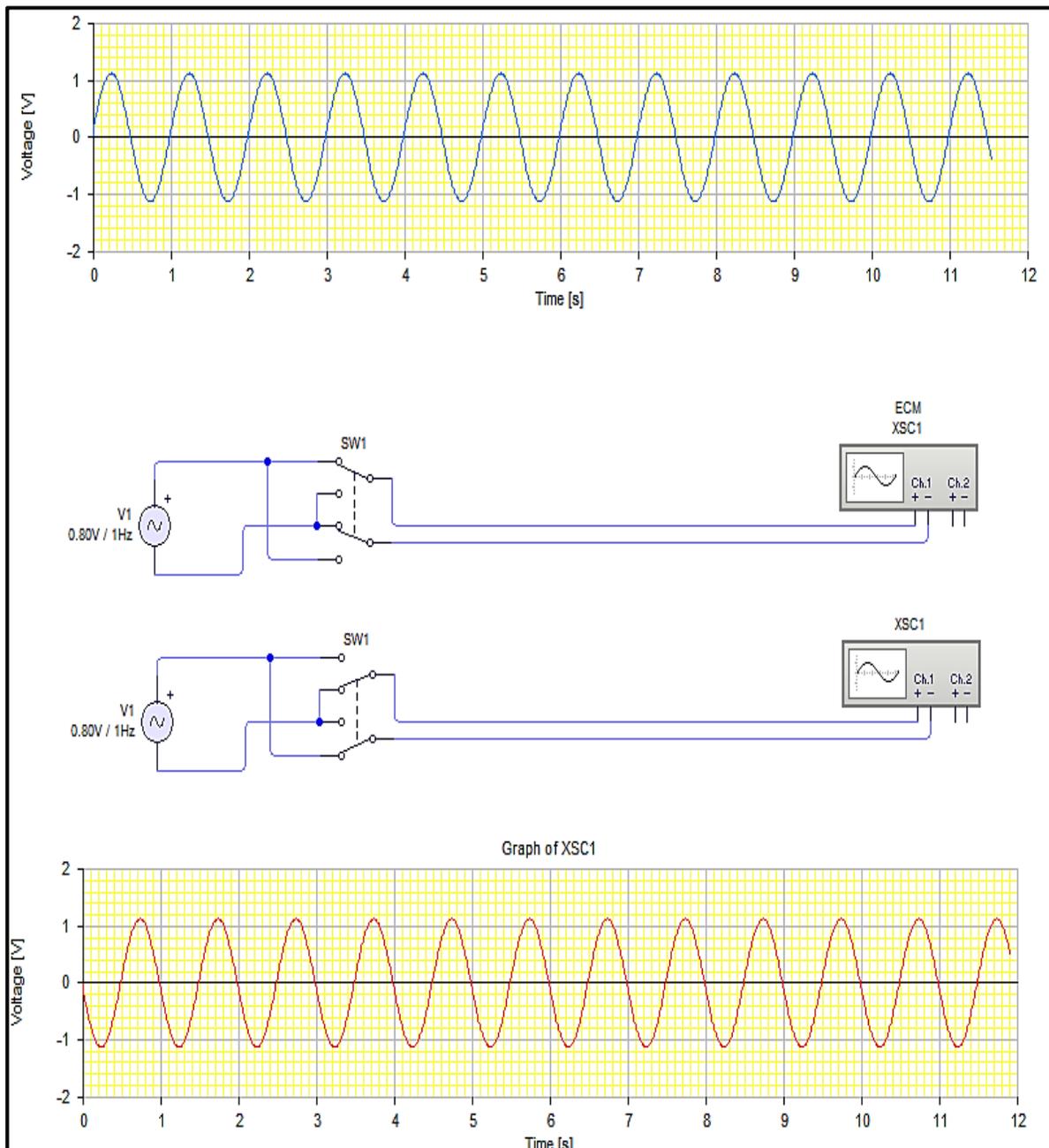
En la figura 114, se puede observar la gráfica tomada con el osciloscopio del sensor CKP, cuando invertimos su polaridad usando el simulador, la gráfica nos indica el cambio generado en la señal del sensor, lo que ocasionó que el motor no pueda encender.



**FIGURA 114: Gráfica de la señal invertida del sensor CKP motor no enciende**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para realizar la simulación de invertir la polaridad de la señal del sensor CKP, se instaló un switch en el tablero de controles que modifico la entrada de señales hacia el módulo de control electrónico.



**FIGURA 115: Simulación de conexión del switch de inversión de polaridad**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

A continuación se detalla la toma de datos generados por el sensor de posición del cigüeñal (CKP).

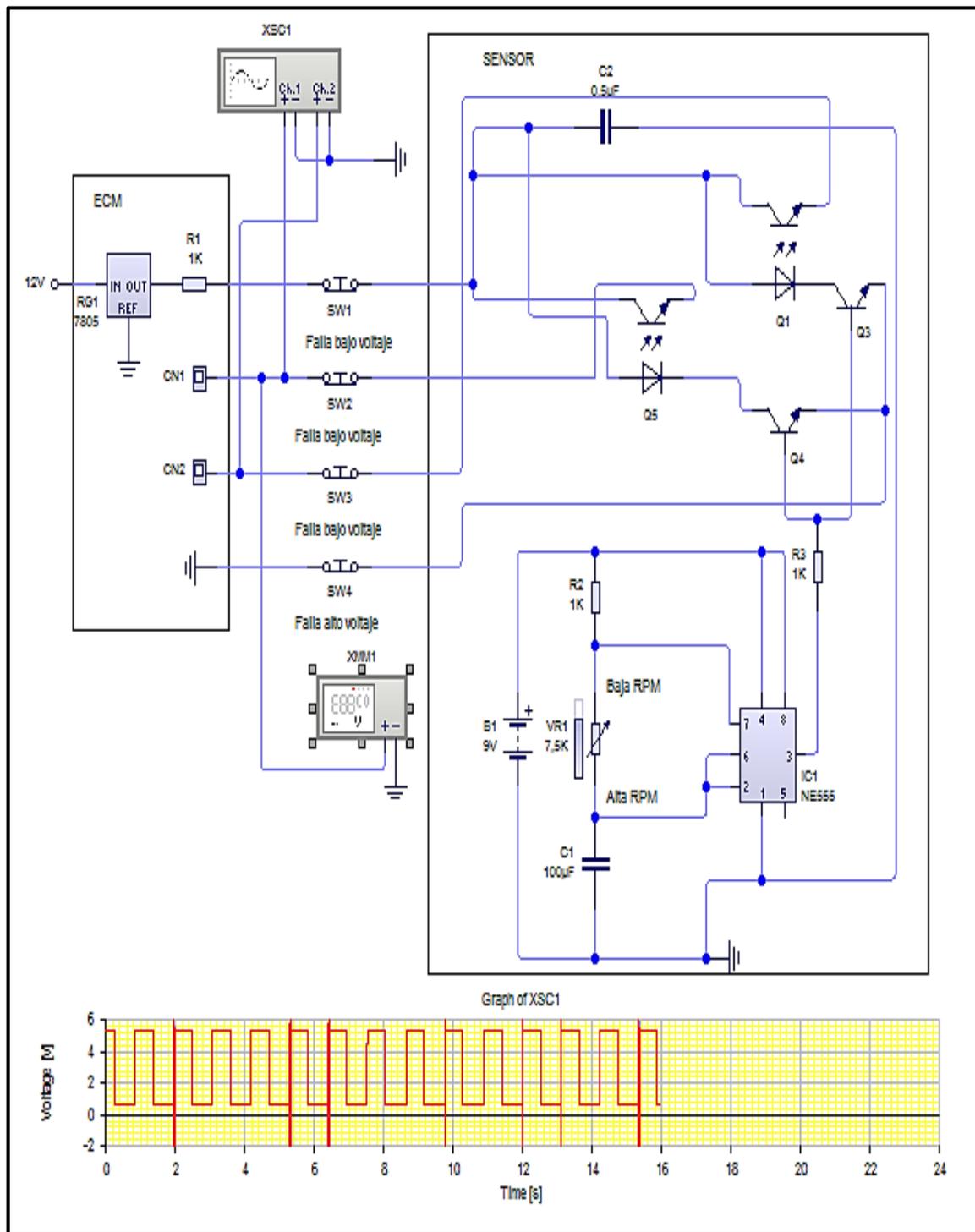
**Tabla 18: Toma de datos del sensor CKP**

<b>SENSOR CKP</b>		
<b>MEDICIONES</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>REAL</b>
Resistencia	630 $\Omega$	608 $\Omega$
Voltaje CA (en ignición)	850mV	983 mV
Forma de onda	Senoidal	Senoidal

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

#### **4.5.1.6. Sensor de posición de barra de levas (CMP)**

El sensor de posición de barra de levas (CMP), es un sensor de efecto HALL, se encuentra alojado al lado derecho superior del porta barra de levas, en este sensor realizamos la simulación de interrumpir el circuito eléctrico de su señal mediante la instalación de un switch.



**FIGURA 116: Simulador del sensor CMP**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

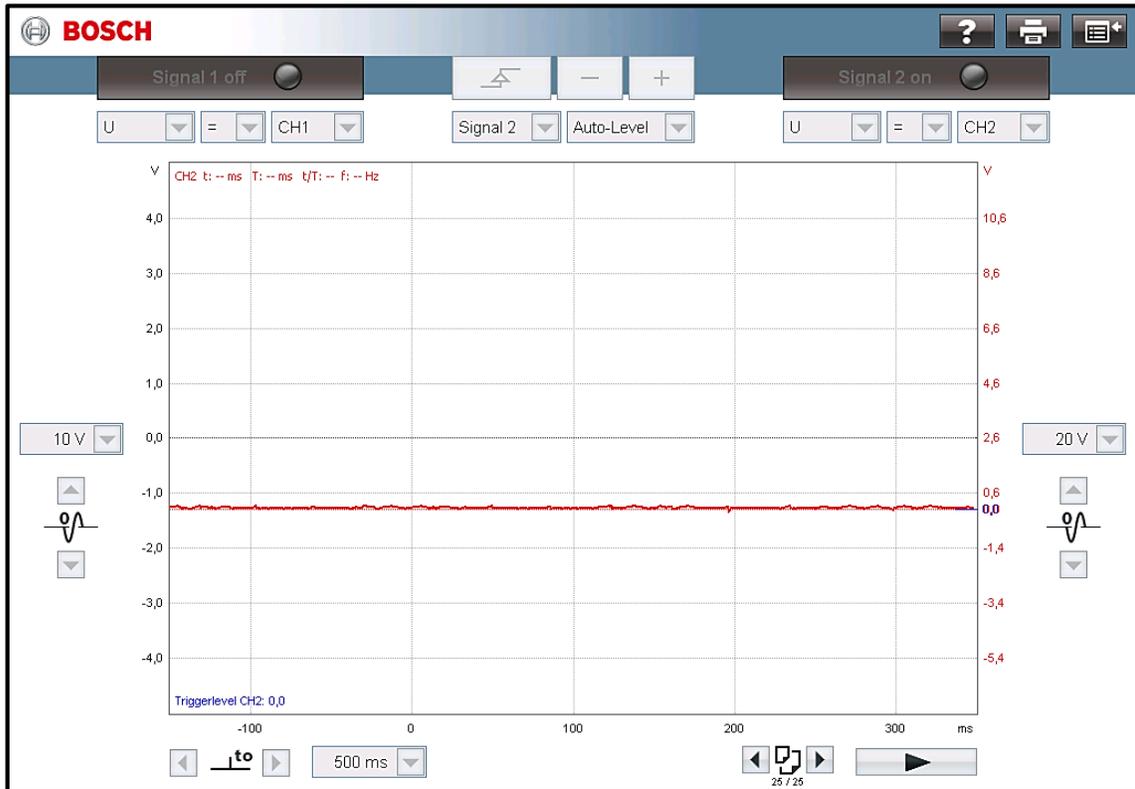
En la figura 117, se muestra la gráfica de señal del sensor CMP con el motor en ralentí.



**FIGURA 117: Gráfica osciloscopio de señal de sensor CMP**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

En la siguiente Gráfica se muestra al sensor CMP, desconectado encontrándose en un valor de 0,0 voltios sin emitir ninguna onda análoga.



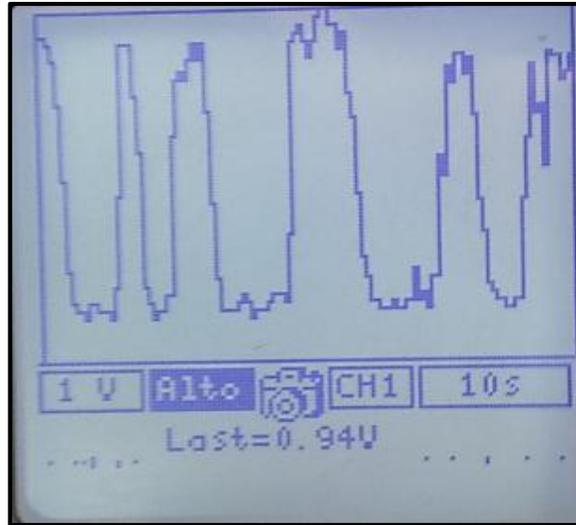
**FIGURA 118: Gráfica osciloscopio de señal de sensor CMP desconectado**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para facilitar las pruebas referentes al sensor CMP se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso del osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original, el que se lo idéntica en el tablero por su terminología.

#### 4.5.1.7. Sensor de oxígeno ( $\lambda$ )

Con la finalidad de permitir la captura de la señal generada por el sensor de oxígeno, parámetro importante a tomar en cuenta, ya que al realizar simulaciones en los demás sensores se verá afectada la señal del sensor ( $\lambda$ ).



**FIGURA 119: Gráfica de la señal del sensor de oxígeno en osciloscopio**

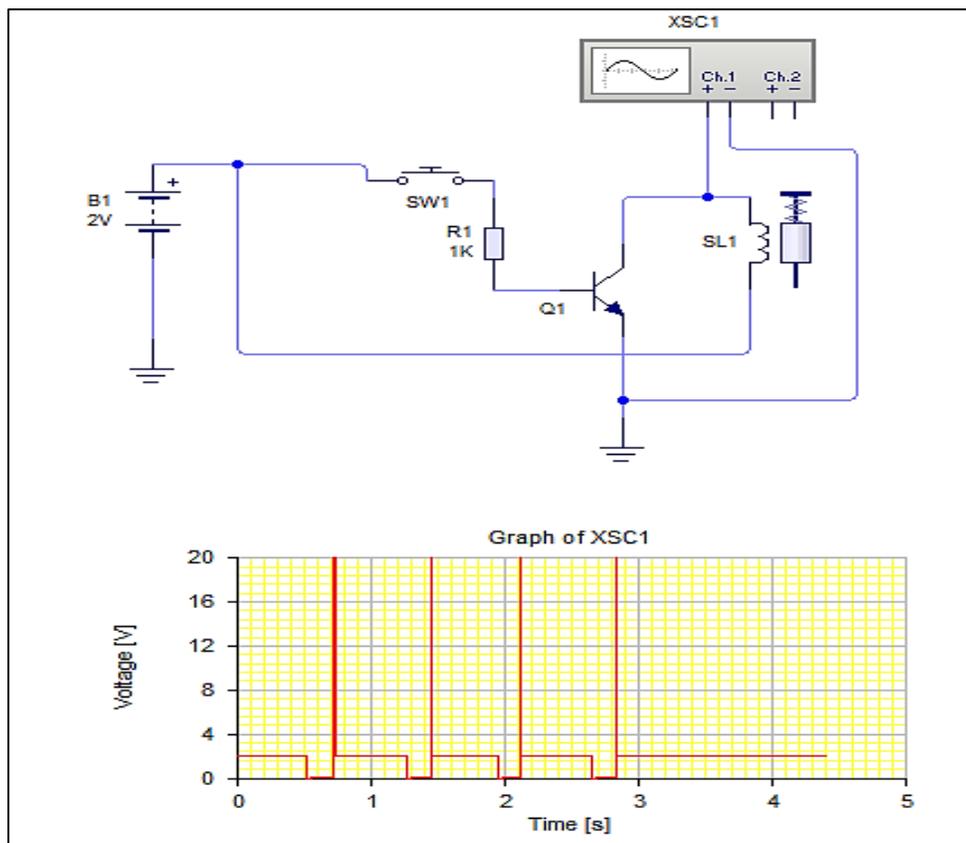
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para facilitar las pruebas referentes al sensor de oxígeno ( $\lambda$ ), se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso del osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original, el que se lo idéntica en el tablero por su terminología.

## 4.5.2. Simulación en actuadores

### 4.5.2.1. Inyectores

Cada cilindro del motor tiene asignada una válvula de inyección. Estas válvulas se regulan electrónicamente mediante el ECM e inyectan el combustible delante de las válvulas de admisión del motor. Las válvulas de inyección, son actuadores que fueron intervenidos para realizar simulaciones que nos permitieron interrumpir el circuito eléctrico en cada uno de ellos, produciendo el mal funcionamiento del motor.



**FIGURA 120: Simulador de una válvula de inyección**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Se realizó la medición de la resistencia y la tensión de alimentación de la válvula inyectora, con la ayuda de un multímetro digital en el cilindro nuevo cuatro, dando como

resultado un valor de resistencia de  $14,5 \Omega$  como se indica en la figura 121 y un voltaje de 12,66 voltios representado en la figura 122.



**FIGURA 121: Valor de resistencia de un inyector**

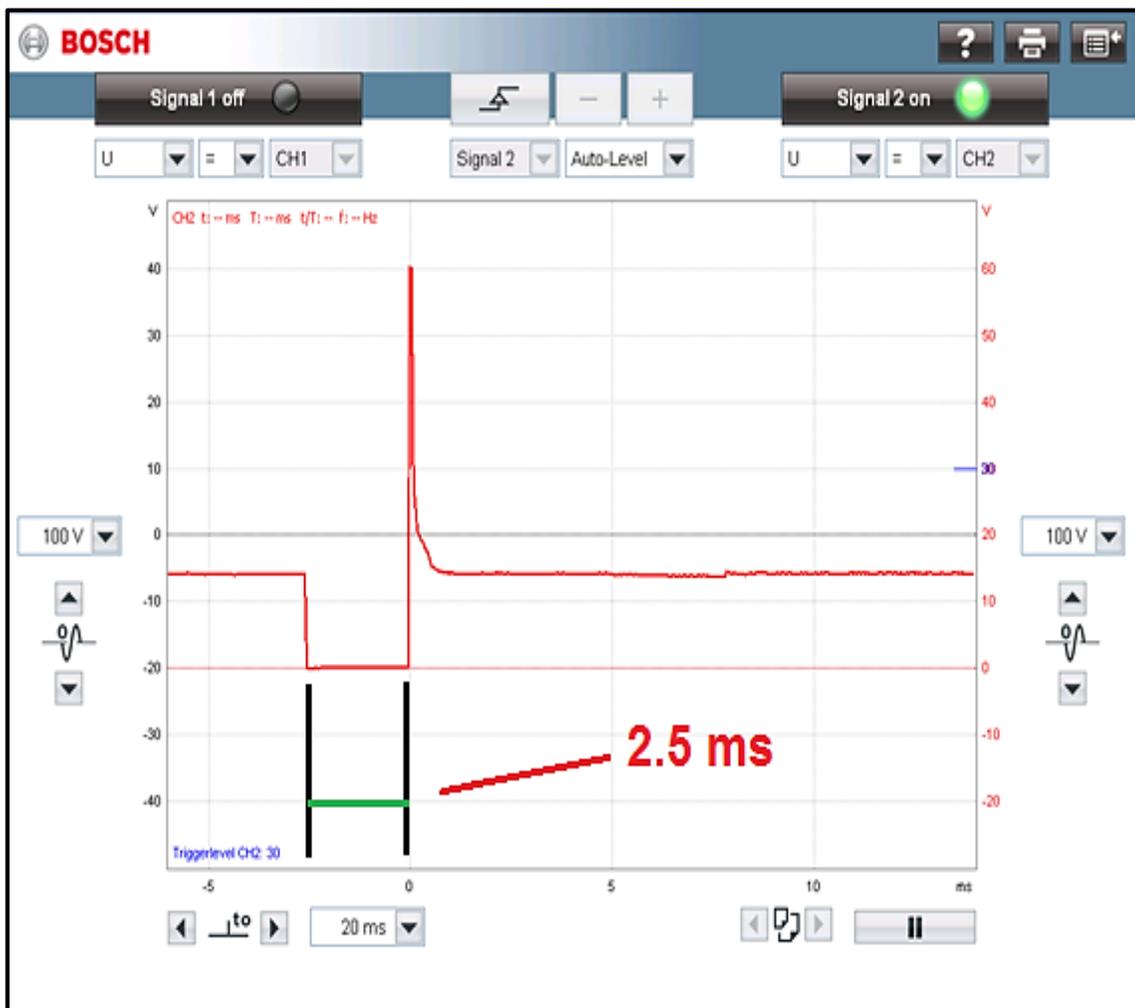
**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**



**FIGURA 122: Voltaje de alimentación de inyector**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

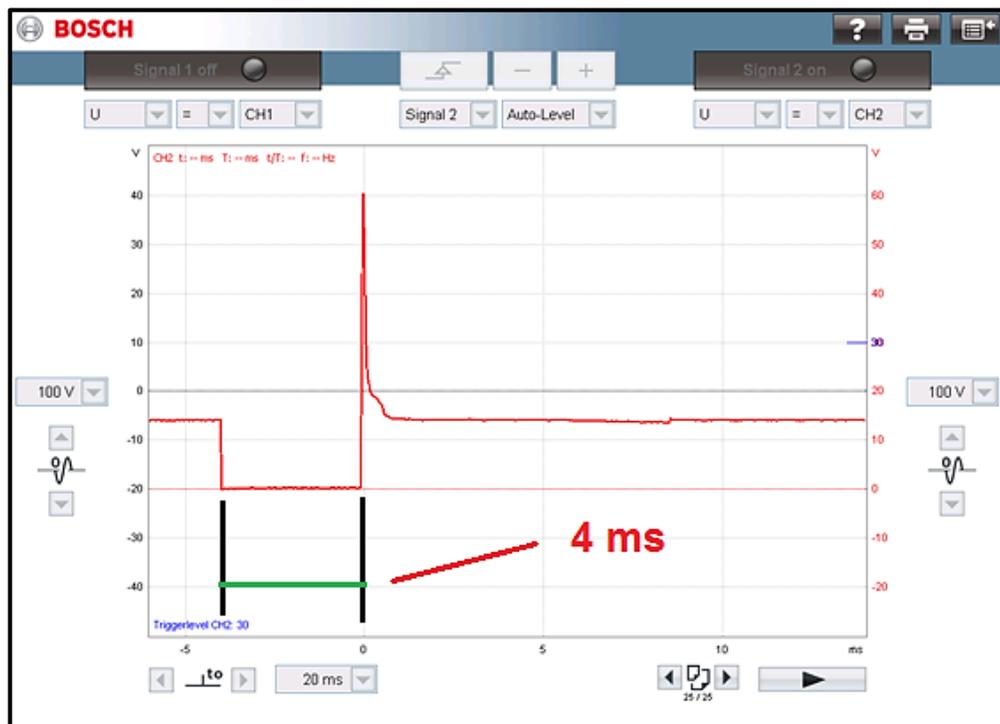
En la figura 123, se muestra la gráfica que genera un inyector, tomada con el osciloscopio con el motor a ralentí, en el que se puede observar el ancho de pulso a 2,5 ms.



**FIGURA 123: Señal generada por el inyector 1 con el motor en ralentí**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

La siguiente gráfica tomada con el osciloscopio muestra la variación en el aumento del ancho de pulso del inyector dos al haber realizado el corte del circuito eléctrico del inyector uno, esta diferencia en el ancho de pulso del inyector dos se produce como estrategia del sistema de inyección para compensar la pérdida del trabajo en el cilindro número uno.



**FIGURA 124: Señal generada por el inyector 2 al desconectar el 1**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para facilitar las pruebas referentes a los inyectores, se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso del osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original en el inyector número 1, el que se lo idéntica en el tablero por su terminología.

#### 4.5.2.2. Bobina de ignición (IC)

La bobina de ignición que incorpora este modelo de motor es un paquete de bobinas doble, a cada bobina le corresponde dos cilindros ya que en el momento de encendido se produce en ambas bujías de encendido el salto de chispa, se instaló dos switch de corte en el simulador, para interrupción del circuito eléctrico de las señales generadas por el módulo de control electrónico en cada conjunto de bobinas, lo que generó falla de funcionamiento en el conjunto de bobina uno que controla el cilindro número 1 y 4, así mismo se logró simular en el conjunto de bobina dos que controla los cilindros 2 y 3.

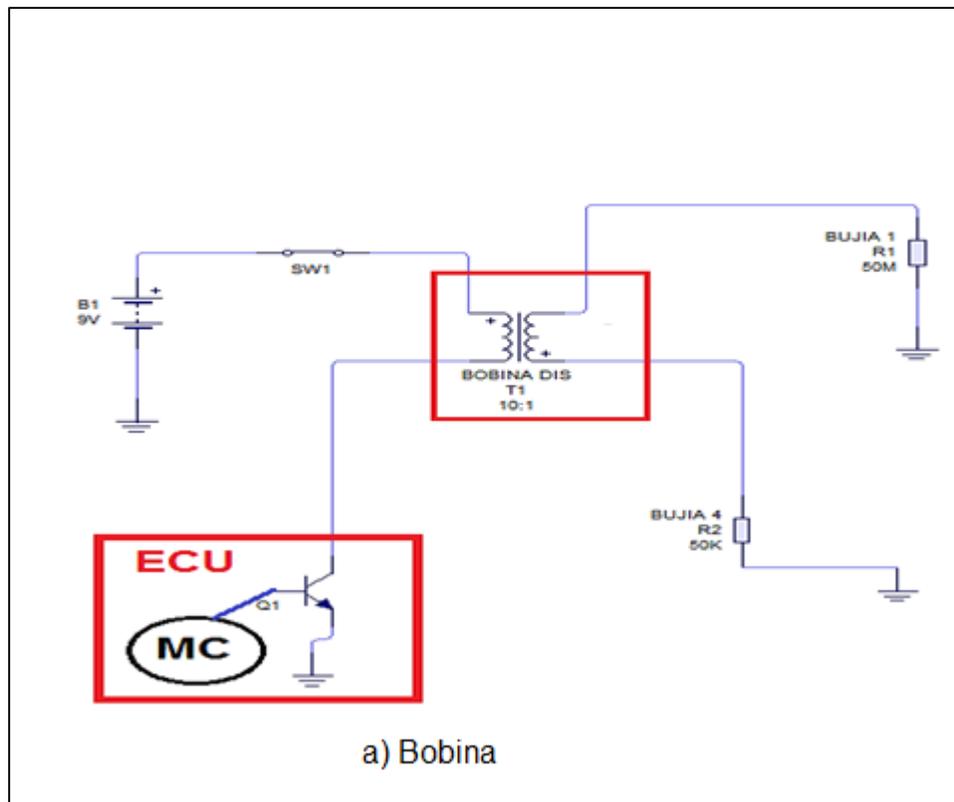
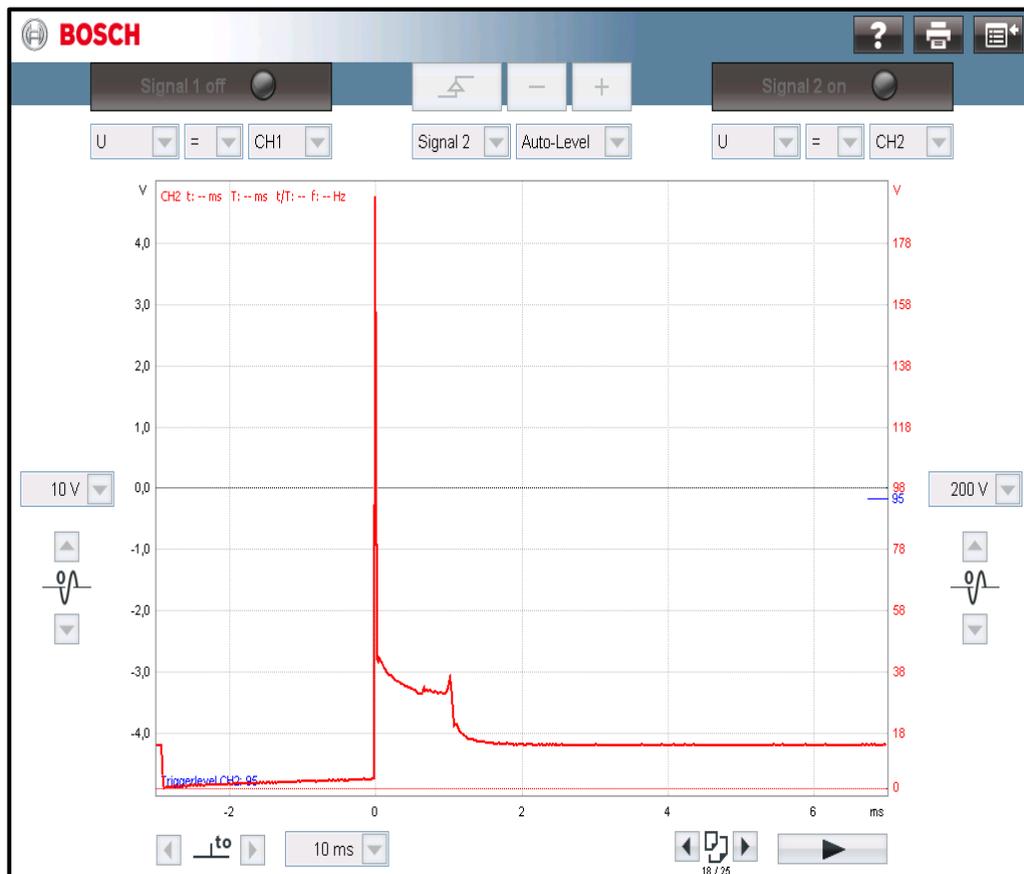


FIGURA 125: Esquema de bobina conjunto uno

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa



**FIGURA 126: Gráfica de señal de activación de bobina**

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

Para facilitar las pruebas referentes a los inyectores, se instaló en el tablero de control un terminal de conexión que facilita el uso del osciloscopio o el multímetro, evitando la manipulación de la instalación eléctrica original en el inyector número uno, el que se lo idéntica en el tablero por su terminología.

### 4.5.2.3. Relé de la bomba de combustible

El relé que comanda el accionamiento de la bomba combustible, se encuentra ubicado en el interior de la estructura metálica que soporta al simulador de fallas, al que se le incorporó un switch que nos permitió realizar la interrupción del circuito eléctrico de control de la bomba de combustible, dejando sin señal de masa al relé, impidiendo el funcionamiento de la bomba.

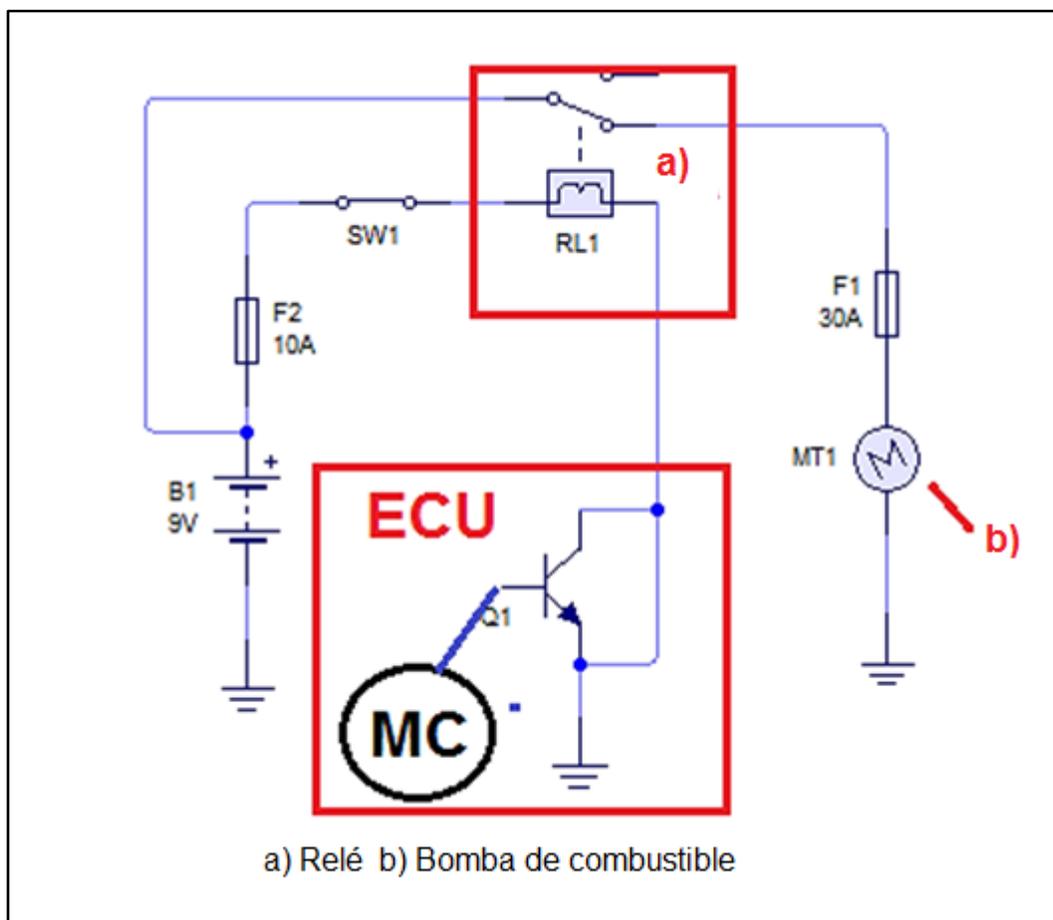


FIGURA 127: Diagrama del circuito eléctrico relé bomba de combustible

Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

#### 4.6. Recolección de datos y DTC

A continuación detallamos el siguiente listado de códigos de error posibles, que se generarían en el momento de realizar las prácticas en el simulador, se detallan por cada sensor intervenido, agrupados en un cuadro.

**Tabla 19: Códigos de error**

<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COMPONENTE</b>
P0106	Sensor presión absoluta colector/presión barométrica - rango, funcionamiento	MAP
P0107	Sensor presión absoluta colector/presión barométrica - señal entrada baja	MAP
P0108	Sensor presión absoluta colector/presión barométrica - señal entrada alta	MAP
P0112	Sensor temperatura aire admisión - señal entrada baja	IAT
P0113	Sensor temperatura aire admisión - señal entrada alta	IAT
P0117	Sensor temperatura refrigerante motor - señal entrada baja	ECT
P0118	Sensor temperatura refrigerante motor - señal entrada alta	ECT
P0122	Sensor posición pedal acelerador A/mariposa A - señal entrada baja	TPS
P0123	Sensor posición pedal acelerador A/mariposa A - señal entrada alta	TPS
P0131	Sensor oxígeno (sensor 1 bloque 1) - Baja Tensión	LAMBDA

P0132	Sensor oxígeno (sensor 1 bloque 1) - Alta Tensión	LAMBDA
P0134	Sensor oxígeno (sensor 1 bloque 1) - actividad no detectada	LAMBDA
P0201	Inyector cilindro 1 - circuito defectuoso	INYECTORES 1
P0202	Inyector cilindro 2 - circuito defectuoso	INYECTORES 2
P0203	Inyector cilindro 3 - circuito defectuoso	INYECTORES 3
P0204	Inyector cilindro 4 - circuito defectuoso	INYECTORES 4
P0300	Uno o varios cilindros - falsa explosión detectada	IC
P0327	Sensor detonación 1 (bloque 1) - señal entrada baja	KNOCK
P0336	Sensor posición cigüeñal A - rango, funcionamiento	CKP
P0337	Sensor posición cigüeñal A - señal entrada baja	CKP
P0341	Sensor posición árbol levas A (bloque 1) - rango, funcionamiento	CMP
P0342	Sensor posición árbol levas A (bloque 1) - señal entrada baja	CMP
P0351	Bobina encendido A Primaria/Secundaria - circuito defectuoso	IC
P0352	Bobina encendido B Primaria/Secundaria - circuito defectuoso	IC

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- La aplicación del procedimiento para la correcta operación del banco de pruebas y simulador de fallas detallado en este trabajo, minimiza los riesgos durante su operación.
- El correcto funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y de control son indispensables para llevar adelante todas las pruebas descritas en este documento.
- Las diferentes fallas que genera este motor al momento de realizar las simulaciones de sus componentes, permiten comprender el funcionamiento y control de los sensores TPS, MAP, ECT, IAT, CMP, CKP y de los actuadores bobina de encendido, relé de bomba de combustible e inyectores intervenidos en este banco.

- En este banco de pruebas y simulador de fallas se pueden realizar ensayos de diagnóstico por su conector OBD II, graficar con osciloscopio señales de los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica.
- Luego de culminar con la investigación podemos determinar que se realizaron con éxito todas las pruebas, mediciones y simulaciones propuestas al inicio del proyecto.

## **5.2. Recomendaciones**

- La construcción del soporte de motor debe realizarse tomando en cuenta los espacios que necesitan los sistemas de: seguridad, refrigeración, gases de escape y tablero de control.
- Trabajar apoyándose con la información del fabricante como diagramas eléctricos e información relevante.
- Realizar consultas en libros de fuentes confiables que tengan número estándar internacional de libros ISBN por sus siglas en inglés (International Standard Book Number).

- Utilizar equipos de diagnóstico originales de la marca preferentemente o que permitan una correcta interpretación de las lecturas o datos.
- No descuidar las medidas de seguridad utilizando siempre el equipo de protección personal (EPP).
- Para construir el simulador es necesario conocer cada componente a intervenir, así no se cometerán errores durante su instalación lo que podría generar mayores costos de construcción.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

PLAN DE MANTENIMIENTOS		H 0000T	H 0056	9000 H	H 0058	8000 H	H 0008	7500 H	7000 H	6500 H	H 0059	6000 H	H 0009	5500 H	5000 H	4500 H	H 0057	4000 H	H 0007	3500 H	3000 H	H 0055	2500 H	H 0005	2000 H	H 0051	1500 H	1000 H	500 H
MOTOR GMDAT F1533		X																											
CAMBIAR ACEITE Y FILTRO MOTOR		X																											
CAMBIAR BANDA DE ACCESORIOS		X																											
CAMBIAR BANDA DISTRIBUCION Y TEMPADOR		X																											
CAMBIAR BUJIAS DE ENCENDIDO		X																											
CAMBIAR FILTRO AIRE		X																											
CAMBIAR REFRIGERANTE		X																											
CAMBIAR TERMOSTATO		X																											
LIMPIAR CUERPO ACCELERACION IAC / MAF		X																											
LIMPIAR INYECTORES CON ULTRASONIDO		X																											
INSPECCION DE BANDAS		X																											
INSPECCION DE FLUIDOS		X																											
INSPECCION DE BATERIA		X																											

**FIGURA 128: Plan de mantenimiento**

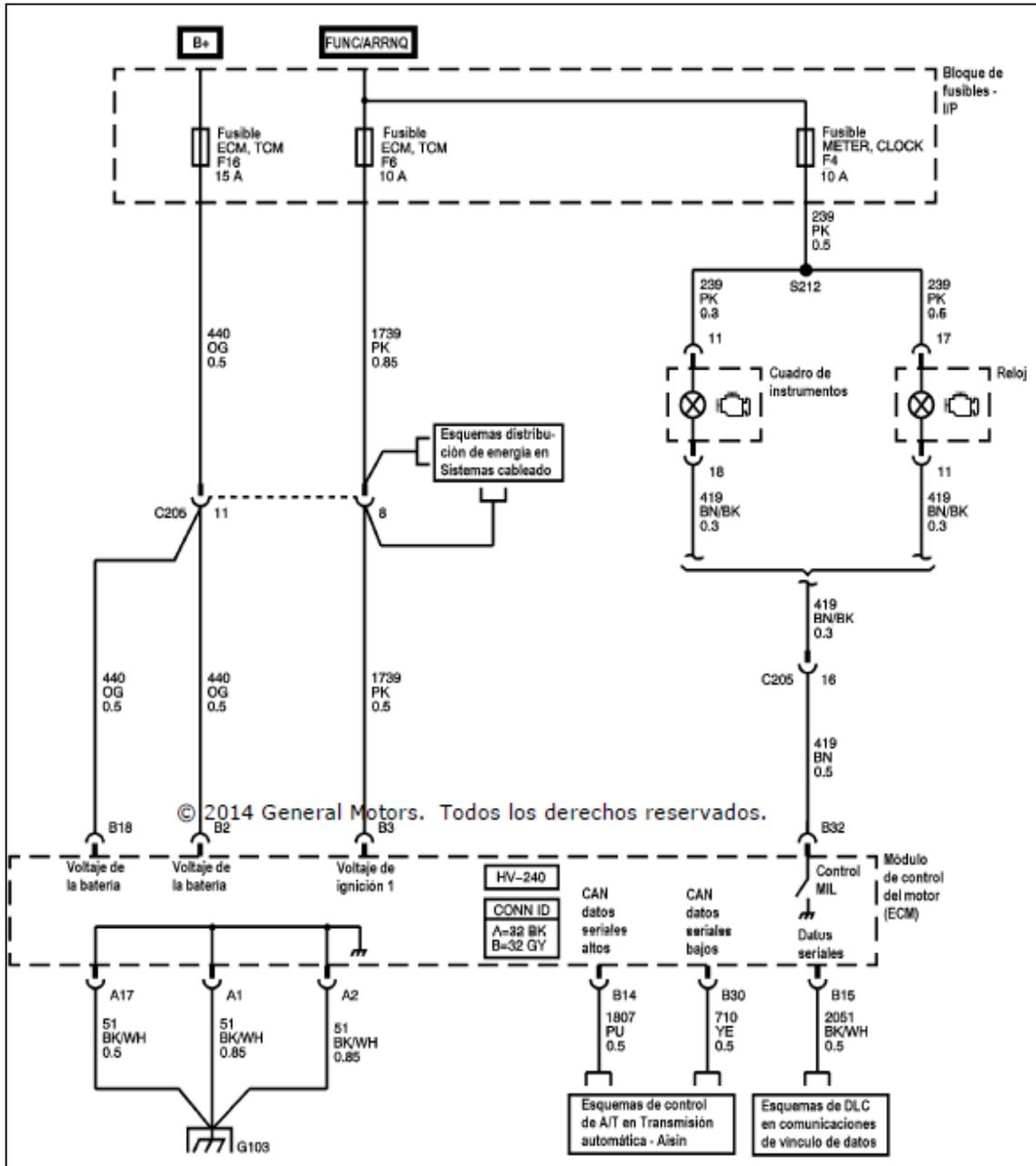
Autores: José Chávez – Santiago Espinosa

## **ANEXO 2**

### **PLANOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCUTRA**

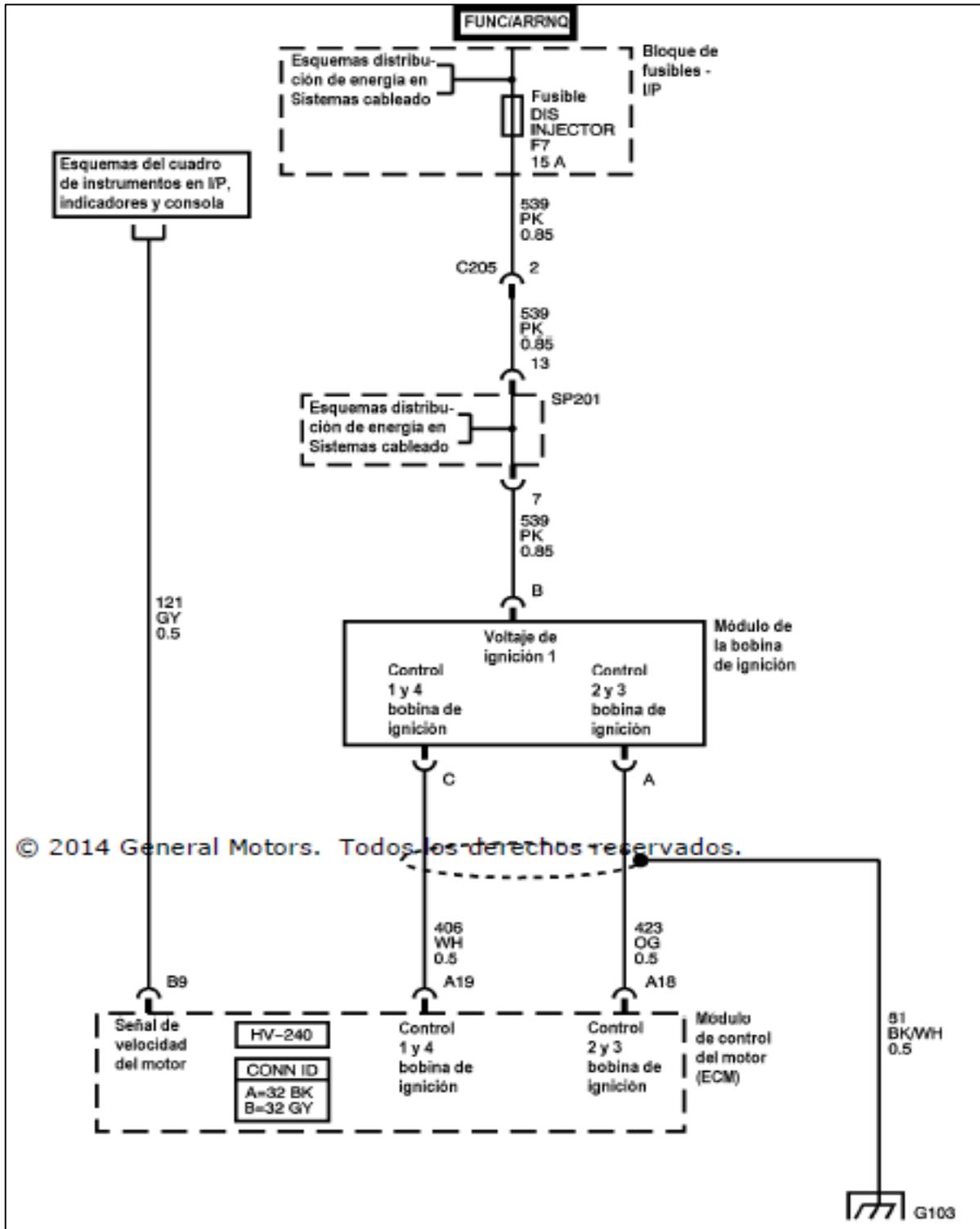
# ANEXO 3

Diagrama eléctrico energía del módulo, tierra, datos seriales, MIL



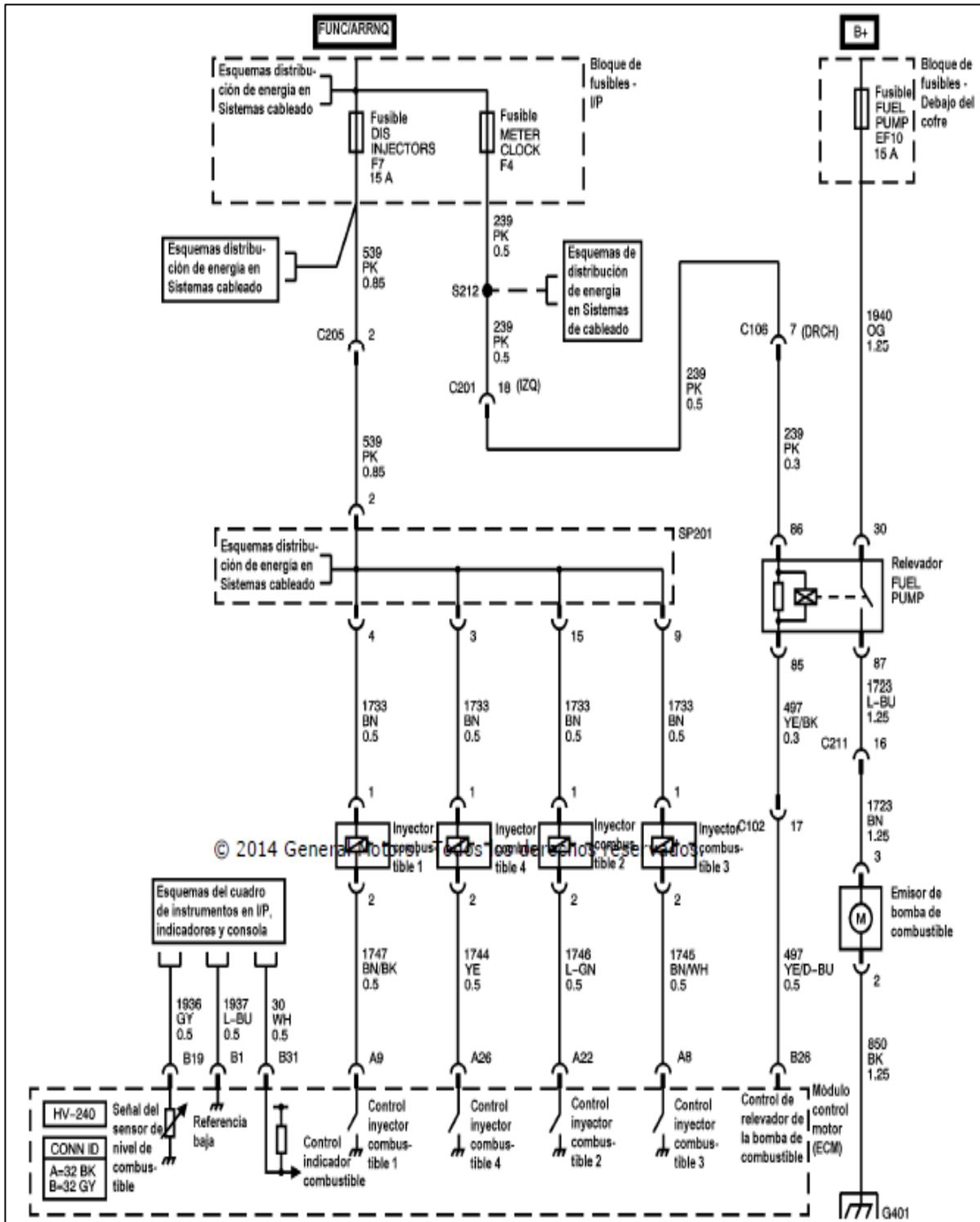
Autor: [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net)

## Diagrama de controles de ignición – sistema de ignición.



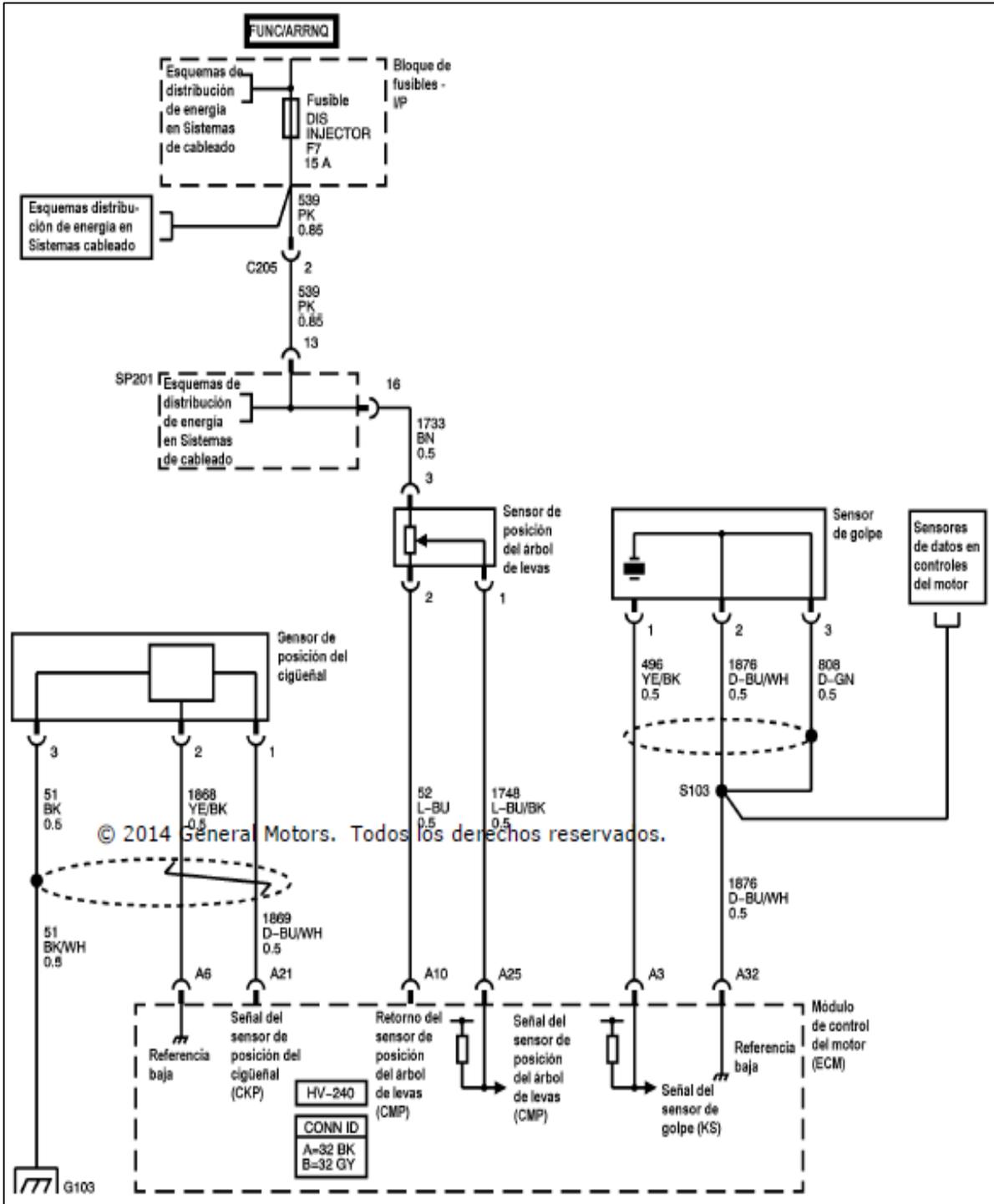
Autor: [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net)

## Diagrama eléctrico de bomba de combustible e inyectores



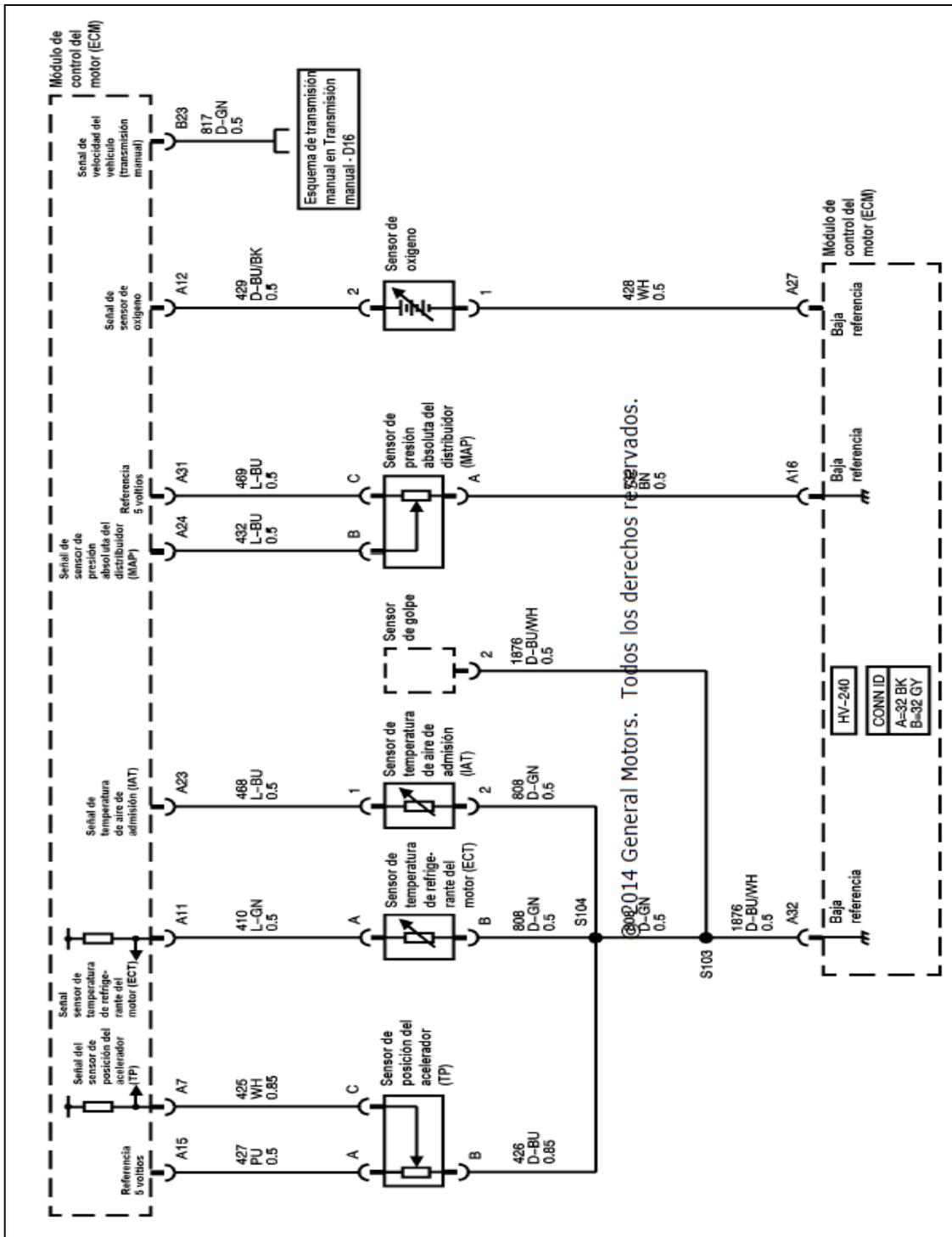
Autor: [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net)

## Diagrama eléctrico de sensores CKP, CMP y KNOCK



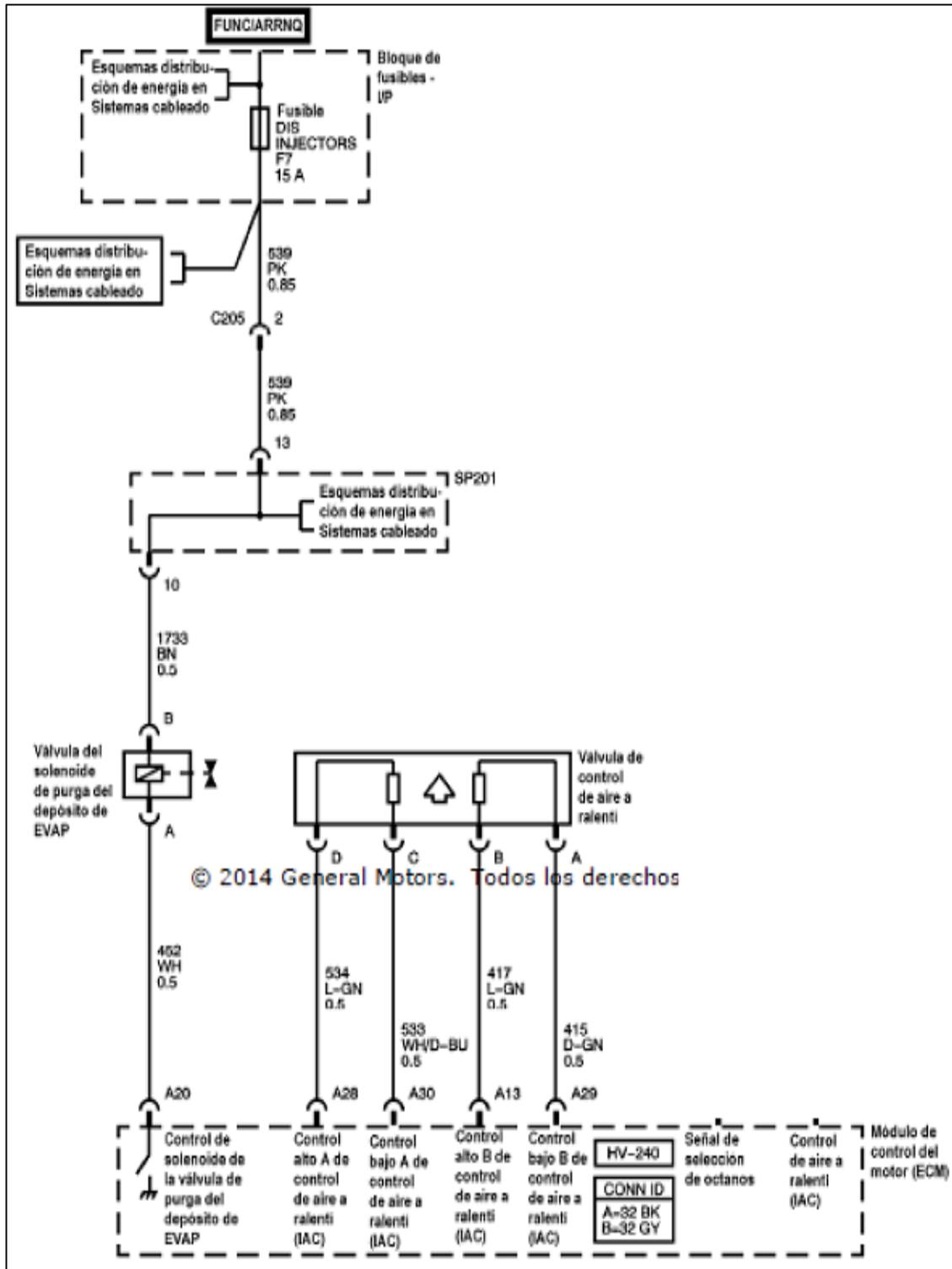
Autor: [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net)

## Diagrama eléctrico de sensores de datos del motor



**Autor: [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net)**

## Diagrama de controles de IAC y EVAP



Autor: [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net)

## ANEXO 4

### CARACTERÍSTICAS DE LA SOLDADURA

<b>Significado de la Numeración de los Electrodo para Acero Dulce y Baja Aleación</b>	
<b>Prefijos</b>	
El prefijo “E” significa “electrodo” y se refiere a la soldadura por arco.	
<b>Numeración de electrodos - Resistencia a la tracción</b>	
Para los electrodos de acero dulce y los aceros de baja aleación: las dos primeras cifras de un número de cuatro cifras, o las tres primeras cifras de un número de cinco cifras designan resistencia a la tracción:	
E-60xx	significa una resistencia a la tracción de 60,000 libras por pulgada cuadrada (42,2 kg./mm <sup>2</sup> ).
<b>Numeración de electrodos - Posiciones para soldar</b>	
La penúltima cifra indica la posición para soldar.	
Exx1x	significa para todas las posiciones.
<b>Numeración de electrodos - Revestimientos</b>	
Para los diferentes tipos de revestimiento nótese que los electrodos tipo:	
E-6010 y E-6011	tienen un revestimiento con alto contenido de materia orgánica (celulosa).

**Autores: José Chávez – Santiago Espinosa**

## **ANEXO 5**

### **REGISTRO PARA CONTROL DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Director de tesis:**

Ing. Edwin Giovanni Puente Moromenacho

**Autores:**

José Gonzalo Chávez Garcés

Santiago Enrique Espinosa Alvarado

**Escuela o Facultad:**

Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz

**Título del tema:**

“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS Y SIMULADOR DE FALLAS DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO 1.5L.”

**Fecha de aprobación del Trabajo de Titulación:**

OCTUBRE - 2014

## REGISTRO PARA CONTROL

<b>CUADRO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL TRABAJO DE TESIS</b>						
<b>N°</b>	<b>Fecha de revisión</b>	<b>Temas tratados</b>	<b>Revisión técnica</b>		<b>Revisión metodológica</b>	
			<b>Observación</b>	<b>Firma</b>	<b>Observación</b>	<b>Firma</b>
<b>1</b>	03/04/2014	Revisión de normativas y formatos.				
<b>2</b>	09/04/2014	Revisión de parte escrita y consultas de escritura.				
<b>3</b>	17/04/2014	Revisión de certificados.				
<b>4</b>	25/04/2014	Revisión de agradecimientos y formato con certificados anexados				
<b>5</b>	05/05/2014	Presentación del primer capítulo.				
<b>6</b>	14/05/2014	Correcciones del primer capítulo.				
<b>7</b>	22/05/2014	Aprobación de la lista de materiales.				

<b>8</b>	28/05/2014	Revisión de correcciones y aprobación de primer capítulo.				
<b>9</b>	03/06/2014	Presentación del segundo capítulo.				
<b>10</b>	11/06/2014	Correcciones del segundo capítulo.				
<b>11</b>	19/06/2014	Correcciones del segundo capítulo.				
<b>12</b>	25/06/2014	Aprobación de segundo capítulo.				
<b>13</b>	02/07/2014	Revisión de construcción del soporte del motor y trabajo escrito del tercer capítulo.				
<b>14</b>	10/07/2014	Recomendaciones en la construcción del soporte.				
<b>15</b>	18/07/2014	Pintura y acabados de la estructura del banco.				
<b>16</b>	22/07/2014	Ensamble de motor y de los diferentes sistemas en la estructura.				
<b>17</b>	31/07/2014	Revisión de correcciones y aprobación de tercer capítulo.				

<b>18</b>	05/08/2014	Revisión de formatos para pruebas y texto del cuarto capítulo.				
<b>19</b>	13/08/2014	Realización, revisión y aprobación de prácticas en el banco de pruebas.				
<b>20</b>	20/08/2014	Finalización del cuarto capítulo.				
<b>21</b>	10/09/2014	Correcciones				
<b>22</b>	15/09/2014	Aprobación y presentación del cuarto capítulo.				
<b>23</b>	23/09/2014	Realización del quinto capítulo.				
<b>24</b>	30/09/2014	Presentación del quinto capítulo.				
<b>25</b>	01/10/2014	Corrección del quinto capítulo.				
<b>26</b>	07/10/2014	Presentación de los tres trabajos escritos a lectores.				
<b>27</b>	15/10/2014	Correcciones finales y entrega del segundo borrador.				

## BIBLIOGRAFÍA

© Robert Bosch GmbH. (2008). *Sensores y Actuadores EK4*.

AEADE. (2014). *Anuario 2013 AEADE*. Quito: Gestión Creativa ©2014.

Augeri Fernando. (05 de MAYO de 2013). *www.cise.com*. Recuperado el 10 de MARZO de 2014, de *www.cise.com*: <http://www.cise.com/portal/notas-técnicas/item/513-terminolog%C3%ADa-del-sistema-obdii.html>

BOSCH. (2005). *MANUAL DE LA TÉCNICA DEL AUTOMOVIL*. HAMBURGO: DIPL,-ING KARL-HEINZDIETSCHÉ.

BOSCH. (2012). *Sistemas de Inyección Electrónica*. Campiñas: RbGmbH.

Esteban José Domínguez, S., & Julián Ferrer, R. (2008). *PCPI - Mecánica del vehículo*. Editex. Obtenido de:

[http://books.google.com.ec/books?id=n0Lw1HV41koC&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](http://books.google.com.ec/books?id=n0Lw1HV41koC&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

General Motors. (10 de 06 de 2014). *General Motors Co*. Recuperado el 10 de Junio de 2014, de VSP Logon Form: [www.autopartners.net](http://www.autopartners.net)

Gobierno Nacional del Ecuador. (31 de Enero de 2013-2017). *Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Versión resumida.* (SEMPLADES, Ed.) QUITO, Pichincha, Ecuador: EL CONEJO. Obtenido de Plan Nacional para el Buen Vivir: [www.buenvivir.gob.ec](http://www.buenvivir.gob.ec)

Marín, J. A., & Doblado, O. B. (2010). Sistemas de seguridad y confortabilidad. En J. A. Marín, *Sistemas de seguridad y confortabilidad* (pág. 204). Madrid: Editorial Paraninfo.

Mecánica Automotriz Fácil. (2006). Diagnóstico y servicio. En M. A. Fácil, *Inyección Electrónica en Motores a Gasolina* (págs. 1-35). Ecatepec, Estado de Mexico, Mexico: Mexico Digital Comunicacion, SA de CV.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, E. G. (2011). *LINEAS DE INVESTIGACION.* GUAYAQUIL.

VOLKSWAGEN. (2001). *Inyección Básica.* México: Volkswagen de México.

[www.chevrolet.com.ec](http://www.chevrolet.com.ec). (15 de Octubre de 2014). [www.chevrolet.com.ec](http://www.chevrolet.com.ec). Obtenido de [www.chevrolet.com.ec](http://www.chevrolet.com.ec): <http://www.chevrolet.com.ec/aveo-family-auto-economico/especificaciones.html>