



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON
SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE UN
SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BOSCH
MOTRONIC PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ.”**

**VICENTE DANIEL PIÑALOZA HARO
PAULO CÉSAR MAIQUÍZA TITUAÑA**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

Nombre del estudiante: VICENTE DANIEL PIÑALOZA HARO

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BOSCH MOTRONIC PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.”

Fecha de Examinación: Junio 29 de 2011

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN

Comité de Examinación	Aprueba	No aprueba	Firma
Ing. Carlos Santillán M.			
Ing. Celin Padilla P.			
Ing. Vicente Soria G.			

Más que un voto de no aprobación es condición suficiente para la falta total.

RECOMENDACIONES:

El presidente del tribunal quien certifica al consejo Directivo que las condiciones de defensa se ha cumplido.

F) PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

FACULTAD DE MECÁNICA

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

Nombre del estudiante: PAULO CÉSAR MAIQUÍZA TITUAÑA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BOSCH MOTRONIC PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.”

Fecha de Examinación: Junio 29 de 2011

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN

Comité de Examinación	Aprueba	No aprueba	Firma
Ing. Carlos Santillán M.			
Ing. Celin Padilla P.			
Ing. Vicente Soria G.			

Más que un voto de no aprobación es condición suficiente para la falta total.

RECOMENDACIONES:

El presidente del tribunal quien certifica al consejo Directivo que las condiciones de defensa se ha cumplido.

F) PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Junio 29 de 2011

Fecha

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

VICENTE DANIEL PIÑALOZA HARO

Nombre del Estudiante

Titulada: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BOSCH MOTRONIC PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.”

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

f) Decano de la Facultad de Mecánica.

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Celin Padilla P.
f) Director de Tesis

Ing. Vicente Soria G.
f) Asesor de Tesis

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Junio 29 de 2011

Fecha

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

PAULO CÉSAR MAIQUÍZA TITUAÑA

Nombre del Estudiante

Titulada: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO CON SIMULACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA BOSCH MOTRONIC PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.”

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

f) Decano de la Facultad de Mecánica.

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Celin Padilla P.
f) Director de Tesis

Ing. Vicente Soria G.
f) Asesor de Tesis

FACULTAD DE MECANICA

CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO

Ing. Celin Padilla P., Ing. Vicente Soria G, en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor VICENTE DANIELPIÑALOZA HARO

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Celin Padilla P.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Vicente Soria G.
DOCENTE ASESOR

CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO

Ing. Celin Padilla P., Ing. Vicente Soria G, en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor PAULO CÉSAR MAIQUÍZA TITUAÑA

CERTIFICAN

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

Ing. Celin Padilla P.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Vicente Soria G.
DOCENTE ASESOR

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Daniel Piñaloza autor 1

f) Paulo Maiquíza autor 2

AGRADECIMIENTO

En primer lugar queremos agradecer a Dios quien nos dio la fuerza para seguir adelante con este proyecto.

A nuestros padres, familiares y amigos que siempre estuvieron apoyándonos en los momentos difíciles y siempre respaldaron las decisiones que tomamos, por más difíciles que estas fueren.

Expresamos nuestro agradecimiento a las siguientes personas: Ing. Celín Padilla, Director de tesis y al Ing. José Soria, Asesor de tesis y a todas las personas quienes con un afán nos apoyaron durante la realización del presente proyecto de tesis.

¡GRACIAS POR SU AYUDA!

**Daniel Piñaloza
Paulo Maiquíza**

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a Dios quien guía mi vida, doy gracias con todo mi cariño a mis padres: VICENTE PIÑALOZA Y BETHY HARO, quienes confiaron en mí y me brindaron la oportunidad de estudiar ésta carrera que es para mi futuro, el presente trabajo de tesis es para ustedes que comprendieron mis ideales **les agradezco de todo corazón.**

A mis hermanos que me supieron apoyar y me alentaron a terminar los estudios y siempre estuvieron ahí a pesar de la distancia, les quiero mucho.

A mi familia, mi abuelitos, mis tíos y amigos quienes me supieron guiar y aconsejar durante todos estos años.....

Daniel Piñaloza

A dios todo poderoso, que ha sido fuente de mi inspiración en mis momentos de alegrías, tristezas, angustia, esmero, dedicación y siempre estuvo presente para guiarme por el camino del bien y protegerme de todo mal.

Es un honor dedicar el presente trabajo de tesis a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme abierto sus puertas y entregado su orientación para mi formación, no solo como profesional sino también como persona de éxito.

A mis queridos y adorados padres que de una u otra manera siempre estuvieron a mi lado apoyándome hasta lograr lo anhelado para ellos mi dedicación y mi esmero con todo mi corazón, para todos mis hermanos que nunca desconfiaron de mi capacidad de sobresalir y de demostrar que pese a los obstáculos y caídas con esfuerzo y sacrificio se pudo realizar un sueño y lograra mucho más.

Paulo Maiquíza

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
2. LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA	
2.1 Unidad de control	3
2.1.1 Principio de funcionamiento ECU.....	3
2.1.2 Funciones de la ECU	3
2.2 Sensores	5
2.2.1 Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).....	5
2.2.2 Sensor de temperatura del refrigerante (ECT).....	6
2.2.3 Sensor de posición del acelerador (TPS).....	7
2.2.4 Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).....	8
2.2.5 Sensor de oxígeno (O2)	8
2.2.6 Sensor de detonación (KS)	10
2.3 Actuadores	11
2.3.1 Inyectores.....	11
2.3.2 Regulador de presión de combustible.....	12
2.3.3 Válvula de control de de marcha mínima (IAC)	12
2.4 Dispositivos del sistema de alimentación de combustible.....	13
2.4.1 Bomba eléctrica de combustible.....	13

2.4.2	Pre filtro	15
2.4.3	Filtro de combustible	15
2.4.4	Depósito de combustible.....	16
2.4.5	Tuberías de alimentación de combustible.....	17
2.4.6	Riel de inyectores	17
2.5	Generalidades del motor	18
2.6	Componentes del motor JIANGLING JL465Q5	18
2.6.1	Motor	18
2.6.2	Sistema eléctrico y electrónico del motor.....	20
2.6.2.1	Circuito de encendido	20
2.6.2.2	Circuito de carga.....	23
2.6.2.3	Circuito de arranque	24
2.6.2.4	Sistema de refrigeración	26
2.6.2.5	Sistema de lubricación.....	29
2.6.2.6	Sistema de admisión	30
2.6.2.7	Sistema de escape	32

3. CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO E INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES

3.1	Diseño del banco.....	33
3.1.1	Cálculo y dimensionamiento	34
3.1.2	Aplicaciones y utilidad	35
3.2	Construcción del banco.....	36
3.2.1	Proceso constructivo	37
3.2.1.1	Soporte para el radiador.....	39
3.2.1.2	Soporte para el tablero de control.....	40
3.2.1.3	Acoplamiento del motor	40

3.3	Razón de la ubicación de los elementos en la maqueta didáctica.....	41
3.3.1	Disposición de los elementos en la maqueta didáctica.....	41
3.3.1.1	Motor	41
3.3.1.2	Batería.....	42
3.3.1.3	Tubo de escape	43
3.3.1.4	Caja de fusibles principales	43
3.3.1.5	Tablero de instrumentos	44
3.3.1.6	Tanque de combustible	45
3.4	Ensamble eléctrico.....	45
3.4.1	Conector ECU bosch motronic.....	46
3.4.2	Terminales de la ECU (ECU con 55 pines).....	46
3.4.3	Cableado	49
3.4.4	Código de colores de los cables.....	49
3.4.5	Ensamble eléctrico de los sensores.....	49
3.4.5.1	Sensor de posición de la mariposa (TPS)	50
3.4.5.2	Sensor de detonaciones (KS).....	51
3.4.5.3	Sensor de temperatura (ECT)	52
3.4.5.4	Sensor de oxígeno.....	53
3.4.5.5	Sensor de temperatura de entrada de aire (IAT) y sensor de presión absoluta del colector de admisión (MAP)	55
3.4.6	Ensamble eléctrico de los actuadores	57
3.4.6.1	Inyectores.....	57
3.4.6.2	Válvula de control del aire de ralentí (IAC)	59
3.4.6.3	Bomba de combustible	61
3.4.6.4	Válvula del canister	63
3.4.7	Ensamble eléctrico de los elementos de motor.....	64
3.4.7.1	Bobina de encendido.....	64

3.4.7.2	Alternador	65
3.4.7.3	Motor de arranque.....	67
3.4.7.4	Conector de enlace de datos ALDL.....	68
3.4.7.5	Panel de instrumentos	70
3.4.7.6	Control de simulación de averías.....	71

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES Y ACTUADORES CON LA UNIDAD DE CONTROL EN EL MOTOR

4.1	Pruebas del sistema de alimentación de combustible	73
4.1.1	Tanque de combustible	73
4.1.2	Bomba de combustible	74
4.1.3	Presión	75
4.1.4	Caudal	76
4.1.5	Medición del voltaje	76
4.2	Pruebas del sistema (Sensores y Actuadores Oscilogramas).....	77
4.2.1	Sensor de presión absoluta en el colector (MAP).....	77
4.2.2	Sensor de temperatura de aire (IAT)	80
4.2.3	Sensor de temperatura (ECT)	82
4.2.4	Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS)	83
4.2.5	Sensor de detonación KS	87
4.2.6	Sensor de oxígeno calentado (O2).....	88
4.2.7	Inyectores.....	90
4.2.8	Válvula de control del aire de ralentí (IAC)	104
4.2.9	Válvula del canister	106
4.3	Pruebas de control con el multímetro	108
4.3.1	Resistencias.....	108
4.3.2	Voltajes	110

4.3.3	Continuidades	111
-------	---------------------	-----

5. ELABORACIÓN DEL MANUAL INSTRUCTIVO

5.1	Objetivo de la guía de estudio	112
5.1.1	Introducción.....	112
5.1.2	Información de seguridad	112
5.1.3	General.....	113
5.1.4	Lugar de instalación.....	114
5.2	Características generales.....	114
5.2.1	Pesos y volúmenes	115
5.2.2	Instrumentos/controles.....	116
5.2.3	Tablero de instrumentos.	117
5.3	Instrucciones de operación de la maqueta	117
5.3.1	De encendido	117
5.3.2	De manejo	118
5.3.3	De mantenimiento.....	119
5.4	Señalización.....	121
5.4.1	Pegatinas de seguridad.....	121

6. ANÁLISIS DEL SISTEMA EN CONJUNTO

6.1	Aparatos de diagnóstico.....	124
6.1.1	Multímetro	124
6.6.2	Osciloscopio	125
6.2	Guías de estudio para la carrera de Ingeniería Automotriz	127
6.2.1	Desarrollo de la guías prácticas	127

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones..... 153

7.2 Recomendaciones **¡Error! Marcador no definido.**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Módulo de control del motor (ECU)	4
2.2	Sensor de temperatura de aire (IAT)	6
2.3	Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT)	7
2.4	Sensor de posición de la válvula de aceleración.....	7
2.5	Sensor de presión absoluta (MAP)	8
2.6	Sensor de oxígeno.....	9
2.7	Sensor de detonación	11
2.8	Inyector	11
2.9	Regulador de presión de combustible.....	12
2.10	Válvula de control de aire (IAC)	13
2.11	Bomba de combustible	14
2.12	Pre filtro de bomba de combustible	15
2.13	Filtro de combustible	16
2.14	Depósito de combustible.....	16
2.15	Mangueras de combustible	17
2.16	Distribuidor de combustible	17
2.17	Motor JL465Q5	18
2.18	Bobina de ignición.....	21
2.19	Bujía.....	22
2.20	Cable de bujía	22
2.21	Regulador de voltaje	23
2.22	Alternador	23
2.23	Batería.....	24
2.24	Motor de arranque.....	25
2.26	Relé de arranque	26
2.27	Bomba de agua	27
2.28	Termostato	27
2.29	Radiador.....	27
2.30	Tapa del radiador	28
2.31	Mangueras de conexión	28
2.32	Ventilador	29

2.33	Bomba de aceite.....	29
2.34	Filtro de aceite	30
2.35	Filtro de aire.....	30
2.36	Válvula de estrangulador	31
2.37	Colector de admisión	31
2.38	Colector de escape	32
3.1	Dimensiones de una persona normal	33
3.2	Caballote	34
3.3	Dimensiones del caballote	35
3.4	Caballote	38
3.5	Base del caballote	38
3.6	Soportes del motor.....	38
3.7	Apoyo del radiador	39
3.8	Caballote del motor.....	39
3.9	Soporte del radiador.....	40
3.10	Soporte del tablero de control.....	40
3.11	Acoplamiento del motor	41
3.12	Disposición de las partes del motor	42
3.13	Disposición de la batería.....	43
3.14	Disposición del tubo de escape.....	43
3.15	Disposición de la caja de fusibles principal.....	44
3.16	Disposición del tablero de instrumentos.....	45
3.17	Disposición del tanque de combustible	45
3.18	Módulo de control ECU.....	46
3.19	Conector del puerto J1	46
3.20	Sensor de posición de la mariposa.....	50
3.21	Conector del sensor TPS.....	50
3.23	Sensor de detonación	51
3.24	Conector del sensor KS	51
3.25	Sensor de temperatura.....	52
3.26	Conector del sensor ECT	52
3.22	Diagrama eléctrico de los sensores ECT, TPS Y KS	53
3.27	Sensor de oxígeno.....	53

3.28	Conector del sensor de oxígeno	53
3.29	Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno	54
3.30	Sensor IAT y sensor MAP	55
3.31	Conector del sensor IAT	55
3.32	Diagrama eléctrico del sensor de IAT	56
3.33	Diagrama eléctrico del sensor de MAP	56
3.34	Inyectores.....	57
3.35	Conector del inyector.....	57
3.36	Diagrama eléctrico de los inyectores	59
3.37	Válvula IAC.....	59
3.38	Conector de la válvula IAC	59
3.39	Diagrama eléctrico de la válvula IAC	61
3.40	Bomba de combustible	61
3.41	Conector de la bomba de combustible.....	61
3.42	Diagrama eléctrico de la bomba de combustible	62
3.43	Bomba de combustible	63
3.44	Conector de la purga del Canister.....	63
3.45	Diagrama eléctrico de la válvula de canister	64
3.46	Bobina de encendido.....	64
3.47	Diagrama eléctrico de la bobina de encendido	65
3.48	Alternador	66
3.49	Conector del alternador.....	66
3.51	Motor de arranque.....	67
3.50	Diagrama eléctrico del motor de arranque y del alternador	68
3.53	Conector de enlace de datos	69
3.54	Diagrama eléctrico del conector ALDL	69
3.55	Panel de instrumentos	70
3.56	Diagrama eléctrico del panel de instrumentos.....	70
3.57	Control de simulación de averías.....	71
3.58	Diagrama de instalación del interruptor y plug	72
3.59	Diagrama eléctrico del control de simulación de averías	72
4.1	Tanque de combustible	73

4.2	Bomba de combustible	74
4.3	Bomba de combustible (parte externa)	75
4.4	Prueba de la presión de combustible	76
4.5	Prueba del voltaje de alimentación	77
4.6	Sensor MAP	78
4.7	Conector del sensor MAP	79
4.8	Grafica característica del sensor MAP	79
4.9	Sensor IAT	80
4.10	Conector del sensor IAT	81
4.13	Curva característica del sensor ECT	83
4.14	Sensor TPS	84
4.15	Grafica característica del sensor TPS	84
4.16	Conector del sensor TPS	85
4.17	Curva característica del sensor TPS	86
4.18	Curva característica del sensor TPS	86
4.19	Sensor KS	87
4.20	Conector del sensor KS	88
4.21	Principio de funcionamiento del sensor de oxígeno	89
4.22	Curva característica del sensor O2	90
4.23	Inyector de combustible	91
4.24	Onda del inyector	91
4.25	Curva característica del inyector	93
4.26	Distribuidor del combustible	95
4.27	Inyectores	95
4.28	Limpiador de inyectores TEST LAUNCH	96
4.29	Probetas y riel del limpiador TEST LAUNCH	96
4.30	Prueba de goteo	97
4.31	Prueba de caudal	98
4.32	Prueba de caudal	99
4.33	Prueba de caudal	100
4.34	Prueba del ángulo de pulverización	101
4.35	Vaciado de las probetas	101
4.36	Limpieza de inyectores por ultrasonido	102

4.37	Prueba de goteo.....	103
4.38	Conector del sensor IAC.....	106
4.39	Curva característica de la válvula IAC	106
4.40	Válvula del canister	107
4.41	Depósito del canister.....	108
5.1	Características generales de la maqueta	114
5.3	Instrumentos/controles.....	116
5.4	Tablero de instrumentos	117
6.1	Multímetro	125
6.2	Osciloscopio	126

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Características técnicas de la bujía	22
2.2	Características técnicas del alternador	24
2.3	Características técnicas de la batería	24
3.1	Dimensiones del caballete	34
3.2	Código de colores de los cables	49
3.3	Conexión del sensor TPS	50
3.4	Conexión del sensor KS	51
3.5	Conexión del sensor ECT	52
3.6	Conexión del sensor de oxígeno	54
3.7	Código de colores de los cables	55
3.8	Conexión de los inyectores	58
3.9	Conexión de la válvula IAC	60
3.10	Conexión de la bomba de combustible	62
3.11	Conexión de la válvula de canister	63
3.12	Conexión de la bobina de encendido	65
3.13	Conexión del alternador	66
3.14	Conexión del motor de arranque	67
3.15	Conexión del conector ALDL	69
4.1	Valores de las caídas del sensor MAP	79
4.2	Valores de resistencia del sensor IAT	81
4.3	Valores de resistencia del sensor ECT	82
4.4	Valores de tensión del sensor TPS	84
4.5	Valores de resistencia del sensor TPS	85
4.6	Valores de resistencia de los inyectores	92
4.7	Tiempo de pulso de apertura de los inyectores	93
4.8	Caudal entregado a 1000 RPM	98
4.9	Caudal entregado a 3000 RPM	99
4.10	Caudal entregado a 5000 RPM	100
4.11	Caudal entregado 1000 RPM	103

4.12	Caudal entregado a 3000 RPM.....	103
4.13	Caudal entregado a 3000 RPM.....	103
5.1	Dimensiones de la maqueta	115
5.2	Guía de mantenimiento del banco de inyección.....	120

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Datos y especificaciones principales del Motor JL465Q5.
- ANEXO 2:** Caja de fusibles - Denominación de fusibles.
- ANEXO 3:** Relés del tablero.
- ANEXO 4:** Tablas de horas de trabajo de la maqueta.

LISTA ABREVIATURAS

ECU	Unidad De Control Electrónica.
ALU	Unidad lógica de cálculo.
IAT	Sensor de temperatura del aire.
ECT	Sensor de temperatura del refrigerante.
NTC	Coficiente térmico negativo.
TPS	Sensor de posición de la mariposa.
WOT	Mariposa totalmente abierta.
MAP	Sensor de posición absoluta.
KS	Sensor de detonación.
IAC	Válvula de control de aire adicional.
ING	Ignición.
ALDL	Conector de datos bidireccionales.
O₂	Sensor de Oxígeno
ON	Posición Activada
OFF	Posición Desactivada
EVAP	Sistema de Control Evaporativo de Gases
SAE	Sociedad Ingenieros Automotrices
RPM	Revoluciones por Minuto

Resumen

Se implementó un Banco Didáctico con Simulación de Funcionamiento de un Sistema de Inyección Bosch Motronic en la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Mecánica de La ESPOCH, el mismo que consta con sus partes y elementos para su funcionamiento.

El banco didáctico va a ser implementado con el objetivo de unir la instrucción teórica impartida en las aulas con la práctica, el cual aportará al desarrollo, aprendizaje y formación profesional del estudiante.

Esta maqueta fue diseñada para realizar la simulación de averías en el sistema de inyección de combustible, en las condiciones reales de operación del motor, consta de elementos y sistemas complementarios al motor, en perfectas condiciones de operación, los cuales han sido de gran utilidad para la adecuación del mismo.

Las pruebas de funcionamiento del banco se han realizado de acuerdo a los requerimientos planteados, utilizando herramientas y equipos de diagnóstico Automotriz, siendo estos producidos en diferentes rangos y condiciones de trabajo, el cual permite observar el comportamiento y registrar los datos que se presentan en el sistema de inyección al momento de generar la avería, además con esto se pueden realizar otras prácticas como son: reconocimiento y mantenimiento de las partes internas del motor.

Se elaboró planes de mantenimiento con la finalidad de evitar a futuro probables inconvenientes, además se creó un manual de operación que ofrezca una guía, tanto al profesor como al estudiante, para su correcto funcionamiento.

Summary

A Didactic Bank with the Functioning Simulation of a Bosch Motronic in Injection System at the Automotive Engineering School of the Mechanics Faculty of the ESPOCH was implemented to link theoretical instruction given at the classrooms to practice, which will contribute to the student development, learning and professional formation.

This maquette was designed to carry out simulation of leaks in the fuel injection system, under the real engine operation conditions; it consists of elements and systems complementary to the engine in perfect operation conditions which have been of great use for its adequacy.

The functioning bank tests have been carried out according to the started requirements, using automotive diagnosis tools and equipment, produced in different work ranges and conditions, permitting to observe the behavior and record the data presented in the injection system at the moment of generating the leak; moreover, with this, it is possible to carry out other practices such as: recognition and maintenance of the internal engine parts.

Maintenance plans were elaborated to avoid, in the future, probable inconveniencies: moreover, an operation manual offering guidelines to both, the teacher and students for its correct functioning, was created.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El presente proyecto que vamos a realizar contribuirá en el aprendizaje y enseñanza de los estudiantes de LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, el mismo que debe ser de óptima calidad ya que de esto depende la eficiente formación para que los futuros estudiantes tengan un mejor aprendizaje profesional dentro de este campo, este proyecto beneficiará a la institución ya que está aportando al desarrollo de la educación, por medio del cual la politécnica seguirá cumpliendo con todos los requerimientos técnicos y obligatorios que se exige hoy en día para sus estudiantes, la necesidad de tener un laboratorio equipado con tableros de aprendizaje que sirvan para la simulación y contacto del estudiante con los elementos del sistema que son necesarios, obteniendo el mejor conocimiento y formación del estudiante durante su trayectoria académica.

En la actualidad la tecnología ha avanzado mucho y con la implementación de este proyecto se logrará actualizar, y mantener al día los conocimientos del estudiante, acorde con el avance tecnológico en el campo de la electrónica automotriz, por tal motivo implementamos técnicas actuales de planificación y enseñanza que servirán, para esta y futuras generaciones que elijan esta carrera.

1.2 Justificación

En vista de que en la escuela de ingeniería Automotriz de la facultad de Mecánica de la ESPOCH, necesita mejorar los laboratorios de autotrónica, se ha visto la necesidad de implementar un banco didáctico de pruebas de inyección electrónica

donde los estudiantes puedan conocer y practicar sobre el funcionamiento del sistema de inyección Bosch Motronic, en tal virtud es posible desarrollar un banco de pruebas.

Este banco didáctico contará con su respectivo motor y sus componentes al que se le instalará los dispositivos necesarios que tiene este sistema de inyección electrónica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar un banco didáctico con simulación de funcionamiento de un sistema de inyección electrónica “Bosch Motronic” para la escuela de Ingeniería Automotriz de la facultad de Mecánica de la ESPOCH

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el funcionamiento de los dispositivos del sistema Bosch Motronic.
- Realizar la construcción del tablero didáctico e instalación de los componentes.
- Realizar pruebas de funcionamiento para identificar averías y poder diagnosticarlos, a la vez la simulación del sistema con el motor de combustión interna.
- Desarrollar un manual de prácticas del banco didáctico.
- Efectuar las pruebas respectivas.
- Evaluar los resultados.

LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA

2.1 Unidad de control

2.1.1 Principio de funcionamiento ECU

A principios de los 90 muchos de los vehículos que salían de fábrica comenzaron a hacerlo equipados de Unidades de Control del Motor –**ECU (Engine Control Unit)** o Módulo de Control del Motor –**ECU (Engine Control Module)**, también llamado Módulo o Unidad de Control del Tren de Potencia –**PCU/ PCM (Powertrain Control Unit/Module)**.

Este dispositivo es el cerebro electrónico donde se encuentra la programación original con que funciona el motor. Ver figura 2.1. Básicamente, la función de la ECU es recibir información de los sensores y, en base del programa alojado en memoria, distribuirla entre los actuadores. De este modo se optimiza el rendimiento del motor entre otras funciones. La ECU es un componente que se puede dañar, romper o simplemente desprogramar; lo que origina la falla ó inmovilización total del vehículo.

2.1.2 Funciones de la ECU

El módulo de control del motor (ECU) está ubicado en el tablero de control.

La ECU controla lo siguiente.

- Sistema de medición del combustible
- Sincronización de ignición



Figura 2.1 Módulo de control del motor (ECU)

Los dispositivos de entrada / salida de la ECU incluyen convertidores análogo a digital, memorias de señales, contadores y accionadores. La ECU controla la mayoría de los componentes con interruptores electrónicos que completan un circuito además cuando se activan.

Entradas (Lectura de condición operacional):

- Tensión de la batería.
- Ignición eléctrica.
- Contenido de oxígeno en el escape.
- Presión del colector de admisión.
- Temperatura del aire aspirado.
- Temperatura del refrigerante del motor.
- Señal de detonación.
- Posición del acelerador.
- Velocidad del vehículo.

Salidas (Controladas por sistemas):

- Control de la ignición.
- Control de combustible.
- Control del aire de ralentí.
- Bomba de combustible.
- Purga del canister.

- Funciones de diagnóstico.

Estructura interna de la computadora.

- Arquitectura de la ECU.
- Controlador de impulsos.
- Convertidor analógico digital.
- Microprocesador.
 - Unidad lógica de cálculo (ALU).
 - Acumulador.
 - Unidad de control.
- Memoria (RAM)
- Memoria (ROM)
- Memorización de errores y estructura de errores.¹

2.2 Sensores

2.2.1 Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

El sensor de la temperatura del aire más conocido por IAT por sus siglas en inglés (Intake Air Temperature) tiene como función medir la temperatura del aire. Ver figura 2.2.

La temperatura del aire que ingresa en el motor, es uno de los aspectos esenciales a ser medido y enviado a la ECU, esta información junto con el flujo de masa de aire de ingreso le dan al módulo de control una idea exacta de la masa y densidad del aire que ingresa al motor para poder inyectar un caudal preciso de combustible, a fin de que la relación aire/combustible sea óptima.

¹ Manual Fuel Injection

Si solamente se recibe la cantidad de aire como información, las moléculas del mismo podrían estar muy condensadas debido al frío, por lo tanto se tendrá un número mayor de moléculas de aire que se mezclen con la cantidad de moléculas del combustible inyectado; en cambio, si el aire está muy caliente, el número de moléculas será mucho menor en el mismo volumen aspirado, mezclándose con la misma cantidad de moléculas de combustible que se inyecta, empobreciéndose la mezcla que ingresa a los cilindros del motor.



Figura 2.2 Sensor de temperatura de aire (IAT)

2.2.2 Sensor de temperatura del refrigerante (ECT)

Conocido por ECT por sus siglas en inglés (Engine Coolant Temperature). El sensor de temperatura del líquido refrigerante es un componente electrónico que juega un papel muy importante en el control de emisiones contaminantes. Ver figura 2.3.

Este sensor es utilizado por el sistema de preparación de la mezcla aire combustible, para monitorear la temperatura en el motor del automóvil.

La computadora ajusta el tiempo de inyección y el ángulo de encendido, según las condiciones de temperatura a las que se encuentra el motor del auto, en base a la información que recibe del sensor ECT. En función de la temperatura del líquido refrigerante, la resistencia del sensor ECT o CTS se modifica. A medida que la temperatura va aumentando, la resistencia y el voltaje en el sensor disminuyen.



Figura 2.3 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT)

2.2.3 Sensor de posición del acelerador (TPS)

Conocido más por TPS por sus siglas en inglés (Throttle Position Sensor). El TPS es un potenciómetro conectado al eje del acelerador y situado en el cuerpo del mismo. Ver figura 2.4.

Para que el motor tenga un funcionamiento óptimo en los distintos regímenes, la ECU necesita saber los estados de plena carga del motor así como el estado en el que el pedal no se encuentra pisado, estos datos son adquiridos mediante el Sensor de Posición de la Mariposa.

El módulo de control del motor (ECU) monitoriza el voltaje de la línea de la señal y calcula la posición del acelerador. A medida que se mueve el pedal del acelerador, se cambia el ángulo de la válvula del acelerador. La señal del TPS también cambia con la válvula del acelerador. A medida que la válvula del acelerador se abre, la salida aumenta, de manera que el voltaje de salida crece.



Figura 2.4 Sensor de posición de la válvula de aceleración

2.2.4 Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)

Este sensor se conoce más por MAP por sus siglas en inglés (Manifold Air Pressure). Ver figura 2.5. El sensor MAP es un extensómetro. Una presión fuerza la resistencia de la base de silicona. En ese momento el valor de la resistencia cambia y también el voltaje. Dicho de otra manera, mide un valor de presión.

Está instalado en el colector de admisión, el voltaje de salida del sensor MAP es bajo cuando la presión es baja.



Figura 2.5 Sensor de presión absoluta (MAP)

2.2.5 Sensor de oxígeno (O2)

Este sensor es un compuesto de zirconio/platinum; su función es verificar la cantidad de oxígeno en los gases de escape, informando a la ECU realizar nuevas correcciones.

Está situada en el escape, informa si la mezcla es rica o pobre, lo que permite modificar la inyección realizada por la ECU para el aporte de combustible a las condiciones de una adecuada mezcla de combustible. Ver figura 2.6.



Figura 2.6 Sensor de oxígeno

El sensor de oxígeno calentado es un elemento analizador de oxígeno zircónico de activación a baja temperatura de 4 hilos con calefactor para alcanzar la temperatura de operación de 315°C, y existe uno en cada tubo de escape.

La ECU suministra 450 milivoltios constantemente entre los dos terminales de suministro, y la concentración de oxígeno en el gas de escape y es enviada a la ECU como voltaje de señal de retorno. El oxígeno presente en el gas de escape reacciona con el sensor para producir una salida de voltaje.

Este voltaje debe fluctuar constantemente de 100mV a 1000mV aproximadamente y la ECU calcula la duración de impulso ordenada a los inyectores para producir la mezcla apropiada en la cámara de combustión. Un voltaje de salida bajo del sensor de oxígeno indicará una mezcla pobre que resultará en una orden de aumento de la mezcla para compensar. Un voltaje de salida alto del sensor de oxígeno indicará una mezcla rica que resultará en una orden de reducción de la mezcla para compensar.

Cuando el motor sea arrancado por primera vez el sistema estará en la operación “Bucle abierto”. En “Bucle abierto”, la ECU ignorará la señal procedente de los sensores de oxígeno. Cuando se den varias condiciones (ECT, tiempo desde el arranque, velocidad del motor y salida del sensor de oxígeno), el sistema entrará en la operación

“Bucle cerrado”. En “Bucle cerrado”, la ECU calculará la mezcla de aire-combustible basándose en la señal procedente de los sensores de oxígeno.

Los sensores de oxígeno calentado se utilizan para minimizar el tiempo requerido donde comience la operación de control del combustible en bucle cerrado y permitir un seguimiento catalizador preciso.

El calefactor del sensor de oxígeno reduce enormemente el tiempo requerido para que se activen los sensores de control del combustible. Los calefactores de los sensores de oxígeno son requeridos por el monitor catalítico y los sensores para mantener una temperatura suficientemente alta que permita lecturas precisas del contenido de oxígeno en el gas de escape más alejadas del motor.

2.2.6 Sensor de detonación (KS)

EL sensor de detonaciones KS (Knock Sensor) contiene un elemento que convierte las detonaciones detectadas en señal eléctrica, y está montado en la pared del bloque de cilindros.

Cuando la ECU recibe una señal que indica detonación, la ECU ordena la regulación de la sincronización de ignición para compensar.

El sensor de detonación está localizado en el lado derecho del bloque de cilindros. Si el sensor llega a fallar el paso del motor se podrá ver afectado, además de tener una pérdida en la potencia del mismo. Ver figura 2.7.



Figura 2.7 Sensor de detonación

2.3 Actuadores

2.3.1 Inyectores

El inyector es el encargado de pulverizar en forma de aerosol la gasolina procedente de la línea de presión dentro del conducto de admisión, en esencia es una refinada electroválvula capaz de abrirse y cerrarse muchos millones de veces sin escape de combustible y que reacciona muy rápidamente al pulso eléctrico que la acciona.

Los inyectores utilizados se activan de forma eléctrica; no deberá ser tratada con ningún tipo de líquido limpiador, ya que podría sufrir daños. Ver figura 2.8.



Figura 2.8 Inyectores

2.3.2 Regulador de presión de combustible

Tiene la función de regular y mantener la presión en el riel dependiendo del estado de carga del motor. Ver figura 2.9.

- En caso de una presión excesiva en el riel, la válvula abre y deja salir parte del combustible que retorna al depósito.
- Si la presión es baja en el riel, la válvula cierra para que así aumente la presión.



Figura 2.9 Regulador de presión de combustible

2.3.3 Válvula de control de de marcha mínima (IAC)

La válvula IAC (Idle Air Control) son utilizados para estabilizar el régimen de ralentí durante el calentamiento del motor y luego de este. Ver figura 2.10. Esta válvula es comandada por el módulo del control del motor ECU, la cual regula el aire que pasa alrededor de la válvula de mariposa cuando esta se encuentra cerrada. La ECU controla el funcionamiento de la válvula IAC aplicando varias señales de salidas comparadas con un programa almacenado en la memoria del módulo de control ECU.

La IAC tiene en su interior un motor reversible con 2 embobinados para que el rotor pueda girar en los 2 sentidos. El rotor tiene rosca en su interior y el vástago de la válvula se enrosca en el rotor. Si el rotor gira en un sentido, el vástago saldrá cerrando el flujo del aire y si gira en el otro sentido, el vástago se retraerá aumentando el flujo.

Los embobinados del motor de la IAC no deben tener menos de 20 Ohmios, ya que si tienen menos se deteriora la ECU.



Figura 2.10 Válvula de control de aire (IAC)

Ejemplos de cuando ésta válvula toma control son:

- Cuando arrancamos el auto en frío.
- Cuando el equipo de aire acondicionado está conectado y el motor está regulando.
- Cuando movemos la dirección hidráulica con el motor en ralentí.
- Cuando aumenta la temperatura del motor, cuando está regulando.
- Cuando aumenta la carga del alternador con motor regulando.

2.4 Dispositivos del sistema de alimentación de combustible

2.4.1 Bomba eléctrica de combustible

Suministra combustible a alta presión al riel en todos los márgenes de funcionamiento del motor. Incluye además el mantenimiento de una reserva de combustible a presión para la puesta en marcha del motor.

La bomba de gasolina puede ser afectada por el uso de gasolina contaminada por partículas extrañas u óxido. Sin embargo, la falla más común de una bomba de gasolina es por falta de mantenimiento.

Así pues, al no cambiar un filtro de combustible que se encuentre obstruido, dará como resultado que no haya un flujo adecuado del combustible hacia los inyectores, en este caso, la bomba trabajará al máximo causando un recalentamiento en los componentes y daño prematuro de la misma.

Desde hace muchos años atrás, se utilizan bombas mecánicas de diafragma, pero últimamente los fabricantes de motores las están sustituyendo por bombas eléctricas que van instaladas dentro del propio tanque de la gasolina. Ver figura 2.11.

La bomba funciona cuando se activa la llave de encendido, la gasolina es impulsada desde el tanque y pasa por un acumulador (Dumper) y luego por un filtro, hasta llegar al riel de inyectores, da la vuelta y retorna hacia el tanque de gasolina pero antes tiene que someterse al regulador de presión, el cual mantiene la presión en el sistema, y el excedente continúa su recorrido hacia el tanque.

En conclusión, para que una bomba funcione correctamente y tenga una larga vida útil, se recomienda tener siempre gasolina dentro del tanque, lo cual evitará que se funda la misma y que no se presente ningún otro tipo de inconveniente.



Figura 2.11 Bomba de combustible

2.4.2 Pre filtro

Todos los vehículos utilizan un pre-filtro antes de la bomba de combustible. Su función es retener las impurezas contenidas en el combustible, protegiendo los componentes internos de la bomba. Responsable por filtrar el combustible antes que pase por la bomba, protegiéndola. Ver figura 2.12.

La durabilidad de la bomba depende del pre filtro.

Se recomienda cambiarlo a cada 30.000 km (mínimo) y siempre que se cambie la bomba, no reemplazarlo significa:

- Riesgo de quemar la bomba.
- Disminución del volumen de combustible, afectando el rendimiento del motor.

Siempre que reemplace su bomba de combustible, cambie el pre-filtro y limpie su tanque, esto evitará que su bomba falle nuevamente por los efectos de la suciedad.



Figura 2.12 Pre filtro de bomba de combustible

2.4.3 Filtro de combustible

El filtro está ubicado en la salida de combustible de la bomba y la entrada del distribuidor de combustible. Actualmente se usa en los vehículos modernos un filtro de cubierta metálica esto es porque en los automóviles antiguos se tenía una presión en el sistema de alimentación de entre 7 u 8 libras de presión y se le considera sistema de baja

presión, para este sistema se utiliza un filtro de cubierta de plástico pero en un vehículo moderno que utiliza una presión en el sistema de alimentación de combustible de entre 15 y 100 PSI el filtro de plástico es insuficiente ya que no resistiría la presión por ello se utiliza actualmente los filtros metálicos.

Los filtros de gasolina pueden retener impurezas que tengan un tamaño mayor a las 10 micras, el tiempo en que hay que cambiar un filtro de gasolina puede ser a los 6 meses o cada 10.000 KM. Ver figura 2.13.



Figura 2.13 Filtro de combustible

2.4.4 Depósito de combustible

El tanque de combustible es un contenedor para almacenar gasolina. Ver figura 2.14. Comúnmente, está ubicado en la parte inferior del vehículo y tiene una capacidad de 17 a 20 litros. Un sensor medidor de combustible o dispositivo similar sirve para indicar la cantidad de combustible remanente y es instalado en el tanque. Placas divisorias son también instaladas en el tanque a fin de prevenir que el combustible produzca oleaje hacia atrás o hacia adelante cuando el vehículo se detiene o cuando acelera repentinamente.



Figura 2.14 Depósito de combustible

2.4.5 Tuberías de alimentación de combustible

Cada cañería metálica o manguera de combustible se identifica por una franja de color rojo, la cual está puesta alrededor de cada extremo. Las tuberías son de metal o manguera flexible; las primeras de aleación compuesta de aluminio, mientras que las otras se fabrican de caucho sintético y de tejido. El grosor de las cañerías o mangueras depende del régimen de consumo del motor. Ver figura 2.15.



Figura 2.15 Mangueras de combustible

2.4.6 Riel de inyectores

La misión del riel es almacenar combustible a alta presión, está construido de acero forjado para soportar las altas presiones a las que se ve sometido. El volumen de combustible que entra en un riel depende de la cilindrada del motor que va alimentar. Ver figura 2.16.



Figura 2.16 Distribuidor de combustible

2.5 Generalidades del motor

- La serie del motor es JL465Q5.
- El principio de trabajo de este motor es ignición por chispa de 4 tiempos.
- Flujo cruzado enfriado por líquido refrigerante.
- Árbol de levas en la culata.
- Controlado por microcomputador e inyección de combustible.
- Moderna maquina con 1000 centímetros cúbicos, cuatro cilindros en línea y una potencia de 39 KW.
- El encendido es ejecutado por el encendido electrónico (EI)1 que dispara directamente las bujías a partir de la bobina de encendido por medio de cables de bujía utilizando un distribuidor.



Figura 2.17 Motor JL465Q5

2.6 Componentes del Motor JIANGLING JL465Q5

2.6.1 Motor

Las partes que constituyen el motor son:

- **Bloque de cilindro**

El bloque de cilindros está formado de hierro fundido. La tapa de cojinete está constituida de hierro fundido nodular.

- **Culata**

La culata está fabricada de una fundición de aleación de aluminio con una bujía en el centro.

- **Tren de válvulas**

El sistema de válvulas es un árbol de levas en la culata individual.

- **Colector de admisión**

El colector de admisión está compuesto de aleación de aluminio.

- **Colector de escape**

El colector de escape está hecho de hierro nodular Si-Mo2 de gran resistencia.

- **Pistones y bielas**

Los pistones de aluminio se utilizan después de seleccionar el grado adecuado al diámetro interior del cilindro.

Cada pistón tiene dos segmentos de compresión y uno de lubricación. El eje de pistón está dotado de acero fundido cementado.

Los cojinetes de biela están fabricados de hierro fundido nodular. Los cojinetes de biela están construidos de acero reforzado con metal antifricción trimetálico.

- **Cigüeñal y rodamientos**

El cigüeñal es fabricado de hierro fundido nodular. Los pasadores y muñón están graduados para la correcta selección del tamaño de sus cojinetes.

2.6.2 Sistema eléctrico y electrónico del motor

2.6.2.1 Circuito de encendido

- **Sistema de encendido electrónico.**

Los sistemas de encendido electrónico no tienen platinos y condensador pero cuentan con elementos que hacen la misma función que ellos. En algunos casos pueden ser el reductor y la pastilla magnética, el sensor óptico o el de efecto Hall los que producen este funcionamiento.

Estos sistemas permiten producir mayores voltajes para generar la chispa en las bujías, éste puede ser de hasta 40.000 volts, además de que permiten tener mejor respuesta a altas revoluciones. Son mucho más confiables que los sistemas de encendido con platinos y condensador, ya que no requieren calibración ni mantenimiento periódico.

- **Bobina de encendido**

La finalidad de esta es elevar la tensión eléctrica a partir de una baja tensión (12 voltios), para conseguir la diferencia de tensión que creará la chispa en el electrodo de la bujía. La bobina de ignición suministra voltaje a las cuatro bujías continuamente. Ver figura 2.18.

El módulo de control del motor (ECU) comandará encender en circuito de la bobina esto permitirá que la corriente fluya a través de los bobinados de la bobina primaria para el ángulo de parada o tiempo adecuado.

Cuando la ECU comanda el circuito de ignición (IGN) que se apague, esto interrumpirá el flujo de corriente a través de los devanados de la bobina

primaria. El campo magnético creado por los devanados de la bobina primaria se inducirá a través de los devanados de la bobina secundaria, los cuales inducen el pico del voltaje.

El voltaje de la bobina secundaria viaja de la terminal de salida de la bobina a través del cable de bujía y de la apertura de la bujía al bloque del motor.



Figura 2.18 Bobina de ignición

- **Bujía**

La misión de las bujías es transmitir energía eléctrica y producir la chispa por medio de sus electrodos para que pueda realizarse la inflamación de la mezcla. Una cantidad suficiente de voltaje se debe de proveer al sistema de ignición para que pueda generar la chispa a través de la calibración de la bujía.

La bujía está formada por un cuerpo metálico que se enrosca en la culata y que tiene unido el electrodo de masa. Por el interior del cuerpo se coloca el electrodo positivo recubierto por un aislante cerámico. Ver figura 2.19.

Los extremos del electrodo positivo están descubiertos, el superior permite la conexión con el cable que viene de la bobina o distribuidor y por el inferior para permitir el salto de la chispa al electrodo negativo. Ver tabla 2.1.

TABLA 2.1 Características técnicas de la bujía

La bujía es de tipo BP5EY	
P	Estructura y característica (tipo punta de aislado, saliente)
B	14mm
R	Resistencia
5	Rango térmico y aplicación general (Para motores pequeños)
E	Largo de la rosca 19.0mm
Y	Electrodo central tipo calentado en V.

**Figura 2.19** Bujía

- **Cables de bujías**

Los cables de bujías son llamados cables de alta tensión o cables de ignición secundarios, están diseñados para conducir el alto voltaje producido por la bobina que varía de entre 8.000 a 12.000 voltios/pie. El cable tiene un conductor sintético, que se avería fácilmente, en su interior. Ver figura 2.19.

**Figura 2.20** Cable de bujía

2.6.2.2 Circuito de carga

Regulador de voltaje

El regulador limitará el voltaje de salida por debajo del nivel de seguridad, para que la batería no se desconecte; el voltaje de salida quedará un poco por encima del ajuste normal (1-3 voltios). Ver figura 2.20.

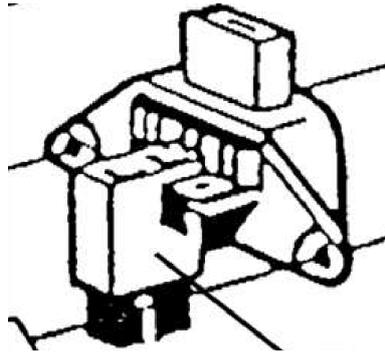


Figura 2.21 Regulador de voltaje

Alternador

El alternador genera tensión cuando el motor está en marcha además recarga la batería para que esta pueda proporcionar la tensión de arranque y a los demás sistemas eléctricos del vehículo. Básicamente consta de: Rotor, Estator, Puente Rectificador y Escobillas. Ver figura 2.21.

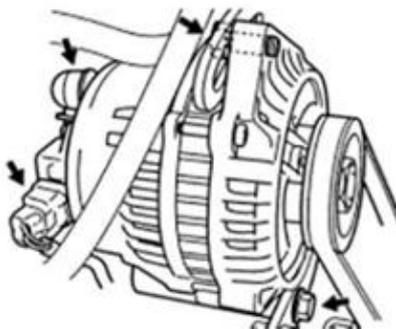


Figura 2.22 Alternador

TABLA 2.2 Características técnicas del alternador

Alternador tipo: KC-A-- > 12V 50-90 A.	
K	Código para el diámetro exterior del estator (126 mm OD).
C	Generador compacto
A	Ausland ("Extranjero", en alemán; países distintos de Alemania)
>	Dirección de giro (sentido horario).
12V	Voltaje de funcionamiento del generador.
50A	A Salida estabilizada a 25 C a 1800 RPM./13,5 Voltios.
90A	Salida estabilizada a 25 C a 1800 RPM./13,5 Voltios.

2.6.2.3 Circuito de arranque

Batería

Es la fuente de poder para el sistema eléctrico del vehículo, suministra energía para arrancar el motor, luego el alternador surte la energía para cargar la batería y para hacer funcionar los demás sistemas del vehículo. Ver figura 2.22

TABLA 2.3 Características técnicas de la batería

BATERÍA	
Voltaje	12
capacidad de reserva (Ah)	40 (28)
Amperaje máximo de arranque	76 - 92
Número de placas	6



Figura 2.23 Batería

Motor de arranque

El sistema de arranque emplea un motor de reducción tipo magnético en el que el eje motor gira a una alta velocidad y con un torque requerido, el cual también aloja un piñón. Cuando se enciende el interruptor de arranque, los contactos del interruptor magnético se cierran, y la armadura gira. Al mismo tiempo, el percutor es atraído, y el piñón es empujado hacia delante por la palanca de cambio para engranarse con la corona dentada del volante del motor de combustión. Ver figura 2.23.

Características

- Las escobillas son de gran resistencia, son de cobre.
- Al momento del arranque recibe entre 150 a 300 amperios por cm^2 . La presión de éstas sobre el colector es de 600 y 800 gr/cm^3 .
- El motor de arranque recibe corriente eléctrica, consumiendo unos 300 amperios cada vez que se acciona la llave, y proporcionado el giro del motor.
- Hace girar el cigüeñal a una velocidad mínima de 300 o 400 r.p.m., suficientes para vencer el roce y temperatura que tienen las partes internas del motor.

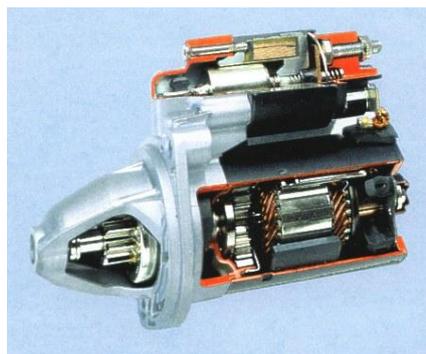


Figura 2.24 Motor de arranque

Interruptor de arranque

Este interruptor permite que al cerrarlo circule la corriente o al abrirlo deje de circular la corriente. Ver figura 2.24.



Figura 2.25 Interruptor de arranque

Relé de arranque

Tiene dos funciones, como un relé normal, es decir para conectar y desconectar un circuito eléctrico. También tiene la misión de desplazar el piñón de arranque para que este engrane con la corona del volante de inercia del motor de combustión y así transmitir el movimiento del motor de arranque al motor térmico. Ver figura 2.25.

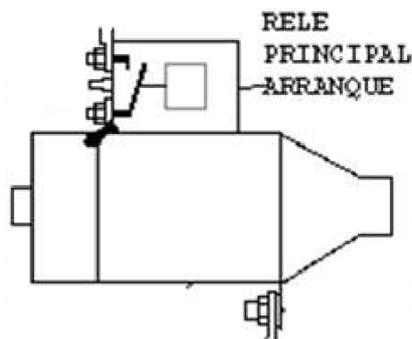


Figura 2.26 Relé de arranque

2.6.2.4 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración es a presión, y su bomba de agua, mandada por una correa de levas, propulsa la circulación del refrigerante a través de la culata y el bloque de cilindros. El termostato regula el flujo del refrigerante entre el radiador y el circuito de derivación.

Bomba de agua

La bomba de agua es de tipo centrífugo y está propulsada por una correa de transmisión.

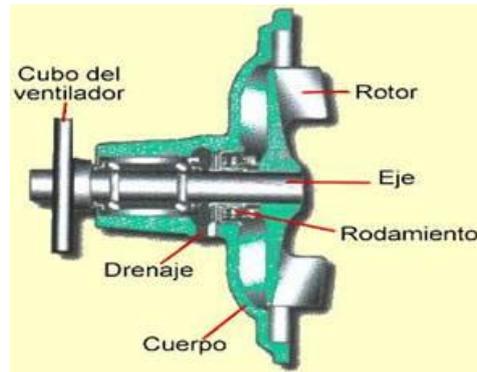


Figura 2.27 Bomba de agua

Termostato

El termostato es de tipo derivado y de bola de cera con un orificio de aire. Ver figura 2.27.



Figura 2.28 Termostato

Radiador

Los radiadores disipan el calor mediante el flujo de aire; el líquido recuperado se enfría para circularlo de nuevo. El radiador es de tipo flujo con aspas corrugadas. Ver figura 2.28.



Figura 2.29 Radiador

Tapa del radiador

El tapón del circuito mantiene una presión en el radiador con el fin de que la temperatura de ebullición sea mayor. La entrada de aire o líquido al radiador con el motor frío se produce automáticamente. Ver figura 2.29.



Figura 2.30 Tapa del radiador

Mangueras de conexión

Las mangueras de conexión son todo el conjunto de tuberías de caucho que unen los diferentes componentes de un circuito de refrigeración con agua entre sí por ejemplo:

Radiador - culata o bomba de agua - radiador. Ver figura 2.30.



Figura 2.31 Mangueras de conexión

Ventilador

El ventilador no solo envía una corriente de aire alrededor del motor, sino además absorbe el aire de la atmósfera (fresco) y lo hace pasar a través del núcleo del radiador a mayor velocidad proporcionando un adecuado enfriamiento. Ver figura 2.31.



Figura 2.32 Ventilador

2.6.2.5 Sistema de lubricación

Bomba de aceite

Esta aspira hacia arriba el aceite almacenado en el cárter o depósito, entregándolo a los cojinetes, pistones, eje de levas, válvulas y otras partes, manteniendo así la lubricación y la vida útil del motor. Ver figura 2.32.



Figura 2.33 Bomba de aceite

Filtro de aceite

El filtro de aceite es montado a la mitad del camino del circuito de lubricación. Este retiene las partículas de metal desgastadas de las piezas del motor por fricción, así como también la suciedad, carbón y otras impurezas del aceite. Ver figura 2.33.



Figura 2.34 Filtro de aceite

2.6.2.6 Sistema de admisión

Filtro de aire

Elemento colocado en la entrada del circuito de admisión del motor y sirve para recoger las impurezas que contiene el aire antes de entrar al cilindro. Está formado por un pliego de papel sujeto en un armazón de plástico. El elemento filtrante es el papel, que recoge las pequeñas partículas de polvo o arena que están en suspensión en el aire y que son muy abrasivas. Ver figura 2.32.



Figura 2.35 Filtro de aire

Válvula de estrangulador

Válvula que proporciona la elevada aspiración, necesaria para conseguir el exceso en la alimentación de combustible requerido para poner en marcha un motor de combustión interna. Ver figura 2.35.



Figura 2.36 Válvula de estrangulador

Colector de admisión

Canalización dispuesta en la culata para comunicar a los colectores de la cámara de combustión, encargada de alojar algunos elementos más. Está compuesto de un material de aleación de aluminio. Ver figura 2.36.



Figura 2.37 Colector de admisión

2.6.2.7 Sistema de escape

Colector de escape

Canalización dispuesta en la culata para comunicar a los colectores de la cámara de combustión. Está compuesto de un material de hierro nodular Si-Mo (ferrítica de alto silicio) de gran resistencia a altas temperaturas. Ver figura 2.37.



Figura 2.38 Colector de escape

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DIDÁCTICO E INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES

3.1 Diseño del banco

El diseño del banco se lo ha realizado tomando en cuenta las normas básicas de estática, seguridad y sobre todo funcionalidad, para que los estudiantes puedan realizar las prácticas de laboratorio de una forma cómoda y segura.

Sus valores, han sido calculados en base a las dimensiones promedio de una persona normal y se ha tomado en cuenta ciertos factores de seguridad para su utilización.

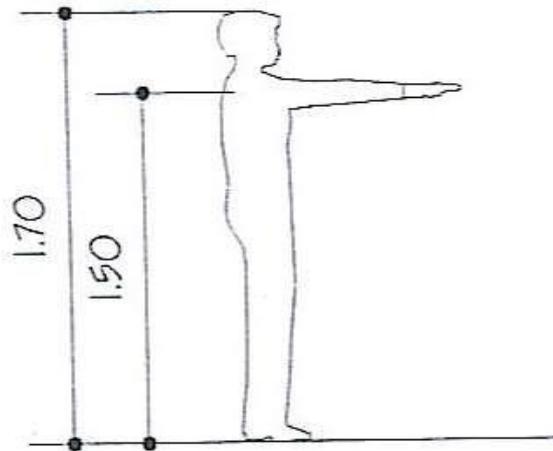


Figura 3.1 Dimensiones de una persona normal

También hemos considerado en primera instancia el peso del motor, ya que es un factor muy importante en la construcción de la estructura del banco didáctico. Esta estructura también debe soportar los componentes auxiliares del motor.

3.1.1 Cálculo y dimensionamiento

Para la realización del cálculo, dimensionamiento del banco, su estructura y su tablero se han tomado en cuenta factores importantes como son el peso de los elementos que componen el sistema, además la funcionalidad y comodidad en su utilización; la estructura resultante no sobrepasa el 1.50m de altura, que es la medida estándar de una persona normal que levanta su brazo a la altura de su hombro. Ver la figura 3.1.

Las dimensiones en planta, serán de 60.5cm de largo por 60cm de ancho, logrando así un módulo metálico que permita la incorporación de seguridades en los lugares de riesgo para el estudiante.

De esta manera obtendremos un banco funcional y sobre todo seguro.

TABLA 3.1 Dimensiones del caballete

Peso promedio de componentes	140Kg
Altura máxima	56cm
Largo	60.5cm
Ancho	60cm

A continuación se detalla cada una de las partes del caballete con sus dimensiones para realizar el cálculo. Ver la figura 3.2 y 3.3.

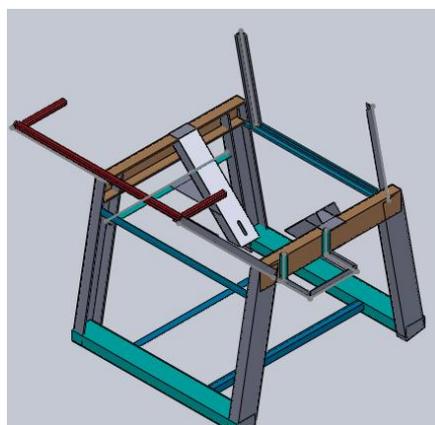


Figura 3.2 Caballete

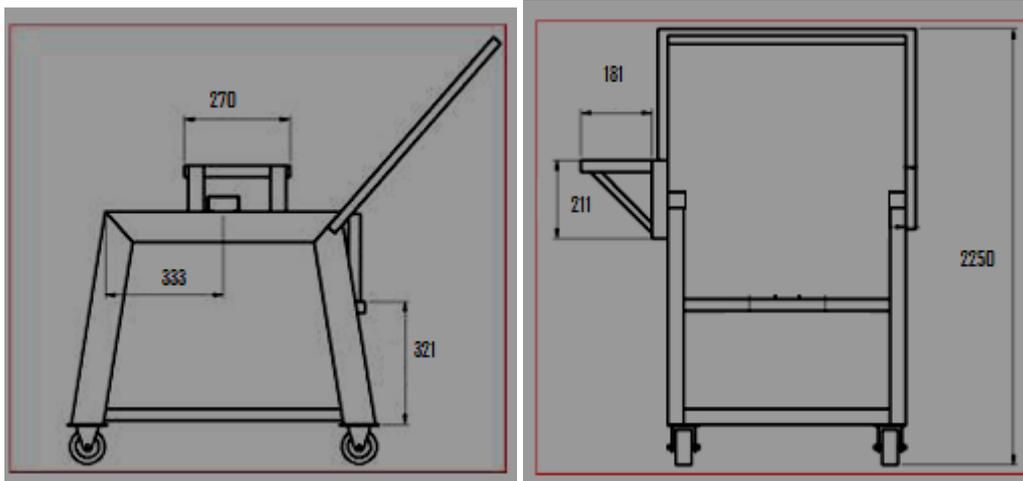


Figura 3.3 Dimensiones del caballete

3.1.2 Aplicaciones y utilidad

Aplicación:

El banco didáctico del motor JL465Q5, tendrá la aplicación directa en el laboratorio de inyección electrónica para la práctica y el aprendizaje de los estudiantes.

Este motor tiene tecnología muy actualizada, en cuanto al sistema de encendido electrónico que tiene muchas innovaciones modernas, e incluso en este banco se podrá comprobar la mayoría de las fallas y averías que se presentan en los motores y de esta manera capacitar a los alumnos para que puedan desarrollar sus capacidades de diagnóstico de fallas.

Utilidad:

La utilidad del banco didáctico del motor Otto, se encuentra determinada por factores que intervienen directamente en su manejo, como son:

- El tipo de método de enseñanza que se emplee, es decir, dependerá de la importancia que el profesor de a la enseñanza práctica.
- El equipo auxiliar de diagnóstico que se utilice como apoyo en las prácticas.

- Como sabemos, la enseñanza teórica en las aulas se consolida con la enseñanza práctica lograda en los laboratorios o en los talleres, en el área automotriz, por la diversidad de trabajos realizados en el patio. La práctica lograda en el mismo, no siempre va de la mano con el proceso logrado en el aula, es por esto que debemos poner especial atención en lo que podemos lograr en los laboratorios.
- Para mejorar el laboratorio de inyección electrónica se ha creado la necesidad de construir el “Banco didáctico de un motor Otto de inyección electrónica” el mismo que será de gran utilidad para realizar prácticas en las que se obtendrán datos reales a distintos regímenes y condiciones de funcionamiento. Puesto que el banco ha sido diseñado para lograr que el alumno pueda experimentar los problemas que surgan en el proceso de reparación de alguna de ellas, logrando así el complemento óptimo para la enseñanza en las aulas.

3.2 Construcción del banco

El banco didáctico del motor JL465Q5, es un sistema compuesto básicamente por un motor que funcionará en condiciones reales y que va montado sobre una estructura metálica construida por un perfil G de acero.

Los distintos componentes del banco, están constituidos por los materiales siguientes:

Estructura soportante

- Perfil G de Acero
- Suelda AGA 60-11 en uniones
- 4 ruedas industriales
- Fondo y pintura

Soporte para el radiador

- Platina de acero
- Ángulo de acero
- Sueda AGA 60-11
- Fondo y pintura
- Pernos

Tablero de control

- Madera MDF 9 mm
- Tubo cuadrado ¾"
- Plancha de acrílico 3mm
- Elementos eléctricos de control
- Pernos

3.2.1 Proceso constructivo

La estructura soportante se ha construido con Perfil G de acero; a fin de que exista accesibilidad y facilidad y se pueda realizar las prácticas en el motor sin problemas. El mismo que consta de algunas piezas de perfil G de acero, estas se encuentran soldadas entre sí con electrodos AGA 60-11, tiene cuatro puntos de apoyo sobre el piso, con el objeto de trasladar la estructura de un lugar a otro, se han colocado en las bases de la estructura ruedas industriales en cada una de las esquinas. Ver la figura 3.4.

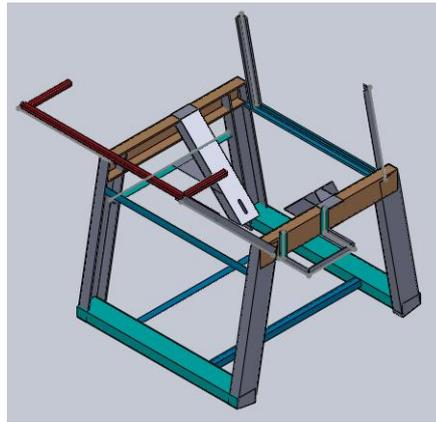


Figura 3.4 Caballete

A continuación se describe cada uno de los componentes de la estructura metálica principal:

Una base de forma rectangular como se muestra en la figura 3.5, está compuesta por dos tubos cuadrados y dos elementos de perfil G de acero las cuales se encuentran soladas entre sí con electrodos AGA 60-11.

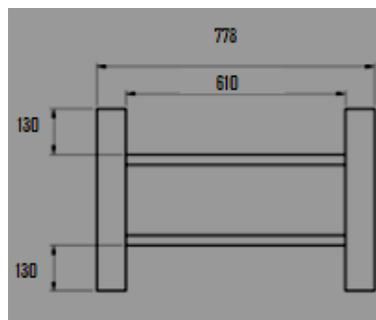


Figura 3.5 Base del caballete

- Dos estructuras de perfil C de acero. Ver la figura 3.6.

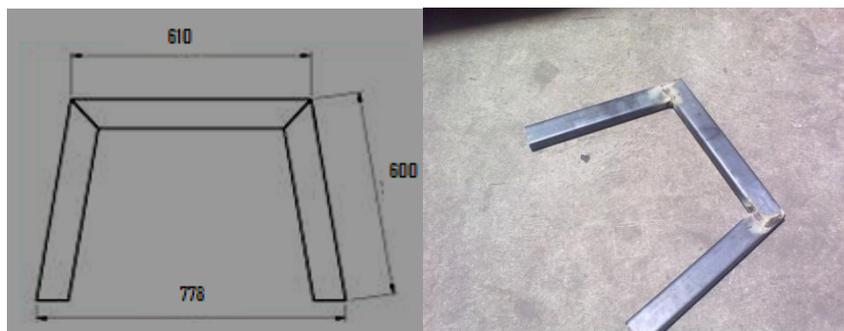


Figura 3.6 Soportes del motor

- El siguiente elemento está construido por ángulos de acero, este sirve para apoyo del radiador. Ver la figura 3.7.

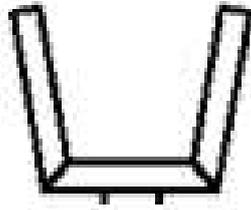


Figura 3.7 Apoyo del radiador

- Soporte del Motor. Estos componentes van soldados entre sí para formar la estructura metálica donde va asentado el motor. El diseño se pueden observar en la siguiente figura 3.8.

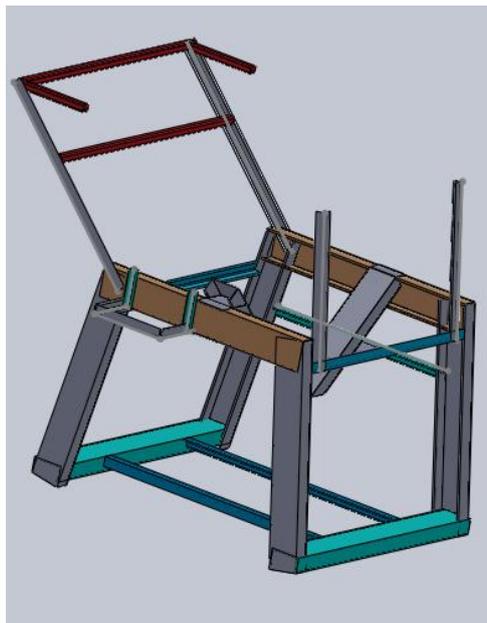


Figura 3.8 Caballete del motor

3.2.1.1 Soporte para el radiador

Una vez construido el soporte principal, se procedió a colocar el motor sobre la estructura y calcular la posición del radiador, que esta sujeta con ayuda de tornillos al elemento de refrigeración, está se apoyará sobre la estructura principal en dos puntos como se observa en la siguiente figura 3.9.



Figura 3.9 Soporte del radiador

3.2.1.2 Soporte para el tablero de control

Está construido con una estructura de madera MDF que completan el cuerpo, donde se encuentran los elementos de control y sus respectivas conexiones eléctricas, se apoya sobre la estructura principal en dos puntos de apoyo. Ver la figura 3.10.



Figura 3.10 Soporte del tablero de control

3.2.1.3 Acoplamiento del motor

El banco se le construyó de acuerdo a las necesidades, dimensiones y peso del motor, además cumple con varias normas de seguridad, estética y funcionalidad para que los estudiantes puedan realizar las prácticas sin dificultad alguna.

El motor se acopla al banco por tres puntos de apoyo, con dos bases de goma para evitar vibraciones en el momento en que se encuentre funcionando el banco, lo que sería

molestoso al momento que los estudiantes vayan a realizar sus prácticas. Ver la figura 3.11.



Figura 3.11 Acoplamiento del motor

3.3 Razón de la ubicación de los elementos en la maqueta didáctica

La ubicación de los componentes en el banco didáctico es importante ya que debemos considerar los siguientes aspectos:

- Seguridad
- Operatividad
- Comodidad

3.3.1 Disposición de los elementos en la maqueta didáctica

3.3.1.1 Motor

El motor junto a sus sistemas auxiliares (sistema de inyección, sistema de alimentación de aire, sistema de encendido, sistema de distribución, sistema de refrigeración, sistema de lubricación) forman un conjunto que es el alma central de nuestro proyecto de tesis.

En tal virtud, la disposición de este elemento en nuestra maqueta didáctica, debe realizarse de manera que cada uno de estos subsistemas tenga su desempeño ideal y no forzarlos, garantizando así la longevidad de vida útil de nuestro proyecto.

En la figura 3.12 se ilustra la disposición del motor en la maqueta junto sus sistemas auxiliares.



Figura 3.12 Disposición de las partes del motor

3.3.1.2 Batería

La disposición de la batería ilustrada en el grafico, fue premeditada debido a la proximidad y poder facilitar la alimentación de los elementos eléctricos y electrónicos que se emplearon en la realización de la maqueta, ayudándonos también a reducir la resistencia de los cables de alimentación y de esta manera optimizamos el rendimiento del sistema de encendido del motor. Se observa también, que la ubicación de la batería esta próxima al múltiple de admisión, lo que garantiza que no haya fluctuaciones de temperatura en este elemento, también es importante señalar que la sujeción de la batería con la maqueta es similar a la presente en los motores de producción en serie, eliminando vibraciones u oscilaciones producidas por los elementos móviles del motor. Ver la figura 3.13.



Figura 3.13 Disposición de la batería

3.3.1.3 Tubo de escape

Al momento de disponer el tubo de escape de la maqueta didáctica, tuvimos especial precaución, con los elementos que tenían contacto directo con el sistema de escape, tales como, polímeros, polietileno, sensores, elementos electrónicos, etc.

Un aspecto importante del sistema de escape es que debido a la corta longitud del mismo, los gases residuales experimentan poca resistencia al momento de salir al ambiente, por lo que se ha dispuesto este sistema de escape, lo que permite mejorar el rendimiento del motor. Ver la figura 3.14.



Figura 3.14 Disposición del tubo de escape

3.3.1.4 Caja de fusibles principales

Por razones de facilidad de acceso y el remplazo de estos elementos, la caja de fusibles está ubicada estratégicamente para ingresar a ellos de forma directa, en el caso de existir alguna anomalía. Es importante señalar también que en esta caja se encuentra

el cableado principal, los relés de mando (arranque) por razones de estética y para aprovechar adecuadamente el espacio existente, la caja de fusibles principal, fue colocado lo más cerca posible del tablero de instrumentos. Ver la figura 3.15.



Figura 3.15 Disposición de la caja de fusibles principal

3.3.1.5 Tablero de instrumentos

Debido a que en el tablero de instrumentos se encuentran los mandos que gobiernan cada una de las funciones que realiza el motor, es conveniente e indispensable que el acceso a este instrumento sea cómodo, fácil y que pueda regularse cada una de las acciones que se va a realizar con el motor y tenga completa libertad de movimiento. Por motivos de protección y estética los elementos del tablero de instrumentos están dentro de una caja de madera, logrando optimizar los espacios, las distancias y las conexiones existentes entre elementos. Ver la figura 3.16.



Figura 3.16 Disposición del tablero de instrumentos

3.3.1.6 Tanque de combustible

Tomando en cuenta dos factores principales; el primero que es la seguridad para los operarios de la maqueta en todas etapas del funcionamiento del motor, y la segunda razón que es la interferencia del sistema de alimentación de combustible con los demás sistemas del motor, consideramos que lo más conveniente fue colocar el tanque de combustible en la parte inferior de nuestra maqueta didáctica. Ver la figura 3.17.



Figura 3.17 Disposición del tanque de combustible

3.4 Ensamble eléctrico

El módulo de control ECU está compuesto por un puerto J1 como podemos visualizar en la siguiente figura. Ver la figura 3.18.

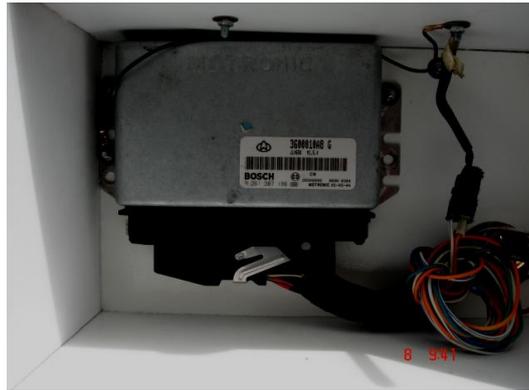


Figura 3.18 Módulo de control ECU

3.4.1 Conector ECU bosch motronic. Ver la figura 3.19.

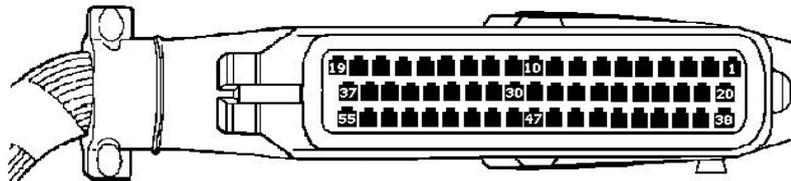


Figura 3.19 Conector del puerto J1

3.4.2 Terminales de la ECU (ECU con 55 pines)²

1. Control de la terminal 1 (primario) de la bobina de ignición.
2. Tierra (masa).
3. Señal de control del relé principal (terminal 85b) bomba de combustible, sonda.
4. Señal de control del actuador de marcha mínima IACV.
5. Señal de control de la válvula de purga del cánister CANR.
6. Señal de rotación para la terminal 11 de la unidad de control de transmisión auto.
7. Señal del sensor del flujo de aire VAF.
8. NO TIENE.
9. Señal del sensor de velocidad VSS.
10. Tierra del sensor de oxígeno (sonda Lambda).

² Manual técnico Fuel Injection

11. Señal del sensor de detonación Terminal de codificación de octanaje.
12. Voltaje de referencia (5 vts DC) para el sensor VAF y TPS.
13. Terminal B del conector de diagnóstico ALDL. .
14. Tierra (masa).
15. NO TIENE.
16. Señal de control de los inyectores (cilindros 1o. y 2o. motor de 4 cilindros y cilindros 1o, 2o. y 3o. motor de 6 cilindros).
17. Señal de control de los inyectores (cilindros 3o, y 4o. motor de 4 cilindros y cilindros 4°, 5o. y 6o. motor de 6 cilindros).
18. Voltaje de la batería para la alimentación de la ECU (línea 30).
19. Tierra (masa).
20. Terminal de codificación del escape (masa sin sonda Lambda y abierto el circuito con sonda Lambda).
21. Terminal de codificación del escape (masa sin sonda Lambda y abierto el circuito con sonda Lambda).
22. Señal de control de la lámpara de verificación del motor.
23. Señal de control del relé de corte de comp. del aire acondicionado.
24. Tierra (masa).
25. NO TIENE.
26. Tierra para VAF, GTS, TPS y conector de octanaje (vehículos a gasolina).
27. Voltaje de la batería para la alimentación de la ECU (línea 15).
28. Señal del sensor de oxígeno (sonda Lambda).
29. NO TIENE.
30. Tierra para el sensor VAF o MAF, CTS, TPS y el sensor de detonación.
31. NO TIENE.

32. Señal de salida para el computador de abordo.
33. NO TIENE.
34. Señal de posición de la mariposa para la terminal 55 de la ECU de transmisión automática.
35. NO TIENE.
36. Señal de control del relé principal (terminal 85).
37. Voltaje de la terminal 87 del relé principal, voltaje de alimentación de la ECU.
38. NO TIENE.
39. NO TIENE.
40. Señal de entrada del compresor del aire acondicionado.
41. Señal del interruptor del aire acondicionado.
42. Señal del sensor NOS (tierra en transmisión mecánica).
43. Señal de salida para el tacómetro.
44. Señal del sensor de temperatura del aire ACT.
45. Señal de temperatura del motor CTS.
46. Terminal de codificación del número de octanaje.
47. Interruptor de temperatura del aceite de la transmisión automática.
48. Señal del sensor de rotación ESS.
49. Tierra (masa) del sensor de rotación ESS.
50. NO TIENE.
51. Señal de acoplamiento de la transmisión automática (terminal 4 de la ECU, transmisión auto).
52. NO TIENE.
53. NO TIENE.
54. Señal del sensor de posición de la mariposa.

55. A la terminal G del conector ALDL, datos bidireccionales de diagnóstico.

3.4.3 Cableado

Color de los cables

- Todos los cables tienen un aislamiento codificado por color.
- Los cables del cableado principal del sistema tendrán un único color.
- Los cables de los sub-circuitos del sistema tendrán rayas de color.
- Los cables marcados con rayas utilizan el siguiente código para indicar el tamaño y los colores del cable por ejemplo:



3.4.4 Código de colores de los cables

TABLA 3.2 Código de colores de los cables

Código de Color	Significado	Código de Color	Significado
B	Negro	BR	Marrón
W	Blanco	LG	Verde claro
R	Rojo	GR	Gris
G	Verde	P	Rosa
Y	Amarillo	LB	Celeste
L	Azul	V	Violeta
O	Naranja	C	Café
LD	Plomo		

3.4.5 Ensamble eléctrico de los sensores

3.4.5.1 Sensor de posición de la mariposa (TPS)

Ubicación

Este sensor se encuentra localizado en el múltiple de admisión, de forma paralela al cable del acelerador, junto a la válvula reguladora de ralentí como se puede observar en la figura 3.20.



Figura 3.20 Sensor de posición de la mariposa

Conexión Ver la figura 3.21.



Figura 3.21 Conector del sensor TPS

Este sensor tiene sus conexiones respecto a la ECU como se observa en la tabla 3.3.

TABLA 3.3 Conexión del sensor TPS

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECU	Descripción	Valores referenciales
1	P	J1	53	Señal del sensor	(0.4 – 4.7)V
2	L	J1	12	Alimentación	5V
3	Y/W	J1	30	Masa del sensor	21 mV

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico de este sensor se puede observar en la figura 3.22.

3.4.5.2 Sensor de detonaciones (KS)

Ubicación

Está montado en la pared del bloque de cilindros como se puede ver en la figura 3.23.



Figura 3.23 Sensor de detonación

Conexión Ver la figura 3.24.



Figura 3.24 Conector del sensor KS

Este sensor tiene sus conexiones respecto a la ECU como se puede observar en la en la tabla 3.4.

TABLA 3.4 Conexión del sensor KS

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECU	Descripción	Valores referenciales
1	G	J1	11	Señal del sensor	5mV
2	R	J1	30	Masa del sensor	21mV
3	Descubierto	J1	30	Masa electrónica	21mV

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico del sensor KS se puede observar en la figura 3.22

3.4.5.3 Sensor de temperatura (ECT)

Ubicación

Este sensor se ubica en la caja del termostato como se indica en la figura 3.25.



Figura 3.25 Sensor de temperatura

Conexión Ver la figura 3.26.



Figura 3.26 Conector del sensor ECT

Este sensor tiene sus conexiones respecto a la ECU como se puede observar en la en la tabla 3.5

TABLA 3.5 Conexión del sensor ECT

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECU	Descripción	Valores referenciales
1	C/R	J1	45	Señal del sensor	(0.7-3.7) V
2	Y/W	J1	30	Masa del sensor	21mV

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico del sensor KS se puede observar en la siguiente figura. Ver la figura 3.22.

Este sensor tiene sus conexiones respecto a la ECU como se puede observar en la en la tabla 3.6

TABLA 3.6 Conexión del sensor de oxígeno

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECU	Descripción	Valores referenciales
1	W	J1	28	Señal del sensor	(0.1-0.9)V
2	B	J1	19	Masa del sensor	21mV
3	C/L	J1	De la caja de fusibles	Calefactor del Sensor	12V
4	B/R	J1	2	Masa del calefactor	21mV

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico del sensor lambda se puede observar en la siguiente figura. 3.29.

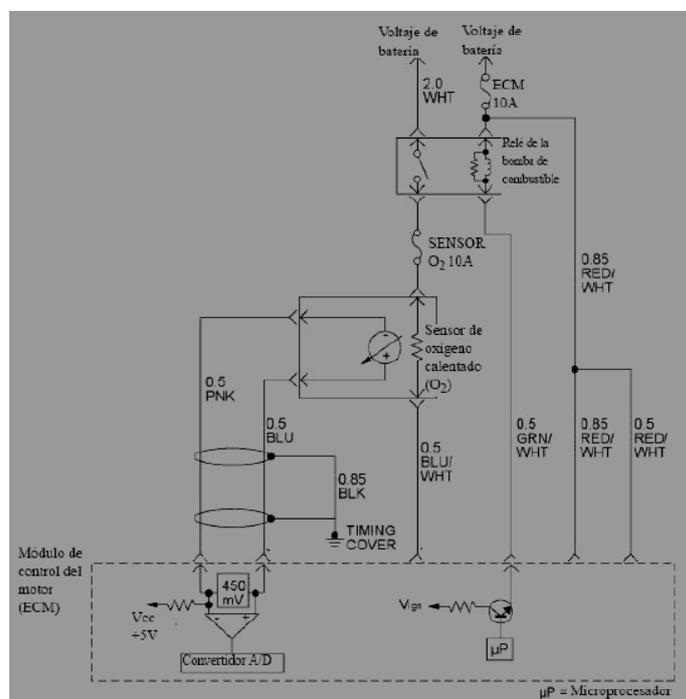


Figura 3.29 Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno³

³ AutoData2006

3.4.5.5 Sensor de temperatura de entrada de aire (IAT) y sensor de presión absoluta del colector de admisión (MAP)

Ubicación

Este sensor se encuentra instalado en el colector de admisión como se puede ver en la figura 3.30.



Figura 3.30 Sensor IAT y sensor MAP

Conexión Ver la figura 3.31.



Figura 3.31 Conector del sensor IAT

Este sensor tiene sus conexiones respecto a la ECU como se puede observar en la en la tabla 3.8

TABLA 3.7 Código de colores de los cables

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECM	Descripción	Valores referenciales
1	V/R	J1	44	Señal del sensor IAT	(1.9- 4.7)V
2	C	J1	7	Señal del sensor MAP	(0.1- 4.5)V
3	L	J1	12	Alimentación	5 V
4	Y/W	J1	30	Tierra	21mV

Diagramas eléctricos

- El circuito eléctrico del sensor IAT se puede observar en la siguiente figura 3.32.

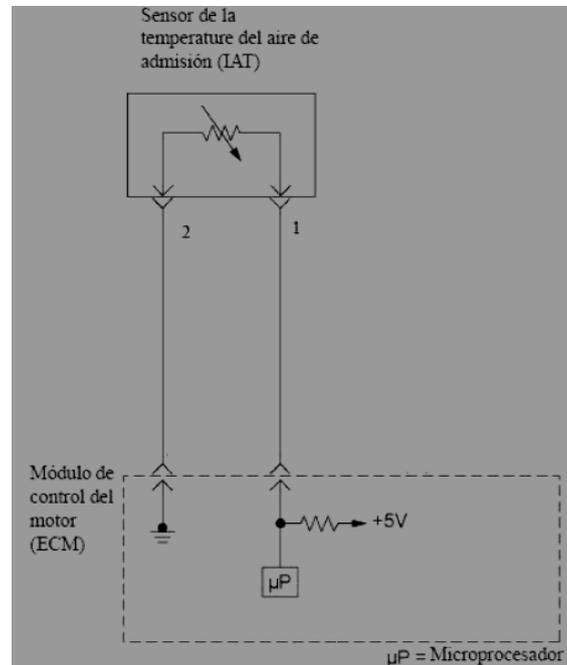


Figura 3.32 Diagrama eléctrico del sensor de IAT

- En la figura 3.33 siguiente se puede observar el circuito eléctrico del sensor MAP.

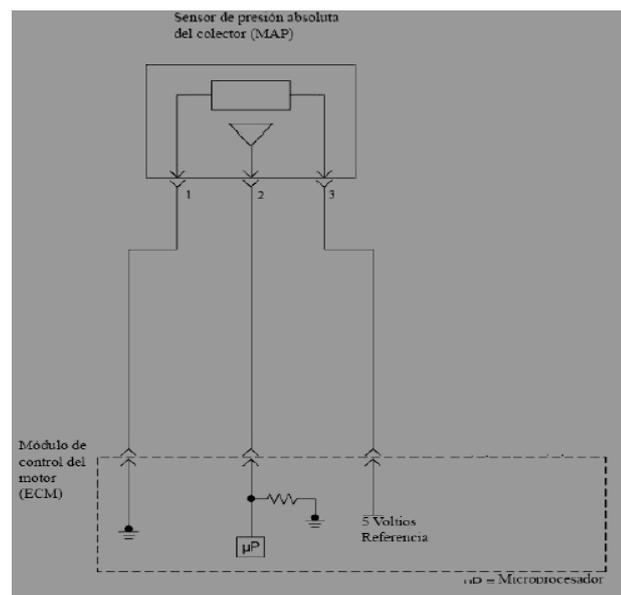


Figura 3.33 Diagrama eléctrico del sensor de MAP

3.4. 6 Ensamble eléctrico de los actuadores

3.4.6.1 Inyectores

Ubicación

El riel de inyectores se encuentra ubicado en el múltiple de admisión, específicamente en el ingreso a las válvulas de admisión como se puede observar en la figura 3.34.



Figura 3.34 Inyectores

Conexión Ver la figura 3.35.



Figura 3.35 Conector del inyector

En la siguiente tabla 3.9 se puede visualizar las conexiones de los inyectores con respecto a la ECU.

TABLA 3.8 Conexión de los inyectores

	Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECU	Descripción	Valore referenciales
1	1	R/B			Interruptor de Ignición	12V
	2	W/B	J1	16	Señal del Actuador	(1.5 - 7.0) ms
2	1	R/B			Interruptor de Ignición	12V
	2	Y	J1	16	Señal del Actuador	(1.5 - 7.0) ms
3	1	R/B			Interruptor de Ignición	12V
	2	Y/W	J1	17	Señal del Actuador	(1.5 - 7.0) ms
4	1	R/B			Interruptor de Ignición	12V
	2	W/G	J2	17	Señal del Actuador	(1.5 - 7.0) ms

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico de los inyectores se puede observar en la figura 3.36 que se ilustra a continuación.

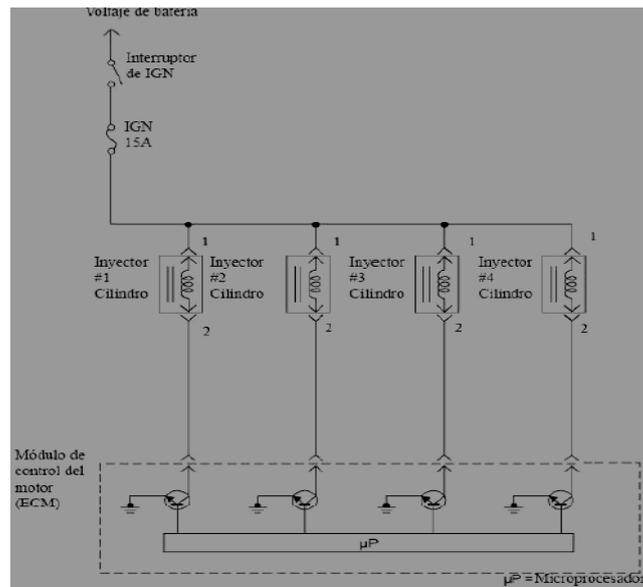


Figura 3.36 Diagrama eléctrico de los inyectores

3.4.6.2 Válvula de control del aire de ralentí (IAC)

Ubicación

Esta válvula se encuentra localizada en el múltiple de admisión, se encuentra junto al sensor TPS como se puede ver en la figura 3.37.



Figura 3.37 Válvula IAC

Conexión Ver la figura 3.38.



Figura 3.38 Conector de la válvula IAC

La válvula tiene sus conexiones respecto a la ECU como se puede observar en la tabla 3.10.

TABLA 3.9 Conexión de la válvula IAC

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECU	Descripción	Valores referenciales
1	R/W	J1	21	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) A alta	(12 – 0.02)V
2	LD/G	J1	26	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) A alta	(12 – 0.02)V
3	LD/Y	J1	4	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) B alta	(0.02 – 12)V
4	LD	J1	29	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) B alta	(0.02 – 12)V

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico de los inyectores se puede observar en la figura 3.39 que se ilustra continuación.

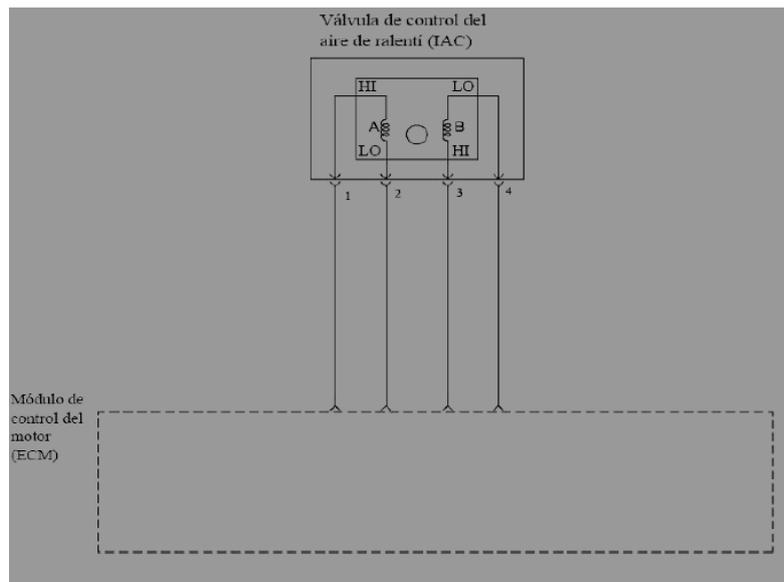


Figura 3.39 Diagrama eléctrico de la válvula IAC

3.4.6.3 Bomba de combustible

Ubicación

La bomba de combustible se encuentra ubicada en el interior del depósito de combustible como se puede apreciar en la figura 3.40.



Figura 3.40 Bomba de combustible

Conexión Ver la figura 3.41.

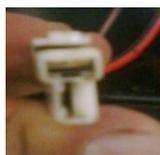


Figura 3.41 Conector de la bomba de combustible

La bomba de combustible tiene su conexión como se puede observar en la tabla 3.11.

TABLA 3.10 Conexión de la bomba de combustible

Pines del Sensor	Color del cable	Pin ECU	Descripción	Valores referenciales
1	R/B	45	Relé de bomba de combustible	12V
2	B/R	30	Masa de la Carrocería	21mV

Diagrama eléctrico

En la figura 3.42 siguiente se puede observar el circuito eléctrico de la bomba de combustible.

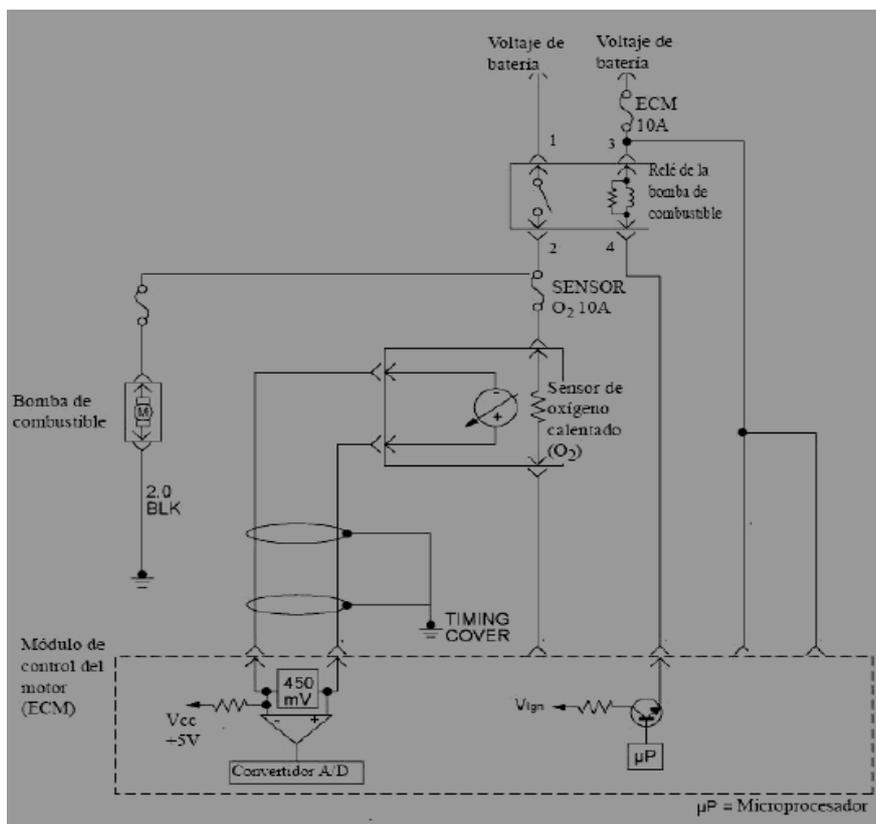


Figura 3.42 Diagrama eléctrico de la bomba de combustible

3.4.6.4 Válvula del canister

Ubicación

La válvula de purga del canister se encuentra ubicada en el exterior junto al acumulador de gases como se puede apreciar en la figura 3.43.



Figura 3.43 Bomba de combustible

Conexión Ver la figura 3.44.



Figura 3.44 Conector de la purga del Canister

La válvula de purga Canister tiene su conexión como se puede observar en la tabla 3.12

TABLA 3.11 Conexión de la válvula de canister

Pines del Sensor	Color del cable	Pin ECU	Descripción	Valores referenciales
1	L/W	5	Señal de la ECU	(0.02 – 0) V
2	R/L		Alimentación	12V

Diagrama eléctrico

En la figura 3.45 siguiente se puede observar el circuito eléctrico de la válvula de purga Canister.

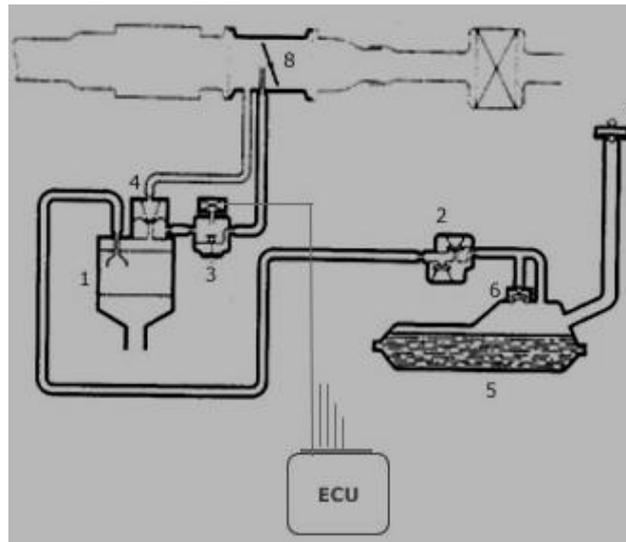


FIGURA 3.45 Diagrama eléctrico de la válvula de canister⁴

3.4.7 Ensamble eléctrico de los elementos de motor

3.4.7.1 Bobina de encendido

Ubicación

La bobina de encendido se encuentra ubicada en la parte posterior del tablero principal, como se puede observar en la figura 3.46.



Figura 3.46 Bobina de encendido

⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/-motor.htm>

Tiene su conexión respecto a la ECU como se puede observar en la en la tabla 3.13

TABLA 3.12 Conexión de la bobina de encendido

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECU	Descripción
1	C/B	J1	1	Primario de la bobina
2	R/B			Interruptor de Ignición

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico de la bobina de encendido se puede observar en la figura 3.47 que se ilustra a continuación.

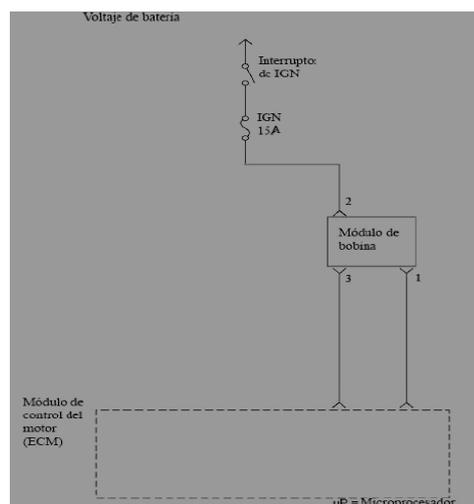


Figura 3.47 Diagrama eléctrico de la bobina de encendido

3.4.7.2 Alternador

Ubicación

Se encuentra situado entre el cabezote y el bloque de cilindros. Ver la figura 3.48.



Figura 3.48 Alternador

Conexión Ver la figura3.49.

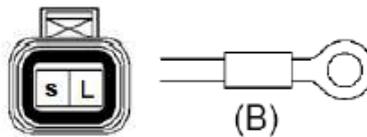


Figura 3.49 Conector del alternador

El alternador tiene su conexión como se puede observar en la tabla 3.14.

TABLA 3.13 Conexión del alternador

Pines del conector	Color del cable	Descripción
B	R	Principal conexión de la batería (polo positivo de la batería)
S	L/R	Conexión del sensor de la batería (polo positivo de la batería)
L	Y/R	Lámpara de aviso (por la lámpara de aviso al interruptor de encendido)

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico del alternador se puede observar en la figura 3.50.

3.4.7.3 Motor de arranque

Ubicación

Se encuentra situado en el bloque de cilindros y alineado con la corona del volante motor Ver la figura 3.51.



Figura 3.51 Motor de arranque

Conexión Ver la figura 3.52.

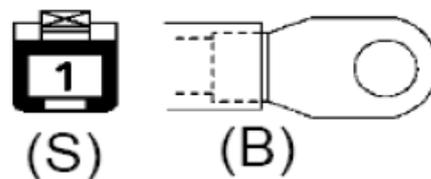


Figura 3.52 Conector del motor de arranque

Este tiene su conexión como se puede observar en la tabla 3.15.

TABLA 3.14 Conexión del motor de arranque

Pines del conector	Color del cable	Descripción
B	R	Principal conexión de la batería (polo positivo de la batería)
S	W/C	Conexión al Relé de Arranque

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico del motor de arranque y del alternador se visualiza en la siguiente figura 3.50.

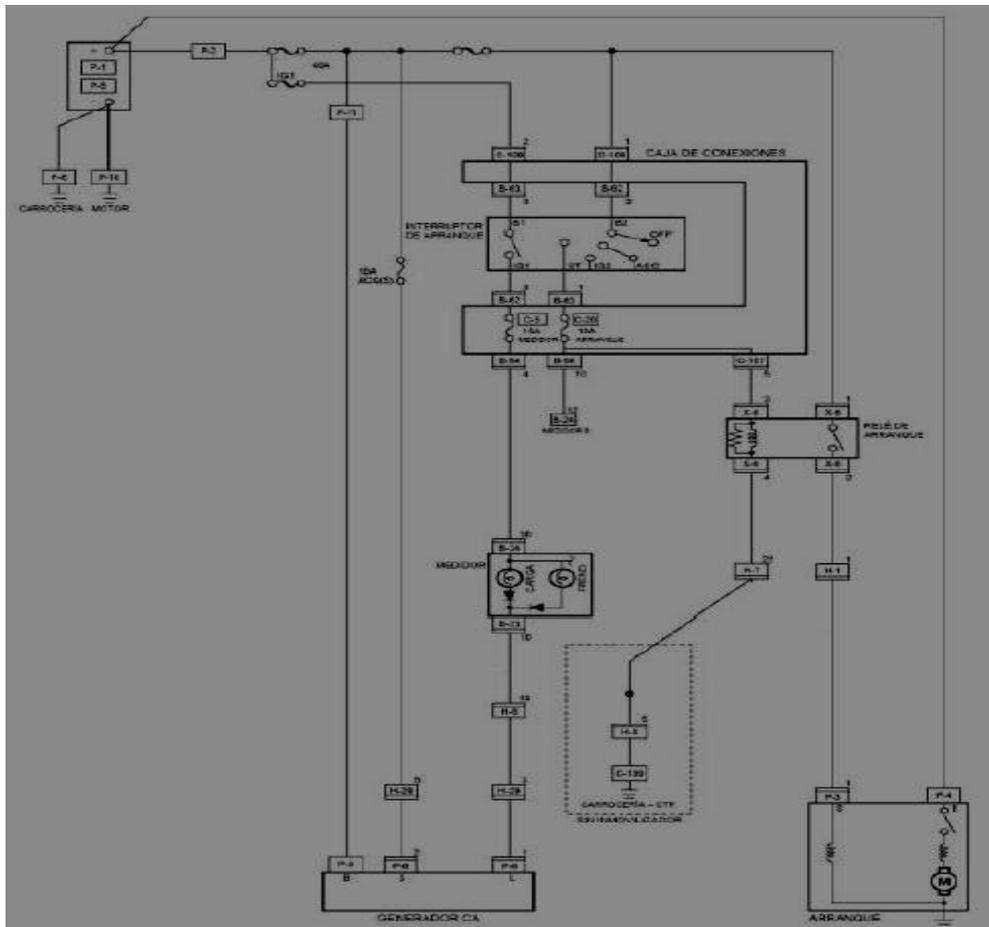


Figura 3.50 Diagrama eléctrico del motor de arranque y del alternador

3.4.7.4 Conector de enlace de datos ALDL

Ubicación

Este se encuentra situado en la parte izquierda del panel de instrumentos como se puede ver en la figura 3.53.



Figura 3.53 Conector de enlace de datos

TABLA 3.15 Conexión del conector ALDL

Pines del Sensor	Color del cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
F	R/B			Alimentación
G	Y/B	J1	55	Datos bidireccionales de diagnostico
A	B/R			Tierra masa

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico del conector de enlace de datos se puede observar en la figura 3.54 que se ilustra a continuación.

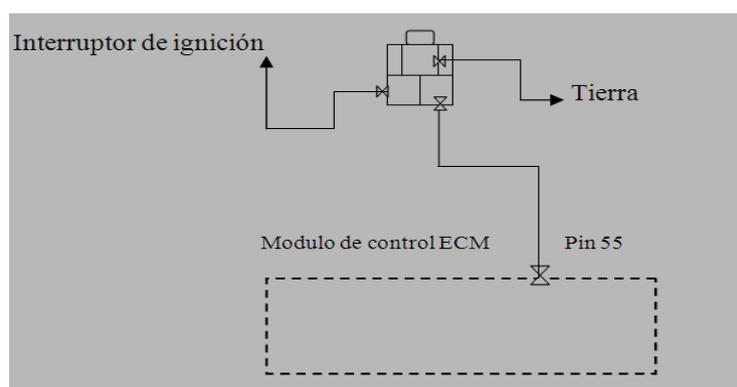


Figura 3.54 Diagrama eléctrico del conector ALDL

3.4.7.5 Panel de instrumentos

Ubicación

El tablero de control se encuentra situado en la parte superior de la maqueta principal como se puede ver en la figura 3.55.



Figura 3.55 Panel de instrumentos

Diagrama eléctrico

El circuito eléctrico del Panel de Instrumentos se puede ver en la siguiente figura 3.56.

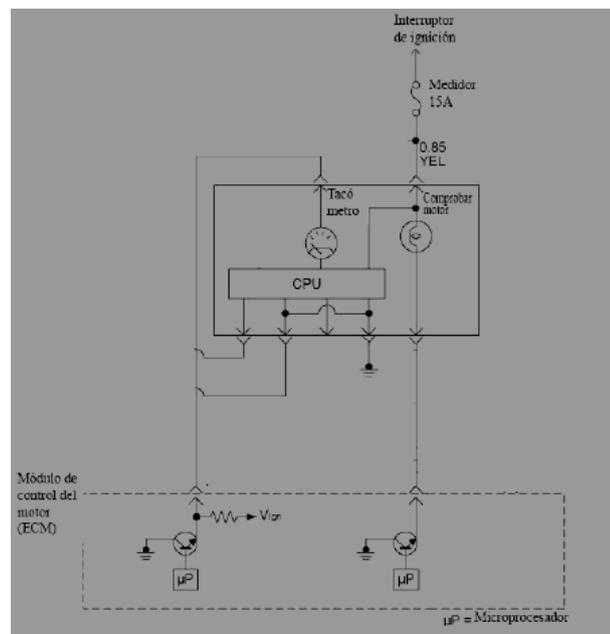


Figura 3.56 Diagrama eléctrico del panel de instrumentos

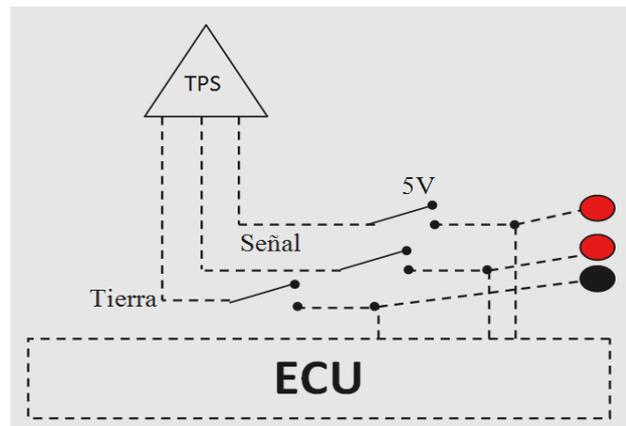


Figura 3.58 Diagrama de instalación del interruptor y plug

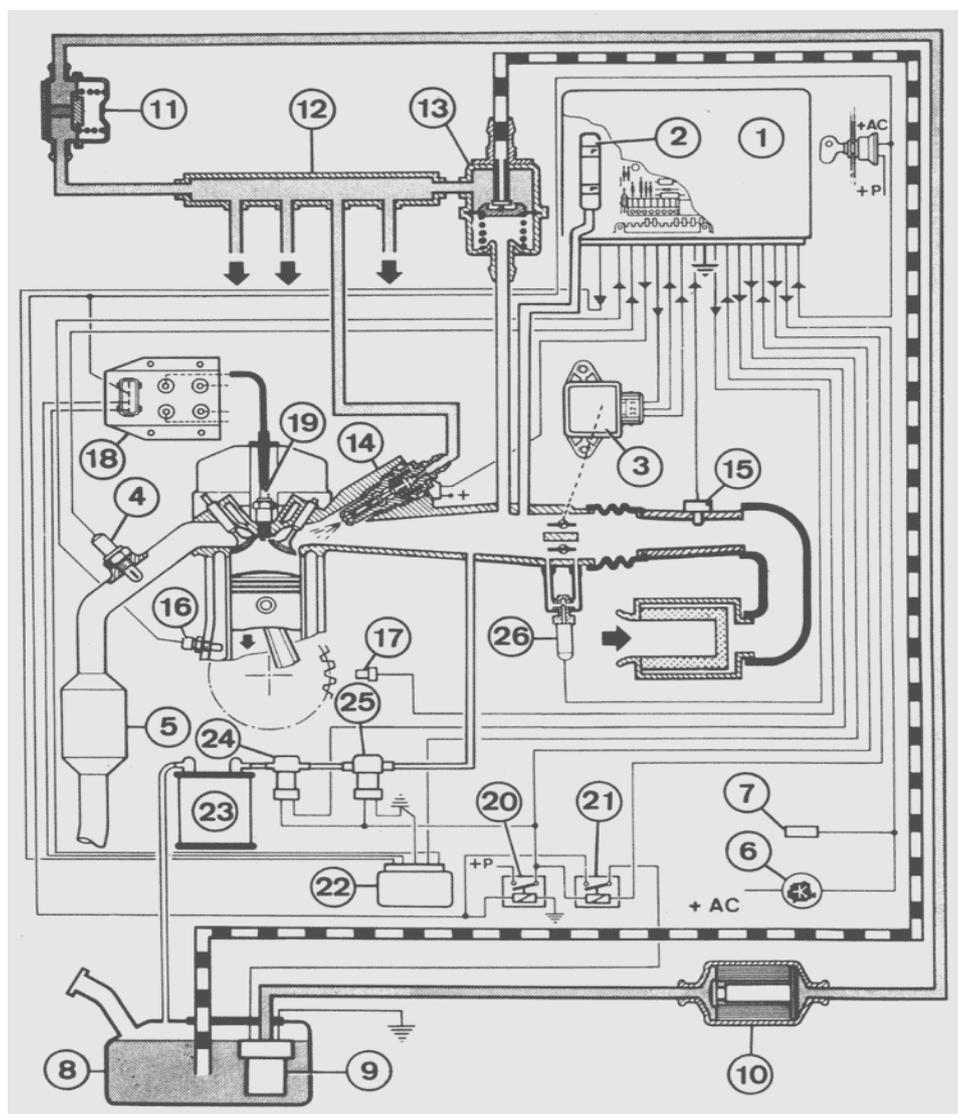


Figura 3.59 Diagrama eléctrico del control de simulación de averías

CAPÍTULO IV

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES Y ACTUADORES CON LA UNIDAD DE CONTROL EN EL MOTOR

4.1 Pruebas del sistema de alimentación de combustible

4.1.1 Tanque de combustible

El tanque de combustible es un contenedor para almacenar gasolina y se encuentra localizado en la parte inferior del motor de la maqueta, tiene una capacidad de 15 a 16 litros y está compuesto por un material altamente resistente a la corrosión, óxidos y alguna fuerza externa que amenace su destrucción, este material se encuentra en el mercado como tol galvanizado de un espesor de 2mm. Posee tres conductos el primero es para la salida del combustible impulsada por la bomba, el segundo para el retorno del combustible sobrante, el tercero para la evacuación de los vapores la cual es enviada hacia el canister, en su interior está localizado el medidor de combustible, la bomba con su respectivo filtro y su conexión eléctrica, posee también un conducto y tapa de ingreso de combustible.



Figura 4.1 Tanque de combustible

Equipo necesario:

- Pistola de aire con regulador de presión
- Embudo
- Combustible

- Agua

Este elemento por ser una construcción nueva se requirió realizar pruebas como:

- Estanqueidad
- Presión

4.1.2 Bomba de combustible

Con la aparición de los sistemas de inyección electrónica en la década de los ochenta, se generaliza la utilización de las bombas eléctricas de gasolina, algunas instaladas en el exterior del tanque y otras sumergidas en el tanque de gasolina como el caso nuestro que actualmente es la más usada.

Esta bomba al encontrarse en el interior del tanque de combustible, es accionada eléctricamente. Este elemento aspira el combustible del tanque y lo envía a través del filtro hasta el riel de inyectores para la inyección.



Figura 4.2 Bomba de combustible

Equipo necesario:

- Destornillador plano
- Multímetro
- Alicata
- Guaípe

Revisión y limpieza:

Visualmente se realizó la revisión en la que se pudo observar que la bomba no presentaba ningún daño en sus componentes internos, además se encontraba en perfectas condiciones sus componentes externos.

Habitualmente las bombas fallan por la falta de mantenimiento, al no hacer el remplazo de los filtros por lo que sufren graves daños cuando el nivel de la gasolina está debajo del $\frac{1}{4}$ del tanque, ya que el combustible actúa como refrigerante para la bomba eléctrica. La limpieza se lo realizó con mucho cuidado con los componentes que la conforman como podemos observar en la figura.4.3



Figura 4.3 Bomba de combustible (parte externa)

4.1.3 Presión

Verificamos la presión del combustible, lo cual procedemos a conectar el medidor de presión de combustible a la línea de alimentación de combustible como se muestra en la ilustración del sistema de combustible. Utilizamos un papel absorbente alrededor de la conexión de presión del combustible para absorber cualquier fuga que pueda ocurrir cuando se instale el medidor de presión. Con el interruptor de ignición en la posición ON y la bomba de combustible funcionando, la presión de combustible indicada por el medidor de presión deberá ser de 2.5- 4 Bar (35-40 psi), en nuestro caso nos dio de 2.5 Bar. Esta presión se controla mediante el grado de presión que puede ofrecer el resorte dentro del regulador de presión de combustible.



Figura 4.4 Prueba de la presión de combustible

Equipo necesario:

- Destornillador plano
- Manómetro de presión
- Alicates
- Absorbente
- Acoples

4.1.4 Caudal

Verificar el caudal enviado por la bomba, para lo cual, se suelta el conducto de llegada al filtro de combustible y se lo introduce en un recipiente, accionamos el motor de arranque y verificamos que el combustible salió en gran cantidad, comprobamos que la bomba tiene un buen caudal y está en buen estado.

4.1.5 Medición del voltaje

Realizamos la verificación del voltaje de la batería, una vez que comprobamos que el voltaje era de 12.3 V, procedemos a poner el swicht en posición de ignición y revisamos que el voltaje que llega al conector de la bomba sea de 12V. Realizado esto, se colocó el conector en su posición correcta y el swicht en posición de ignición, detenidamente escuchamos un zumbido de la bomba operando durante un periodo de 2

a 3 segundos luego se detuvo; estos 2 segundos son el tiempo que requiere la bomba para presurizar el sistema de combustible y tenerlo listo para operar.



Figura 4.5 Prueba del voltaje de alimentación

4.2 Pruebas del sistema (Sensores y Actuadores Oscilogramas)

4.2.1 Sensor de presión absoluta en el colector (MAP)

Principio de funcionamiento.

Este sensor se encuentra en la parte externa del motor después de la mariposa, presentándose en algunos casos integrado al calculador.

Su objetivo radica en proporcionar una señal proporcional a la presión existente en la tubería de admisión con respecto a la presión atmosférica, midiendo la presión absoluta existente en el colector de admisión.

Para ello genera una señal que puede ser analógica o digital, reflejando la diferencia entre la presión en el interior del múltiple de admisión y la atmósfera. Podemos encontrar dos diferentes tipos de sensores, por variación de presión y por variación de frecuencia.

El funcionamiento del sensor MAP por variación de presión está basado en una resistencia variable accionada por el vacío creado por la admisión del cilindro como tenemos en el caso nuestro.

Posee tres conexiones, una de ellas es la entrada de corriente que provee la alimentación al sistema, una conexión de masa y otra de salida. La conexión de masa se encuentra aproximadamente en el rango de los 0 a 0.08 volts, la tensión de entrada es generalmente de unos 5 voltios mientras que la de salida varía entre los 0.6 y 2.8 volts. Esta última es la encargada de enviar la señal a la unidad de mando.



Figura 4.6 Sensor MAP

Diagnóstico del sensor MAP

El sensor MAP puede ocasionar una variedad de problemas de funcionamiento del motor ya que es un sensor muy importante para controles de inyección de combustible y tiempo de encendido.

- Primero se debe revisar visualmente el estado del sensor, conexiones y la manguerita de vacío, si es que la incluye.
- La ECU debe suministrar aproximadamente 5 Volts al sensor MAP para que este funcione, además el sensor debe recibir una alimentación constante de tierra o masa controlada por la ECU.
- La calibración del sensor y su funcionamiento se verifica aplicándole diferentes presiones, a la vez que se compara contra la caída de voltaje.



Figura 4.7 Conector del sensor MAP

Esta tabla muestra valores típicos aproximados al someter a la prueba de vacío al Sensor MAP. Entre más vacío se aplique, el voltaje caerá más. Los resultados mostrados no indican voltajes sino caídas.

TABLA 4.1: Valores de las caídas del sensor MAP

Vacío Aplicado					
kPa	13.3	26.7	40.0	53.5	66.7
mm. Hg	100	200	300	400	500
in. Hg	3.94	7.87	11.81	15.75	19.69
Caída de voltaje	0.3– 0.5	0.7 – 0.9	1.1 – 1.3	1.5 – 1.7	1.9 – 2.1

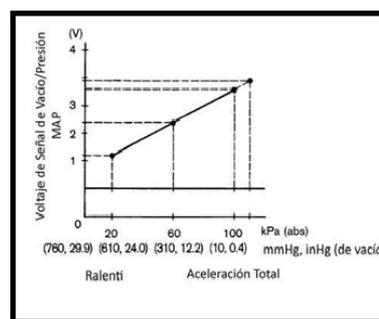


Figura 4.8 Grafica característica del sensor MAP

A medida que la presión dentro del múltiple de admisión se incrementa, el voltaje de la señal proveniente del sensor disminuye, la interpretación de esta grafica nos aclara con facilidad la dinámica del sensor, con un vacuómetro podemos comprobar la lectura real del sensor.

4.2.2 Sensor de temperatura de aire (IAT)

Principio de funcionamiento.

En el interior del cuerpo del sensor encontramos una resistencia termosensible de material semiconductor del coeficiente de temperatura negativo (NTC) es decir que su resistencia disminuye a medida que sube la temperatura. Esta resistencia variable forma parte de un circuito divisor de tensión alimentado con 5 Voltios, así la señal de voltaje dependerá de la variación de la resistencia del elemento sensor. Esta señal de voltaje es leída por un convertidor analógico-digital y comparado con los valores de la curva característica almacenada en el módulo de control del motor, asignado cada valor de voltaje a una temperatura determinada.

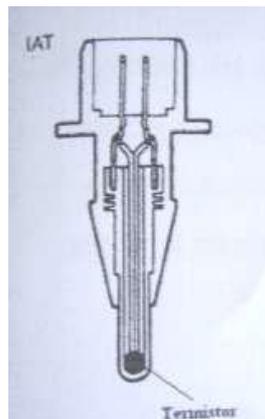


Figura 4.9 Sensor IAT

Datos reales medidos en el sensor.

Los valores de resistencia entregados por el sensor IAT, fueron obtenidos mediante un multímetro, desconectamos el conector del sensor y medimos la resistencia entre los pines 1 y 2 a diferentes temperaturas del aire. La resistencia de este disminuye a medida que aumenta la temperatura, y por lo tanto la tensión de la señal también disminuye.

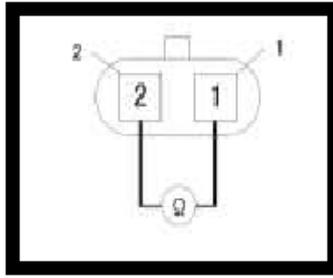


Figura 4.10 Conector del sensor IAT

TABLA 4.2 Valores de resistencia del sensor IAT

Temperatura (°C)	Resistencia (Ω) (Aproximada)
40	1509
60	670
80	329

En la siguiente figura se visualiza la curva característica del sensor de temperatura del aire, observamos que la curva se eleva a 2.522V y continúa estable, esto nos dice que no hay variación en la temperatura del aire.

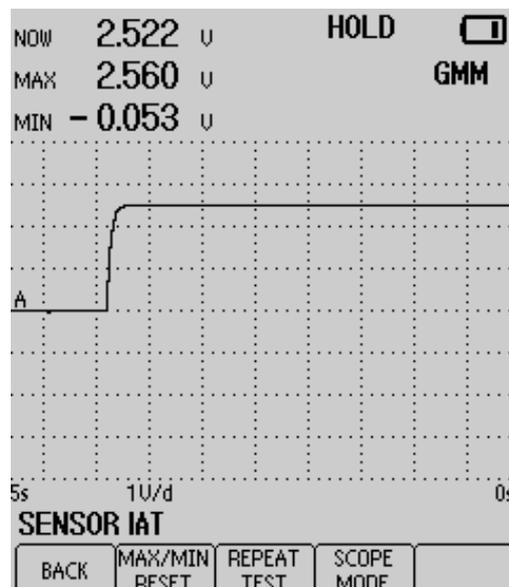


Figura 4.11 Curva característica del sensor IAT

4.2.3 Sensor de temperatura (ECT)

Principio de funcionamiento.

El sensor de temperatura contiene un termistor dentro de una carcasa, la cual es diseñada para ser insertada dentro del circuito de refrigeración del motor. El sensor está encapsulado en un cuerpo de bronce, para que pueda resistir los agentes químicos del refrigerante y tenga además una buena conductibilidad térmica. En el extremo opuesto tiene un conector con dos pines eléctricos, aislados del cuerpo metálico.

Datos reales medidos en el sensor.

En la siguiente tabla se indica las resistencias entregados por el sensor ECT, fueron obtenidos mediante un multímetro, desconectamos el conector del sensor y medimos la resistencia entre los pines 1 y 2. Al igual que el sensor IAT la resistencia del material del semiconductor disminuye a medida que aumenta la temperatura.

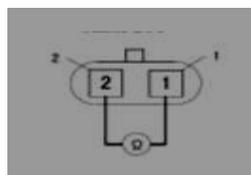


Figura 4.12 Conector del sensor ECT

TABLA 4.3 Valores de resistencia del sensor ECT

Temperatura (°C)	Resistencia (Ω) (Aproximada)
40	1464
60	664
80	333

A continuación se visualiza la curva característica del sensor de temperatura ECT.

La toma de esta lectura se realizó con la temperatura normal de funcionamiento del motor en el régimen de ralentí, entonces la curva se eleva directamente a 2.496V.

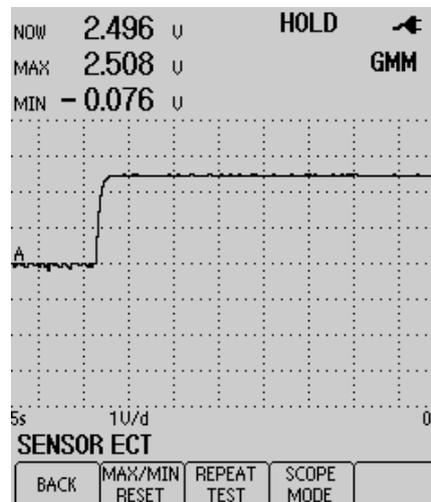


Figura 4.13 Curva característica del sensor ECT

4.2.4 Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS)

Principio de funcionamiento

Dentro del sensor TPS, existe una resistencia y un brazo giratorio, el cual está siempre conectado con el resistor. A medida que el brazo giratorio se desplaza sobre el resistor, la señal de voltaje del terminal de salida, se ve afectada por la variación de la resistencia.

Al igual que muchos sensores del vehículo, la resistencia variable, es parte de un circuito partidor de tensión, el cual transforma la variación de resistencia, generada por el desplazamiento del brazo giratorio, en una señal de tensión de salida hacia el módulo de control.

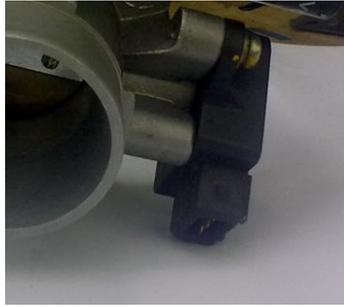


Figura 4.14 Sensor TPS

Datos reales medidos en el sensor

Con la ayuda del multímetro procedemos a obtener los valores característicos del Sensor de Posición de la Mariposa (TPS), para obtener estos valores procedemos a la apertura de la mariposa de 20% a la vez, como se indica en la tabla 4.4

TABLA 4.4 Valores de tensión del sensor TPS

Apertura %	Voltaje (V)
20	1.55
40	2.25
60	3.00
80	3.88

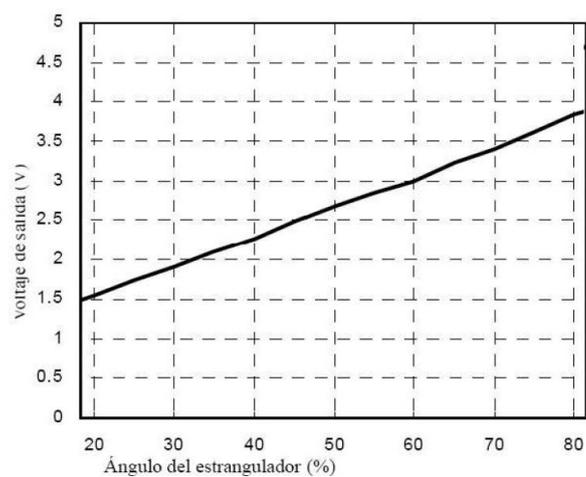


Figura 4.15 Grafica característica del sensor TPS

En la siguiente tabla se indica la comprobación de la resistencia del TPS entre los diferentes terminales. El manual nos indica que el voltaje de la señal variará de menos de 1 voltio en acelerador cerrado a unos 4 voltios en acelerador totalmente abierto (WOT).

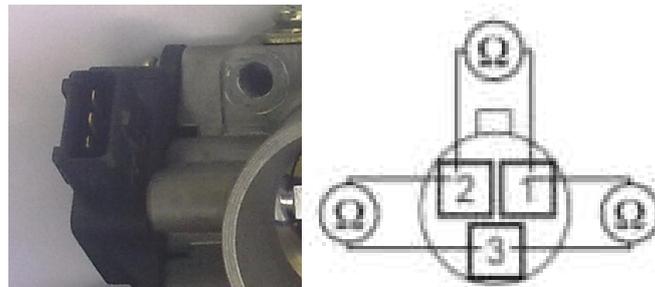


Figura 4.16 Conector del sensor TPS

TABLA 4.5 Valores de resistencia del sensor TPS

Terminal de Medición	Resistencia (Ω)
1-2	5.6k Ω en posición de ralentí y WOT
2-3	6. 0k Ω en posición de ralentí 1.7k Ω en WOT
1-3	2.3k Ω en posición de ralentí y WOT 6.6k Ω en WOT

En la siguiente gráfica obtenida en el osciloscopio podemos observar la curva característica de este sensor en el régimen ralentí, con una aceleración y desaceleración.

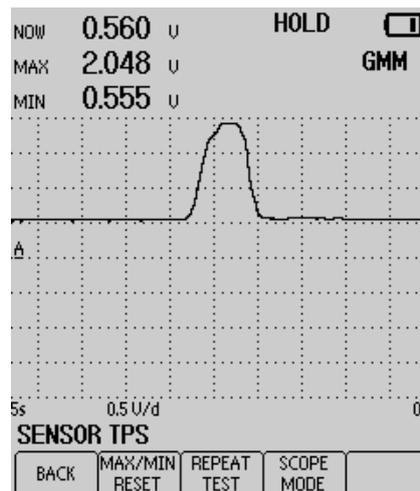


Figura 4.17 Curva característica del sensor TPS

WOT. - Acelerador totalmente abierto, es decir a máxima aceleración.

Ahora en la gráfica siguiente obtenida en el osciloscopio, se interpretara el Sensor de Posición de la Mariposa en ralentí (831rpm), luego realizamos una aceleración y desaceleración continuamente.

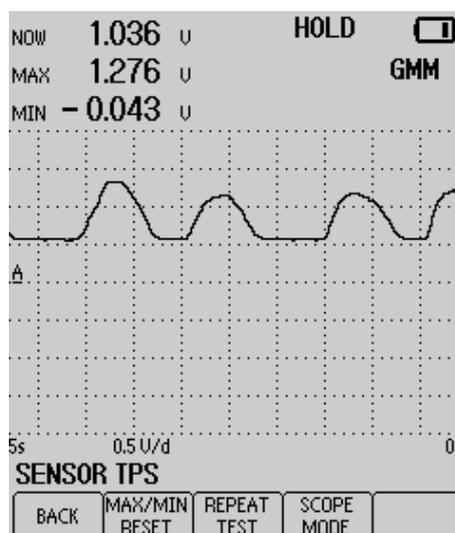


Figura 4.18 Curva característica del sensor TPS

4.2.5 Sensor de detonación KS

Principio de funcionamiento.

Este sensor de detonaciones KS (Knock sensor) se encarga de "leer" las vibraciones, producto del cascabeleo e informarle a la ECU a través de un voltaje de corriente alterna, se encuentra atornillado en el block del motor del lado de la pared de fuego.

Genera una señal de voltaje de acuerdo a la vibración causada por una detonación. La computadora usa esta señal para controlar el tiempo de encendido.



Figura 4.19 Sensor KS

Señales de falla:

1. Pérdida de potencia.
2. Consumo excesivo de combustible.
3. Golpeteo.
4. Encendido prematuro.

Mantenimiento:

1. No existe ningún servicio.
2. Reemplazar el sensor cada que sea necesario



Figura 4.20 Conector del sensor KS

Control circuitos abiertos/cortocircuitos

1. Desconectar el conector de la ECU.
2. Controlar si los siguientes cableados están abiertos o en cortocircuito. (Control de la continuidad)

Circuito abierto

- Si no hay continuidad, el circuito está abierto. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A del sensor de detonación y terminal de la ECU
 - Terminal B del sensor de detonación y terminal de la ECU

Cortocircuito 1

- Si hay continuidad, el circuito está en cortocircuito. Reparar o sustituir el cableado.
 - Terminal A del sensor de detonación y alimentación
 - Terminal A del sensor de detonación y masa carrocería
 - Terminal B del sensor de detonación y alimentación
 - Terminal B del sensor de detonación y masa carrocería

4.2.6 Sensor de oxígeno calentado (O2)

Principio de funcionamiento

Se basa en el principio de celdas voltaicas, es decir de tipo químico-voltaico.

Este tipo de sensor, que es conocido como tipo de óxido de zirconio (ZrO_2), opera básicamente por la diferencia entre presión parcial de oxígeno del aire atmosférico y de la presión parcial de oxígeno de los gases de escape.

Como se sabe, a nivel del mar el aire contiene un 21% de oxígeno, dándonos una presión parcial aproximada de 0.2 bar. Por otro lado, el oxígeno contenido en los gases de escape varía desde 0% en una mezcla rica, hasta un 10% en una mezcla pobre, dándonos una variación de presión parcial del oxígeno en los gases de escape desde 0 hasta los 0.01bar aproximadamente.⁵

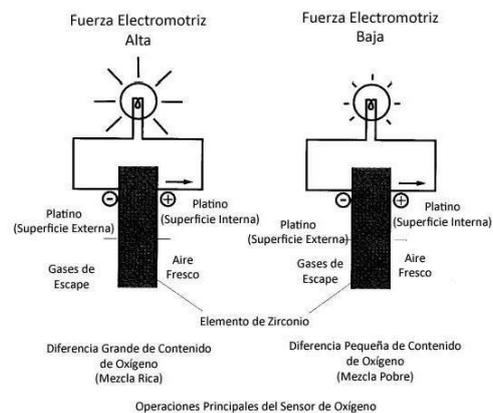


Figura 4.21 Principio de funcionamiento del sensor de oxígeno

Datos reales medidos en el sensor

En la siguiente gráfica podemos observar la gráfica característica obtenida de la sonda lambda, la señal de este sensor se encuentra en un rango de 0V hasta 1V aproximadamente.

⁵ www.yoreparo.cursos-sesores-oxigeno.com

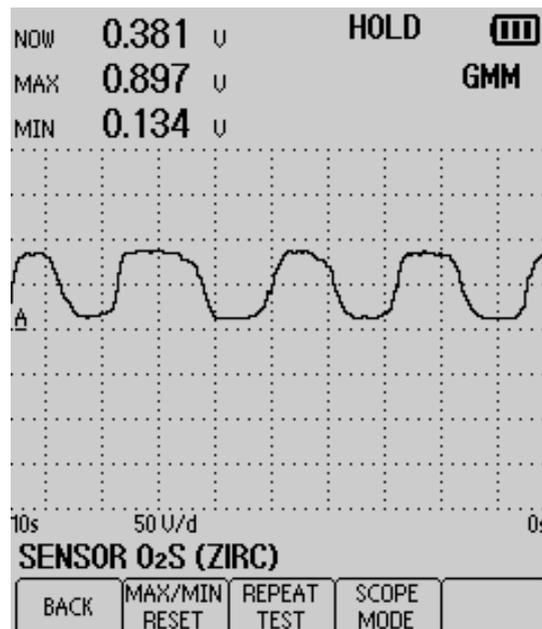


Figura 4.22 Curva característica del sensor O2

4.2.7 Inyectores

Principio de funcionamiento

Existen tres métodos usados para la operación de los inyectores de combustible, todos estos con objetivo de mantener el devanado del solenoide tan frío como sea posible mientras se consigue el mejor rendimiento del inyector.

- Pico de retención de corriente
- Conexión a tierra convencional
- Modulación de ancho pulso

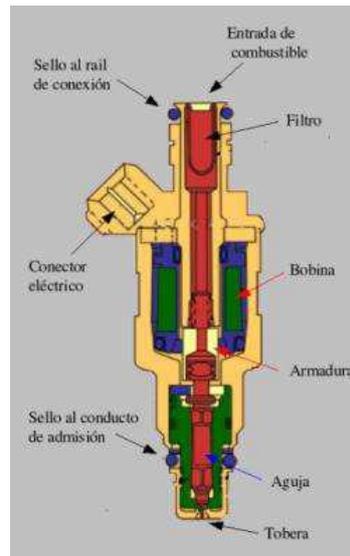


Figura 4.23 Inyector de combustible

El segundo método es el más utilizado. El método de Conexión a Tierra.

Convencional, un transistor de alto rendimiento que se comanda por el módulo de control, es utilizado para cerrar el circuito a tierra para accionar los inyectores. En este caso la onda visualizada en el osciloscopio es similar a la mostrada en la figura 4.26

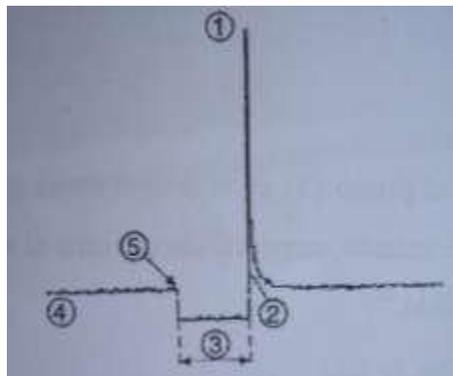


Figura 4.24 Onda del inyector

Para limitar el flujo de corriente en el circuito del solenoide del inyector, la conexión a tierra puede contener una resistencia a serie. En aplicaciones, el solenoide del inyector es diseñado para tener una alta resistencia.

Análisis de la gráfica

1. El voltaje alto en el punto 1 es producido por la sobrecarga que ocurre cuando la corriente es cortada y el campo magnético del solenoide del inyector colapsa.
2. En el punto 2 el módulo de control desactiva el transistor y la corriente deja de fluir. Es el fin del punto de inyección.
3. El punto 3, representa el período de tiempo en el cual el inyector está entregando combustible y cuyo tiempo puede ser determinado verificando la escala en el osciloscopio.
4. En el punto 4, representa el voltaje entregado al inyector, normalmente de 12Voltios.
5. En último punto 5, es donde el módulo de control activa el transistor de mando, conectando a tierra el solenoide, e indicando la inyección del combustible.

Datos reales medidos en el inyector

Como vemos, las resistencias de los inyectores se aproximan a los valores dados por el fabricante, concluimos finalmente que los inyectores se encuentran en buen estado.

TABLA 4.6 Valores de resistencia de los inyectores

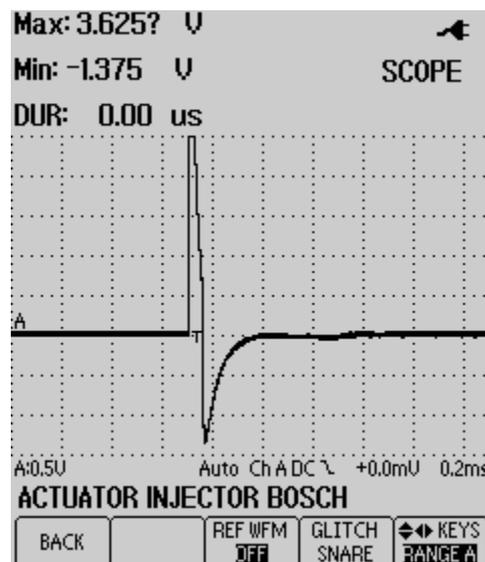
Inyector	#1	#2	#3	#4
Resistencia (Ω)	15.4	15.3	15.6	15.4

Considerando los datos del fabricante, el tiempo del pulso de apertura de los inyectores varía entre 3 y 5 ms. En la siguiente tabla se especifican los valores obtenidos en los inyectores del motor funcionando en ralentí.

TABLA 4.7 Tiempo de pulso de apertura de los inyectores

Inyector	#1	#2	#3	#4
Tiempo (Ms)	2.4	2.3	2.3	2.4

En la figura que se muestra a continuación podemos observar el oscilograma del inyector, nos indica que la tensión de alimentación es de 14.5V aproximadamente, cuando el transistor mando se polariza, la tensión es de 0V debido que el transistor está en conmutación. Cuando la ECU deja de alimentar al transistor, este se desactiva, y observamos que el pico de voltaje debido a la inducción generada por la bobina del inyector continúa con una línea constante de 12V. También se observa el ancho de pulso de inyección de 1.95ms a un régimen de ralentí de 831rpm y a una temperatura de 92°C.

**Figura 4.25** Curva característica del inyector

El inyector se encuentra en posición de cerrado. La electroválvula es activada con la llamada corriente de excitación accionada por la computadora del vehículo o ECU, que sirve para la apertura rápida de la electroválvula. La fuerza del electroimán activado ahora es superior a la fuerza del muelle de válvula, y el inducido abre el estrangulador

de salida. En un tiempo mínimo se reduce la corriente de excitación aumentada a una corriente de retención del electroimán más baja. Con la apertura del estrangulador de salida puede fluir ahora combustible, saliendo del recinto de control de válvula hacia el recinto hueco situado por encima del inyector, y volver al depósito de combustible a través de las tuberías de retorno. El estrangulador de entrada impide una compensación completa de la presión, y disminuye la presión en la cámara de control de válvula. Esto conduce a que la presión en la cámara de control sea menor que la presión existente en la cámara de la tobera. La presión disminuida en la cámara de control de la válvula conduce a una disminución de la fuerza sobre el émbolo de mando y da lugar a la apertura de la aguja del inyector.

Comienza ahora la inyección, logrando así una mezcla uniforme y homogénea.

Equipo necesario.

- Destornilladores (estrella y plano)
- Alicates
- Dados
- Extensión
- Racha).
- Multímetro
- Banco de pruebas y limpiador ultrasónico de inyectores.

Remoción.

Primeramente desconectamos el borne negativo de la batería, para evitar corto circuitos y accidentes debido a que se está manipulando el circuito de combustible.

Luego aliviamos la presión del circuito, desconectando las cañerías de alimentación del sistema, es decir la cañería que va entre el filtro de combustible y el riel de inyectores, y vertimos el combustible en el depósito. Desconectamos los sockets de conexión de los inyectores teniendo precaución de no tirar los cables. Desmontamos los tornillos de sujeción del riel y extraemos el conjunto riel-inyectores del múltiple de admisión.



Figura 4.26 Distribuidor del combustible

Extraemos los inyectores del riel, y procedemos a marcar su posición respecto al cilindro correspondiente a cada uno de ellos. Para evitar que el banco de pruebas y el líquido de limpieza se contaminen, realizamos una breve inspección visual sobre su estado y limpieza de los inyectores con un espray denominado ABRO.



Figura 4.27 Inyectores

Pruebas.

Después de realizar la limpieza superficial de los inyectores procedemos a realizar la limpieza de los inyectores en el banco de pruebas y limpiador ultrasónico de

inyectores test LAUNCH. Este banco de pruebas posee una bomba, la cual envía un líquido de pruebas, no inflamable hacia los inyectores, este líquido posee una densidad similar a la gasolina. La presión del sistema se regula mediante unos botones cursores (+) (-) y se puede visualizar por medio de un manómetro situado en la parte frontal del banco de pruebas.



Figura 4.28 Limpiador de inyectores TEST LAUNCH

Colocamos los inyectores, tomando en cuenta el orden correspondiente a cada cilindro, en el riel del banco de pruebas y lo sujetamos al mismo mediante una placa de sujeción. Colocamos los inyectores junto con el riel sobre las probetas y procedemos a conectar los inyectores al banco mediante los cables de conexión y sus respectivos adaptadores si se los requiere. Debemos tomar en cuenta que los cables de conexión poseen un orden específico.



Figura 4.29 Probetas y riel del limpiador TEST LAUNCH

Una vez realizadas todas las conexiones procedemos a conectar la línea de presión al riel, verificamos que la misma este sujeta firmemente al riel para evitar que el fluido de pruebas a presión se derrame. Todas las conexiones realizadas hasta ahora se deben ejecutar con el banco de pruebas apagado, de lo contrario podría ocurrir algún inconveniente.

Pruebas antes de la limpieza de los inyectores.

a) Prueba de goteo

En la prueba de goteo, verificamos el cierre hermético de la válvula de inyección. Calibramos la presión del sistema a 40 PSI. Mediante el selector 1, escogemos el tipo de comprobación que queremos realizar, en este caso seleccionamos la prueba de goteo. Para dar inicio a esta prueba presionamos el botón RUN y comprobamos si el fluido de pruebas gotea desde los inyectores lo cual es señal de un mal cierre de la aguja.



Figura 4.30 Prueba de goteo

Luego de la prueba pudimos comprobar que no existía goteo por lo que el cierre de los inyectores están en perfecto estado. Luego para proceder a la siguiente prueba pulsamos el botón STOP, para dar por finalizado la prueba.

b) Prueba de caudal a 1000 rpm.

Con el selector 1, escogemos la prueba de caudal a 1000 rpm y a 40 PSI, en la cual en las probetas se simula el funcionamiento de los inyectores a un régimen de 1000 rpm para posteriormente verificar el caudal entregado por cada inyector y confirmar si existen diferencias de caudal entre inyectores. Pulsamos el botón RUN para dar inicio a la prueba.

Luego de la prueba a 1000 rpm, verificamos los caudales entregados, cuyos resultados se encuentran en la siguiente tabla.

TABLA 4.8 Caudal entregado a 1000 RPM

Inyector	#1	#2	#3	#4
Caudal	20 ml	21 ml	19.8ml	22ml

Finalizada la prueba podemos constatar que el funcionamiento de los inyectores en un régimen bajo es satisfactorio. La diferencia de caudales es mínima.

Finalmente vaciamos las probetas pulsando el botón DRENAGE.

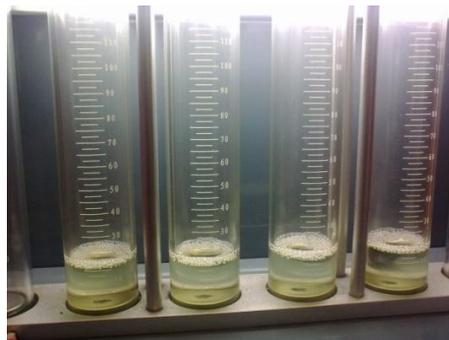


Figura 4.31 Prueba de caudal

c) Prueba de caudal a 3000 rpm.

De la misma forma que la prueba anterior con el Selector 1, escogemos la prueba de caudal a 3000 rpm y a 40 PSI, para simular el funcionamiento de los inyectores a un régimen de 3000 rpm o régimen medio. Verificamos el caudal entregado por cada

inyector y determinamos si existen diferencias de caudal entre inyectores. Pulsamos el botón RUN y damos inicio a la prueba.

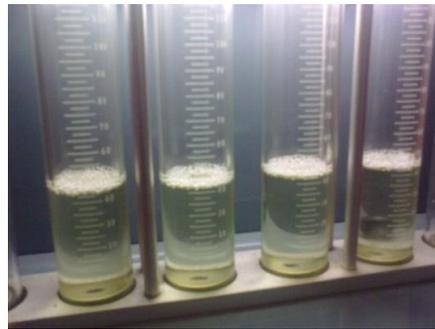


Figura 4.32 Prueba de caudal

Luego de la prueba de caudal a 3000 rpm, verificamos los caudales entregados, cuyos resultados se encuentran en la siguiente tabla.

TABLA 4.9 Caudal integrado a 3000 RPM

Inyector	#1	#2	#3	#4
Caudal	30ml	29.6ml	28ml	29ml

Terminada la prueba de los resultados nos muestran que el funcionamiento de los inyectores en un régimen medio es satisfactorio. Al igual que la prueba anterior la diferencia de caudales es mínima. Finalmente vaciamos la probeta pulsando el botón DRENAGE.

d) Prueba de caudal a 5000 rpm.

Nuevamente con el selector 1 escogemos la prueba de caudal a 5000 rpm y a 40 PSI, para simular el funcionamiento de los inyectores a un régimen de 5000 rpm o régimen alto. Verificamos nuevamente el caudal entregado por cada inyector y determinamos si existen diferencias de caudal entre inyectores. Pulsamos el botón RUN y damos inicio a la prueba.

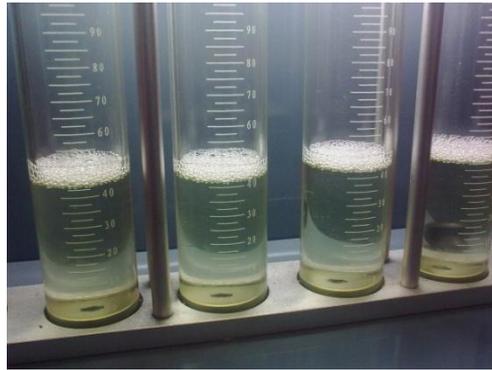


Figura 4.33 Prueba de caudal

Luego de la prueba de caudal a 5000 rpm, verificamos los caudales entregados, cuyos resultados se encuentran en la siguiente tabla.

TABLA 4.10 Caudal entregado a 5000 RPM

Inyector	#1	#2	#3	#4
Caudal	35ml	33.5ml	34ml	34.5ml

Terminada la prueba los resultados nos muestran que el funcionamiento de los inyectores en un régimen alto es satisfactorio. La diferencia de caudales es aceptable. Finalmente vaciamos las probetas pulsando el botón DRENAGE.

e) Prueba del ángulo de pulverización

Con el Selector 1, escogemos la prueba del ángulo de pulverización a 40 PSI, con esta prueba verificamos visualmente si el ángulo de pulverización del combustible es satisfactorio, es decir, simétrico a un ángulo aproximado de 30° y homogéneo; o el caso contrario, si presenta alteraciones provocadas por los barnices depositados tanto en el interior como en el exterior del inyector. Pulsamos el botón RUN y damos inicio a la prueba.



Figura 4.34 Prueba del ángulo de pulverización

Luego de realizada esta prueba constatamos que el ángulo de pulverización de los inyectores es bueno, es homogéneo y simétrico. Para finalizar esta prueba pulsamos el botón STOP y a continuación se vacían las probetas.

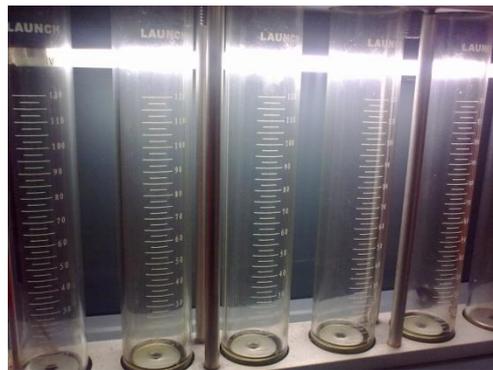


Figura 4.35 Vaciado de las probetas

Limpieza de los inyectores con ultrasonido.

Finalizadas las pruebas anteriores, procedemos a realizar la limpieza de los mismos con ultrasonido por medio de un proceso de cavitación creado en el líquido de limpieza, donde se desprende las impurezas del interior de los inyectores. Antes de empezar la limpieza, desconectamos la línea de presión del banco, y extraemos los inyectores del mismo para colocarlos dentro de la bandeja de limpieza en Alto Régimen y por un tiempo de 600 segundos mediante el Selector. Pulsamos el botón RUN y damos inicio a la limpieza.



Figura 4.36 Limpieza de inyectores por ultrasonido

Mientras se realiza la limpieza con ultrasonido, mediante una pipeta de vacío, vamos rellenando el fluido de limpieza a los inyectores para recorra el interior de los mismos, llenando los inyectores cada vez que estos se vacíen.

El banco de pruebas se apaga automáticamente transcurrido los 600 segundos.

Pruebas después de la limpieza de los inyectores

Luego de la limpieza de los inyectores, procedemos a montar los mismos nuevamente sobre el riel y sobre las probetas, tal como se realizó al comienzo de las pruebas; luego procedemos a realizar nuevamente las pruebas de goteo, de caudal a 1000, 3000, 5000 rpm y de ángulo de pulverización con el fin de comprobar si el estado de los inyectores mejoró luego de la limpieza.

a) Prueba de goteo

Ya limpio los inyectores procedemos a la prueba de goteo, y constatamos que estos cierran perfectamente y que no existe goteo en los mismos.



Figura 4.37 Prueba de goteo

b) Prueba de caudal a 1000 rpm.

TABLA 4.11 Caudal entregado a 1000 RPM

Inyector	#1	#2	#3	#4
Caudal	22ml	22ml	22ml	22ml

Como podemos observar en la tabla anterior, la diferencia de caudal es mínima y el aumento del caudal con respecto a la prueba anterior es mínimo.

c) Prueba de caudal a 3000 rpm.

TABLA 4.12 Caudal entregado a 3000 RPM

Inyector	#1	#2	#3	#4
Caudal	30ml	30ml	30ml	30ml

Realizamos la prueba a 3000 rpm y 40 PSI. Los caudales obtenidos se muestran en la tabla 3.7 y podemos apreciar el incremento de los caudales.

d) Prueba de caudal a 5000 rpm.

De la misma forma que realizamos la prueba anterior, realizamos la prueba a 5000 rpm y 40 PSI. Los caudales obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 4.13 Caudal entregado a 3000 RPM

Inyector	#1	#2	#3	#4
Caudal	35ml	35ml	35ml	35ml

Como podemos notar, el caudal entregado ha tenido un incremento considerable en régimen alto.

e) Prueba de ángulo de pulverización

Al realizar esta última prueba en el limpiador de inyectores test LAUNCH, nos daban un chorro homogéneo y simétrico con una aproximación a 30°. Entonces concluimos que la limpieza de los inyectores con ultrasonido ha puesto a punto su funcionamiento. Ya finalizada todas las comprobaciones, desmontamos los inyectores del banco de pruebas, del riel y de las probetas; colocamos nuevos O-ring y prefiltros a cada uno de los inyectores, finalmente colocar en el distribuidor o riel de combustible. Este banco tiene la opción de realizar estas pruebas automáticamente.

4.2.8 Válvula de control del aire de ralentí (IAC)

Principio de funcionamiento.

La válvula de control del aire de ralentí (IAC) es bidireccional y ofrece un control en 2 sentidos. Con el suministro de corriente de las bobinas controlado por el módulo de control del motor (ECU), la aguja de la válvula IAC se mueve para regular el ralentí, subiendo para ralentí rápido cuando hace frío o existe una carga extra por el uso del acondicionador de aire o la servodirección.

Moviendo la aguja hacia adentro (para reducir el flujo de aire) o hacia afuera (para aumentar el flujo de aire), se puede mover una cantidad de aire controlada alrededor de la placa de admisión. Si la velocidad del motor es muy lenta, el módulo de control del motor (ECU) retraerá la válvula IAC, dejando pasar más aire por la placa de admisión para aumentar la velocidad del motor. Si la velocidad del motor es muy alta, el módulo

de control del motor (ECU) extenderá la válvula IAC, dejando pasar menos aire por la placa de admisión para reducir la velocidad del motor.

La válvula de aguja IAC se mueve hacia dentro en pequeños pasos llamados cuentas. En ralentí, la posición apropiada de la válvula de aguja IAC es calculada por el módulo de control del motor (ECU) basándose en el voltaje de la batería, temperatura del refrigerante, carga del motor, y velocidad del motor. Si la velocidad del motor cae por debajo de un valor especificado, y la placa de admisión está cerrada, el módulo de control del motor (ECU) detecta una condición motor casi calado. Entonces el módulo de control del motor (ECU) calculará una nueva posición para la válvula de aguja IAC para prevenir que se cale el motor.

Si se desconecta y reconecta la válvula IAC con el motor en marcha, el ralentí será inestable. En este caso, deberá reponerse la IAC. La IAC se repone cuando la llave de contacto es cambiada de "ON" (Activada) a "OFF" (Desactivada). Cuando se vaya a hacer el servicio a la IAC, ésta deberá ser desconectada o conectada solamente con la ignición en "OFF" (Desactivada).

La posición de la válvula IAC afecta al arranque del motor y a las características del ralentí del vehículo. Si la aguja IAC está completamente abierta, se permitirá demasiada entrada de aire al colector. Esto resultará en alto ralentí, junto con un posible difícil arranque y una mezcla aire/combustible pobre.⁶

⁶Manual técnico Fuel Injection



Figura 4.38 Conector del sensor IAC

Datos reales medidos en el actuador IAC

Mientras realizamos las mediciones sobre el actuador, pudimos constatar que este funciona a una frecuencia de 100Hz, es decir su período de funcionamiento es de 10ms. En el siguiente gráfico se puede observar el oscilograma de la válvula IAC cuando el motor se encuentra en el régimen de ralentí a 831rpm.

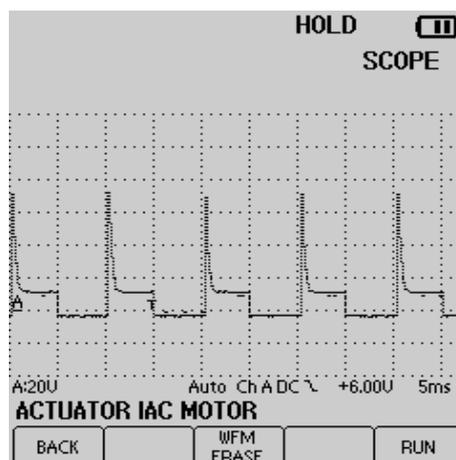


Figura 4.39 Curva característica de la válvula IAC

4.2.9 Válvula del canister

Principio de funcionamiento.

A este sistema, sobre todo los americanos, lo denominan: **EVAP** (Sistema de control evaporativo de gases).

La gasolina por ser muy volátil es inflamable y, además, se evapora a temperatura ambiente con relativa facilidad. Por lo tanto una cantidad relativamente importante de

hidrocarburos se escapan del vehículo por evaporación a través del orificio de ventilación o puesta en atmósfera del tapón de llenado del depósito de gasolina.



Figura 4.40 Válvula del canister

Se diferencian dos fases de funcionamiento:

- Vehículo parado
- Vehículo en marcha

Con la llegada de la electrónica al automóvil los sistemas de control evaporativo de gases (canister) cambiaron la forma de controlar la purga de los vapores de combustible retenidos en el "bote". Por esta razón ahora la válvula de control de purga está controlada por electroválvulas o válvulas de demora que aseguran que los vapores se purguen cuando el motor los puede quemar con más eficiencia. En los modelos más modernos, los que se usan desde hace unos años hasta hoy en día, la gestión del canister es controlada por la centralita de inyección ECU. La centralita actúa sobre una electroválvula que controla la válvula de control de purga, teniendo en cuenta varios factores de funcionamiento del motor como son:

- Temperatura del motor (no funciona hasta que el motor alcanza una determinada temperatura)
- Revoluciones del motor (en ralentí no funciona)

- Carga del motor (con mariposa totalmente no funciona)
- Arranque (durante el arranque no funcionaría)



Figura 4.41 Depósito del canister

4.3 Pruebas de control con el multímetro

4.3.1 Resistencias

Sensor TPS

- **PIN Resistencia**
 - 1 - 2 1910 Ω
 - 1 - 3 2580 Ω
 - 2 - 3 930 Ω

Sensor ECT

- **PIN Resistencia**
 - 1 - 2 930 Ω

Sensor TMAP

- **PIN Resistencia**
 - 1 - 2 1950 Ω
 - 1 - 3 5840 Ω

1 - 4 5620 Ω

Sensor lambda O₂

- **PIN Resistencia**

1 - 2 4.5 Ω

3 - 4 Ninguna

Sensor KS

- **PIN Resistencia**

1 - 2 Ninguna

3 - 4 Ninguna

Actuadores:

Inyectores (1, 2, 3, 4)

- **PIN Resistencia**

1 - 2 16 Ω

Válvula canister

- **PIN Resistencia**

1 - 2 25.5 Ω

Válvula IAC

- **PIN Resistencia**

1 - 4 50 Ω

2 - 3 50 Ω

Bomba de combustible

- **PIN Resistencia**

1 - 2 2.4 Ω

Bobina de encendido

Primario 3 Ω

Secundario 7350 Ω

4.3.2 Voltajes**Sensor TPS**

- Señal (ralentí 0.35 -máxima aceleración 4,45)
- Alimentación (5v)
- Masa (21 mv)

Sensor KS

- Señal (0.05v 0 5mv)
- Masa (21mv)
- Masa electrónica (21mv)

Sensor TMAP

- Alimentación (5v)
- Señal IAT (0.78v)
- Señal MAP (2.57v)

Sensor ECT

- Señal (1.86v)
- Masa (21mv)

Sensor lambda

- Alimentación para la resistencia de la calefacción (12v)
- Masa de la calefacción (21mv)
- Señal (0.1v a 0.9v)
- Masa (21mv)

Actuadores:**Válvula del canister**

- Alimentación (12v)
- Señal (14v)

Válvula IAC

- Alimentación 1 (12v)
- Alimentación 2 (12v)
- Masa (21mv)

4.3.3 Continuidades

Las continuidades de los conductores eléctricos en la construcción de este banco ha sido de gran importancia ya que por medio de este método hemos instalado el respectivo circuito de simulación, permite comprobar que todos los conductores que conforman el circuito de alimentación del sistema inyección y de cada elemento como son sensores, actuadores, tacómetros de control estén funcionando de una manera satisfactoria y correcta, para lo cual se ha comprobado continuidad en los interruptores, conectores y conductores eléctricos como son:

- Alimentación
- Señal
- Masa

CAPÍTULO V

ELABORACIÓN DEL MANUAL INSTRUCTIVO

5.1 Objetivo de la guía de estudio

Objetivos

- Conocer una descripción y análisis de la gestión electrónica en los sistemas de inyección y encendido electrónico brindando una ayuda tanto al profesor como al alumno en el proceso de aprendizaje.
- Motivar al estudiante a la parte experimental y conocer el funcionamiento de cada componente involucrado en un sistema de inyección y encendido electrónico.

5.1.1 Introducción

Las Guías de estudio son textos de gran utilidad para el estudiante que desea aprender la inyección electrónica de un vehículo de una forma simple y didáctica.

Las presentes guías ponen a disposición un material que le permitirá comprender lo que son las ventajas de la inyección electrónica, además se podrá analizar la lógica de funcionamiento de los mencionados sistemas, investigar y analizar sobre sus componentes, sensores y actuadores involucrados dentro de los mismos.

5.1.2 Información de seguridad

ATENCIÓN 

- Se recomienda capacitar a los operarios en la manipulación y mantenimiento de la maqueta como indica el manual de instrucciones.

- El manual de seguridad suministrado con la maqueta debe ser leído por todos los operarios, siga siempre las instrucciones de seguridad. No quite el manual de la maqueta.
- Recomendamos que el operador lea atentamente las instrucciones de seguridad contenidas en este manual.
- Leer el manual completo antes de poner en marcha el motor y antes de llevar a cabo cualquier tipo de mantenimiento.
- Sustituya inmediatamente el manual de instrucciones si se pierde, o está borroso y no se puede leer.
- Asegúrese de que haya buena ventilación (extracción de aire por ventilador) si el motor está operando en interiores.

5.1.3 General

ATENCIÓN

- Este manual contiene instrucciones para la operación y el mantenimiento de la maqueta.
- La maqueta debe mantenerse correctamente para obtener un rendimiento óptimo.
- La maqueta debe mantenerse limpia para poder descubrir lo antes posible cualquier fuga, tornillo suelto, o mala conexión.
- Inspeccione la maqueta antes de arrancar el sistema. Inspeccione la máquina entera para detectar cualquier fuga o avería que se pueda haber producido.
- Compruebe el piso por debajo de la maqueta, las fugas se detectan más fácilmente en el suelo que en la propia máquina.

5.1.4 Lugar de instalación

- En el momento de escoger el sitio para la instalación, observar las normas vigentes sobre la seguridad en el trabajo.
- Llevar la maqueta al lugar de trabajo adecuado.

IMPORTANTE: Para el uso correcto y seguro de los equipos, se aconseja un valor de alumbrado mínimo en el ambiente de 300 lux.

Condiciones ambientales de trabajo

- Humedad relativa 20% - 80% sin condensación.
- Temperatura 0°C – 40° C.

5.2 Características generales

Dimensiones de la maqueta Ver la figura 5.1.

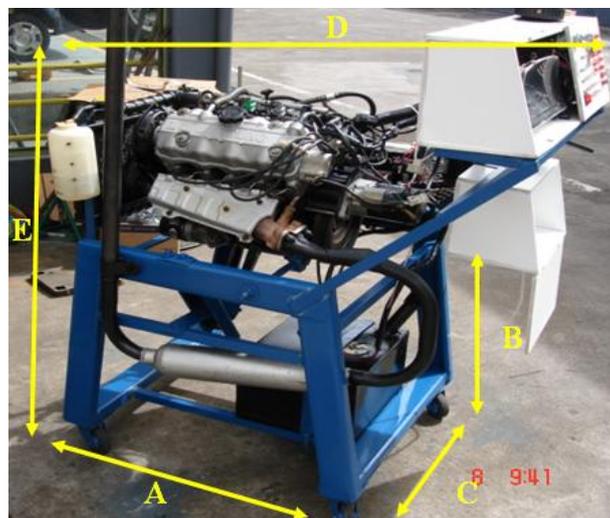


Figura 5.1 Características generales de la maqueta

Tabla de las dimensiones de la maqueta. Ver la tabla 5.1.

TABLA 5.1 Dimensiones de la maqueta

Dimensiones	mm	pulgadas
A	1000	40
B	600	24
C	780	31
D	2000	79
E	2250	89

5.2.1 Pesos y volúmenes

Pesos

Peso CECE, equipamiento estándar 140 kg 308.7 lbs

Volúmenes de líquidos

Depósito de combustible (15-16) litros (1500-1600) cm³

General

Motor

Fabricante/modelo JL465Q5 JIANGLIN

Potencia (SAE J1995) 39 Kw

Velocidad del motor 2400* / 2800 rpm

5.2.2 Instrumentos/Controles Ver la figura 5.3.

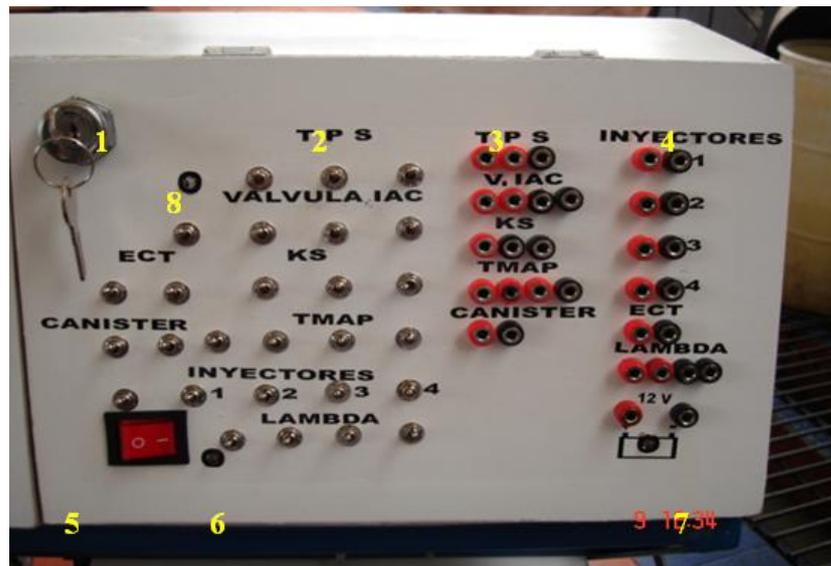


Figura 5.3 Instrumentos/controles

Panel de instrumentos y mandos

1. Interruptor de arranque del motor.
2. Interruptores de simulación de averías.
3. Conectores de verificación voltaje para el multímetro y osciloscopio.
4. Conectores de verificación voltaje para el multímetro y osciloscopio.
5. Interruptor general del sistema.
6. Luz piloto activación del sistema.
7. Puerto de batería de voltaje con su luz piloto.
8. Luz piloto de arranque del motor.

5.2.3 Tablero de instrumentos Ver la figura 5.4.



Figura 5.4 Tablero de instrumentos

1. Indicador nivel de combustible.
2. Velocímetro del vehículo.
3. Velocímetro del motor.
4. Indicador temperatura del motor.
5. Luces indicadoras de presión de aceite y carga de la batería.

5.3 Instrucciones de operación de la maqueta

5.3.1 De encendido

ATENCIÓN

Aprenda a conocer su maqueta. El hecho de que todos los estudiantes sepan cómo funciona la maqueta es la mejor garantía y prestaciones. Memorice la función y la ubicación de cada uno de los mandos.

Compruebe el correcto funcionamiento del sistema en sí, observe que la máquina esté instalada adecuadamente, que se le dé el uso correcto y reciba el mantenimiento necesario.

Pasos para el encendido del motor

1. Observe primero niveles de fluidos aceite, refrigerante, electrolito de la batería entre otros.
2. Revisar los terminales de la batería que estén bien sujetos.
3. Abrir el contacto del sistema.
4. Observar que las luces del sistema se prendan, tablero principal y tablero de control.
5. Arranque el motor debidamente.
6. Observar alguna anomalía caso contrario cortar la corriente.

ATENCIÓN:

No tenga en funcionamiento el motor de arranque demasiado tiempo. Si el motor no arranca, es preferible hacer pausas de un minuto aproximadamente.

5.3.2 De manejo

ATENCIÓN:

El motor no debe ser acelerado a fondo ya que esta sin ninguna carga, puede afectar las partes internas del motor.

1. Una vez que el motor está en marcha procedemos a observar todos los indicadores del panel de control.
2. El sistema que hemos diseñado para generar una avería, es en sí cortar la corriente, señal o tierra, ya que con esto la computadora generará una falla en ese momento. y el motor entra a modo de falla que veremos en las siguientes prácticas.

3. Generado una falla en el sistema, procedemos de la manera correcta a diagnosticar ya sea observando el motor en modo de falla o comprobando con los equipos de diagnóstico. Daremos a conocer más adelante las prácticas que se puede realizar.
4. Una vez realizada la práctica volvemos el interruptor a la posición ON esto se lo realizará con el motor apagado y desconectado el terminal negativo de la batería, para que la ECU borre la avería.
5. Conectar nuevamente el terminal negativo de la batería, verificar que todos los interruptores estén en la posición ON.
6. Continuar realizando con otra práctica.

5.3.3 De mantenimiento

ATENCIÓN:

- Verifique siempre el nivel de aceite y drene o llene los diversos compartimientos con la maqueta en un piso nivelado.
- Los intervalos aquí especificados se refieren a las condiciones normales de operación. Durante el período inicial de uso y condiciones particulares de operación, los intervalos de servicio pueden disminuirse.
- Limpie el tablero de control, el motor, ruedas, pernos de regulación, etc., antes de efectuar reparaciones, para evitar deterioros durante el servicio.
- Nunca vierta los desperdicios de aceite, anticongelante, electrolito y combustible en el medio ambiente, cuidemos la naturaleza.

TABLA 5.2 Guía de mantenimiento del banco de inyección

GUÍA DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DE INYECCIÓN				
INTERVALO	SERVICIO	TR	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD
20 Horas	Carter del motor	V	Fugas aceite	3.78 litros
	Radiador	V	Fugas	11.34 litros
	Batería - terminales	V	Apriete y bornes	
	Conectores	V	Desconectados	
50 Horas	Depósito de refrigerante	V	Nivel de refrigerante	1 litros
	Electrolíto de la batería	V	Nivel	
	Filtros aceite, combustible	V	Fugas	
100 Horas	Voltajes de batería	V	Carga 12V	
	Interruptores	V	Posición ON	
	Ventiladores	V	Roturas grietas	
	Caja de fusibles	V	Continuidad y relés	
	Sistema de aceleración	V	Mecanismo de aceleración	
	Correas alternador	V	Roturas grietas	
	Anticongelante-refrigerante	V	Densidad	11.34 litros
500 Horas	Aceite motor	T	20W50 Havoline	3.78 litros
	Inyectores	Lp	Pruebas	
	Bujías	V	Calibrar y limpiar	
	Filtros aceite y combustible	T	Poner nuevos	
	Válvulas del motor	A	0.10 admisión 0.11 escape	
	Rendimiento motor	V	Emisiones de	

			gases de escape	
	Filtro de aire	T	Nuevo	
	Cuerpo de aceleración	Lp	Válvula marcha mínima, aleta estrangulador	
2000 Horas	Correa de distribución	V		
	Rodamiento templador de correa distribución	V	Torque 20 Nm	
	Radiador	V	Roturas o fugas	
	Sistema alimentación de combustible	V	Mangueras fugas	
	Anticongelante-refrigerante	T	Pensoil	11.34 litros
	Motor de arranque	V	Carbones y calibrar	
	Sistema de carga		Alternador	
Descripción del servicio V = Comprobar T = Cambiar A= Ajustar Lp = Limpiar				

5.4 Señalización

5.4.1 Pegatinas de seguridad

Asegúrese siempre de que todos los adhesivos de seguridad sean completamente legibles, y elimine la suciedad, o pida nuevos adhesivos si se han deteriorado.

A continuación, se indican las definiciones de los diversos niveles de peligro, con las respectivas expresiones de señalización que se utilizan en este manual.

PELIGRO

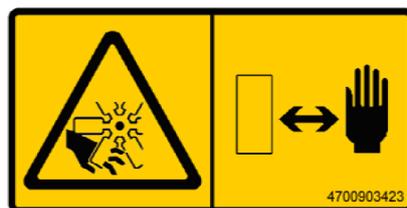
- Peligros inmediatos que provocan graves lesiones o muerte.

ATENCIÓN O INFORMACIÓN

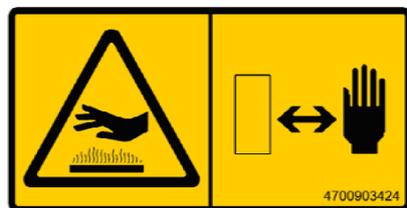
- Acudir al manual antes de realizar alguna práctica.

ADVERTENCIA

- Señales de peligros donde no pueden ser tocados manualmente.
- Atención: componentes giratorios del motor. Mantenga las manos a una distancia prudencial de la zona de riesgo.



- Atención: superficies calientes en el compartimento del motor. Advertencia - Manual de instrucciones.



- El usuario debe leer las instrucciones de seguridad, manejo y mantenimiento de la máquina antes de empezar a utilizarla.



- El usuario no debe acercar fuego a la zona marcada.



- Tanque de combustible.



CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DEL SISTEMA EN CONJUNTO

6.1 Aparatos de diagnóstico

Los aparatos de diagnóstico son elementos auxiliares e imprescindibles en todo taller destinado a la reparación y puesta a punto de los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos de un motor, están destinados a controlar o detectar las fallas de funcionamiento del mismo, poniendo de manifiesto las posibles averías de manera que se pueda diagnosticar rápidamente y con exactitud la causa del fallo, para su reparación correspondiente.

Entre los aparatos destinados a la comprobación y diagnóstico de funcionamiento en los motores, se destacan los siguientes:

- Multímetro
- Osciloscopio

6.1.1 Multímetro

El multímetro utilizado para el diagnóstico de los motores, viene normalmente equipado con un tacómetro y un medidor de ángulo Dwell. En la mayoría de los multímetros podremos encontrar las siguientes opciones: un selector para elegir entre revoluciones por minuto para motores de 4, 6, 8 cilindros, e indicador del ángulo de cierre o Dwell, en nuestro caso colocaremos el selector en la posición destinada para medir motores de cuatro cilindros cuando se desee medir RPM. Y el otro selector sirve para verificar bajas y altas revoluciones. Ver la figura 6.1



Figura 6.1 Multímetro

Normas de seguridad:

- Antes de realizar cualquier medida debemos asegurarnos si las puntas de prueba están completamente aisladas.
- Debemos verificar el correcto funcionamiento del multímetro, así como sus escalas de medida.
- Para efectuar medidas de voltaje debemos colocar el instrumento en paralelo a la fuente de voltaje.
- Si deseamos medir valores de resistencia, debemos tomar la precaución de desconectar toda fuente de voltaje que pueda dañar al instrumento; para luego colocar el instrumento en la escala correspondiente.

6.6.2 Osciloscopio

Este aparato llamado también oscilógrafo de componentes puramente electrónicos, permite a través de su pantalla un control visual del ciclo completo de funcionamiento en un circuito dado, como es el encendido en sus circuitos, primario y secundario.

Pudiendo realizar sobre los oscilogramas representados en su pantalla un análisis detallado, cualitativo y cuantitativo del funcionamiento de los mismos, permitiendo diagnosticar de una forma rápida, el estado de cada uno de los componentes del circuito.

Ver la figura 6.2



Figura 6.2 Osciloscopio

6.2 Guías de estudio para la carrera de Ingeniería Automotriz

6.2.1 Desarrollo de las guías prácticas

GUÍA #1
Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Introducción a la Electrónica Automotriz
Objetivos:	1.- Comprender y entender conceptos sobre la tensión, resistencia y frecuencia eléctrica. 2.- Utilización de los Aparatos de Diagnóstico
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis
Modalidad	Grupal (2-3 personas)
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
Tiempo de Actividad	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES:	
<p>1.- Investigar y experimentar cada una de las funciones que posee los mismos, describir las mediciones que se puede realizar en la maqueta.</p> <p>2.- Investigación sobre conceptos de tensión, resistencia y frecuencia eléctrica, hacer la práctica y exponer las mediciones que se pueden realizar con ejemplos claros y concretos.</p> <p>3.- Discutir sobre varios ejemplos dentro del campo automotriz.</p> <p>4.- Presentar un informe correspondiente.</p> <p>5.- Sacar conclusiones.</p>	

GUÍA #2

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Sistema de inyección BOSCH MOTRONIC
Objetivos:	1.- Conocer y entender los conceptos de funcionamiento de sistema de inyección BOSCH MOTRONIC 2.- Realizar una descripción de pines del sistema mencionado
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis
Modalidad	Grupal (2-3 personas)
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
Tiempo de Actividad	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES	
1.- Entender y comprender conceptos claves sobre el sistema BOSCH MOTRONIC 2.- Realizar exposiciones grupales de los temas tratados sobre este sistema.	

GUÍA #3

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Sensores en el Sistema de Inyección Electrónica
Objetivos:	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Especificar los sensores que existe en el sistema de inyección del motor JL465Q5 2.- Examinar la ubicación de los sensores en la maqueta didáctica del motor JL465Q5 3.- Realizar pruebas para la verificación de su correcto funcionamiento. 4.- Reconocer las fallas dentro del sistema con la avería de cada sensor correspondiente
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis
Modalidad	Grupal (2-3 personas)
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
Tiempo de Actividad	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR	
ACTIVIDADES:	
<ol style="list-style-type: none"> 1.- Leer, entender y discutir sobre los conceptos de funcionamiento de los sensores de inyección del motor JL465Q5 2.- Leer, entender y discutir sobre las comprobaciones de los sensores de inyección del motor JL465Q5 3.- Reconocer la ubicación de cada uno de los sensores en la maqueta didáctica. 4.- Realizar las respectivas pruebas con el multímetro y el osciloscopio en cada uno de los sensores e investigar que sucede en caso de falla del sensor. 5.- Simular fallas y realizar cuadros sinópticos de las anomalías de los sensores en el sistema de inyección. 6.- Presentar un informe correspondiente. 7.- Mencionar conclusiones 	

PARTE EXPERIMENTAL

1.- Obtener la tensión de referencia en todos los sensores, describir el color de cable, procedimiento:

- Conectar la ignición sin dar partida.
- Seleccionar el multímetro en la escala en volts (VDC).
- Identificar el cable de referencia (alimentación).
- Medir el voltaje en el cable de referencia del tablero de control
- El voltaje debe ser aproximadamente entre 4.60 y 5.20 volts (VDC).

2.- Obtener la señal de masa en todos los sensores, describir el color de cable, procedimiento:

- Conectar la ignición sin dar partida.
- Conectar y analizar la polaridad en el cable negro del sensor.
- Debe dar polaridad negativa.

3.- Obtener la curva característica de cada uno de los sensores en el osciloscopio.

- Conectar la ignición con partida.
- Conectar los cables de salida del puerto del osciloscopio, el un cable a masa y el otro cable a la entrada de referencia (alimentación) del sensor.
- Describir el oscilograma de cada uno de los sensores.
- Esta prueba se puede realizar en el régimen de ralentí y a altas revoluciones.

4.- Desconectar cada sensor involucrado en el sistema de inyección, verificar la anomalía

- Problemas que dan en ese momento en la maqueta, con la falta de señal de tal sensor, describirlos (vibraciones, tiende a apagar, se apaga, se acelera, falla, etc.)
- Visualizar la falla que da el motor JL465Q5

GUÍA #4

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Actuadores en el Sistema de Inyección Electrónica
Objetivos:	<ol style="list-style-type: none"> 1.- Especificar los actuadores que existe en el sistema de inyección del motor JL465Q5 2.- Examinar la ubicación de los actuadores en la maqueta didáctica del motor JL465Q5 3.- Conocer conceptos de funcionamiento y su función dentro del sistema. 4.- Realizar pruebas respectivas para la verificación de su correcto funcionamiento. 5.- Reconocer las fallas dentro del sistema con la avería de cada actuador correspondiente
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis
Modalidad	Grupal (2-3 personas)
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz
Tiempo de Actividad	

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

ACTIVIDADES:

- 1.- Leer, analizar y discutir sobre los conceptos de funcionamiento de los actuadores del sistema de inyección del motor JL465Q5.
- 2.- Leer, entender y discutir sobre las comprobaciones de los actuadores del sistema.
- 3.- Reconocer la ubicación de cada uno de los actuadores en la maqueta didáctica.
4. Realizar las respectivas pruebas con el multímetro y el osciloscopio en cada uno de los actuadores e investigar que sucede en caso de falla del actuador.
- 5.- Simular fallas y realizar cuadros sinópticos de las anomalías de los actuadores en el sistema de inyección.
- 6.- Realizar flujos de datos y entender como diagnosticar un sistema.
- 7.- Presentar un informe.
- 8.- Establecer conclusiones

PARTE EXPERIMENTAL

1.- Obtener la tensión de referencia en todos los sensores, describir el color de cable, procedimiento:

- Conectar la ignición sin dar partida.
- Seleccionar el multímetro en la escala en volts (VDC).
- Identificar el cable de referencia (alimentación).
- Medir el voltaje en el cable de referencia.

2.- Obtener la curva característica de cada uno de los sensores en el osciloscopio.

- Conectar la ignición con partida.
- Conectar los cables de salida del puerto del osciloscopio, el un cable a masa y el otro cable a la entrada de referencia (alimentación) del sensor.
- Describir el oscilograma de cada uno de los sensores.
- Esta prueba se puede realizar en el régimen de ralentí y a altas revoluciones.

3.- Desconectar cada actuador involucrado en el sistema de inyección, verificar la anomalía

- Problemas que dan en ese momento en la maqueta, con la falta de señal de tal sensor, describirlos (vibraciones, tiende a apagar, se apaga, se acelera, falla, etc.)
- Visualizar la falla que da el motor JL465Q5.

GUÍA #5

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Motor no Arranca		
Condición de Aparición:	En frío	De forma intermitente	De forma repentina
	En caliente	Al acelerar	Otros....
	Motor parado	Al desacelerar	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.		
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis		
Modalidad	Grupal (2-3 personas)		
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz		
Tiempo de Actividad			

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP) y Actuadores (Inyectores)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible

- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia de los Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y	5.6K Ω	
	2(ralentí)	6.0K Ω	
	2 y 3	2.3K Ω	
	1 y 3		

CONCLUSIONES:

GUÍA #6

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Motor no Arranca					
Condición de Aparición:	<input checked="" type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma intermitente	<input type="checkbox"/>	De forma repentina
	<input type="checkbox"/>	En caliente	<input type="checkbox"/>	Al acelerar	<input type="checkbox"/>	Otros....
	<input type="checkbox"/>	Motor parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerar	<input type="checkbox"/>	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.					
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis					
Modalidad	Grupal (2-3 personas)					
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz					
Tiempo de Actividad						

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP, ECT, IAT) y Actuadores (Inyectores)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería

- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados
- Relés en posición adecuada

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (2.6 bares)		12	
Alimentación del TPS Mariposa abierta Mariposa Cerrada	2 y masa	5 4.9 0.2	
Alimentación IAC	1 y masa	12	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia de los Inyectores	1 y 2	14.5 - 15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí) 2 y 3 1 y 3	5.6K Ω 6.0K Ω 2.3K Ω	

CONCLUSIONES:

GUÍA #7

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Dificultad en el Arranque					
Condición de Aparición:	<input type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma intermitente	<input type="checkbox"/>	De forma repentina
	<input checked="" type="checkbox"/>	En caliente	<input type="checkbox"/>	Al acelerar	<input type="checkbox"/>	Otros....
	<input type="checkbox"/>	Motor parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerar	<input type="checkbox"/>	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.					
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis					
Modalidad	Grupal (2-3 personas)					
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz					
Tiempo de Actividad						

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP, ECT, IAT) y Actuadores (Inyectores, IAC)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados
- Relés en posición adecuada

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	
Alimentación MAP	2 y masa	5	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia del ECT (80 ⁰ C)	1 y 2	333	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí) 2 y 3 1 y 3	5.6K Ω 6.0K Ω 2.3K Ω	

CONCLUSIONES:

GUÍA #8

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	El Motor Arranca y se Para			
Condición de Aparición:	En frío		De forma intermitente	De forma repentina
	En caliente		Al acelerar	Otros....
	Motor parado		Al desacelerar	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.			
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis			
Modalidad	Grupal (2-3 personas)			
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz			
Tiempo de Actividad				

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP, ECT, IAT) y Actuadores (Inyectores, IAC)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados
- Relés en posición adecuada

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Combustible		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	
Alimentación MAP	2 y masa	5	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia del ECT (80 ⁰ C)	1 y 2	333	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí) 2 y 3 1 y 3	5.6K Ω 6.0K Ω 2.3K Ω	

CONCLUSIONES:

GUÍA #9

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Dificultad en el Arranque				
Condición de Aparición:	En frío		De forma intermitente		De forma repentina
	En caliente	X	Al acelerar		Otros....
	Motor parado		Al desacelerar		
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.				
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis				
Modalidad	Grupal (2-3 personas)				
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz				
Tiempo de Actividad					

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP) y Actuadores (Inyectores)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Combustible		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	
Alimentación MAP	2 y masa	5	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia de los Inyectores	1 y 2	14.5 - 15.5	
Resistencia del TPS	1 y	5.6K Ω	
	2(ralentí)	6.0K Ω	
	2 y 3	2.3K Ω	
	1 y 3		

CONCLUSIONES:

GUÍA #10

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Motor de Cala			
Condición de Aparición:	En frío		De forma intermitente	De forma repentina
	En caliente		Al acelerar	Otros....
	Motor parado	X	Al desacelerar	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.			
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis			
Modalidad	Grupal (2-3 personas)			
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz			
Tiempo de Actividad				

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP, IAT, O2) y Actuadores (Inyectores, IAC)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Combustible		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	
Alimentación MAP	2 y masa	5	
Alimentación IAC	1 y masa	12	
Alimentación O2	4 y masa	0.1 – 0.9	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia de los Inyectores	1 y 2	14.5 - 15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2 y 3	6.0K Ω	
	1 y 3	2.3K Ω	
Resistencia de la IAC	1 y 2	14.5 -15.5	

CONCLUSIONES:

GUÍA #11

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Ralentí Inestable			
Condición de Aparición:	En frío		De forma intermitente	De forma repentina
	En caliente		Al acelerar	Otros....
	Motor parado		Al desacelerar	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.			
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis			
Modalidad	Grupal (2-3 personas)			
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz			
Tiempo de Actividad				

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP, IAT, O2) y Actuadores (Inyectores, IAC)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Combustible		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	
Alimentación MAP	2 y masa	5	
Alimentación IAC	1 y masa	12	
Alimentación O2	4 y masa	0.1 – 0.9	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia de los Inyectores	1 y 2	14.5 - 15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2 y 3	6.0K Ω	
	1 y 3	2.3K Ω	
Resistencia de la IAC	1 y 2	14.5 -15.5	

CONCLUSIONES:

GUÍA #12

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Falta de Potencia				
Condición de Aparición:		En frío		De forma intermitente	De forma repentina
		En caliente	X	Al acelerar	Otros....
		Motor parado		Al desacelerar	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.				
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis				
Modalidad	Grupal (2-3 personas)				
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz				
Tiempo de Actividad					

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP) y Actuadores (Inyectores)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Combustible		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	
Alimentación MAP	2 y masa	5	
Alimentación O2	4 y masa	0.1 – 0.9	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia de los Inyectores	1 y 2	14.5 - 15.5	
Resistencia del TPS	1 y	5.6K Ω	
	2(ralentí)	6.0K Ω	
	2 y 3	2.3K Ω	
	1 y 3		

CONCLUSIONES:

GUÍA #13

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Olores (Humos, Gasolina)			
Condición de Aparición:	En frío		De forma intermitente	De forma repentina
	En caliente		Al acelerar	Otros....
	Motor parado		Al desacelerar	
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.			
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis			
Modalidad	Grupal (2-3 personas)			
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz			
Tiempo de Actividad				

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(ECT) y Actuadores (Inyectores)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería
- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Señal para la ECU del sensor ECT	1 y masa	5	

EXAMEN DE CONTROL DE RESISTENCIA Y CONTINUIDAD

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia del ECT (80 ⁰ C)	1 y 2	33	

CONCLUSIONES:

GUÍA #14

Sistema de Inyección

Fecha:.....

Realizado por:.....

Profesor:.....

Tema:	Consumo Excesivo			
Condición de Aparición:		En frío		De forma intermitente
		En caliente		Al acelerar
		Motor parado		Al desacelerar
				De forma repentina
				Otros....
Objetivos:	1.- Realizar las comprobaciones para llegar a la falla. 2.- Solucionar el problema presentado en el motor.			
Tipo de Actividad:	Práctica, lectura y análisis			
Modalidad	Grupal (2-3 personas)			
Equipo a Utilizar	Multímetro, Osciloscopio digital automotriz			
Tiempo de Actividad				

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

CAUSAS POSIBLES:

- Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque.
- Sistema de Inyección: Sensores(TPS, MAP, O2) y Actuadores (Inyectores)
- Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible

CONTROL VISUAL

- Conexión Motor Batería

- Depósito y nivel de Combustible
- Conexión de la bomba de combustible
- Filtro de Combustible
- Conexión de los inyectores
- Conexión Relés
- Fusibles de Sistema de Control de Combustible
- Sensores de Sistema de Admisión de Aire
- Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire

CONTROL TÁCTIL

- Bornes de Batería apretado
- Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

EXAMEN DE CADA ELEMENTO

Elemento	Pin	Rango (Volts)	Obtenidos (Volts)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Combustible		12	
Presión de Combustible (2.6 bares)			
Alimentación del TPS	2 y masa	5	
Mariposa abierta		4.9	
Mariposa Cerrada		0.2	
Alimentación MAP	2 y masa	5	
Alimentación O2	4 y masa	0.1 – 0.9	
Señal ECT	1 y masa	5	
Alimentación IAC	1 y masa	12	

Elemento	Pin	Pin Rango (Ω)	Obtenidos (Ω)
Resistencia de los Inyectores	1 y 2	14.5 - 15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2 (ralentí)	5.6K Ω 6.0K Ω	
	2 y 3	2.3K Ω	
	1 y 3		
Resistencia de la IAC	1 y 2	14.5 -15.5	
Resistencia del ECT (80 ⁰ C)	1 y 2	33	

CONCLUSIONES:

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Una vez terminado este proyecto de tesis se puede concluir mencionando que fue un esfuerzo grande, sacrificado pero nos lleno de satisfacción porque durante el trabajo hubo la guía y apoyo de los docentes.

Del trabajo realizado se concluye:

- Se ha realizado el análisis sobre el funcionamiento de los dispositivos del sistema Bosch Motronic, obteniendo un amplio conocimiento y detallando adecuadamente en el desarrollo de la tesis.
- La construcción del tablero didáctico se elaboró con las dimensiones del motor y los espacios adecuados para el ensamble de los demás sistemas e instalación de los componentes para el control y simulador de averías.
- Las pruebas de funcionamiento en el banco se simuló, para posteriormente identificar y poder diagnosticarlos cada una de las averías generadas, a la vez se mostró el sistema con el motor de combustión interna funcionando en forma normal y en modo de falla.
- Se desarrolló un manual de operación y guías prácticas para que el estudiante pueda realizarlo en el banco didáctico, la misma que permiten detectar fallas en el sistema de inyección electrónica.

7.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que creemos conveniente anotar son las siguientes:

- Para realizar una readecuación al banco en este caso cambiar el circuito de simulación manual a un control digital se deberá realizar un adecuado estudio y conocimiento de su funcionamiento para su reestructuración.
- Por ninguna razón se deberá hacer uso del banco didáctico si el previo análisis detallado en el manual de prácticas.
- Una recomendación importante es que la supervisión del instructor debe ser lo más estricta y exigencia posible.
- En el caso de realizar un cambio de combustible por un gas es necesario analizar y realizar pruebas especialmente en el depósito de combustible debido a que el gas tiene diferentes características y propiedades con respecto a la gasolina.
- El banco didáctico está conformado de diferentes sistemas el cual por su disposición y funcionamiento puede generar riesgo de accidentes para lo cual de ser necesario se recomienda poner o adecuar las protecciones para evitar que estos puedan producirlo.
- En el banco didáctico no solo se puede realizar pruebas y averías en el sistema de inyección de combustible, además por su constitución y disposición se puede realizar diferentes prácticas como pueden ser en el sistema de encendido, calibración de válvulas, revisión y reconocimiento del sistema de distribución y muchos más.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] JESUS, Rueda S. Manual técnico Fuel Injection. 3ra.ed. ECUADOR
GUAYAQUIL: Diseli, 2006. Pág. 4-5
- [2] JESUS, Rueda S. Manual técnico Fuel Injection. 3ra.ed. ECUADOR
GUAYAQUIL: Diseli, 2006. Pág. 46-47-48
- [3] Auto Data 2006. Pág. 54
- [4] <http://www.mecanicavirtual.org/-motor.htm>. Pág. 64
- [5] www.yoreparo.cursos-sesores-oxigeno.com. Pág. 88-89
- [6] JESUS, Rueda S. Manual técnico Fuel Injection. 3ra.ed. ECUADOR
GUAYAQUIL: Diseli, 2006. Pág. 104-105

BIBLIOGRAFÍA

OROZCO, José. Luis. DIAGNÓSTICO Y SERVICIO DE INYECCIÓN
ELÉCTRICA México: Digital Comunicación, 2006.

CASTRO Miguel. CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN EL AUTOMÓVIL. España:
Grupo Editorial Ceac, 2002.

RUEDA Jesús S. MANUAL TÉCNICO DE FUEL INJECTION. 3ra.ed.
ECUADOR GUAYAQUIL: Diseli, 2006.

ALONSO José. M. TÉCNICAS DEL AUTOMÓVIL-MOTORES. Décima edición.
ESPAÑA: EDITORIAL PARANINFO, 2000.

GIL, Hermogenes. SISTEMAS DE INYECCIÓN DE GASOLINA/ Manuales
Técnicos del Automóvil. Barcelona: Grupo Editorial, CEAC 2002.

HEITNER Joseph. MECÁNICA AUTOMOTRIZ/ Principios y Práctica. Diana, 1982.

LINKOGRAFÍA

INYECCIÓN ELECTRONICA

<http://www.mecanicavirtual.org/refrigeracion-motor.htm>

2011/05/14

INYECCIÓN ELECTRONICA

<http://imagenes.mailxmail.com/cursos/imagenes/9/8/sistema-de-inyección-electrónica-de-combustible>.

2011/05/17

SENSORES ACTUADORES EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN

<http://www.todomecanica.com/inyeccion-electronica-boch.html>

2011/03/8

COMPROBACIONES DE LOS INYECTORES GASOLINA

<http://www.todomecanica.com/incio.html>.

2011/04/18