



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE UN BANCO DE
PRUEBAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA EL
TALLER DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA
ESPOCH MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN MOTOR
CHEVROLET AVEO DE COMBUSTIÓN INTERNA A
GASOLINA”**

**CABALLERO ORDÓÑEZ CARLOS ANTONIO
VALLE PARRA ANDRÉS SANTIAGO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA- ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2011-10-19

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CARLOS ANTONIO CABALLERO ORDÓÑEZ

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA EL TALLER DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Dr. Mario Audelo Guevara
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Aimacaña Sánchez
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CARLOS ANTONIO CABALLERO ORDÓÑEZ

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA EL TALLER DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA”

Fecha de Examinación: 2013-10-04

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Dr. Mario Audelo Guevara DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Emilia Aimacaña Sánchez ASESORA			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán Gallegos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2011-10-19

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ANDRÉS SANTIAGO VALLE PARRA

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA EL TALLER DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Dr. Mario Audelo Guevara
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Aimacaña Sánchez
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ANDRÉS SANTIAGO VALLE PARRA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA EL TALLER DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN MOTOR CHEVROLET AVEO DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA”

Fecha de Examinación: 2013-10-04

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Dr. Mario Audelo Guevara DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Emilia Aimacaña Sánchez ASESORA			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán Gallegos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

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.

Carlos Antonio Caballero Ordóñez

Andrés Santiago Valle Parra

DEDICATORIA

A Dios por darme toda la fortaleza para seguir adelante cumpliendo mis metas, a mi familia por darme el apoyo y la comprensión para realizar uno de mis sueños, ser profesional. A mis padres que me enrumbaron por el camino de la sabiduría y sembraron en mí los más preciados valores que dignifican al hombre.

Carlos Caballero Ordóñez

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mi hermano y familia en general. Y principalmente a mi hija Ana Paula que es el motor que me obliga a funcionar y ser cada día mejor.

Andrés Valle Parra

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y salud. A mis padres por ser mi soporte en mi desarrollo personal y formación profesional, por el apoyo sincero y desinteresado brindado en toda mi carrera estudiantil.

A la Escuela Politécnica del Chimborazo por acogerme en su templo de la sabiduría y formadora de generaciones.

A todos los profesores que nos impartieron sus conocimientos y experiencias; al director de mi trabajo de graduación, el doctor Mario Audelo.

Carlos Caballero Ordóñez

Al doctor Mario Audelo, a mi compañero Carlos; quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de este proyecto, el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas.

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Andrés Valle Parra

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	- 1 -
1.2 Justificación.....	- 2 -
1.3 Objetivos.....	- 3 -
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	- 3 -
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	- 3 -
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Generalidades del motor.....	- 4 -
2.2 Componentes del motor 4 cilindros DOHC 16V.....	- 4 -
2.2.1 <i>Motor</i>	- 4 -
2.2.2 <i>Sistema eléctrico y electrónico del motor</i>	- 5 -
2.2.2.1 <i>Circuito de encendido</i>	- 5 -
2.2.2.2 <i>Circuito de carga</i>	- 6 -
2.2.3 <i>Sistema de control electrónico del motor</i>	- 6 -
2.2.4 <i>Sistema de refrigeración</i>	- 11 -
2.2.5 <i>Sistema de alimentación</i>	- 13 -
2.2.6 <i>Sistema de lubricación</i>	- 15 -
2.2.7 <i>Sistema de admisión</i>	- 16 -
2.2.8 <i>Sistema de escape</i>	- 17 -
2.3 Cálculos del motor 1.6 4cil DOHC 16V – G16D.....	- 18 -
2.3.1 <i>Cálculo del volumen unitario V_u</i>	- 18 -
2.3.2 <i>Cálculo del volumen total $V_{cil\ total}$</i>	- 18 -
2.3.3 <i>Cálculo de la cilindrada total V_H</i>	- 19 -
2.3.4 <i>Cálculo de la presión media P_m</i>	- 19 -
2.3.5 <i>Cálculo de la potencia indicada P_i</i>	- 19 -
2.3.6 <i>Cálculo de la potencia efectiva P_e</i>	- 19 -
2.3.7 <i>Cálculo del rendimiento mecánico η</i>	- 20 -
2.3.8 <i>Cálculo del consumo de combustible B</i>	- 20 -
2.3.9 <i>Cálculo del rendimiento indicado η_i</i>	- 20 -
2.3.10 <i>Cálculo del rendimiento efectivo η_e</i>	- 20 -
2.3.11 <i>Cálculo de la velocidad media del émbolo V_m</i>	- 21 -
2.3.12 <i>Cálculo del área del cilindro A_c</i>	- 21 -
2.3.13 <i>Cálculo de la fuerza máxima del émbolo $F_e\ máx$</i>	- 21 -
2.3.14 <i>Cálculo de la potencia unitaria P_u</i>	- 22 -
2.3.15 <i>Cálculo de la relación de peso por unidad de potencia G_p</i>	- 22 -
2.3.16 <i>Cálculo del trabajo útil T_u</i>	- 22 -
2.3.17 <i>Análisis termodinámico</i>	- 23 -
2.3.18 <i>Cálculo del trabajo neto del ciclo</i>	- 27 -
2.3.19 <i>Cálculo de la eficiencia térmica</i>	- 27 -
2.3.20 <i>Cálculo del volumen máximo y volumen mínimo en el ciclo</i>	- 27 -
2.3.21 <i>Cálculo de la presión media</i>	- 28 -
2.3.22 <i>Cálculo de la eficiencia térmica con aire frío estándar para motor Otto</i>	- 28 -
2.3.23 <i>Cálculo de la presión media efectiva del ciclo</i>	- 29 -
2.4 OBDII (On Board Diagnostics Second Generation).....	- 29 -
2.4.1 <i>Diagnóstico a bordo segunda generación</i>	- 29 -
2.4.2 <i>Aparatos de diagnóstico</i>	- 33 -
2.4.2.1 <i>Multímetro</i>	- 33 -
2.4.2.2 <i>Osciloscopio</i>	- 34 -

3.	CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO	
3.1	Diseño del banco didáctico.....	- 35 -
3.1.1	<i>Cálculo y dimensionamiento</i>	- 35 -
3.1.1.1	<i>Análisis estructural</i>	- 35 -
3.2	Aplicaciones y utilidad	- 43 -
3.3	Construcción del banco	- 43 -
3.3.1	<i>Proceso constructivo</i>	- 44 -
3.3.1.1	<i>Soporte para el radiador</i>	- 46 -
3.3.1.2	<i>Soporte para el tablero de control</i>	- 46 -
3.3.1.3	<i>Acoplamiento del motor</i>	- 47 -
3.4	Razón de la ubicación de los elementos en la maqueta didáctica.....	- 47 -
3.4.1	<i>Disposición de los elementos en la maqueta didáctica</i>	- 48 -
3.4.1.1	<i>Motor</i>	- 48 -
3.4.1.2	<i>Batería</i>	- 48 -
3.4.1.3	<i>Tubo de escape</i>	- 49 -
3.4.1.4	<i>Caja de fusibles principales</i>	- 49 -
3.4.1.5	<i>Caja de fusibles secundarios</i>	- 49 -
3.4.1.6	<i>Tablero de instrumentos</i>	- 50 -
3.4.1.7	<i>Tanque de combustible</i>	- 50 -
3.5	Ensamble eléctrico.....	- 51 -
3.5.1	<i>Ensamble eléctrico de sensores</i>	- 52 -
3.5.1.1	<i>Sensor de posición de la mariposa (TPS)</i>	- 52 -
3.5.1.2	<i>Sensor de detonaciones (KS)</i>	- 53 -
3.5.1.3	<i>Sensor de temperatura de líquido refrigerante (ECT)</i>	- 54 -
3.5.1.4	<i>Sensor de oxígeno</i>	- 55 -
3.5.1.5	<i>Sensor de temperatura de entrada de aire (IAT)</i>	- 56 -
3.5.1.6	<i>Sensor de presión absoluta del colector de admisión (MAP)</i>	- 57 -
3.5.1.7	<i>Sensor de la posición del árbol de levas (CMP)</i>	- 59 -
3.5.1.8	<i>Sensor de la posición del cigüeñal (CKP)</i>	- 60 -
3.5.2	<i>Ensamble eléctrico de los actuadores</i>	- 62 -
3.5.2.1	<i>Inyectores</i>	- 62 -
3.5.2.2	<i>Válvula de control del aire de ralentí (IAC)</i>	- 63 -
3.5.2.3	<i>Bomba de combustible</i>	- 64 -
3.5.3	<i>Ensamble eléctrico de los elementos de motor</i>	- 66 -
3.5.3.1	<i>Bobina de encendido</i>	- 66 -
3.5.3.2	<i>Alternador</i>	- 67 -
3.5.3.3	<i>Motor de arranque</i>	- 68 -
3.5.3.4	<i>Conector de enlace de datos</i>	- 69 -
3.5.3.5	<i>Panel de instrumentos</i>	- 72 -
4.	VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL MOTOR	
4.1	Verificación de cada elemento que conforma el motor	- 73 -
4.1.1	<i>Tanque de combustible</i>	- 73 -
4.1.2	<i>Bomba de combustible</i>	- 74 -
4.1.3	<i>Bujías de encendido</i>	- 75 -
4.1.4	<i>Cárter de aceite</i>	- 76 -
4.1.5	<i>Compresión de los cilindros</i>	- 76 -
4.1.6	<i>Correa de accionamiento de accesorios</i>	- 77 -
4.1.7	<i>Cuerpo de la válvula de aceleración</i>	- 78 -
4.1.8	<i>Radiador</i>	- 78 -
4.1.9	<i>Pruebas del electroventilador</i>	- 79 -
4.1.10	<i>Elemento filtrador de aire</i>	- 79 -
4.1.11	<i>Cambio de aceite lubricante</i>	- 79 -
4.1.12	<i>Múltiple de admisión</i>	- 80 -

4.1.13	<i>Múltiple de escape</i>	- 81 -
4.1.14	<i>Inyectores</i>	- 82 -
4.2	Análisis físico de los componentes electrónicos del sistema de inyección	- 85 -
4.2.1	<i>Sensores</i>	- 85 -
4.2.1.1	<i>Sensor de temperatura de aire (IAT)</i>	- 85 -
4.2.1.2	<i>Sensor de temperatura del motor (ECT)</i>	- 86 -
4.2.1.3	<i>Sensor de posición del cigüeñal (CKP)</i>	- 87 -
4.2.1.4	<i>Sensor de posición de la mariposa (TPS)</i>	- 88 -
4.2.1.5	<i>Sensor de oxígeno calentado (O2)</i>	- 89 -
4.2.2	<i>Actuadores</i>	- 90 -
4.2.2.1	<i>Inyector</i>	- 90 -
4.2.2.2	<i>Válvula de control del aire de ralentí (IAC)</i>	- 91 -
5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE FALLAS POR MEDIO DE UN ORDENADOR	
5.1	Diseño de la aplicación de simulación de fallas	- 92 -
5.1.1	<i>Programación de microcontroladores</i>	- 92 -
5.1.2	<i>Programación en Visual Basic 6.0.</i>	- 94 -
5.2	Diseño del circuito generador de fallas	- 94 -
6.	MANUAL DEL USUARIO Y GUÍAS PRÁCTICAS	
6.1	Precauciones antes del encendido.....	- 97 -
6.2	Guías de prácticas	- 98 -
6.2.1	<i>Guías de práctica para la carrera de Ingeniería Automotriz</i>	- 99 -
6.2.1.1	<i>Introducción</i>	- 99 -
6.2.1.2	<i>Objetivo de la guía de estudio</i>	- 99 -
6.3	Plan de Mantenimiento	- 136 -
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones.....	- 138 -
7.2	Recomendaciones.....	- 138 -

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Especificación del motor - 18 -
2	Tabla de interpolación - 24 -
3	Tabla de interpolación proceso de 1-2 - 24 -
4	Tabla de interpolación proceso de 2-3 - 25 -
5	Tabla de interpolación proceso de 3-4 - 26 -
6	Dimensiones del caballete - 35 -
7	Código de colores de los cables - 52 -
8	Conexión del sensor TPS - 53 -
9	Conexión del sensor KS - 54 -
10	Conexión del sensor ECT - 55 -
11	Conexión del sensor de oxígeno - 56 -
12	Conexión del sensor IAT - 57 -
13	Conexión del sensor MAP - 58 -
14	Conexión del sensor CMP - 59 -
15	Conexión del sensor CKP - 61 -
16	Conexión de los inyectores - 62 -
17	Conexión de la válvula IAC - 63 -
18	Conexión de la bomba de combustible - 65 -
19	Conexión de la bobina de encendido - 66 -
20	Conexión del alternador - 67 -
21	Conexión del motor de arranque - 68 -
22	Conexión del conector OBDII - 70 -
23	Compresión de los cilindros - 77 -
24	Caudal entregado a 1000 rpm - 83 -
25	Caudal entregado a 3000 rpm - 83 -
26	Caudal entregado a 5000 rpm - 83 -
27	Prueba de caudal a 1000 rpm - 84 -
28	Prueba de caudal a 3000 rpm - 85 -
29	Prueba de caudal a 5000 rpm - 85 -
30	Valores de resistencia del sensor AIT - 86 -
31	Valores de resistencia del sensor ECT - 87 -
32	Valores de tensión del sensor TPS - 88 -
33	Valores de resistencia del sensor TPS - 88 -
34	Valores de resistencia de los inyectores - 90 -
35	Tiempo de apertura de los inyectores - 90 -
36	Plan de mantenimiento - 137 -

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Motor 4 cilindros DOCH 16v	- 4 -
2	Motor de arranque.....	- 5 -
3	Alternador.....	- 6 -
4	Módulo de electrónico del motor (ECM).....	- 7 -
5	Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	- 8 -
6	Sensor de temperatura (ECT)	- 8 -
7	Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)	- 9 -
8	Sensor de posición de la válvula del acelerador (TPS).....	- 9 -
9	Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).....	- 9 -
10	Sensor de oxígeno (O2)	- 10 -
11	Sensor de detonación (KS)	- 10 -
12	Válvula de control de aire de ralentí (IAC)	- 11 -
13	Bomba de agua.....	- 11 -
14	Termostato	- 12 -
15	Radiador.....	- 12 -
16	Reservorio y tapa de refrigerante	- 12 -
17	Electroventilador.....	- 13 -
18	Depósito de combustible.....	- 13 -
19	Bomba de combustible.....	- 14 -
20	Filtro de combustible	- 14 -
21	Distribuidor de combustible.....	- 14 -
22	Inyectores.....	- 15 -
23	Bomba de aceite.....	- 15 -
24	Filtro de aceite	- 16 -
25	Filtro de aire.....	- 16 -
26	Colector de admisión	- 16 -
27	Colector de escape	- 17 -
28	Convertidor catalítico	- 17 -
29	Curva potencia del motor.....	- 19 -
30	Cilindro del motor.....	- 21 -
31	Trabajo útil.....	- 22 -
32	Diagrama del ciclo.....	- 23 -
33	Rendimiento térmico del motor	- 28 -
34	Conector OBDII.....	- 30 -
35	Lectores de OBDII.....	- 31 -
36	Multímetro	- 34 -
37	Osciloscopio	- 34 -
38	Diseño estructural	- 36 -
39	Cargas	- 38 -
40	Distribución de cargas en la estructural	- 38 -
41	Definición de cargas combinadas	- 40 -
42	Resultado de análisis en SAP 2000.....	- 40 -
43	Estructura deformada	- 41 -
44	Análisis de la estructura.....	- 41 -
45	Esfuerzos de torsión.....	- 41 -
46	Gráficas de momento (ordenadas)	- 42 -
47	Gráficas de momentos (abscisas).....	- 42 -
48	Caballote	- 44 -
49	Base del caballote.....	- 45 -
50	Soportes del motor.....	- 45 -

51	Bases del motor.....	- 45 -
52	Caballote del motor.....	- 46 -
53	Soporte del radiador.....	- 46 -
54	Soporte del tablero de control.....	- 47 -
55	Acoplamiento del motor.....	- 47 -
56	Disposición de las partes del motor.....	- 48 -
57	Disposición de la batería.....	- 48 -
58	Disposición del tubo de escape.....	- 49 -
59	Disposición de la caja de fusibles principal.....	- 49 -
60	Disposición de la caja de fusibles secundaria.....	- 50 -
61	Disposición del tablero de instrumentos.....	- 50 -
62	Disposición del tanque de combustible.....	- 50 -
63	Módulo de control ECM.....	- 51 -
64	Conector del puerto.....	- 51 -
65	Sensor de posición de la mariposa.....	- 52 -
66	Conector del sensor TPS.....	- 52 -
67	Sensor de detonación.....	- 53 -
68	Conector del sensor KS.....	- 53 -
69	Sensor de temperatura.....	- 54 -
70	Conector del sensor ECT.....	- 54 -
71	Sensor de oxígeno.....	- 55 -
72	Conector del sensor de oxígeno.....	- 55 -
73	Sensor IAT.....	- 56 -
74	Conector del sensor IAT.....	- 56 -
75	Sensor MAP.....	- 57 -
76	Conector del sensor MAP.....	- 57 -
77	Diagrama eléctrico de los sensores de TPS, ETC, KS, IAT, MAP, IAC.....	- 58 -
78	Sensor CMP.....	- 59 -
79	Conector del sensor CMP.....	- 59 -
80	Sensor CKP.....	- 60 -
81	Conector del sensor CKP.....	- 60 -
82	Diagrama eléctrico del sensor de CMP, CKP, IC.....	- 61 -
83	Inyectores.....	- 62 -
84	Conector del inyector.....	- 62 -
85	Válvula IAC.....	- 63 -
86	Conector de la válvula IAC.....	- 63 -
87	Bomba de combustible.....	- 64 -
88	Conector de la bomba de combustible.....	- 64 -
89	Diagrama eléctrico de los inyectores, sensor O2 y la bomba de combustible.....	- 65 -
90	Bobina de encendido.....	- 66 -
91	Conector de la bobina de encendido.....	- 66 -
92	Alternador.....	- 67 -
93	Conector del alternador.....	- 67 -
94	Motor de arranque.....	- 68 -
95	Conector del motor de arranque.....	- 68 -
96	Diagrama eléctrico del motor de arranque y alternador.....	- 69 -
97	Conector de enlace de datos.....	- 70 -
98	Conector del enlace de datos.....	- 70 -
99	Diagrama eléctrico del conector.....	- 71 -
100	Diagrama eléctrico del panel de instrumentos.....	- 72 -
101	Tanque de combustible.....	- 73 -
102	Tapa de combustible.....	- 74 -
103	Bomba de combustible.....	- 74 -
104	Prueba de la presión de combustible.....	- 75 -
105	Bujías.....	- 75 -

106	Cárter del aceite	- 76 -
107	Correa de accesorios	- 77 -
108	Cuerpo de la válvula de aceleración	- 78 -
109	Radiador.....	- 79 -
110	Filtro de aire.....	- 79 -
111	Múltiple de admisión	- 80 -
112	Limpieza del múltiple de escape.....	- 81 -
113	Inyectores.....	- 82 -
114	Sensor IAT.....	- 86 -
115	Conector del sensor ECT	- 87 -
116	Curva característica del sensor CKP.....	- 87 -
117	Sensor TPS.....	- 88 -
118	Curva característica del sensor TPS.....	- 89 -
119	Principio de funcionamiento del sensor de oxígeno	- 89 -
120	Curva característica del sensor O2.....	- 89 -
121	Inyector de combustible.....	- 90 -
122	Curva característica del inyector.....	- 91 -
123	Conector del sensor IAC.....	- 91 -
124	Curva característica de la válvula IAC	- 91 -
125	Microcontrolador	- 93 -
126	Interfaz de usuario	- 93 -
127	Plantilla de la placa comandada por el microcontrolador	- 94 -
128	Circuito controlado por el microcontrolador	- 95 -
129	Placa de control.....	- 96 -
130	Batería de encendido de la placa de control.....	- 97 -
131	Switch de encendido de la placa de control	- 98 -
132	Switch de encendido del motor.....	- 98 -

SIMBOLOGÍA

Ac	Área del cilindro.	cm ²
B	Consumo de combustible.	g/s
Bi	Gasto específico indicado de combustible.	g/kWh
C	Carrera.	cm
Fe Max	Fuerza máxima del émbolo.	N
Gp	Relación de peso por unidad de potencia.	kg/kW
G motor	Peso del motor	kg
P	Presión	kPa
Pe	Presión efectiva.	kPa
Pi	Presión indicada.	kPa
Pm	Presión media.	kPa
Pu	Potencia unitaria	kW/lts
η	Rendimiento mecánico	
η_e	Rendimiento efectivo.	
η_i	Rendimiento indicado.	
Q	Calor.	kJ
T	Temperatura	T
Tu	Trabajo útil.	kgf/cm
U	Energía interna	kJ/kg
Vm	Velocidad media del émbolo.	m/s
Vr	Volumen relativo	
Vu	Volumen unitaria	cm ³
VH	Volumen total	cm ³
Q _{in} ^a	Poder calorífico del combustible	kJ/kg

LISTA DE ABREVIACIONES

CKP	Sensor de Posición de Cigüeñal.
DOHC	Doble Árbol de Levas en la Culata.
DTC	Código de Falla.
ECM	Módulo de Control del Motor.
ECT	Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor.
EVAP	Sistema de Control de Evaporaciones de Gases.
IAC	Válvula de Control de Ralentí
IAT	Sensor de Temperatura de Aire.
IC	Módulo de Ignición.
KS	Sensor de Golpeteo.
MAP	Sensor de Presión de Aire.
O2	Sensor de Oxígeno.
OBDII	Diagnóstico a Bordo Segunda Generación.
PMI	Punto Muerto Inferior.
PMS	Punto Muerto Superior.
RPM	Revoluciones Por Minuto.
TPS	Sensor de Posición de Mariposa.

LISTA DE ANEXOS

- A** Datos y especificaciones principales del motor
- B** Tabla a-17 propiedades del aire gas ideal termodinámica de Cengel y Boles
- C** Programación del PIC16F628
- D** Programación del software simulador de fallas

RESUMEN

Se ha diseñado y construido un banco didáctico de inyección electrónica para el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz, con el objetivo de desarrollar experticia en la solución de problemas provenientes del funcionamiento de sensores y actuadores automotrices.

El estudio inicia con la recopilación de información y determinación de herramientas principales para ejecutar la presente investigación, en este caso un motor Chevrolet Aveo, con una cilindrada de 1600 centímetros cúbicos, doble árbol de levas en la culata, mismo que se encuentra adosado en una estructura de acero la cual fue diseñada en SAP2000, tomando en cuenta normas de estética, seguridad y funcionalidad. Coordina funciones con un circuito electrónico de control y un ordenador.

En base al VISUAL BASIC se elaboró un software que permite generar fallas de inyección electrónica a través del ordenador, el mismo que funciona con una placa electrónica de control. Tanto el banco didáctico como el software permiten a los estudiantes desarrollar sus destrezas de diagnóstico y localización de fallas como también su correcta solución.

El sistema de inyección electrónica didáctico cuenta con 16 guías de prácticas que permiten dar un correcto uso al banco; así mismo, se debe aplicar el plan de mantenimiento como buena práctica técnica que alarga la vida útil de ésta importante herramienta de adiestramiento.

SUMMARY

It has been designed and built a teaching Engine with electronic fuel injection for the workshop at the School of Automotive Engineering, in order to develop expertise in solving problems from automotive sensors and actuators operation.

The study begins with the data collection and determination of main tools to implement this research, in this case a Chevrolet Aveo engine, with a displacement of 1600 cubic centimeters, dual overhead camshaft cylinder head, attached to a steel structure which was designed in SAP2000 simulations, considering aesthetics standards, safety and functionality. Coordinates functions with an electronic control circuit and a computer.

Software allows to generate failures of electronic injection through the computer was developed, based on VISUAL BASIC, it works with an electronic control board. Both the teaching engine as the software allows students to develop their skills of diagnosis and troubleshooting as its correct solution.

The electronic injection system has 16 teaching practice guides that allow a correct usage of engine; must implement the maintenance plan a good technical practice that extends the life of this important training tool.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Escuela de Ingeniería Automotriz fue creada en el año 2003, y forma parte de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; la misma que inicia sus funciones en octubre del año 2004, desde aquel instante la Escuela de Ingeniería Automotriz asume la misión de formar profesionales con un alto conocimientos técnicos y científicos, capaces de insertarse laboralmente en empresas automotrices, para solucionar problemas mecánicos, eléctricos y electrónicos de los diferentes vehículos que se encuentran en el mercado, contribuyendo de esta manera al desarrollo productivo del país.

Con la misión de formar líderes, la Escuela de Ingeniería Automotriz dispone en su infraestructura de dos galpones y áreas destinadas para la recepción de vehículos, el taller cuenta con herramientas de mano, elevadores, prensas, espacios para mecánicas de patio, además de una amplia área de estacionamiento.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se percibe el deseo de la institución de continuar con el desarrollo académico mediante la implementación de laboratorios y talleres provistos con equipos y bancos de trabajo didácticos que puedan ofrecer al alumno una preparación integral en el campo automotriz.

El Ingeniero Automotriz de la ESPOCH está preparado para aplicar todas sus habilidades y destrezas en lo relacionado con el mantenimiento y reparación de motores de combustión interna tanto diésel como de gasolina, así como de sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos e inyección electrónica; además de estar en la capacidad de administrar un taller, por lo tanto contamos con los conocimientos necesarios para proponer soluciones a los diversos problemas que se presentan dentro de las empresas automotrices.

1.2 Justificación

El área de inyección electrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH de manera general presenta las siguientes falencias en lo concerniente al aprendizaje práctico en su laboratorio:

- Carencia de equipos de aprendizaje prácticos.
- Realización de prácticas fuera de la institución.
- Utilización de instrumentos no acordes con la tecnología actual.
- Inutilización y mala distribución de su espacio físico.
- Carencia de manuales centrados en la correcta funcionalidad de los sistemas de inyección electrónica.

El objetivo del aprendizaje práctico es asegurar la competitividad del Ingeniero Automotriz de la ESPOCH garantizando fiabilidad en sus conocimientos así como destreza en las funciones encomendadas, satisfaciendo requisitos del sistema de calidad hacia el receptor del servicio.

El aprendizaje práctico incluye tanto inspecciones objetivas (con instrumentos), como subjetivas (con los sentidos), así como la reparación del defecto (falla potencial); para ello nos basamos en lo referente a:

- Mantenimientos preventivos

Consisten en determinar intervalos de tiempo para realizar reacondicionamientos o sustituir elementos del sistema sin importar el estado que se encuentren en ese momento.

- Mantenimientos correctivos

Consisten en reacondicionar o sustituir los elementos de un sistema una vez que estos han fallado, esta reparación se la realiza de emergencia ya que sistema ha dejado de funcionar. La acogida estudiantil hacia la carrera de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH aumenta cada periodo, por lo cual surge una necesidad imperiosa de mantenerla dotada de herramientas de aprendizaje acordes a la tecnología actual, las cuales pudieran facilitar un

mejor desenvolvimiento y complementar conocimientos en la parte práctica del sistema de inyección electrónica del vehículo; mediante esto se busca mejorar las destrezas en los futuros profesionales de la institución.

Para dar solución a estas falencias se ha planteado el presente tema de tesis, como un requisito indispensable del área de inyección electrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH, quienes confían y dan fe, que la ejecución de dicho proyecto traerá beneficios, eliminando de esta manera inconvenientes y malestares que ocasiona el no contar con dichas herramientas de aprendizaje.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Implementar un banco de pruebas de un motor de combustión interna a gasolina en el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Conocer los principios de un motor a combustión interna a gasolina realizando sus cálculos.

Diseñar un banco de pruebas de un motor de combustión interna a gasolina.

Verificar los elementos que conforman el motor.

Diseñar un sistema de generación de fallas por medio de un ordenador.

Ejecutar y evaluar los ensayos realizados en el banco de pruebas.

Crear guías de estudio para los estudiantes de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

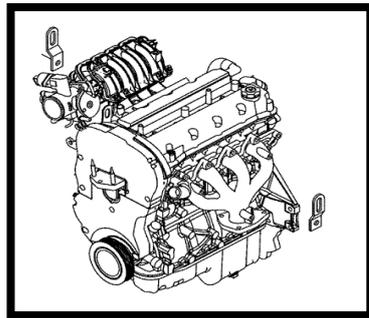
CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del motor

- El motor 4 cilindros, DOHC 16V y con un cilindraje de 1.598 cm³.
- Este motor es de ignición por chispa perdida de 4 tiempos.
- Doble árbol de levas en la culata.
- La inyección de combustible multipunto, controlada electrónicamente.
- Desarrolla una potencia de 103HP a 6000 revoluciones por minuto y un torque máximo de 14,79 kg-metro a 3.600 revoluciones por minuto.

Figura 1. Motor 4 cilindros DOCH 16v



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2 Componentes del motor 4cilindros DOHC 16V

2.2.1 Motor

Bloque de cilindro. El bloque se fabrica de hierro fundido con grafito esferoidal GGG-25 o GGG30, cuyo material es muy resistente y al calentarse se dilata muy poco, el carbono introducido como grafito tiene buenas propiedades de engrase y evita un prematuro desgaste de los cilindros. En otros vehículos el bloque se construye de metales ligeros como por ejemplo: G-AlSi10Mg, las ventajas es que son más livianos y tienen mejor conducción de calor. (ERAZO, y otros, 1999 pág. 60).

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

Tren de válvulas. El sistema posee dos árboles de levas en la culata.

Pistón. Está conformado por una fundición de aluminio-silicio, posee tres ranuras donde van montados los rines los cuales mantiene estanqueidad entre el pistón y el cilindro, amortiguan la presión de compresión y la de lubricación.

Biela. Es el encargado de comunicar al cigüeñal con el pistón, esta recibe una gran cantidad de esfuerzos por lo que debe poseer gran resistencia mecánica, pero su masa debe ser lo menos posible para reducir la fuerza de inercia.

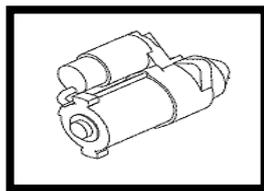
Cigüeñal. Se fabrica principalmente de aceros mejorados, su función principal es la de convertir el movimiento lineal alternativo del pistón, en movimiento circular para así transmitirlo a los sistemas de propulsión.

2.2.2 Sistema eléctrico y electrónico del motor

2.2.2.1 Circuito de encendido. El sistema de encendido incluye la batería, el motor de arranque, el interruptor de solenoide, el interruptor de encendido, los cables de conexión y el cable de la batería, al girar la llave de contacto a la posición de arranque, la corriente fluye y activa la bobina del solenoide del motor de arranque.

El émbolo del relé automático empuja al piñón y este engrana la corona dentada, los contactos se cierran y el motor de arranque gira provocando que el motor gire y se encienda. (KIA-HOTLINE, 2013)

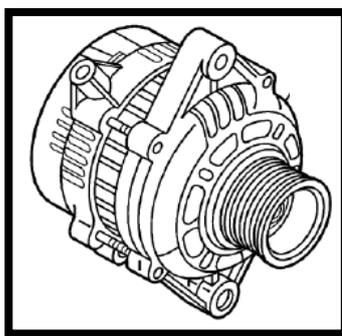
Figura 2. Motor de arranque



Fuente: Chevrolet. Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2.2.2 Circuito de carga. El sistema de carga incluye una batería, un alternador con un regulador integrado, la luz indicadora de carga y cables. El alternador tiene diodos integrados, cada uno de los cuales rectifica la corriente AC. a CC.; por lo tanto, por el terminal B del alternador sale corriente continua. La tensión de carga del alternador está regulado por un relé. Los principales componentes del alternador son el rotor, el estator, el rectificador, el capacitador, las escobillas, los rodamientos y la polea de la correa. Este sistema tiene como función mantener una alimentación de tensión constante a la batería durante los ciclos de funcionamiento. (KIA-HOTLINE, 2013)

Figura 3. Alternador



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2.3 Sistema de control electrónico del motor

Módulo electrónico del motor. El “electronic control module” (módulo electrónico de control), ECM, es el cerebro del sistema de inyección de combustible y está dividido en tres secciones principales: el ROM, el PROM y la RAM.

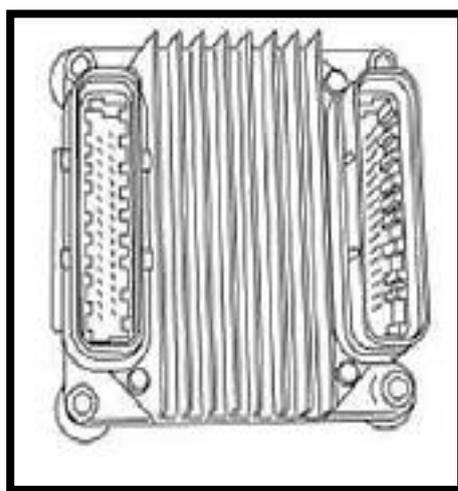
El ROM, o memoria sólo para leer, es la sección del ECM que contiene el conjunto principal de instrucciones que sigue la computadora. Esta es la sección que dice: “Cuando veo que esto sucede, tengo que hacerlo que suceda”. El microprocesador que contiene estas instrucciones de la ROM es un chip no volátil. Esto significa que el programa diseñado en él no se puede borrar al desconectar la energía. (WATSON, 1991 pág. 37)

El PROM, o memoria programable sólo para leer, es la sección de calibración del chip en el ECM. El PROM funciona junto con el ROM para las funciones del ajuste fino del control de combustible y del tiempo de encendido para la aplicación específica. Contiene

la información acerca del tamaño y peso del motor, tipo de transmisión, tamaño y peso del auto, resistencia del rodamiento, coeficiente de arrastre y relación final de tracción. (WATSON, 1991 pág. 37)

El RAM, o memoria de acceso aleatorio, es la sección que tiene tres funciones principales en la ECM. La primera función actúa como la libreta de apuntes del ECM; siempre que se necesite hacer un cálculo matemático, el ECM utiliza la RAM. La segunda función es almacenar información en el sistema multiplicador de aprendizaje a bloques (BLM) cuando el motor está apagado o funciona en lazo abierto. La tercera función es almacenar los códigos de diagnóstico cuando se ha detectado una falla del sistema. Estos códigos son almacenados por cincuenta arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retira del ECM. A diferencia del ROM y PROM, los chips del ROM son volátiles. (WATSON, 1991 pág. 38).

Figura 4. Módulo de electrónico del motor (ECM)



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Sensor de posición del cigüeñal (CKP). Este sensores de tipo inductivo y está conformado por una bobina, un imán y un núcleo de hierro, todos estos alojados en un cuerpo plástico, el cual va montado junto a una rueda fónica localizada en la parte delantera de la polea del cigüeñal, este sensor produce un pulso de corriente alterna cada vez que un diente de la rueda fónica pasa por su frente, estos pulsos generados se envían a la computadora la misma que traduce como numero de vueltas del motor, pudiendo así determinar la posición del cigüeñal.

Figura 5. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)



Fuente: <http://shop.advanceautoparts.com/p/bwd-engine-crankshaft-position-sensor-css819p/18260401-P#>

Sensor de temperatura de líquido refrigerante (ECT). El sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT) está instalado en la línea de refrigerante, detecta la temperatura de refrigerante del motor. Con la información de la temperatura del refrigerante, el ECM realiza la corrección de la cantidad de inyección de combustible, el control del ventilador de refrigeración y el control de duración de operación del relé de incandescencia. (KIA-HOTLINE, 2013).

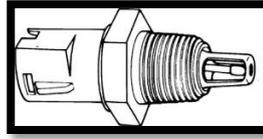
Figura 6. Sensor de temperatura (ECT)



Fuente: <http://www.ebay.co.uk/itm/COOLANT-TEMPERATURE-SENSOR-CHEVROLET-VAUXHALL-OPEL-VECTRA-SIGNUM-DAEWOO-SAAB-9-5-/181123724904>

Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT). El sensor está ubicado en el múltiple de admisión o en el conducto de admisión de aire. El sensor consiste generalmente de un termistor sensible a la temperatura que cambia el valor de su señal de voltaje a medida que cambia la temperatura. La computadora usa esta señal del sensor para enriquecer o empobrecer la mezcla aire/combustible. (MADDOX, y otros, 1998 pág. 23)

Figura 7. Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)



Fuente: <http://www.justanswer.com/ford/4px32-ford-thunderbird-sport-iat-sensor-located.html>

Sensor de posición de la válvula del acelerador (TPS). El TPS o sensor de posición del ángulo de apertura del acelerador está montado generalmente en la parte externa del cuerpo de aceleración o del carburador. El TPS está conectado directamente al eje del acelerador y simultáneamente con el ángulo de la placa del acelerador. Su misión es informar a la computadora sobre la relación de abertura del acelerador y la posición relativa del acelerador. (MADDOX, y otros, 1998 pág. 23)

Figura 8. Sensor de posición de la válvula del acelerador (TPS)



Fuente: http://omextechnology.co.uk/wpimages/wpfca8859_05.jpg

Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP). El sensor MAP mide la presión y el vacío en el múltiple de admisión en la escala absoluta (desde 0 y no desde la presión absoluta). El sensor MAP lee el vacío y la presión a través de una manguera conectada al múltiple de admisión. Un elemento de cerámica o de silicio sensible a la presión y un circuito electrónico en el sensor genera una señal de voltaje que cambia en proporción directa a la presión. (MADDOX, y otros, 1998 pág. 22)

Figura 9. Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)



Fuente: <http://ecx.images-amazon.com/images/I/314wo9wpWIL.jpg>

Sensor de oxígeno (O2). El sensor de oxígeno conocido también como sonda lambda o sensor EGO está ubicado en el múltiple de escape y produce una señal de voltaje proporcional al contenido de oxígeno en el escape. Un contenido de oxígeno más alto a través de la punta del sensor varía el diferencial de oxígeno con lo que disminuirá el voltaje de salida del sensor. Por otro lado, un contenido de oxígeno más bajo aumentará el voltaje de salida. Típicamente, el voltaje varía de 0.10 voltios a 0.90 voltios. La computadora usa el voltaje de entrada del sensor para ajustar la mezcla de aire/combustible. (MADDOX, y otros, 1998 pág. 23).

Figura 10. Sensor de oxígeno (O2)



Fuente: <http://caracas.olx.com.ve/sensor-oxigeno-aveo-2-cables-iid-575695264>

Sensor de detonación (KS). El sensor contiene un elemento piezoeléctrico que convierte las vibraciones (o ruido) en señal de voltaje y envía esta señal al ECM. Con las señales de entrada de los sensores de posición del árbol de levas y del cigüeñal, el ECM puede identificar el cilindro que está golpeando. El ECM filtra las vibraciones y determina si éstas son una señal de picado. El módulo de control del motor (ECM) usa esta señal para suprimir el picado retardando el avance de encendido. (KIA-HOTLINE, 2013)

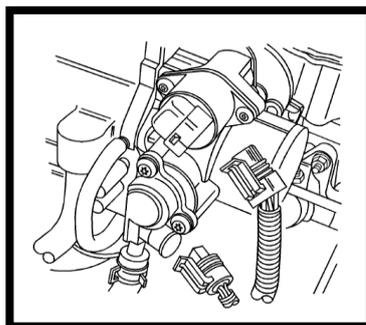
Figura 11. Sensor de detonación (KS)



Fuente: <http://www.stockwiseauto.com/images/products/SMP/KS241.jpg>

Válvula de control del aire de ralentí (IAC). La válvula EACV (denominada a veces IAC, válvula de control del aire a velocidad de marcha mínima) cambia la cantidad del aire desviado (que no fluye a través de la válvula del acelerador) hacia el múltiple de admisión en respuesta a los cambios de la señales electrónica provenientes de la computadora. (MADDOX, y otros, 1998 pág. 27).

Figura 12. Válvula de control de aire de ralentí (IAC)



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2.4 Sistema de refrigeración. Este sistema funciona a presión, su bomba de agua es accionada por una correa, ésta produce la circulación del líquido refrigerante a través de la culata, el bloque de cilindros y radiador.

Bomba de agua. La bomba es de aspas y está propulsada por la correa de accesorios.

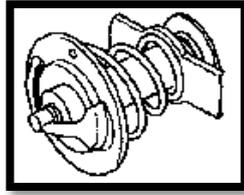
Figura 13. Bomba de agua



Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-422604846-bomba-de-agua-astra-22-acdelco-_JM

Termostato. Este elemento es de tipo termo sensible el cual permite la circulación del líquido refrigerante cuando la temperatura aumenta a 90 °C.

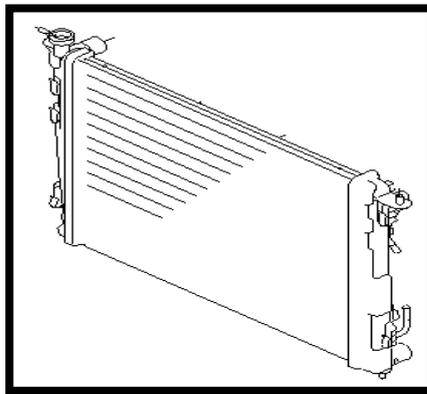
Figura 14. Termostato



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Radiador. Este dispositivo disipa el calor de líquido refrigerante contenido dentro del radiador a través del flujo del aire.

Figura 15. Radiador



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Reservorio y tapa de refrigerante. Con el fin de que el punto de ebullición sea mayor es necesario mantener el sistema de refrigeración a presión, por lo que es necesario de una tapa y un reservorio de refrigerante.

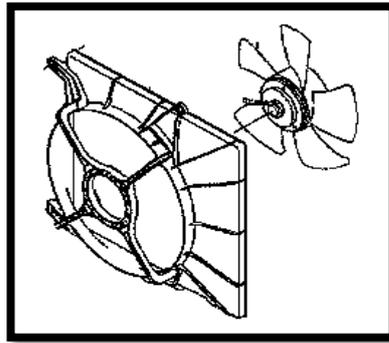
Figura 16. Reservorio y tapa de refrigerante



Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-446068238-deposito-anticongelante-chevrolet-silveradosierra-01-06--_JM

Electroventilador. El electroventilador absorbe el aire de la atmósfera y lo hace atravesar por las celdas del radiador a mayor velocidad mejorando así el enfriamiento del motor. Para su accionamiento utiliza un motor eléctrico de dos velocidades la variación de velocidad está en función de la temperatura del motor.

Figura 17. Electroventilador



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2.5 Sistema de alimentación

Depósito de combustible. Es el encargado de contener el combustible de una manera segura, en él se aloja la bomba de combustible.

Figura 18. Depósito de combustible



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Conjunto de bomba de combustible y alimentador. Provee combustible al rail en todos los regímenes de funcionamiento del motor. Además se encuentra incorporado un

regulador de presión de combustible, el cual mantiene constante la presión en el sistema.

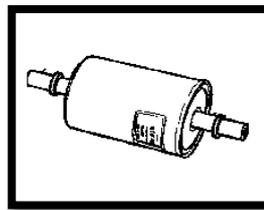
Figura 19. Bomba de combustible



Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-449768145-bomba-de-gasolina-chevrolet-silverado-gmc-sierra-2002-03-04-_JM

Filtro de combustible. El filtro impide la entrada de impurezas y agua en el sistema de inyección de combustible y está ubicado entre el depósito y el riel de inyección.

Figura 20. Filtro de combustible



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Distribuidor de combustible. El rail tiene como función mantener un volumen constante de combustible a alta presión para abastecer a los inyectores.

Figura 21. Distribuidor de combustible



Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-503447690-rampa-sin-inyectores-renault-megane-b16-8v-d7f-_JM

Inyectores. Son dispositivos electro mecánicos que miden y atomizan el combustible entregado al motor. Los cuerpos de los inyectores constan de un conjunto de válvula de pasador y aguja accionada por un solenoide. Una señal eléctrica de la computadora activa el solenoide, haciendo que el pasador se mueva hacia adentro lejos de su asiento y permita que se inyecte combustible al motor. (MADDOX, y otros, 1998 pág. 27)

Figura 22. Inyectores



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2.6 Sistema de lubricación

Bomba de aceite. Es la encargada de enviar aceite del cárter hacia los cojinetes, pistones, eje de levas, válvulas y otras partes. Esta bomba funciona por acción de la banda de distribución.

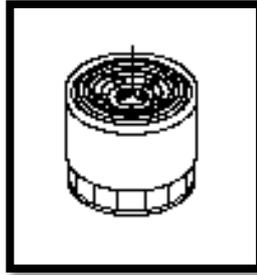
Figura 23. Bomba de aceite



Fuente: http://automotriz.net/tecnica/images/conocimientos-basicos/bomba-aceite-trocoide2_2.jpg

Filtro de aceite. Está montado entre el cárter y la bomba de aceite, ayuda a retener las partículas metálicas, suciedad, carbón y otras impurezas del aceite.

Figura 24. Filtro de aceite

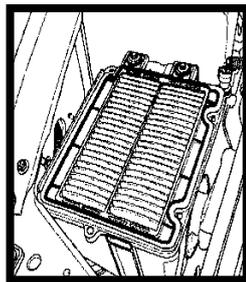


Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2.7 Sistema de admisión

Filtro de aire. Se encuentra colocado en la entrada del sistema de admisión del motor y nos ayuda a retirar impurezas que posee el aire antes de entrar a la cama de combustión.

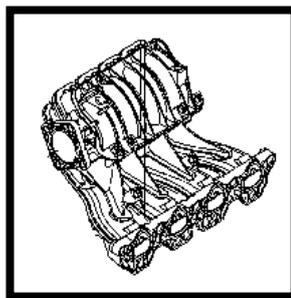
Figura 25. Filtro de aire



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Colector de admisión. El colector de admisión es de poliamida, se encuentra en la culata y distribuye el aire a la cámara de combustión.

Figura 26. Colector de admisión



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

2.2.8 Sistema de escape

Colector de escape. El colector de escape está construido de hierro nodular Si-Mo², su función es permitir el flujo de los gases de escape provenientes de la cámara de combustión hacia al exterior.

Figura 27. Colector de escape



Fuente: http://www.repuestoscalificados.com/Multiple_de_escape.html

Convertidor catalítico. Este dispositivo produce una reacción química que reduce los niveles de emisiones contaminantes a través de la utilización de elementos calicitos que son paladio, platino y rodio, los cuales reducen tres grasas altamente contaminantes.

Figura 28. Convertidor catalítico



Fuente: <http://guayaquil.nexolocal.com.ec/p5607542-catalizadores-de-escape-de-toda-medida-y-todo-tipo-de-vehicu>

En un catalizador de triple vía ocurren tres reacciones simultáneas:

1. Reducción de óxidos de nitrógeno a nitrógeno y oxígeno: $2\text{NO}_x \rightarrow x\text{O}_2 + \text{N}_2$
2. Oxidación de monóxido de carbono a dióxido de carbono: $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$
3. Oxidación de hidrocarburos no o parcialmente quemados a dióxido de carbono y agua: $\text{C}_x\text{H}_{2x+2} + [(3x+1)/2] \text{O}_2 \rightarrow x\text{CO}_2 + (x+1) \text{H}_2\text{O}$.

2.3 Cálculos del motor 1.6 4cil DOHC 16V – G16D

Tabla 1. Especificación del motor

Tipo	Motor de 4 tiempos
# De cilindros	4 en línea
Calibre x carrera	77,9 x 815 mm
Potencia efectiva	110 hp @ 6.400 rpm
Torque	144 N.m @ 4.000 rpm

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diámetro del cilindro. Es el diámetro del cilindro en el bloque del motor.

$$\begin{aligned}\phi &= 77,9 \text{ mm} = 7,79 \text{ cm} \\ r &= \phi/2 \\ r &= 7,79 \text{ cm}/2 = 3,895 \text{ cm}\end{aligned}\tag{1}$$

Carrera. Distancia total recorrida por el extremo superior del émbolo al moverse entre las posiciones extremas PMS Y PMI. (DÍAZ, 2008 pág. 176).

$$C = 81,5 \text{ mm} = 8,15 \text{ cm}$$

2.3.1 Cálculo del volumen unitario V_u . Es el espacio total entre el punto muerto superior y el punto muerto inferior en un cilindro del motor.

$$\begin{aligned}V_u &= \pi \times r^2 \times C \\ V_u &= \pi \times (3,895)^2 \times 8,15 = 388,44 \text{ cm}^3\end{aligned}\tag{2}$$

2.3.2 Cálculo del volumen total $V_{cil \text{ total}}$. Es el volumen unitario multiplicado por el número de cilindros.

$$\begin{aligned}V_{cil \text{ total}} &= V_u \times \# \text{ cilindros} \\ V_{cil \text{ total}} &= 388,44 \times 4 = 1553,76 \text{ cm}^3\end{aligned}\tag{3}$$

2.3.3 Cálculo de la cilindrada total VH . Es la suma del volumen total más el volumen total de las cámaras de combustión. Donde el volumen de la cámara de combustión V_{cc} es $45,69 \text{ cm}^3$.

$$VH = V_{cil \text{ total}} + V_{cc} \quad (4)$$

$$VH = 1553,75 + 45,69 = 1599,45 \text{ cm}^3$$

2.3.4 Cálculo de la presión media P_m . Es el valor que nos indica el grado de explotación de la cilindrada del motor.

$$P_m = 13,77 \text{ bar} = \text{valor encontrado mediante el análisis termodinámico}$$

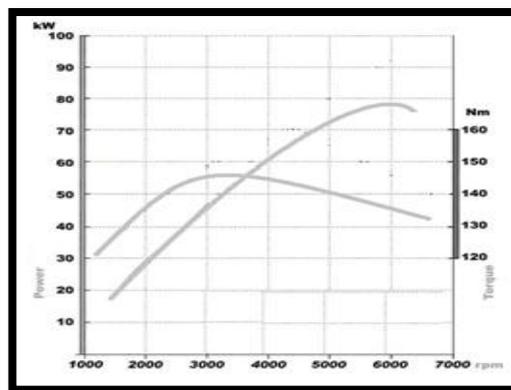
2.3.5 Cálculo de la potencia indicada P_i . La potencia indicada puede ser calcula partiendo del ciclo indicado cuya área representa el trabajo realizado por el gas en el interior del cilindro durante un ciclo. (DÍAZ, 2008 pág. 183).

$$P_i = V_h \times P_m \times \text{rpm}/1200 \quad (5)$$

$$P_i = 1599,45 \times 13,77 \times 6000/1200 = 110,086 \text{ kW}$$

2.3.6 Cálculo de la potencia efectiva P_e . Es la potencia transmitida por el eje del cigüeñal del motor a la transmisión, para así obtener el trabajo útil.

Figura 29. Curva potencia del motor



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

$$P_e = 76,81 \text{ kW} \rightarrow \text{Del manual}$$

2.3.7 Cálculo del rendimiento mecánico η . Conociendo la potencia indicada y la efectiva se puede recabar el rendimiento mecánico del motor. Que es un índice de la importancia de la pérdida de potencia causada por la resistencia pasiva. (DÍAZ, 2008 pág. 187).

El valor de resistencia mecánica total a torque máximo varia de 0.8 a 0.9 (DÍAZ, 2008 pág. 189).

$$\eta = (Pe/Pi) \times (100) \quad (6)$$

$$Pi = (76,81/110.086) \times 100 = 70\%$$

2.3.8 Cálculo del consumo de combustible B

Dónde: b_i = gasto específico indicado de combustible; y su valor es b_i 265g/kWh según la tabla 5.1. (PACKRÁTOV, 1987)

$$B = (b_i \times Pi)/3600 \quad (7)$$

$$B = (265 \text{ gr/kWh} \times 110,086 \text{ kW})/3600 = 0,0081 \text{ gr/s}$$

2.3.9 Cálculo del rendimiento indicado η_i . Es la relación entre el área del ciclo indicado y el área del ciclo ideal. (DÍAZ, 2008 pág. 201).

Dónde: Q_{in} = Poder calorífico inferior del combustible (kJ/kg) y para los motores a gasolina el valor es de 43800kJ/kg.

$$\eta_i = Pi/(B \times Q_{in}) \quad (8)$$

$$\eta_i = [110,086 \text{ kW}/(0,0081 \text{ gr/s} \times 43800 \text{ kJ/kg})] \times (100) = 31 \%$$

2.3.10 Cálculo del rendimiento efectivo η_e . Es la relación entre el trabajo útil en el eje del motor y el equivalente a la energía calorífica del combustible consumido, es igual al producto del rendimiento termodinámico por el rendimiento mecánico. (DÍAZ, 2008 pág. 202).

$$\eta_e = n_m \times \eta_i \quad (9)$$

$$\eta_e = (70 \times 31)(100) = 22\%$$

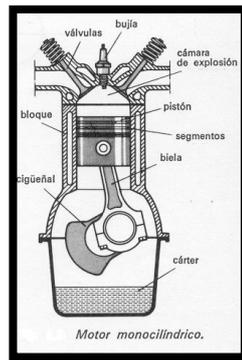
2.3.11 Cálculo de la velocidad media del émbolo V_m . Es un parámetro de gran importancia para establecer las condiciones de funcionamiento de los elementos del motor y da una idea del rendimiento mecánico.

$$V_m = (l \times z)/30 \quad (10)$$

$$V_m = (0.08 \text{ m} \times 4000 \text{ rpm})/30 = 10.66 \text{ m/s}$$

2.3.12 Cálculo del área del cilindro A_c . El área del cilindro está dado por el valor Π multiplicado por el radio del cilindro elevado al cuadrado.

Figura 30. Cilindro del motor



Fuente:http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/Nociones_geometria_analitica/Geome_7.htm

$$A_c = \pi \times r^2 \quad (11)$$

$$A_c = \pi \times 3.895^2$$

$$A_c = 47,66 \text{ cm}^2$$

2.3.13 Cálculo de la fuerza máxima del émbolo $F_e \text{ máx}$. Es la presión que se ejerce en el área del cilindro en el émbolo.

$$F_{e \text{ máx}} = 100 \times P_m \times A_c \quad (12)$$

$$F_{e \text{ máx}} = 100 \times 13,77 \text{ bar} \times 47,66 \text{ cm}^2$$

$$F_{e \text{ máx}} = 6.56 \text{ N}$$

2.3.14 *Cálculo de la potencia unitaria P_u .* Relación que existe entre la potencia efectiva y la cilindrada del motor.

$$P_u = P_e / V_h \quad (13)$$

$$P_u = 76,81 \text{ kW} / 1,6$$

$$P_u = 48,01 \text{ kW} / l$$

2.3.15 *Cálculo de la relación de peso por unidad de potencia G_p .* Relación entre el peso del motor y la potencia efectiva. Donde G motor es el peso del motor y es de 102 kg.

$$G_{p,motor} = G_{motor} / P_e \quad (14)$$

$$G_{p,motor} = 102 \text{ kg} / 76,81 \text{ kW}$$

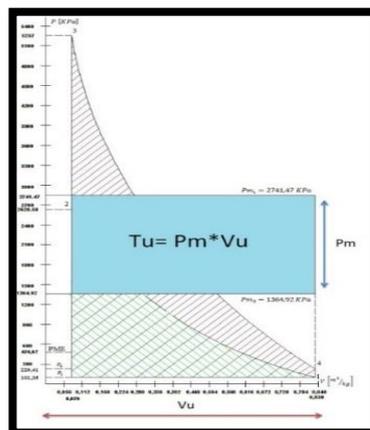
$$G_{p,motor} = 1,326 \text{ kg/kW}$$

2.3.16 *Cálculo del trabajo útil T_u .* Es el trabajo útil generado en el ciclo equivale al área del diagrama resultante durante la admisión y escape.

$$P_m = 13,77 \text{ bar} \times (1 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} / 1 \text{ bar})$$

$$P_m = 13,77 \text{ kgf/cm}^2$$

Figura 31. Trabajo útil



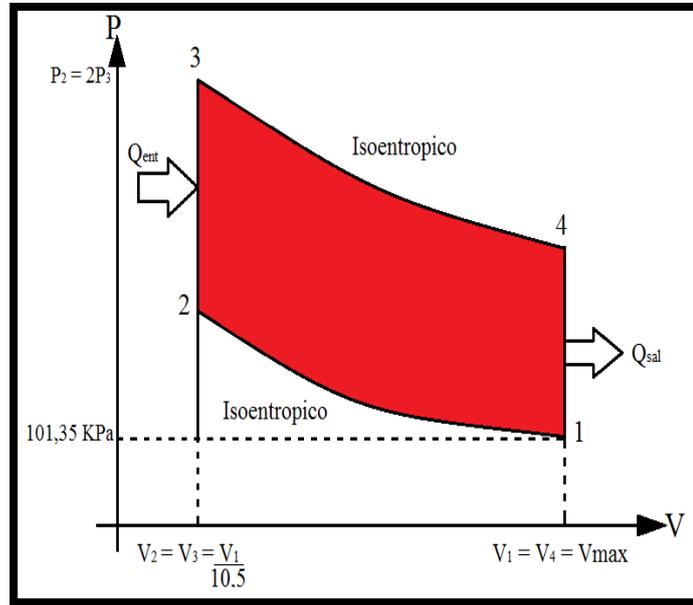
Fuente: Autores

$$T_u = P_m \times V_u \quad (15)$$

$$T_u = 13,77 \text{ kgf/cm}^2 \times 388,44 \text{ cm}^3 = 5347,054 \text{ kgf} \times \text{cm}$$

Diagrama P-V ciclo OTTO para análisis termodinámico.

Figura 32. Diagrama del ciclo



Fuente: Autores

2.3.17 Análisis termodinámico

Proceso de admisión.

Donde:

La Presión 1 es $P_1 = 1 \text{ atm} \rightarrow 101.35 \text{ kPa}$

Temperatura 1 es $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 293 \text{ }^\circ\text{K}$

Relacion de compresión $\phi = 10,5$

Proceso 1-2 Compresión isentrópica de un gas ideal.

Utilizando un temperatura $T_1 = 293 \text{ }^\circ\text{K}$

Al realizar la interpolación mediante la tabla de termodinámica de Cengel encontramos:

Tabla 2. Tabla de interpolación

T	U	Vr
290	206,91	676,1
293	U1	VR1
295	210,49	647,9

Fuente: Autores

Donde:

T es temperatura; U es la energía interna total y Vr es el volumen relativo

$$U_1 = \frac{(293 - 290) \times (210,49 - 206,91)}{(295 - 290)} + 206,91 = 209,058 \text{ kJ/kg}$$

$$Vr_1 = \frac{(293 - 290) \times (647,9 - 676,1)}{(295 - 290)} + 676,10 = 659,20$$

$$T_1 = 293 \text{ } ^\circ K \begin{cases} U_1 = 209,058 \text{ kJ/kg} \\ Vr_1 = 659,20 \end{cases}$$

$$\frac{Vr_2}{Vr_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow Vr_2 = \frac{V_2}{V_1} Vr_1 \rightarrow \frac{1}{\phi} Vr_1 \rightarrow \frac{1}{10,5} \times 659,2 = 62,78$$

Al realizar la interpolación mediante la tabla de termodinámica de Cengel encontramos:

Utilizando un valor de volumen relativo 2 $Vr_2 = 62,78$

Tabla 3. Tabla de interpolación proceso de 1-2

T	U	Vr
720	528,14	64,53
T2	U2	62,78
730	536,07	62,13

Fuente: Autores

$$T_2 = \frac{(62,78 - 62,13) \times (730 - 720)}{(64,53 - 62,13)} + 720$$

$$T_2 = 723 \text{ } ^\circ K$$

$$U_2 = \frac{(62,78 - 64,53) \times (536,07 - 528,14)}{(62,13 - 64,53)} + 528,14$$

$$U_2 = 533,93$$

$$V_{r2} = 62,78 \begin{cases} T_2 = 723 \text{ }^\circ\text{K} \\ U_2 = 533,93 \text{ kJ/kg} \end{cases}$$

$$\frac{P_2 \times V_2}{T_2} = \frac{P_1 \times V_1}{T_1} \rightarrow P_2 = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{T_2}{T_1} \times P_1 \rightarrow 10,5 \times \frac{723,71 \text{ }^\circ\text{K}}{293 \text{ }^\circ\text{K}} \times 101,35 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 2628,50 \text{ kPa}$$

Proceso 2-3 adición de calor a volumen constante.

Dónde:

$$P_3 = 2P_2 \text{ y } V_3 = V_2$$

$$\frac{P_3 \times V_3}{T_3} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2} \rightarrow T_3 = \frac{P_3}{P_2} \times \frac{V_3}{V_2} \times T_2 \rightarrow 2 \times 723,71 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_3 = 1447,41 \text{ }^\circ\text{K}$$

Al realizar la interpolación mediante la tabla de termodinámica de Cengel encontramos:

Utilizando un valor de temperatura $T_3 = 1447,41 \text{ }^\circ\text{K}$

Tabla 4. Tabla de interpolación proceso de 2-3

T	U	Vr
1440	1150,13	8,153
1447,41	U3	VR3
1460	1168,47	7,801

Fuente: Autores

$$U_3 = \frac{(1447,41 - 1440) \times (1168,47 - 1150,13)}{(1460 - 1440)} + 1150,13$$

$$U_3 = 1156,92 \text{ kJ/kg}$$

$$Vr_3 = \frac{(1447,41 - 1440) \times (7,801 - 8,153)}{(1460 - 1440)} + 8,153$$

$$Vr_3 = 8,023$$

$$T_3 = 1447,41 \text{ } ^\circ K \begin{cases} U_3 = 1156,92 \text{ kJ/kg} \\ Vr_3 = 8,023 \end{cases}$$

Cálculo de la transferencia de calor que entra al ciclo:

$$q_{ent} = U_3 - U_2 \quad (16)$$

$$q_{ent} = 1156,92 - 533,93 = 623 \text{ kJ/kg}$$

Proceso 3-4 expansión isoentropica de un gas ideal.

Dónde:

$$V_4 = V_1 \text{ y } V_3 = V_2$$

$$\frac{Vr_4}{Vr_3} = \frac{V_4}{V_3} \rightarrow Vr_4 = \frac{V_4 \times Vr_3}{V_3} \rightarrow \varphi \times Vr_3 \rightarrow 10,5 \times 8,023 = 84,24$$

Al realizar la interpolación mediante la tabla de termodinámica de Cengel encontramos:

Utilizando un valor de volumen relativo $Vr_4 = 84,24$

Tabla 5. Tabla de interpolación proceso de 3-4

T	U	Vr
650	473,25	85,34
T4	U4	84,24
660	481,01	81,89

Fuente: Autores

$$T_4 = \frac{(84,24 - 85,34) \times (660 - 650)}{(81,89 - 85,34)} + 650$$

$$T_4 = 671,36 \text{ } ^\circ K$$

$$U_4 = \frac{(84,24 - 85,34) \times (481,01 - 473,25)}{(81,89 - 85,34)} + 473,25$$

$$U_4 = 475,72 \text{ kJ/kg}$$

$$V_{r4} = 84,24 \begin{cases} T_4 = 671,36 \text{ }^\circ\text{K} \\ U_4 = 475,72 \text{ kJ/kg} \end{cases}$$

Proceso 4-1 rechazo de calor a volumen constante.

Cálculo de rechazo de calor en el ciclo:

$$q_{sal} = U_4 - U_1 \quad (17)$$

$$q_{sal} = 475,72 - 209,06 = 266,67 \text{ kJ/kg}$$

2.3.18 *Cálculo del trabajo neto del ciclo.* Es el resultado de la diferencia entre el calor de entrada y el calor de salida en el ciclo de trabajo.

$$W_{neto} = Q_{ent} - Q_{sal} \quad (18)$$

$$W_{neto} = 623 - 266,67 = 356,33 \text{ kJ/kg}$$

2.3.19 *Cálculo de la eficiencia térmica.* Es la relación entre la energía calórica del combustible y el trabajo desarrollado por los gases.

$$\eta = \frac{W_{neto}}{q_{ent}} \quad (19)$$

$$\eta = \frac{356,33}{623} \times 100 = 57 \%$$

2.3.20 *Cálculo del volumen máximo y volumen mínimo en el ciclo*

$$\varphi = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V_1}{V_2} \quad (20)$$

$$V_{max} = V_4 = V_1 = \frac{R \times T_1}{P_1} = \frac{0,287 \frac{\text{m}^3 \text{kPa}}{\text{ }^\circ\text{K kg}} \times 293 \text{ }^\circ\text{K}}{101,35 \text{ kPa}} = 0,83 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{min} = V_3 = V_2 = \frac{V_{max}}{\varphi} = \frac{0,83}{10,5} = 0,079 \text{ m}^3/\text{kg}$$

2.3.21 Cálculo de la presión media. Mediante análisis termodinámica se obtuvo los siguientes resultados.

$$\frac{P_4 \times V_4}{T_4} = \frac{P_3 \times V_3}{T_3} \rightarrow P_4 = \frac{P_3 \times V_3}{T_3 \times V_4} \times T_4$$

$$P_4 = \frac{2(2628,50 \text{ kPa}) \times 0,079 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \times 671,36 \text{ }^\circ\text{K}}{1447,41 \text{ }^\circ\text{K} \times 0,83 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 225,94 \text{ kPa}$$

$$P_{m1} = \frac{P_3 + P_4}{2} = \frac{5257 + 232,22}{2} = 2744,61 \text{ kPa}$$

$$P_{m2} = \frac{P_2 + P_1}{2} = \frac{2628,50 + 101,35}{2} = 1364,92 \text{ kPa}$$

$$P_m = P_{m1} - P_{m2} \quad (21)$$

$$P_m = 2744,61 - 1364,92 = 1376,546 \text{ kPa} \rightarrow 13,77 \text{ bar}$$

2.3.22 Cálculo de la eficiencia térmica con aire frío estándar para motor Otto

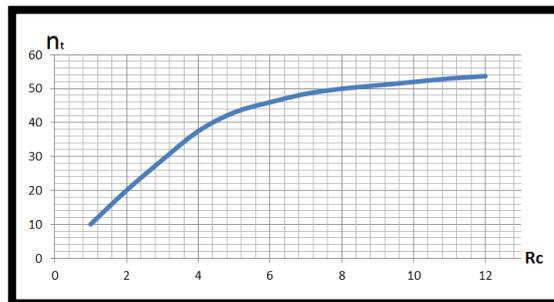
Dónde:

$K = \text{Temperatura ambiente} \cong 1,4$

$$\eta_{otto} = \frac{1}{\phi^{k-1}} \quad (22)$$

$$\eta_{otto} = \frac{1}{10,5^{1,4-1}} \times 100 = 39,04 \%$$

Figura 33. Rendimiento térmico del motor



Fuente: Autores

2.3.23 Cálculo de la presión media efectiva del ciclo. Nos ofrece una indicación del empuje de los gases durante las fases de combustión y expansión, así como de las pérdidas por calor o fricción durante un ciclo operativo en un motor. (km77, 2013)

$$PME = \frac{W_{neto}}{V_1 - V_2} \quad (23)$$

$$PME = \frac{W_{neto}}{V_1 - \frac{1}{\phi}} = \frac{356,33 \frac{kJ}{kg}}{0,83 \frac{m^3}{kg} - \frac{1}{10,5}} \times \left(\frac{kPa m^3}{1 kJ} \right) = 474,675 kPa$$

2.4 OBDII (On Board Diagnostics Second Generation)

2.4.1 Diagnóstico a bordo segunda generación. Los sistemas integrados de diagnóstico están presentes en la mayoría de los automóviles y camionetas de hoy en día. Durante los años 70s y principios de los 80s los fabricantes comenzaron a usar medios electrónicos para controlar las funciones y diagnosticar problemas de motor. Esto fue principalmente para satisfacer las normas de emisión de gases contaminantes de EPA. A través de los años los sistemas de diagnóstico se han vuelto más sofisticados. El estándar más reciente es OBD-II, este estándar fue introducido a mediados de los 90s, controla el motor casi completamente y también monitorea partes del chasis, el cuerpo, los accesorios y la red de diagnóstico de control del coche. (e-auto, 2013)

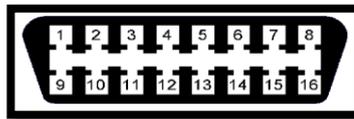
Funciones del OBDII. En la actualidad los automóviles, poseen una o varias ECU “Electronic Control Unit”, que se encargan de gestionar ciertos parámetros para asegurar su buen funcionamiento. Los parámetros principales que controla son los siguientes:

- Velocidad
- Carga
- Temperatura del motor
- Consumo de combustible
- Temperatura ambiente
- Caudal de aire
- Emisiones

Los automóviles actuales, incorporan una gran cantidad de sensores que permiten conocer a las ECU, cuales son las condiciones externas, y decidir cómo actuar sobre el motor. En caso de que alguno de los parámetros se salga de los rangos marcados, el sistema OBD II, es el encargado de almacenar esta información, y avisar al conductor de que algo sufre un mal funcionamiento, señalizando con un indicador luminoso que es recomendable ir al taller a revisar que error se ha producido. (ClubEnsayos, 2013).

El conector. El conector del sistema OBDII debe cumplir normas según, ISO 15031-3:2004.

Figura 34. Conector OBDII



Fuente: <http://automotrizenvideo.com/configuracion-de-pines-en-el-conector-de-obdii/>

Códigos de error. Los códigos de falla están regulados por la norma SAE J1979 y es el estándar que, hoy en día, usan los fabricantes de vehículos. Los códigos de falla constan de 5 caracteres, que son una letra seguida de cuatro números. (e-auto, 2013)

El código tiene el siguiente formato: YXXXX (ej. P0308)

Donde Y, el primer dígito, representa la función del vehículo.

- **Código B** = Sistemas de la carrocería
- **Código C** = Sistemas del chasis
- **Código U** = Comunicaciones de la red
- **Código P** = Sistemas del tren de potencia [Motor y Transmisión]

El segundo dígito indica la organización responsable de definir el código.

- 0 = SAE (código común a todas las marcas)
- 1 = El fabricante del vehículo (código diferente para distintas marcas)

El tercer dígito representa la función específica del vehículo:

- 0 = El sistema electrónico completo
- 1 y 2 = Control de aire y combustible
- 3 = Sistema de encendido
- 4 = Control de emisión auxiliar
- 5 = Control de velocidad y ralentí
- 6 = ECU y entrada y salidas
- 7 = Transmisión

El cuarto y quinto dígito están relacionados específicamente con la falla. Entonces el código P0308 indica un problema en la electrónica del motor (P), definido por SAE (0) y común a cualquier vehículo, relacionado con este sistema de vehículo (3), y la falla en el cilindro #8 (8).

Sistemas de lectura. En la actualidad existen una serie de escáner capases de leer códigos de falla del sistema OBDII, algunos permiten realizar funciones avanzadas tales como activar ciertos elementos del sistema y otros más sencillos que solo permiten observar los códigos de fallas. El escáner automotriz se ha convertido en la herramienta principal para el diagnóstico de los sistemas de inyección.

Figura 35. Lectores de OBDII



Fuente:http://spanish.cardiagnosticstools.com/china-ps701_japanese_car_diagnostic_tools-1.html

Lista de códigos de falla más comunes:

Sensor de temperatura del aire de la admisión IAT

P0112 DTC: IAT voltaje bajo.

P0113 DTC: IAT voltaje alto.

Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión MAP

P0107 DTC: MAP voltaje bajo.

P0108 DTC: MAP voltaje alto.

Sensor de temperatura del refrigerante ECT

P0117 DTC: ECT voltaje bajo.

P0118 DTC: ECT voltaje alto.

Sensor de posición de la aleta del acelerador TPS

P0122 DTC: TPS voltaje bajo.

P0123 DTC: TPS voltaje alto.

Sensor de oxígeno

P0131 DTC: Sensor del voltaje bajo del circuito.

P0132 DTC: Sensor del voltaje alto del circuito.

Sensor de detonaciones KS

P0327 DTC: Circuito KS

Sensor de posición del cigüeñal CKP

P0335 DTC: No detecta señal sensor CKP

P0336 DTC: Pulso incorrectos CKP

P0337 DTC: Circuito abierto CKP

Sensor de posición del árbol de levas CMP

P0016 DTC: Señal incorrecta del sensor CMP

P0340 DTC: No detecta señal sensor CMP

Sistema de inyección

P0201 DTC: Circuito control 1 inyector

P0202 DTC: Circuito control 2 inyector

P0203 DTC: Circuito control 3 inyector

P0204 DTC: Circuito control 4 inyector

Bobina de encendido

P0351 DTC: Circuito control de la bobina de ignición 1 y 4

P0352 DTC: Circuito control de la bobina de ignición 2 y 3

Válvula de control de ralentí IAC

P0506 DTC: Bajo velocidad ralentí

P0507 DTC: Alta velocidad ralentí

2.4.2 Aparatos de diagnóstico. Estos son elementos imprescindibles al momento de realizar diagnósticos y reparación de los sistemas de inyección electrónica, ya que permiten identificar rápidamente y con exactitud la causa del fallo.

Entre los aparatos de diagnóstico más utilizados tenemos los siguientes:

- Milímetro
- Osciloscopio

2.4.2.1 Multímetro. El multímetro, conocido también como tester, es un instrumento imprescindible en cualquier taller mecánico. Su nombre "multímetro" lo hereda debido

a que permite realizar mediciones en diferentes escalas. Dependiendo del modelo éste nos permitirá medir tensión de alimentación en volts voltaica, resistencias de componentes en ohms, revoluciones del motor, elementos iodos electrónicos, frecuencias, temperatura, etc. (Scribd, 2013)

Figura 36. Multímetro



Fuente: <http://articulo.deremate.com.ec>

2.4.2.2 Osciloscopio. A través de su pantalla permite visualizar el ciclo completo de funcionamiento de sensores y actuadores. Obteniendo así gráficas que permiten realizar un análisis detallado, cualitativo y cuantitativo de los valores recopilados, permitiendo diagnosticar de una forma rápida y precisa las averías del sistema de inyección electrónica.

Figura 37. Osciloscopio



Fuente: <http://www.preciolandia.com>

CAPÍTULO III

3. CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO

3.1 Diseño del banco didáctico

Se ha diseñado el banco didáctico tomado en cuenta normas básicas de estática, seguridad, para que los estudiantes puedan realizar las prácticas de una forma cómoda y segura.

También hemos considerado el peso del motor, ya que es el principal factor para la construcción de la estructura del banco didáctico, además debe soportar los componentes auxiliares del motor.

3.1.1 Cálculo y dimensionamiento. Para el dimensionamiento del banco, se han tomado en cuenta factores tales como son el peso y dimensiones de los elementos que componen el motor, además la funcionalidad, comodidad y seguridad fueron criterios fundamentales de diseño.

Las dimensiones del caballete se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6. Dimensiones del caballete

Peso	112 kg
Altura Máxima	62 cm
Largo	120 cm
Ancho	62 cm

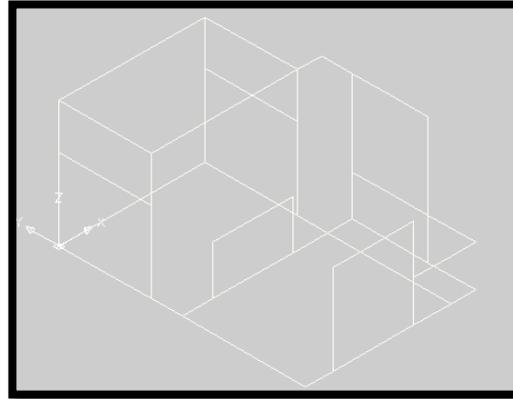
Fuente: Autores

3.1.1.1 Análisis estructural. La bancada está destinada a soportar los pesos de equipos, dando la estabilidad de forma que los equipos montados funcionen adecuadamente.

Procedimiento para el diseño estructural. Se realiza el modelo de la estructura en forma lineal en el software AUTOCAD. Después de este programa se importa la

estructura lineal al software SAP2000. Después en SAP2000 se asignan las cargas existentes y se analizan los resultados.

Figura 38. Diseño estructural



Fuente: Autores

Fuerzas aplicadas a una estructura. Se distinguen dos tipos de fuerzas actuando en un cuerpo: las externas y las internas.

Las externas son las actuantes o aplicadas exteriormente y las reacciones o resistentes que impiden el movimiento.

Las internas son aquellas que mantienen el cuerpo o estructura como un ensamblaje único y corresponden a las fuerzas de unión entre sus partes. Las actuantes son aquellas cargas a las que se ve sometida la estructura por su propio peso, por la función que cumple y por efectos ambientales. En primera instancia se pueden subdividir en cargas gravitacionales, cargas hidrostáticas y fuerzas ambientales (sismo, viento y temperatura).

Las gravitacionales son aquellas generadas por el peso propio y al uso de la estructura y se denominan gravitacionales porque corresponden a pesos. Entre ellas tenemos las cargas muertas y las cargas vivas.

Otra clasificación de las cargas es por su forma de aplicación: dinámicas y estáticas. Las cargas dinámicas son aquellas aplicadas súbitamente y causan impacto sobre la estructura. Las cargas estáticas corresponden a una aplicación gradual de la carga.

Cargas gravitacionales

- ***Cargas muertas.*** Son cargas permanentes y que no son debidas al uso de la estructura. En esta categoría se pueden clasificar las cargas correspondientes al peso propio y al peso de los materiales que soporta la estructura tales como acabados, divisiones, fachadas, techos, etc. Dentro de las cargas muertas también se pueden clasificar aquellos equipos permanentes en la estructura. En general las cargas muertas se pueden determinar con cierto grado de exactitud conociendo la densidad de los materiales.
- ***Cargas vivas.*** Corresponden a cargas gravitacionales debidas a la ocupación normal de la estructura y que no son permanentes en ella. Debido a la característica de movilidad y no permanencia de esta carga el grado de incertidumbre en su determinación es mayor. La determinación de la posible carga de diseño ha sido objeto de estudio durante muchos años y gracias a esto, por medio de estadísticas, se cuenta en la actualidad con una buena aproximación de las cargas vivas de diseño según el uso de la estructura. Las cargas vivas no incluyen las cargas ambientales como sismo o viento.

Para efectos de diseño es el calculista quien debe responder por la seguridad de la estructura en su vida útil, para esto cuenta con las ayudas de las normas y códigos de diseño donde se especifican las cargas vivas mínimas a considerar.

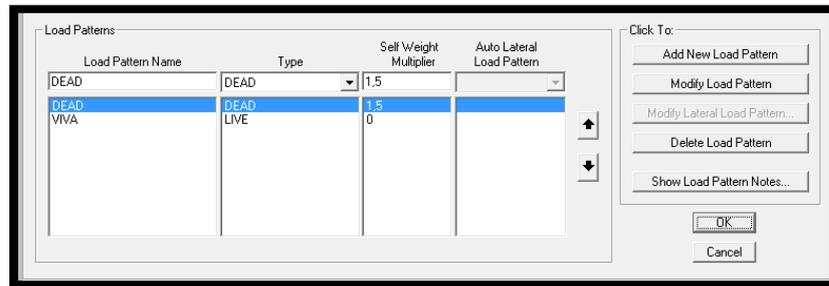
Asignación de cargas en la estructura

Cargas vivas. Personas que se pueden subir a la estructura (por mantenimiento, recambio de elementos, etc.)

Cargas muertas.

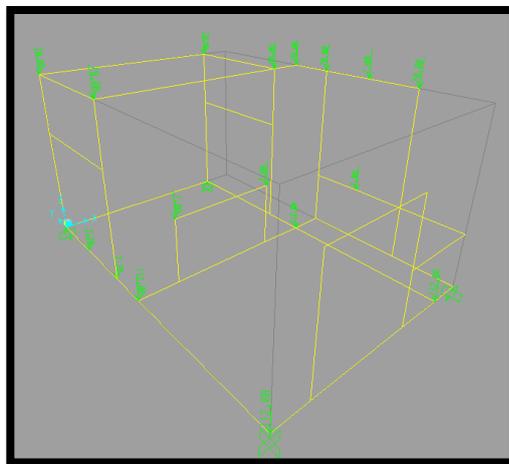
- Batería 14,5 kg
- Peso del tanque de combustible 7 kg
- Peso del motor 112 kg

Figura 39. Cargas



Fuente: Autores

Figura 40. Distribución de cargas en la estructural



Fuente: Autores

Métodos de diseño. Sabemos que las cargas en sí son probabilísticas y su ocurrencia con otras también es de naturaleza variable. Esta condición sumada a la condición también probabilística de los materiales, métodos de análisis y de construcción hace que en el diseño existan incertidumbres. Como protección a los bienes comunes se dio origen a las normas de construcción en las cuales se aceptan varios métodos de diseño.

Los métodos de diseño se dividen en determinísticos y probabilísticos. Entre los determinísticos está el método de esfuerzos de trabajo y el método de la rotura y en probabilísticos tenemos el método de los estados límites.

- **Método esfuerzos de trabajo.** Los esfuerzos calculados elásticamente no deben exceder de un valor límite especificado, en este caso se trabajan con factores de seguridad que reducen los esfuerzos de trabajo.

- **Método de resistencia última o de la rotura.** Se llevan los esfuerzos hasta la falla o rotura y se trabaja con cargas últimas o factoradas (cargas reales multiplicadas por factores de mayoración). Este método trabaja para los estados límites de resistencia considerando las solicitaciones últimas de un miembro estructural o de una estructura.
- **Método de estados límite.** Trabaja con el criterio de que la probabilidad de falla para ciertos estados límites este dentro de valores aceptables. Este método tiene en cuenta el efecto probabilístico tanto de las cargas como de las propiedades de los materiales, y por lo tanto trabaja factorando las cargas y reduciendo las resistencias.

Crterios de falla. Una estructura falla cuando deja de cumplir su función. Esto puede ocurrir o por desmoronamiento de ella o una de sus partes o por deformación excesiva.

La falla por deformación puede ser por deformación elástica (recupera su forma una vez quitada la carga) o por deformación permanente. Este caso representa aquellas estructuras que producen un sentimiento de inseguridad en el usuario y que por lo tanto dejan de ser funcionales. Las fallas por desmoronamiento parcial o total son aquellas producidas por inestabilidad o por falta de resistencia de los materiales.

Algunos códigos de diseño

- AISC
- ANSI (American National Standard Building Code)
- ACI
- LRFD
- AASHTO
- CÓDIGO INTERNACIONAL

Combinación de cargas o estados de carga

Los estados de carga se definen como las posibles cargas que se presentan durante la vida útil de la estructura. Existen estados de carga del uso normal de la estructura, cargas muertas y vigas; estados de carga temporales como aquellas de viento, sismo, o la misma construcción.

Asignación de combinaciones de carga

D – Muerta

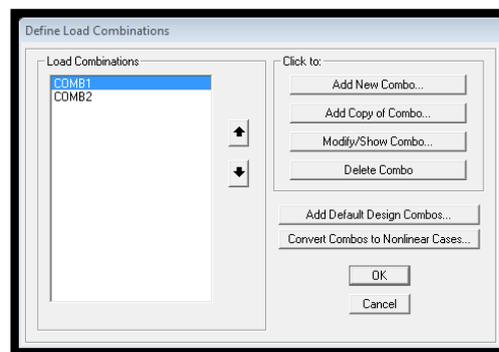
L – VIVA

En el caso de la estructura en estudio esta únicamente sometida a dos cargas por ende las combinaciones aplicando la norma –AISC son:

D

D+L

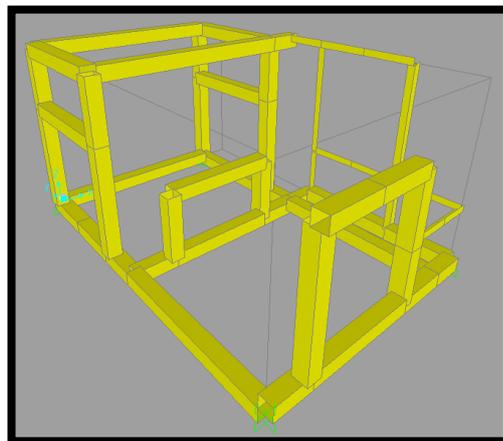
Figura 41. Definición de cargas combinadas



Fuente: Autores

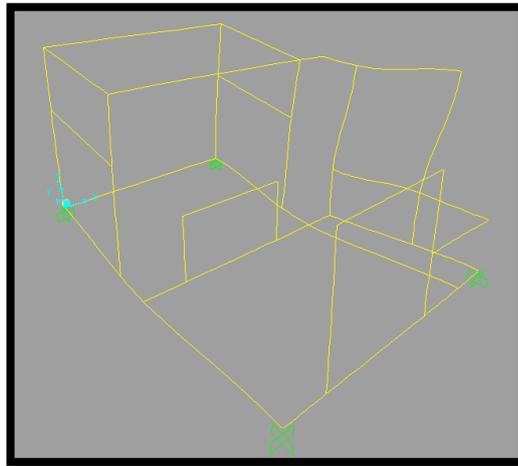
Resultados del análisis

Figura 42. Resultado de análisis en SAP 2000



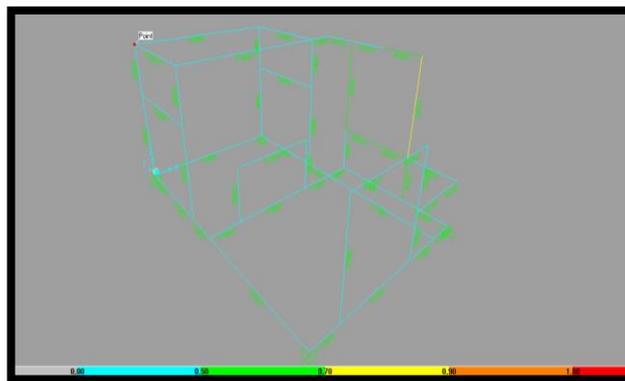
Fuente: Autores

Figura 43. Estructura deformada



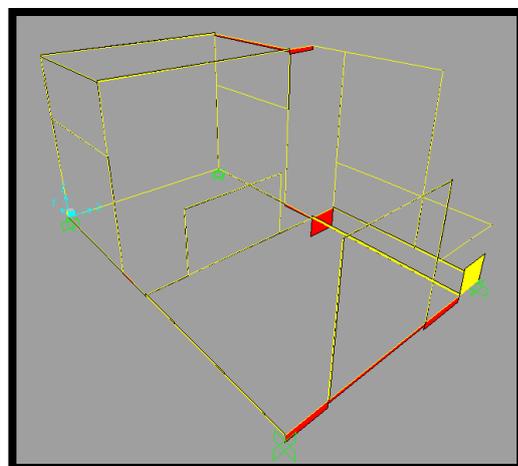
Fuente: Autores

Figura 44. Análisis de la estructura



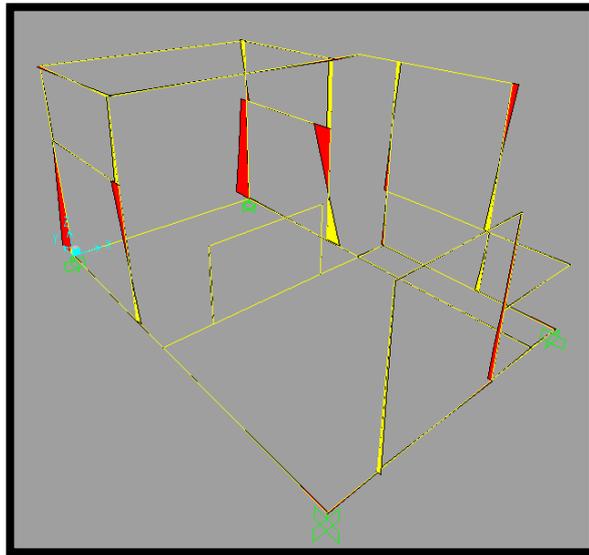
Fuente: Autores

Figura 45. Esfuerzos de torsión



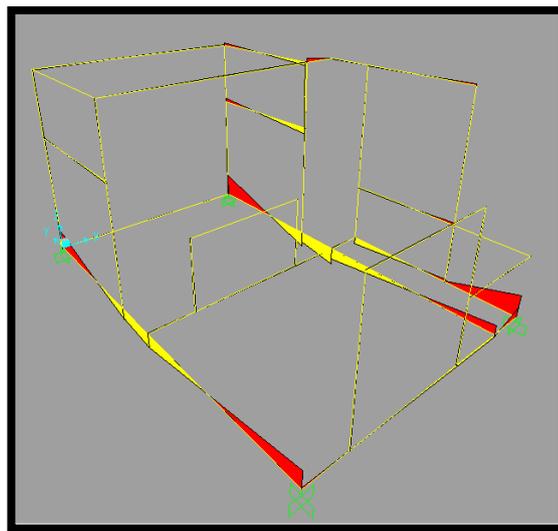
Fuente: Autores

Figura 46. Gráficas de momento (ordenadas)



Fuente: Autores

Figura 47. Gráficas de momentos (abscisas)



Fuente: Autores

Como se puede observar la estructura en estadio se encuentra dentro de los límites adecuados de acuerdo al código de colores, por ende la estructura es capaz de soportar la carga a las que ha sido expuesta.

Las bancadas de los equipos pueden fabricarse principalmente por procesos de fundición, o realizando una estructura con perfiles estructurales soldados.

Los materiales a utilizar son los siguientes:

- Tubo cuadrado 50x50x2, de acero A36.
- Angulo 25x2, de acero A36.

3.2 Aplicaciones y utilidad

Aplicación. El banco didáctico del motor Chevrolet Aveo, tendrá la aplicación directa en el laboratorio de inyección electrónica para el aprendizaje y mejorar las habilidades de los estudiantes.

Utilidad. La utilidad del banco didáctico depende del tipo de método de enseñanza que se emplee, es decir, dependerá de la importancia que el docente de a la práctica.

3.3 Construcción del banco

El banco didáctico es un sistema compuesto por un motor que funcionará en condiciones reales y que va montado sobre una estructura metálica construida por un tubo cuadrado estructural de acero, cuyas uniones en el módulo inicial son realizadas con suelda convencional 60-11; el módulo se moverá gracias a la disposición de cuatro ruedas industriales en sus puntos de apoyo con el suelo.

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

Estructura soportante

- Tubo cuadrado estructural de Acero A500
- Suelda 60-11 en uniones
- 4 ruedas industriales
- Fondo y pintura

Soporte para el radiador

- Tubo cuadrado estructural de acero
- Platina de acero
- Suelda 60-11

- Fondo y pintura
- Pernos

Tablero de Control

- Plancha de madera MDF
- Tubo rectangular
- Elementos eléctricos de control
- Pernos

3.3.1 *Proceso constructivo.* La estructura soportante se ha construido con tubo cuadrado estructural de acero.

El banco consta de algunas piezas de tubo cuadrado estructural acero de las cuales se encuentran soldadas entre sí con electrodos AGA 60-11, tiene cuatro puntos de apoyo sobre el piso para 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.

Figura 48. Caballete



Fuente: Autores

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

- Una base de forma rectangular como se muestra en la figura, la cual está compuesta por cuatro tubos cuadrados de acero los cuales se encuentran soldadas entre sí con electrodos AGA 60.11

Figura 49. Base del caballete



Fuente: Autores

- Una estructura de tubo cuadrado estructural de acero en forma de U invertida

Figura 50. Soportes del motor



Fuente: Autores

- A continuación se construyó unas platinas de acero las cuales nos van a servir como bases para el motor.

Figura 51. Bases del motor



Fuente: Autores

Estos componentes van soldados entre sí para formar la estructura metálica donde va ensamblado el motor.

Figura 52. Caballete del motor



Fuente: Autores

3.3.1.1 *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, para así diseñar la estructura de tubo cuadrado y platina que sujetará con ayuda de tornillos al elemento de refrigeración, ésta se apoyará sobre la estructura principal en cuatro puntos como se observa en la siguiente figura.

Figura 53. Soporte del radiador



Fuente: Autores

3.3.1.2 *Soporte para el tablero de control.* Está constituido por una caja de madera debidamente tratada, en donde encontramos los elementos como tablero de control,

switch de encendido, conector OBDII y sus respectivas conexiones eléctricas, ésta se apoya sobre la estructura principal.

Figura 54. Soporte del tablero de control



Fuente: Autores

3.3.1.3 Acoplamiento del motor. El motor se acopla al chasis del banco por tres puntos de apoyo, con tres bases de goma para de esta forma evitar vibraciones y sonidos en el momento que se encuentre funcionando el motor.

Figura 55. Acoplamiento del motor



Fuente: Autores

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

La ubicación de los componentes en la maqueta didáctica del motor Chevrolet Aveo, es importante ya que debemos considerar los siguientes aspectos:

- Operatividad
- Seguridad
- Ergonomía

3.4.1 Disposición de los elementos en la maqueta didáctica

3.4.1.1 Motor. El motor con sus sistemas auxiliares forman un conjunto que es el alma central del banco didáctico del motor Chevrolet Aveo, por lo tanto estos elementos deban estar acoplados de tal manera que garantice la vida útil del banco didáctico.

En la Figura 57 se ilustra la disposición del motor en la maqueta junto sus sistemas auxiliares.

Figura 56. Disposición de las partes del motor



Fuente: Autores

3.4.1.2 Batería. La batería se encuentra alojada en la parte inferior de la maqueta, de tal manera que los cables de alimentación y de tierra se encuentren seguros, y en una localización óptima para que los estudiantes.

Se observa también, que la ubicación de la batería no está próxima al motor, lo que garantiza que no haya cambios de temperatura en este elemento, también es importante mencionar que la sujeción de la batería con la maqueta fue diseñada para evitar vibraciones producidas por los elementos móviles del motor.

Figura 57. Disposición de la batería



Fuente: Autores

3.4.1.3 Tubo de escape. Para el montar y diseño del nuevo sistema de escape fue necesario tomar precaución debido a los elementos que tienen contacto directo con el mismo, por esta razón se colocó una malla de acero a lo largo del sistema de evacuación de gases residuales, evitando de esta manera posibles daños en los elementos del motor.

Es importante indicar que debido a la corta longitud del sistema de escape, los gases residuales experimentan poca resistencia, lo que nos permite mejorar el rendimiento y la potencia del motor.

Figura 58. Disposición del tubo de escape



Fuente: Autores

3.4.1.4 Caja de fusibles principales. Por motivos de accesibilidad y el remplazo de estos elementos, la caja de fusibles está ubicada convenientemente para ingresar a ellos de forma directa, en el caso de existir alguna anomalía.

Figura 59. Disposición de la caja de fusibles principal



Fuente: Autores

3.4.1.5 Caja de fusibles secundarios. Este elemento fue colocado en un lugar conveniente y adecuado para llegar a ellos de manera rápida y fácil, pues son elementos que regularmente son sustituidos en caso de mal funcionamiento de los diversos sistemas del motor. Como se puede observar en la figura.

Figura 60. Disposición de la caja de fusibles secundaria



Fuente: Autores

3.4.1.6 Tablero de instrumentos. Se encuentra en la parte superior de la maqueta, este tiene elementos que nos ayudarán a dar un diagnóstico al motor, a su vez es de fácil acceso, este se encuentra construido dentro de una caja de madera para poder dar seguridad al tablero.

Figura 61. Disposición del tablero de instrumentos



Fuente: Autores

3.4.1.7 Tanque de combustible. Para el montaje fue necesario tomar factores de seguridad y de funcionalidad ya que es necesario la alimentación de combustible, es así que se colocó en la parte inferior derecha de nuestro banco didáctico.

Figura 62. Disposición del tanque de combustible

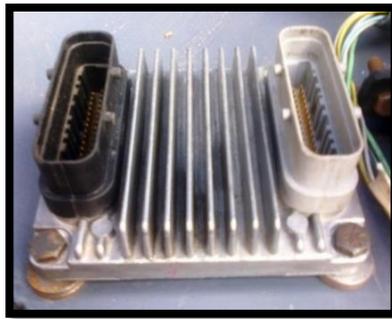


Fuente: Autores

3.5 Ensamble eléctrico

El módulo de control ECM está compuesto por dos puertos J1 y J2 como podemos visualizar en la siguiente figura.

Figura 63. Módulo de control ECM



Fuente: Autores

Conector del puerto

Figura 64. Conector del puerto



Fuente: Autores

Color de los cables

Los cables del sistema eléctrico tienen la siguiente disposición.

- Los cables tienen un aislamiento codificado por color.
- Un color para los cables del cableado principal del sistema.
- Dos colores para los sub-circuitos del sistema.
- Los cables marcados con rayas utilizan el siguiente código:

Código de color

Tabla 7. Código de colores de los cables

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

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

3.5.1 Ensamble eléctrico de sensores

3.5.1.1 Sensor de posición de la mariposa (TPS)

Ubicación. Se encuentra localizado en el múltiple de admisión, junto a la válvula reguladora de ralentí (IAC) como se puede observar en la siguiente figura.

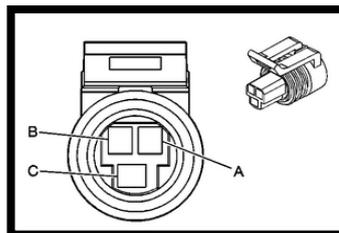
Figura 65. Sensor de posición de la mariposa



Fuente: Autores

Conexión

Figura 66. Conector del sensor TPS



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones respecto a la ECM como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 8. Conexión del sensor TPS

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
A	BN	J1	16	Referencia de 5 V.
B	B/W	J1	32	Baja referencia
C	W	J1	7	Señal del sensor de posición del acelerador

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama Eléctrico. El circuito eléctrico de este sensor se puede observar en la Figura 77.

3.5.1.2 Sensor de detonaciones (KS)

Ubicación. Está montado en la pared izquierda del bloque de cilindros como se puede ver en la siguiente figura.

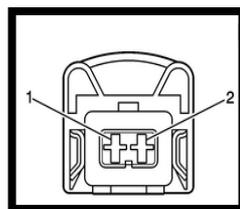
Figura 67. Sensor de detonación



Fuente: Autores

Conexión

Figura 68. Conector del sensor KS



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones como se puede observar en la tabla 9.

Tabla 9. Conexión del sensor KS

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
1	LB	J1	3	Señal del sensor de golpe KS
2	B	J1	32	Tierra

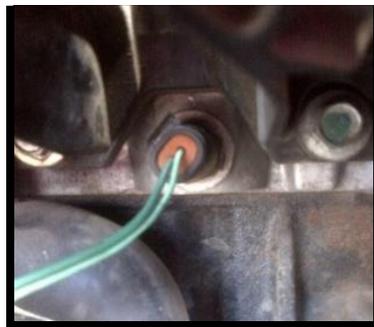
Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del sensor KS se puede observar en la Figura 77.

3.5.1.3 Sensor de temperatura de líquido refrigerante (ECT)

Ubicación. Éste sensor se ubica en el cabezote de motor como se indica en la siguiente figura.

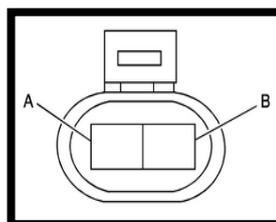
Figura 69. Sensor de temperatura



Fuente: Autores

Conexión

Figura 70. Conector del sensor ECT



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones respecto a la ECM como se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10. Conexión del sensor ECT

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
A	LG	J1	11	Señal del sensor de Temperatura ECT
B	G	J1	32	Baja referencia

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del sensor ETC se puede observar en la Figura 77.

3.5.1.4 Sensor de oxígeno

Ubicación. Se encuentra en la parte inferior del múltiple de escape, en donde recibe la información para luego enviarla a la ECM para ser procesada. En la siguiente figura se puede observar su posición.

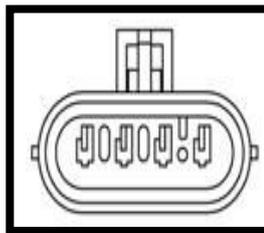
Figura 71. Sensor de oxígeno



Fuente: Autores

Conexión

Figura 72. Conector del sensor de oxígeno



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones respecto a la ECM como se puede observar en la tabla 11.

Tabla 11. Conexión del sensor de oxígeno

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
A	W	J1	27	Señal del sensor de Oxígeno O2
B	B/W	J1	32	Baja referencia

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del sensor O2 se puede observar en la siguiente Figura 89.

3.5.1.5 Sensor de temperatura de entrada de aire (IAT)

Ubicación. Éste se encuentra instalado en el conducto de admisión como se puede observar en la siguiente figura.

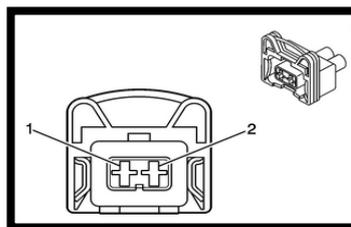
Figura 73. Sensor IAT



Fuente: Autores

Conexión

Figura 74. Conector del sensor IAT



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones respecto a la ECM como se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12. Conexión del sensor IAT

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
1	LG	J1	23	Señal del sensor de Temperatura de aire de admisión IAT
2	G	J1	32	Baja referencia

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del sensor IAT se puede observar en la Figura 77.

3.5.1.6 Sensor de presión absoluta del colector de admisión (MAP)

Ubicación. Éste sensor se encuentra instalado en el colector de admisión como se puede observar en la siguiente figura.

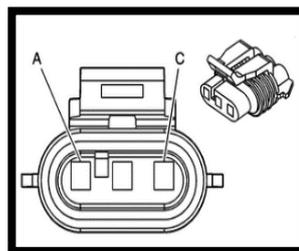
Figura 75. Sensor MAP



Fuente: Autores

Conexión

Figura 76. Conector del sensor MAP



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones respecto a la ECM como se puede observar en la tabla 13.

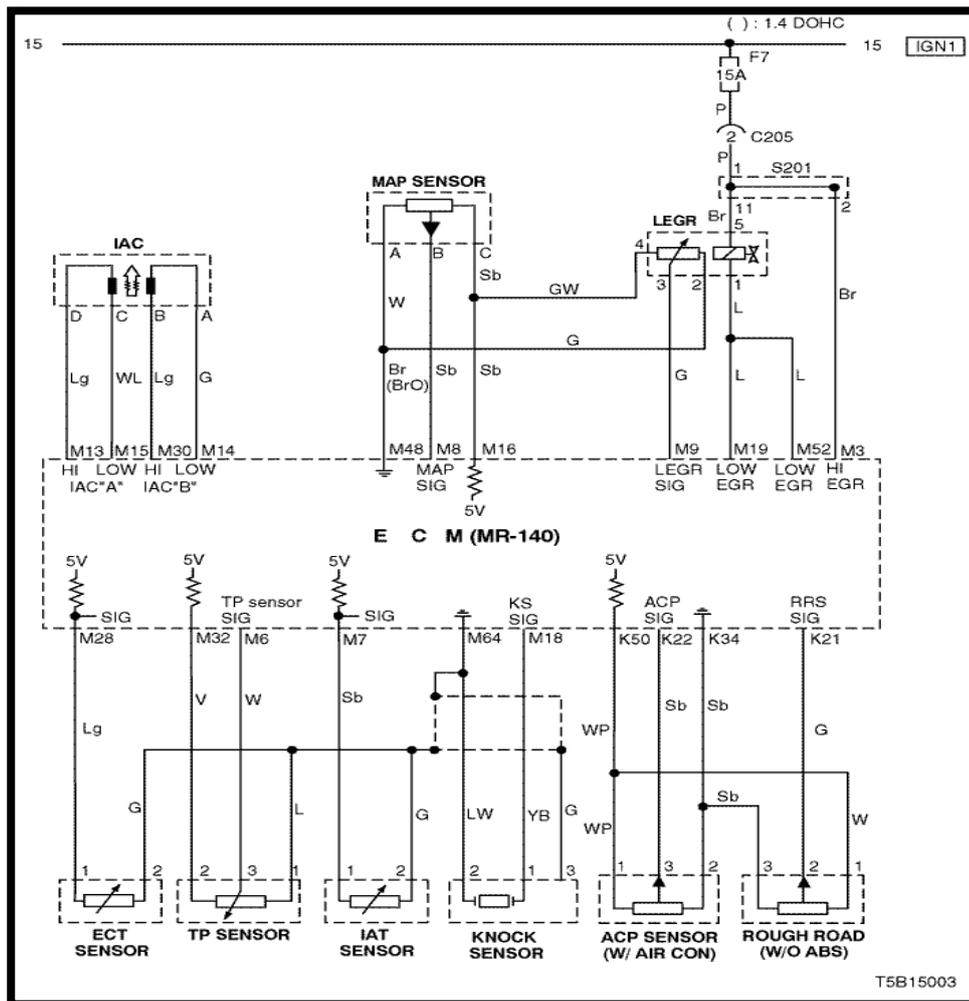
Tabla 13. Conexión del sensor MAP

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
A	BN	J1	17	Baja referencia
B	LB	J1	24	Señal del sensor de presión absoluta
C	LB	J1	31	Referencia de 5 V.

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. En la figura siguiente se puede observar el circuito eléctrico del sensor TPS, KS, ETC, IAT, MAP, IAC.

Figura 77. Diagrama eléctrico de los sensores de TPS, ETC, KS, IAT, MAP, IAC

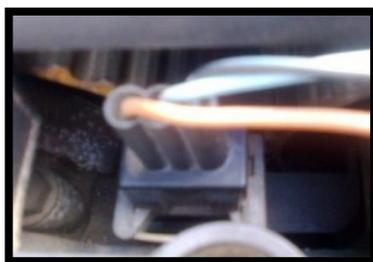


Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

3.5.1.7 Sensor de la posición del árbol de levas (CMP)

Ubicación. Éste sensor está montado en el cabezote del motor, junto a la correa de distribución, como se puede observar en la siguiente figura.

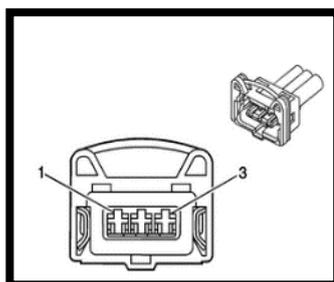
Figura 78. Sensor CMP



Fuente: Autores

Conexión

Figura 79. Conector del sensor CMP



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones respecto a la ECM como se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14. Conexión del sensor CMP

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
1	BN	J1	3	Voltaje de Ignición 1
2	LB	J1	2	Tierra
3	B	J1	25	Señal del sensor de posición del Árbol de Levas

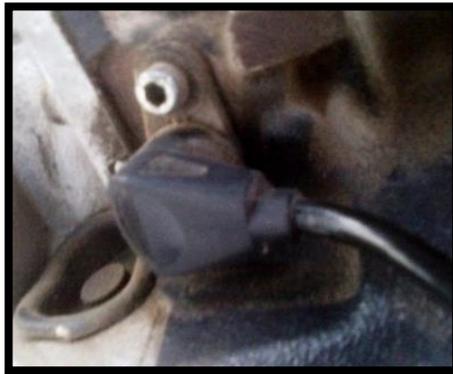
Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del sensor CMP se puede observar en la Figura 82.

3.5.1.8 Sensor de la posición del cigüeñal (CKP)

Ubicación. Éste sensor está montado en el lado izquierdo del bloque de cilindros, como se puede observar en la siguiente figura.

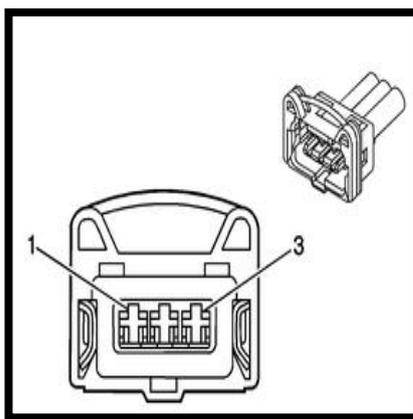
Figura 80. Sensor CKP



Fuente: Autores

Conexión

Figura 81. Conector del sensor CKP



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste sensor tiene sus conexiones respecto a la ECM como se puede observar en la siguiente tabla.

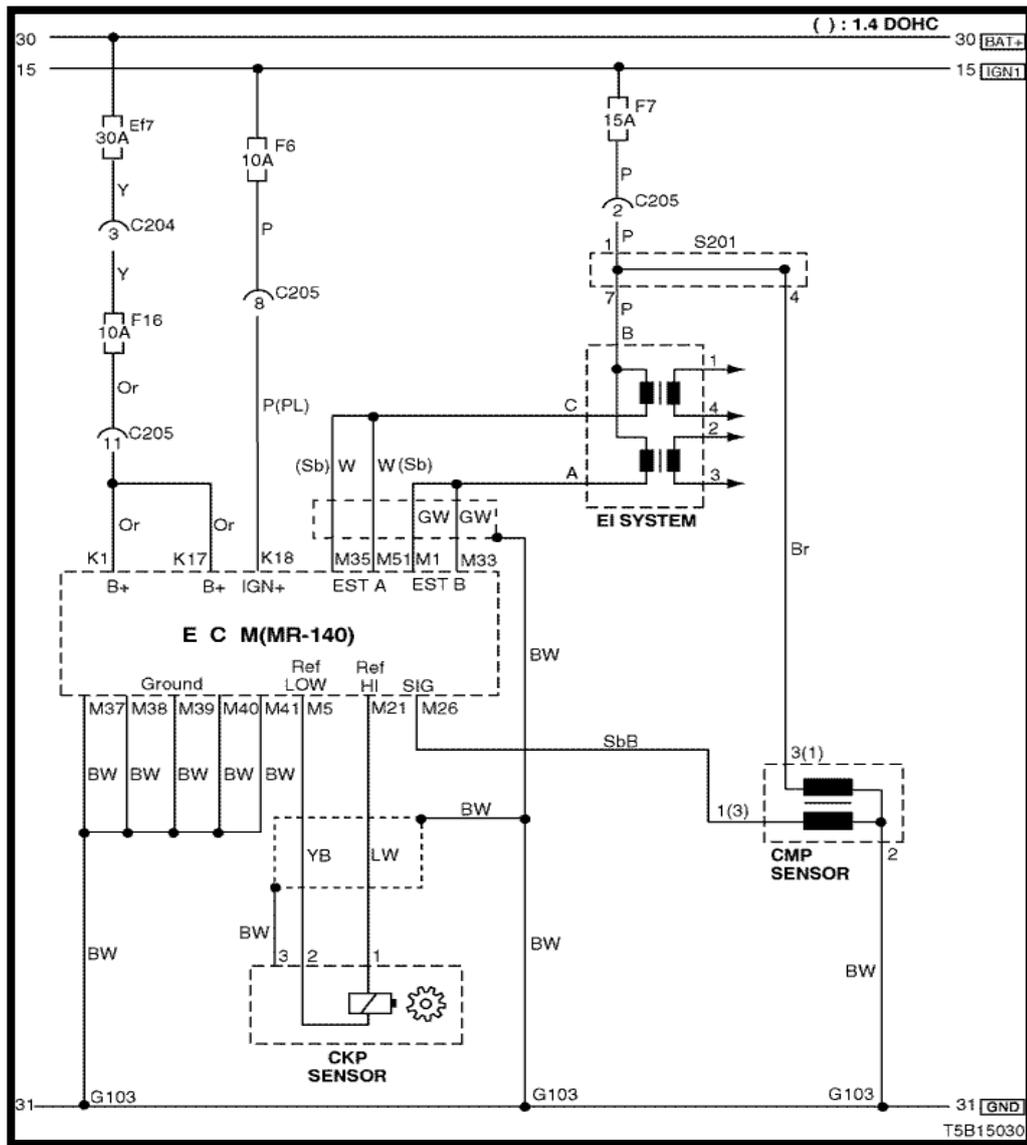
Tabla 15. Conexión del sensor CKP

Pines del Sensor	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
1	YE-BK	J1	6	Señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
2	D-BU/WH	J1	32	Baja referencia
3	BK	J1	1	Tierra

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del sensor CKP, CMP, IC se puede observar en la siguiente figura.

Figura 82. Diagrama eléctrico del sensor de CMP, CKP, IC



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

3.5.2 Ensamble eléctrico de los actuadores

3.5.2.1 Inyectores

Ubicación. Se encuentra ubicado en el múltiple de admisión en el ingreso a las válvulas de admisión como se puede observar en la siguiente figura.

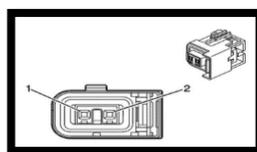
Figura 83. Inyectores



Fuente: Autores

Conexión.

Figura 84. Conector del inyector



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

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

Tabla 16. Conexión de los inyectores

Inyector	Pines del Actuador	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
1	1	Br			Voltaje de ignición 1
	2	BN/BK	J1	9	Control 1 del inyector
2	1	Br			Voltaje de ignición 1
	2	L-GN	J1	22	Control 2 del inyector
3	1	Br			Voltaje de ignición 1
	2	BN/WH	J1	8	Control 3 del inyector
4	1	Br			Voltaje de ignición 1
	2	YE	J1	26	Control 4 del inyector

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico de los inyectores se puede observar en la Figura 89.

3.5.2.2 Válvula de control del aire de ralentí (IAC)

Ubicación. Se encuentra ubicada en el múltiple de admisión, junto al sensor TPS como se puede ver en la siguiente figura.

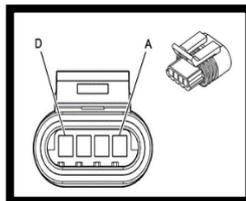
Figura 85. Válvula IAC



Fuente: Autores

Conexión

Figura 86. Conector de la válvula IAC



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

La válvula tiene su conexión respecto a la ECM como se puede observar en la tabla 17.

Tabla 17. Conexión de la válvula IAC

Pines del Actuador	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
A	G	J1	29	Control bajo B del control de aire a ralentí IAC
B	LG	J1	13	Control alto B del control de aire a ralentí IAC
C	W	J1	30	Control bajo A del control de aire a ralentí IAC
D	LG	J1	28	Control alto A del control de aire a ralentí IAC

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico El circuito eléctrico de la IAC se puede observar en la Figura 77.

3.5.2.3 Bomba de combustible

Ubicación. Se encuentra en el interior del depósito de combustible como se puede observar en la siguiente figura.

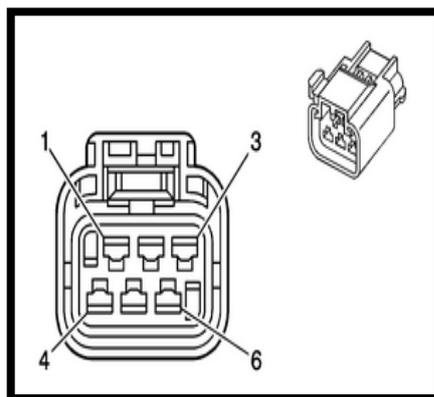
Figura 87. Bomba de combustible



Fuente: Autores

Conexión

Figura 88. Conector de la bomba de combustible



Z

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

La bomba de combustible tiene su conexión como se puede observar en la tabla 18.

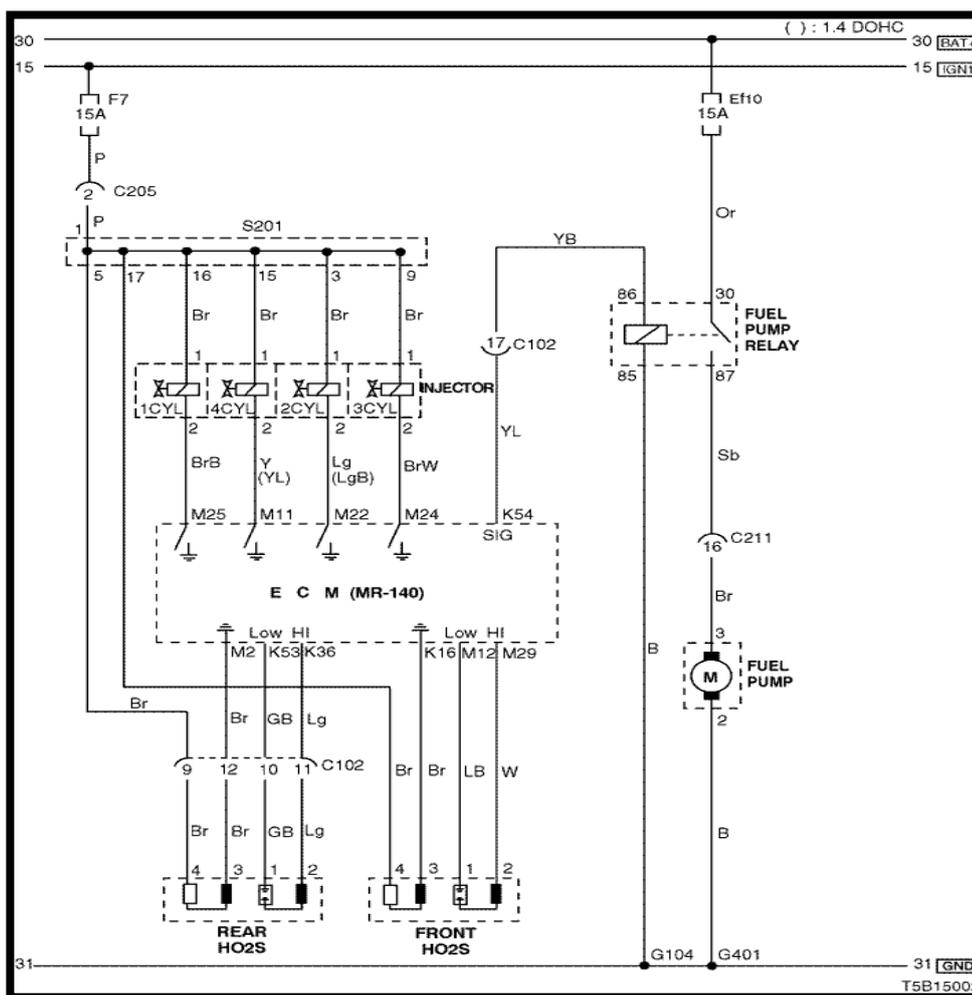
Tabla 18. Conexión de la bomba de combustible

Pines del Actuador	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
1	G	J2	19	Señal del sensor de combustible
2	B			Tierra
3	Y	J2	26	Suministro de voltaje a la bomba de combustible.
4	R			Voltaje de encendido
5	W	J2	31	Control del indicador de combustible

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. En la figura siguiente se puede observar el circuito eléctrico de los inyectores, sensor O2 y la bomba de combustible.

Figura 89. Diagrama eléctrico de los inyectores, sensor O2 y la bomba de combustible.



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

3.5.3 Ensamble eléctrico de los elementos de motor

3.5.3.1 Bobina de encendido

Ubicación. La bobina de encendido se encuentra ubicada en la parte derecha del cabezote del motor, como se puede observar en la siguiente figura.

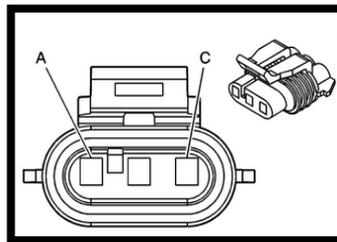
Figura 90. Bobina de encendido



Fuente: Autores

Conexión

Figura 91. Conector de la bobina de encendido



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Tiene su conexión respecto a la ECM como se puede observar en la tabla 19.

Tabla 19. Conexión de la bobina de encendido

Pines del Actuador	Color del Cable	Puerto	Pin ECM	Descripción
A	W	J1	18	Control de regulación de la bobina de ignición IC 2 y 3
B	P			Voltaje de ignición 1
C	B	J1	19	Control de regulación de la bobina de ignición IC 1 y 4

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico de bobina de encendido se puede observar en la Figura 82.

3.5.3.2 Alternador

Ubicación. Se encuentra situado entre el cabezote y el bloque de cilindros.

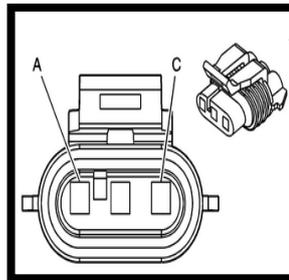
Figura 92. Alternador



Fuente: Autores

Conexión

Figura 93. Conector del alternador



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

El alternador tiene su conexión como se puede observar en la tabla 20.

Tabla 20. Conexión del alternador

Pines del conector	Color del Cable	Descripción
A		
B	PK	Alimentación relé de carga
C	L-BU	Luz indicador de batería

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del alternador se puede observar la Figura 96.

3.5.3.3 Motor de arranque

Ubicación. Se encuentra situado en la parte derecha del bloque de cilindros y alineado con la corona del volante de inercia del motor.

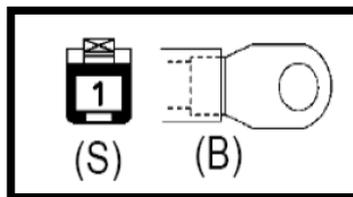
Figura 94. Motor de arranque



Fuente: Autores

Conexión

Figura 95. Conector del motor de arranque



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Éste tiene su conexión como se puede observar en la tabla 21.

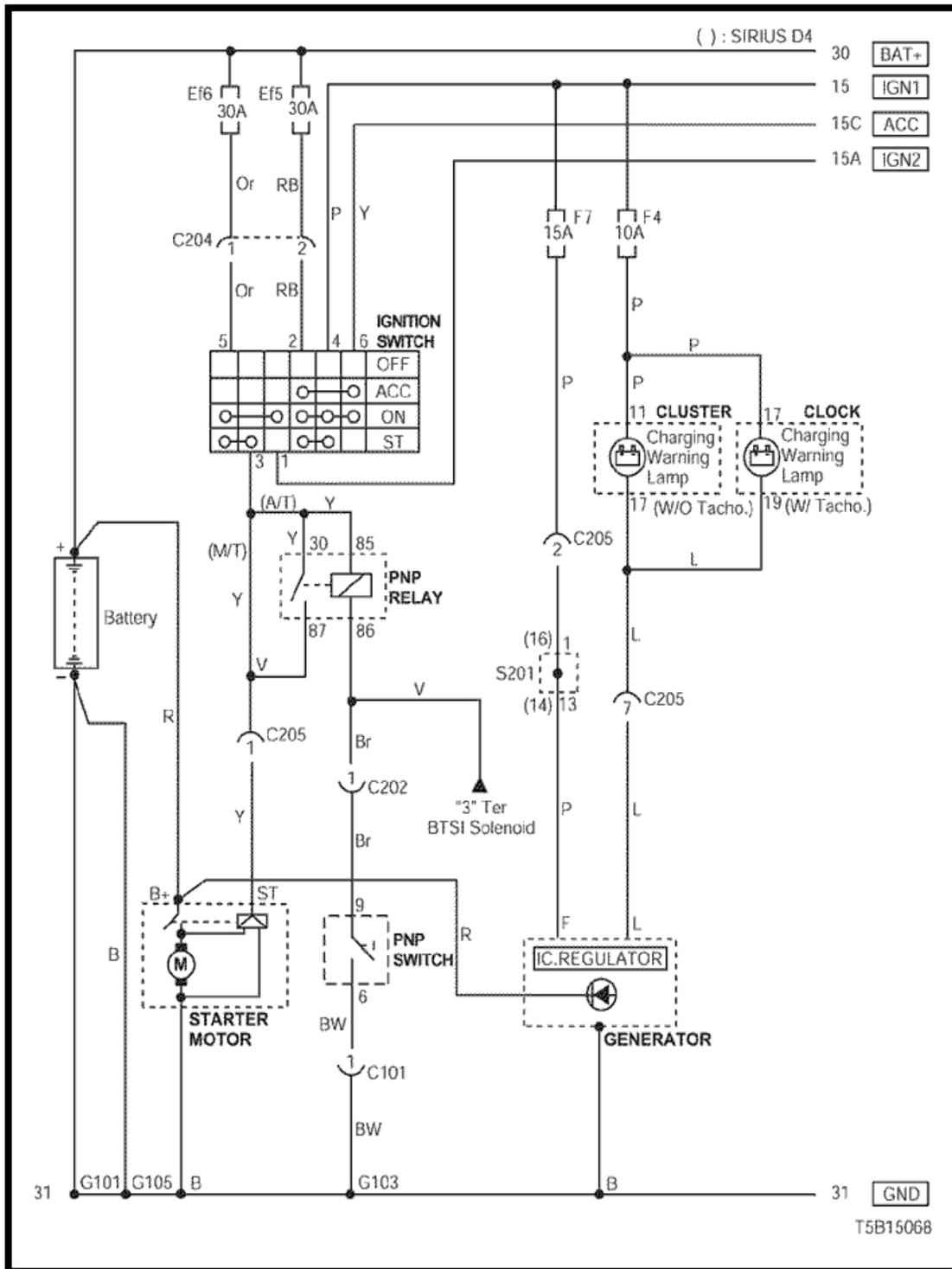
Tabla 21. Conexión del motor de arranque

PINES	COLOR DE CABLE	DESCRIPCIÓN
B	R	Principal conexión de la batería.
S	YE	Conexión al relé de arranque

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Diagrama eléctrico. El circuito eléctrico del motor de arranque y del alternador se visualizan en la siguiente figura.

Figura 96. Diagrama eléctrico del motor de arranque y alternador

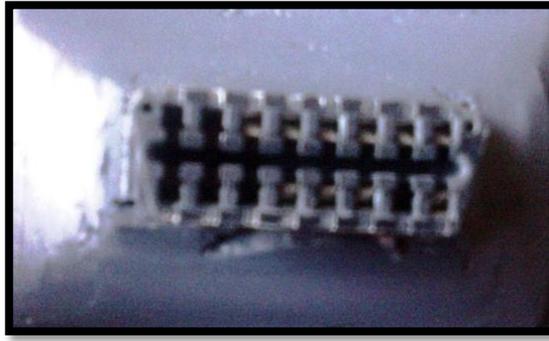


Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

3.5.3.4 Conector de enlace de datos

Ubicación. Éste se encuentra situado a la del panel de instrumentos como se puede ver en la Figura 97.

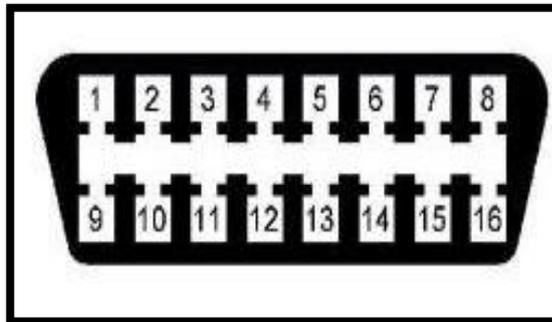
Figura 97. Conector de enlace de datos



Fuente: Autores

Conexión

Figura 98. Conector del enlace de datos



Fuente: <http://publicidad.ventadewebs.com.ar/diego/htm/seminarios2011/seminario-venezuela-agosto-2011/ficha.jpg>

Tiene su conexión respecto a la ECM como se puede observar en la en la tabla 22.

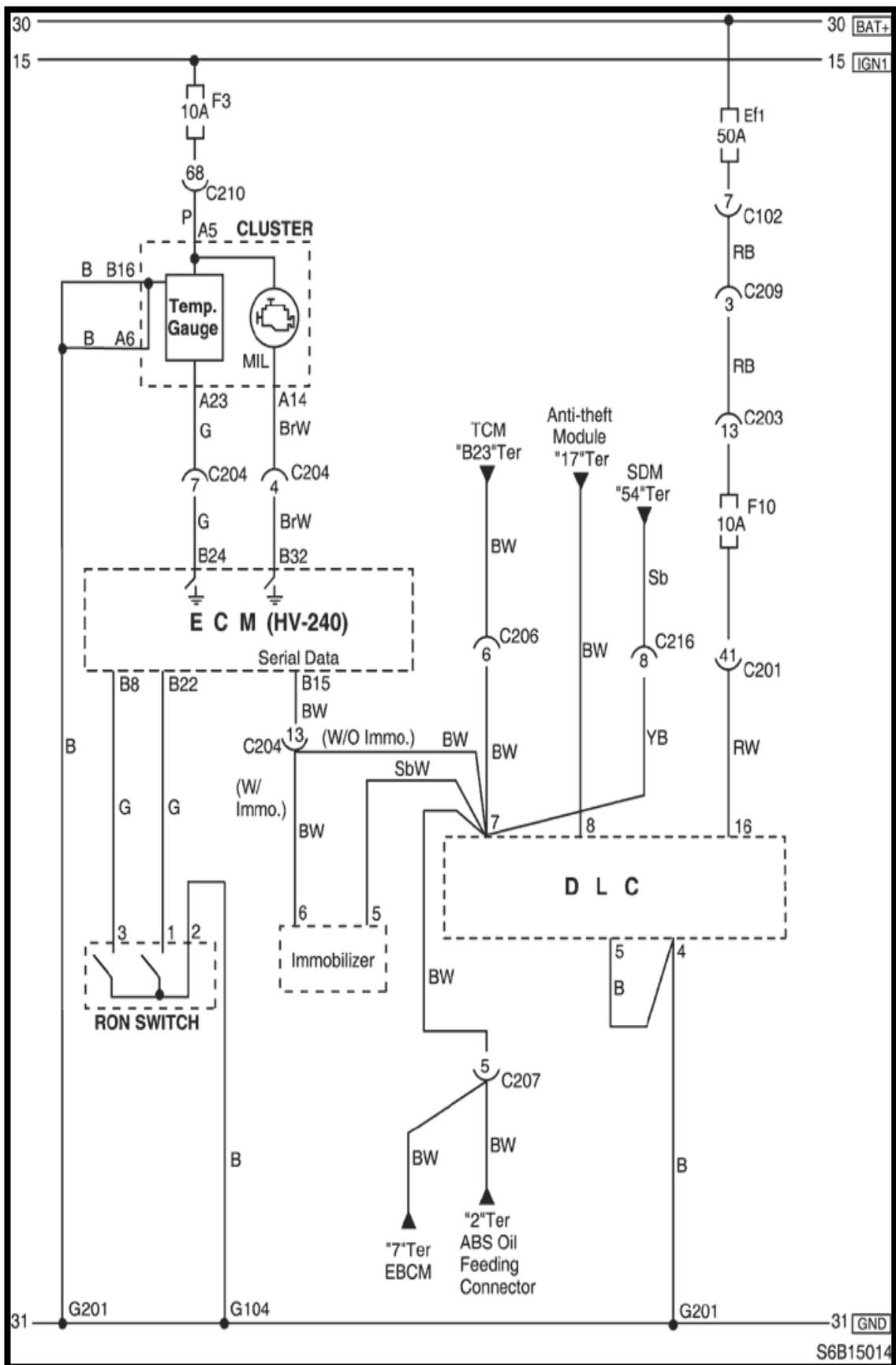
Tabla 22. Conexión del conector OBDII

Pines del Conector	Color del Cable	Descripción
16	R	Voltaje de la Batería
7	WH/BK	Data serial
4	BK	Masa (Comportamiento del motor)
5	BK	Masa (Comportamiento del motor)

Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

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

Figura 99. Diagrama eléctrico del conector



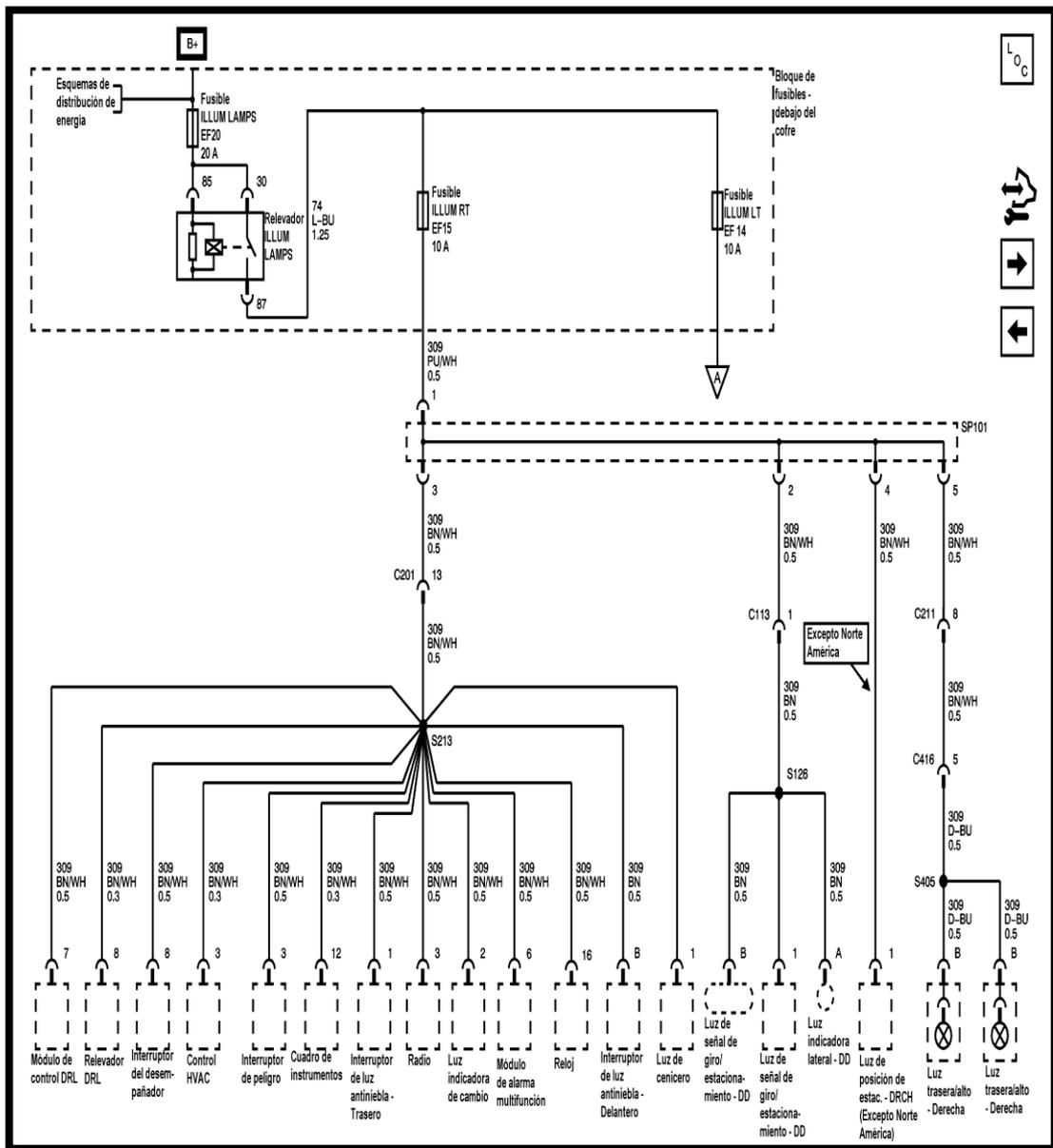
Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

3.5.3.5 Panel de instrumentos

Ubicación. El tablero de control se encuentra situado en la parte superior del banco didáctico.

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

Figura 100. Diagrama eléctrico del panel de instrumentos



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

CAPÍTULO IV

4. VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL MOTOR

4.1 Verificación de cada elemento que conforma el motor

4.1.1 *Tanque de combustible.* El tanque de combustible es un depósito para almacenamiento de combustible y su localización es en la parte inferior izquierda de la maqueta y tiene una capacidad de 12 litros. Posee un respiradero para la evacuación de los gases.

Figura 101. Tanque de combustible



Fuente: Autores

Equipo necesario:

- Destornillador.
- Llaves.
- Embudo.
- Dados.
- Guaípe.
- Playo.

Desmontaje. Para proceder al desmontaje es necesario retirar las conexiones eléctricas que posee el tanque, así como la manguera de salida y retorno de combustible.

Se retira las sujeciones del tanque con la ayuda de herramientas de mano para proceder a vaciar el combustible en un recipiente.

Figura 102. Tapa de combustible



Fuente: Autores

Revisión. Se verifico a través de una inspección visual que el tanque de combustible no tenga golpes y fisuras en las soldaduras que en el futuro puedan generar pérdidas de carburante, además se revisó que la tapa de combustible cierre correctamente.

4.1.2 Bomba de combustible

Figura 103. Bomba de combustible



Fuente: Autores

Equipo necesario:

- Playo.
- Destornillador plano.
- Manómetro de presión.
- Limpiador de carbonilla en aerosol.
- Guaípe.

Desmontaje. Para iniciar el desmontaje de la bomba de combustible se procede a desconectar el borne negativo de la batería, la conexión eléctrica y los conductos de combustible; también se retira las sujeciones que unen la bomba al tanque ya que ésta se encuentra sumergida en el interior del mismo.

Revisión y limpieza. A través de una inspección visual se verificó que la bomba no presente ningún daño en sus componentes internos y externos, determinando así que ésta se encuentra en buen estado. Se efectuó una limpieza cuidadosa para no afectar a ninguno de sus componentes.

Comprobaciones. Conectando el manómetro de presión al conducto de salida de la bomba de combustible se realizó la prueba de presión obteniendo como resultado 45 PSI, dicho valor se encuentra dentro de los parámetros normales de funcionamiento, por lo que podemos decir que se encuentra en buenas condiciones.

Figura 104. Prueba de la presión de combustible



Fuente: Los autores

4.1.3 Bujías de encendido

Figura 105. Bujías



Fuente: Autores

Equipo necesario:

- Herramientas de mano.
- Calibrador de láminas.

Remoción. Se procedió a retirar los cables, luego se retiraron las bujías con las herramientas antes indicadas.

Comprobaciones. Al realizar la verificación de las bujías se pudo constatar que se encontraba en mal estado por lo que se procedió a su cambio. Se calibración según las especificaciones, con una separación entre electrodos de 0.7-0.8 mm.

4.1.4 *Cárter de aceite*

Inspección visual. Se constató que el estado del cárter de aceite sea óptimo, no se encontraron golpes, abolladuras, filtraciones o pérdidas de aceite.

Figura 106. Cárter del aceite



Fuente: Autores

4.1.5 *Compresión de los cilindros.* Es una prueba que permite medir la presión generada en la cámara de combustión del motor a través de la utilización de un compresímetro. Permittiéndonos obtener información sobre el desgaste del mismo.

Equipo necesario:

- Herramientas de mano
- Multímetro digital
- Medidor de compresión (compresímetro)

Procedimiento. Para efectuar esta prueba es necesario que el motor se encuentre a temperatura normal de funcionamiento. Luego se retiró las bujías, se colocó el compresímetro en el orificios donde van posicionadas normalmente estas. Se acciona el motor de arranque durante unos segundos manteniendo al mismo tiempo el pedal del acelerador a fondo para de esta forma obtener una medición correcta de compresión.

En la siguiente tabla se indica los valores obtenidos en cada cilindro.

Tabla 23. Compresión de los cilindros

UNIDADES	VALOR DEL FABRICANTE	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4
PSI	165	162	160	162	160

Fuente: Autores

Comparando los valores obtuvimos después de la prueba con los del fabricante podemos decir que nuestro motor se encuentra en correcto estado ya el valor promedio de compresión es de 161 PSI lo que equivale a un 3% de desgaste.

4.1.6 Correa de accionamiento de accesorios

Figura 107. Correa de accesorios



Fuente: Autores

Inspección. La correa de accesorios fue cambiada ya que ésta se encontraba desgastada. Así también, luego de su instalación se procedió a comprobar su correcta tensión.

4.1.7 *Cuerpo de la válvula de aceleración*

Figura 108. Cuerpo de la válvula de aceleración



Fuente: Autores

Revisión. Se realizó una inspección visual del cuerpo de aceleración para verificar que no exista ninguna agrietamiento en la fundición, también comprobamos que la lengüeta del acelerador abría y cerraba de manera correctamente.

4.1.8 *Radiador*

Equipo necesario:

- Herramientas de mano
- Aire comprimido
- Embudo
- Deposito con agua

Verificación y limpieza del radiador. Se realizó una limpieza interna del radiador para remover depósitos de óxido, los cuales causan la obstrucción en los conductos impidiendo una correcta circulación del líquido refrigerante, además se realizó una inspección visual para determinar posibles agrietamientos.

Además realizamos una prueba de estanqueidad, para lo cual se sellaron los conductos, y se sumergió en depósito con agua acoplando en la boca de llenado la manguera del compresor de aire y suministrando una presión de 2kg/cm². Al mismo tiempo se observó si aparecían burbujas en el agua, lo cual es indicio de que existen fisuras en el radiador. A través esta prueba se pudo establecer que el radiador se encuentra en buen

estado. Finalmente se llenó totalmente el circuito de refrigeración con líquido refrigerante tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante.

Figura 109. Radiador



Fuente: Autores

4.1.9 *Pruebas del electroventilador.* Se comprobó que este elemento se active cuando la temperatura del motor supere los 90 °C, de la misma forma cuando el motor llega a 105 °C debe aumentar la velocidad de giro del electroventilador, pudiendo observar que éste funcionaba correctamente.

4.1.10 *Elemento filtrador de aire.* El filtro de aire se lo colocó nuevo debido al rediseño del sistema de admisión del motor.

Figura 110. Filtro de aire



Fuente: Autores

4.1.11 *Cambio de aceite lubricante.* Se cambió el aceite del motor a través de la remoción del tapón del cárter y del filtro. Luego que se drenó todo aceite contenido dentro del motor, finalmente procedemos a colocar el tapón, el filtro y el aceite tomando en cuenta las especificaciones y cantidades recomendadas por el fabricante.

4.1.12 *Múltiple de admisión*

Equipo necesario:

- Herramientas de mano
- Pistola Neumática
- Varilla metálica
- Limpiador de carbonilla en aerosol
- Desengrasante
- Guaípe

Remoción. Se procedió al desmontaje de los elementos que conforman el sistema de admisión tales como: conexiones eléctricas, cuerpo de aceleración, filtro de aire, conductos y pernos de sujeciones, para lo cual se utilizó herramientas de mano.

Limpieza. Se realizó en primer lugar la limpieza de la parte exterior utilizando desengrasante, un cepillo y agua, luego se procedió a realizar la limpieza de los orificios internos del mismo con la ayuda de una varilla metálica, guaípe y limpiador de carbonilla en aerosol; removiendo así una gran cantidad de carbonilla que este poseía. De esta manera obtuvimos el múltiple de admisión en perfectas condiciones.

Figura 111. Múltiple de admisión



Fuente: Autores

Previo a su instalación se verificó el estado del empaque y la planitud de las superficies de acoplamiento del múltiple de admisión los mismos que no presentaron anomalías, luego procedimos a su montaje.

4.1.13 Múltiple de escape

Equipo necesario:

- Herramientas de mano.
- Pistola Neumática.
- Varilla metálica.
- Limpiador de carbonilla en aerosol.
- Desengrasante.
- Cepillo de alambre.

Remoción. Utilizando herramientas manuales se procedió a la remoción del múltiple de escape retirando las sujeciones que posee el múltiple de escape con el motor y con el tubo de escape.

Figura 112.Limpieza del múltiple de escape



Fuente: Autores

Limpieza. Utilizando un cepillo de alambre se realizó la limpieza de la parte externa para eliminar la cantidad de óxido y polvo acumulados, luego se procedió a la limpieza de los conductos internos con la ayuda de una varilla metálica con lo cual se eliminó depósitos de carbón que este poseía.

De la misma manera que con el múltiple de admisión se verificó el estado de los empaques y la planitud de las superficies de acoplamiento del múltiple de escape los mismos que no presentaron anomalías, por lo que se procedió a su montaje.

4.1.14 Inyectores

Equipo necesario:

- Herramientas de mano.
- Multímetro automotriz.
- Banco de pruebas y limpiador ultrasónico de inyectores.

Remoción. Para evitar corto circuitos desconectamos el borne negativo de la batería, luego se procedió a liberar la presión del sistema de alimentación de combustible, desconectando las cañerías de alimentación; retiramos los tornillos de sujeción del riel y las conexiones eléctricas, permitiéndonos así extraer el conjunto riel-inyectores del múltiple de admisión. Finalmente marcar la posición de los inyectores respecto a cada cilindro antes de extraerlos del riel.

Figura 113. Inyectores



Fuente: Autores

Pruebas. Utilizando un banco de limpieza de inyectores se efectuó las siguientes pruebas:

Pruebas realizadas antes de la limpieza por ultrasonido de los inyectores

- a) ***Prueba de goteo.*** Con esta prueba verificamos estanqueidad de los inyectores.

En primer lugar colocamos los inyectores en el riel del banco de pruebas con sus respectivas conexiones, calibramos la presión del equipo a 45 PSI., seleccionamos la prueba de goteo y damos inicio presionado el botón star, comprobamos que el líquido del banco pruebas no gotea desde los inyectores, ya que de lo contrario nos indica que la

aguja del inyector está en mal estado. Luego de la prueba pudimos comprobar que en ningún inyector existe goteo.

b) Prueba de caudal a 1000 rpm. En esta prueba se simula el funcionamiento de los inyectores a un régimen de 1000 rpm y permite verificar el caudal entregado por cada de ellos, logrando así determinar la diferencias de caudal entre inyectores. Los resultados de la prueba se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 24. Caudal entregado a 1000 rpm

INYECTOR	INYECTOR 1	INYECTOR 2	INYECTOR 3	INYECTOR 4
Caudal	19ml	20ml	20ml	19.5ml

Fuente: Autores

En la Tabla 24 podemos observar que la diferencia de caudales entre los inyectores en régimen bajo es mínima por lo que podemos decir que en encuentran en buen estado.

c) Prueba de caudal a 3000 rpm. De la misma forma que la prueba anterior se simular el funcionamiento de los inyectores a régimen de 3000 rpm. Verificamos el caudal entregado por cada inyector y determinamos si existen diferencias de caudal entre inyectores. En la siguiente tabla se presenta los resultados cuyos valore son poco aceptables para un régimen medio revoluciones.

Tabla 25. Caudal entregado a 3000 rpm

INYECTOR	INYECTOR 1	INYECTOR 2	INYECTOR 3	INYECTOR 4
Caudal	24.5ml	25ml	23.5ml	24.5ml

Fuente: Autores

d) Prueba de caudal a 5000 rpm. De la misma forma simula el funcionamiento de los inyectores a un régimen de 5000 rpm. Comprobamos nuevamente el caudal entregado por cada inyector y establecemos si existen diferencias de caudal entre ellos.

Tabla 26. Caudal entregado a 5000 rpm

INYECTOR	INYECTOR 1	INYECTOR 2	INYECTOR 3	INYECTOR 4
Caudal	34ml	35ml	34.5ml	34.5ml

Fuente: Autores

En la Tabla 26 se muestra los valores de la prueba a régimen alto de revoluciones, cuya diferencia de caudal es mínima lo que indica un buen estado de los inyectores.

e) *Prueba del ángulo de pulverización.* Esta prueba permite verificar visualmente si el ángulo de pulverización del combustible es correcto, es decir, similar a un ángulo de 30° y homogéneo.

Luego de realizar esta prueba comprobamos que el ángulo de pulverización de los inyectores es asimétrico y poco homogéneo, lo que nos indica un mal funcionamiento del sistema de inyección.

Limpieza de los inyectores con ultrasonido. Luego de realizar las pruebas anteriores, procedemos a efectuar una limpieza vía ultrasonido de los inyectores, el cual, a través de un proceso de cavitación, se desprende las impurezas del interior de los inyectores.

Pruebas después de la limpieza de los inyectores. Luego de la limpieza de los inyectores, procedemos a realizar nuevamente las pruebas de goteo, de caudal a 1000, 3000, 5000 rpm y de ángulo de pulverización con la finalidad de comprobar si el estado de los inyectores ha mejorado luego de la limpieza.

a) *Prueba de goteo.* Una vez limpios los inyectores procedemos a realizar la prueba de goteo, y constatamos que estos cierran correctamente por lo que no existe goteo en los mismos.

b) *Prueba de caudal a 1000 rpm.*

Tabla 27. Prueba de caudal a 1000 rpm

INYECTOR	INYECTOR 1	INYECTOR 2	INYECTOR 3	INYECTOR 4
Caudal	20ml	20ml	20ml	20ml

Fuente: Autores

En la Tabla 27, se observa que el caudal es igual en todos los inyectores, por lo que se nota una mejora luego de la limpieza.

c) *Prueba de caudal a 3000 rpm*

Tabla 28. Prueba de caudal a 3000 rpm

INYECTOR	INYECTOR 1	INYECTOR 2	INYECTOR 3	INYECTOR 4
Caudal	25ml	25ml	25ml	25ml

Fuente: Autores

Los caudales obtenidos se muestran en la Tabla 28 y podemos apreciar que el caudal es igual en todas las probetas.

d) *Prueba de caudal a 5000 rpm*

Tabla 29. Prueba de caudal a 5000 rpm

INYECTOR	INYECTOR 1	INYECTOR 2	INYECTOR 3	INYECTOR 4
Caudal	35ml	35ml	35ml	35ml

Fuente: Autores

Como podemos observar en la tabla anterior, el caudal es igual en todos los inyectores, por lo que se nota una mejora luego de la limpieza.

e) *Prueba de ángulo de pulverización.* Como resultado de esta prueba obtuvimos un chorro homogéneo y simétrico aproximadamente 30° obteniendo una mejora en su pulverización.

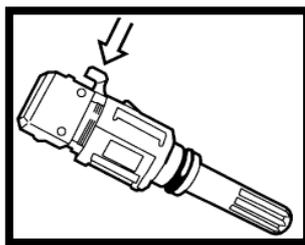
Luego de efectuar todas las pruebas nuevamente podemos decir que los inyectores mejoraron su caudal y ángulo de pulverización gracias a la limpieza vía ultrasonido que se les realizó.

4.2 Análisis físico de los componentes electrónicos del sistema de inyección

4.2.1 Sensores

4.2.1.1 Sensor de temperatura de aire (IAT)

Figura 114. Sensor IAT



Fuente: <http://www.justanswer.com/bmw/1hhvi-location-iat-sensor-1997-bwn-m3-sedan.html>

Datos reales medidos en el sensor

Utilizando un multímetro se obtuvieron los valores de resistencia medidos entre los terminales 1 y 2 del sensor IAT, a diferentes temperaturas del aire.

La resistencia de este se reduce a medida que se registra un aumento de la temperatura, y por lo tanto la tensión de la señal emitida por la ECU al sensor también disminuirá tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 30. Valores de resistencia del sensor AIT

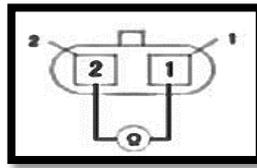
TEMPERATURA (°C)	RESISTENCIA (Ω)
90	246
60	603
30	1700
15	3055
10	3760
5	4651
0	5800
-5	7273
-10	9200
-15	9200

Fuente: Autores

4.2.1.2 Sensor de temperatura del motor (ECT)

De la misma forma que en la comprobación anterior se midió la variación de la resistencia en función del incremento de temperatura del líquido refrigerante.

Figura 115. Conector del sensor ECT



Fuente: Chevrolet. Manual de servicio Aveo

Tabla 31. Valores de resistencia del sensor ECT

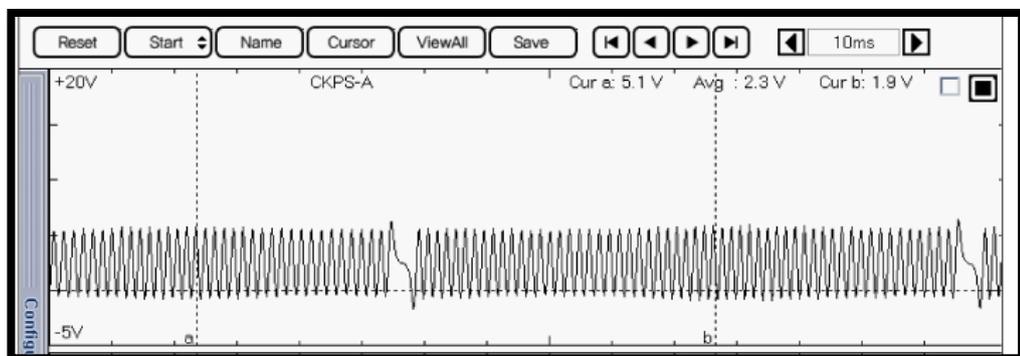
TEMPERATURA (°C)	RESISTENCIA (Ω)
90	241
60	667
30	2238
15	4450
10	5670
5	7280
0	9420
-5	12300
-10	16180
-15	21450

Fuente: Autores

4.2.1.3 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

Datos reales medidos en el sensor. Utilizando el osciloscopio se pudo verificar el tipo de onda generada por el sensor el cual es cuadrada, tal como se muestra en la siguiente figura.

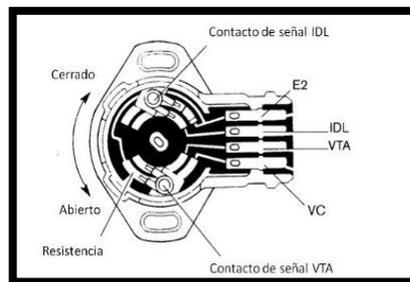
Figura 116. Curva característica del sensor CKP



Fuente: Autores

4.2.1.4 Sensor de posición de la mariposa (TPS)

Figura 117. Sensor TPS



Fuente: <http://mantieneelsistemaelectronico2bmm.blogspot.com/2012/06/sensor-tps-este-sensor-es-conocido.html>

Datos reales medidos en el sensor. Utilizando el multímetro procedimos a obtener los valores de voltaje del sensor de posición de la mariposa (TPS), para lo cual se fue necesario girar la lengüeta del acelerador en diferentes posiciones, los resultados se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 32. Valores de tensión del sensor TPS

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

Fuente: Autores

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos luego de la medición de la resistencia entre los diferentes terminales de TPS, cuyos valores son acordes a los iniciados por el fabricante.

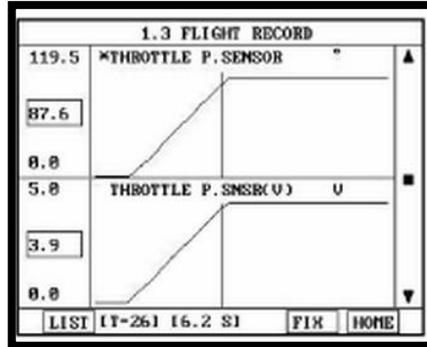
Tabla 33. Valores de resistencia del sensor TPS

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

Fuente: Autores

A través de la utilización del osciloscopio logramos obtener la siguiente gráfica de muestra el funcionamiento del sensor TPS.

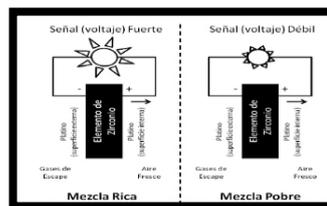
Figura 118. Curva característica del sensor TPS



Fuente: Autores

4.2.1.5 Sensor de oxígeno calentado (O2)

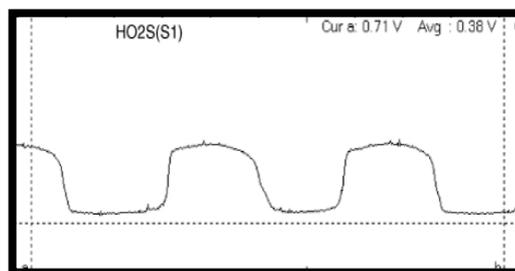
Figura 119. Principio de funcionamiento del sensor de oxígeno



Fuente: <http://e-auto.com.mx/>

Datos reales medidos en el sensor. En la siguiente figura podemos observar la curva característica obtenida del sensor de oxígeno, esta señal varía en un rango de 0V hasta 1V aproximadamente.

Figura 120. Curva característica del sensor O2

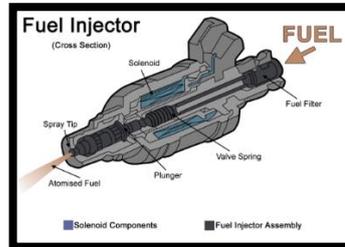


Fuente: Los Autores

4.2.2 Actuadores

4.2.2.1 Inyector

Figura 121. Inyector de combustible



Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fuelinjector.png?uselang=es>

Datos reales medidos en el inyector. Se midió la resistencia entre los pines del inyector a través de la utilización del multímetro obteniendo como resultado un valor promedio de 15.4 ohmios el mismo que se encuentra semejante al valor dado por el fabricante que es de 15 a 16 ohmios.

Tabla 34. Valores de resistencia de los inyectores

INYECTOR	Resistencia (Ω)
1	15.4
2	15.3
3	15.6
4	15.4

Fuente: Autores

Otra prueba que se realizó fue la de tiempo de apertura de los inyectores, el fabricante establece que debe variar en un rango de 3 y 5 ms. En la siguiente tabla se presenta los valores obtenidos en los inyectores del motor funcionando a 750 RPM.

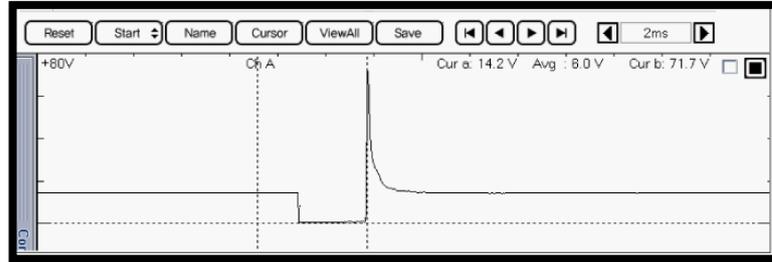
Tabla 35. Tiempo de apertura de los inyectores

INYECTOR	Resistencia (Ω)
1	2.4
2	2.3
3	2.3
4	2.4

Fuente: Autores

En la figura que se presenta a continuación podemos observar la curva característica del inyector obtenida mediante una medición con el osciloscopio.

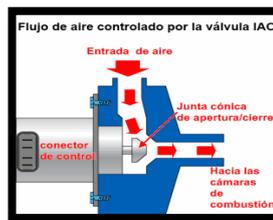
Figura 122. Curva característica del inyector



Fuente: Autores

4.2.2.2 Válvula de control del aire de ralentí (IAC)

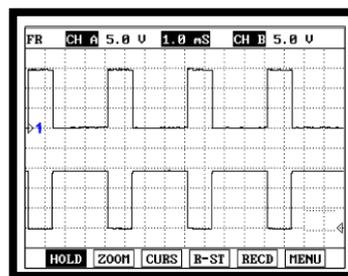
Figura 123. Conector del sensor IAC



Fuente: Autodata 3.18, 2006

Datos reales medidos en el actuador (IAC). Utilizando el osciloscopio se obtuvo la gráfica mostrada a continuación en la que se puede observar el funcionamiento de la válvula IAC la cual posee un motor de paso a paso el cual recibe pulsos de 5 voltios, que generan el desplazamiento de la válvula hacia adelante y hacia atrás.

Figura 124. Curva característica de la válvula IAC



Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE FALLAS POR MEDIO DE UN ORDENADOR

5.1 Diseño de la aplicación de simulación de fallas

El motivo principal de la presente tesis es lograr diseñar un software generador de fallas con el cual podemos simular las posibles averías que se pueden presentar en el sistema de inyección electrónica.

El simulador está conformado por dos partes el hardware, el cual permite establecer una comunicación entre la ECU del motor y el ordenador, además se encarga de ejecutar las acciones indicadas por la misma. Y el software, el cual es una aplicación específico que se ejecuta en el ordenador y permite al usuario interactuar con las funciones del motor a través de iconos de encendido y apagado de los diferentes sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica.

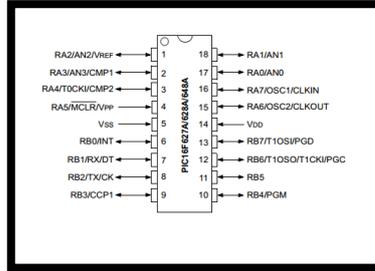
Para diseñar la tarjeta electrónica, se usa como elemento principal un microcontrolador PIC16F628 que es el encargado de gestionar las acciones entre los dos periféricos, es decir, recoge la información que el usuario ingrese en el ordenador y la envía a través del puerto USB interpretando la misma, para la generación de fallas en el sistema de inyección del motor.

Para realizar la aplicación específica que se ejecutara en el ordenador se utilizó un lenguaje de programación, que en este caso es Visual Basic 6.0, además se tuvo que analizar parámetros de comunicación unidireccional, los cuales permitan establecer un flujo estable de datos entre el ordenador y el microcontrolador logrando así realizar todas las acciones requeridas para un funcionamiento eficaz del generador de fallas.

5.1.1 Programación de microcontroladores. Para empezar nos basamos en el datasheet del microcontrolador PIC16F628, el cual nos ayudó a determinar los pines de

entrada y salida y así poder realizar la programación a través del programa Microcode Studio y posteriormente realizar una conexión correcta del mismo.

Figura 125. Microcontrolador



Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/40044d.pdf>

La programación incorporada en el PIC16F628 se detalla en el Anexo III, la misma que se basa en poder controlar un grupo de relés que se encuentran conectados a los sensores y actuadores los mismos que interrumpen el flujo de energía dando como resultado una falla en el motor. Las órdenes son unidireccionales, se las selecciona en el ordenador y través del cable USB se envía en códigos de bytes al PIC la señal requerida y este a su vez ejecuta la acción.

5.1.2 Programación en Visual Basic 6.0. Utilizando el software Visual Basic 6.0 el cual nos suministra la programación básica, proporcionada en la pantalla principal denominada Form1, al mismo que se ha aumentado líneas de programación, que ayudarán al correcto funcionamiento del mismo, las cuales están detallan en el Anexo IV.

Figura 126. Interfaz de usuario



Fuente: Autores

En la Figura 126, podemos observar el interfaz del usuario del software generador de fallas el cual cuenta con botones tanto para iniciar comunicaciones con la placa de control como también para seleccionar los sensores o actuadores que se desea que fallen.

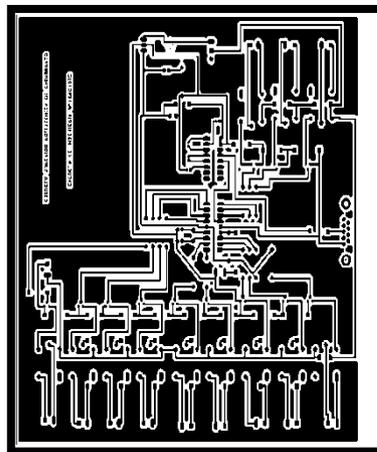
5.2 Diseño del circuito generador de fallas

Para construir el circuito comandado por el microcontrolador PIC18F2550 hemos utilizado los siguientes elementos:

- 1 Microcontrolador PIC16F628
- 1 Conector USB
- 1 Oscilador de Cristal de 40000 MHz
- capacitores cerámicos de 20 pF
- 1 capacitor electrolítico de 1000 μ f
- 10 capacitores electrolíticos de 10 μ f
- 14 resistencias de 10 k Ω
- 12 relés 12V 10A
- 8 transistores 2N3904
- 1 Led color rojo

Una vez ya realizada la programación que se cargara al microcontrolador, distribuimos los elementos, llegando a obtener la plantilla que se muestra en la siguiente figura.

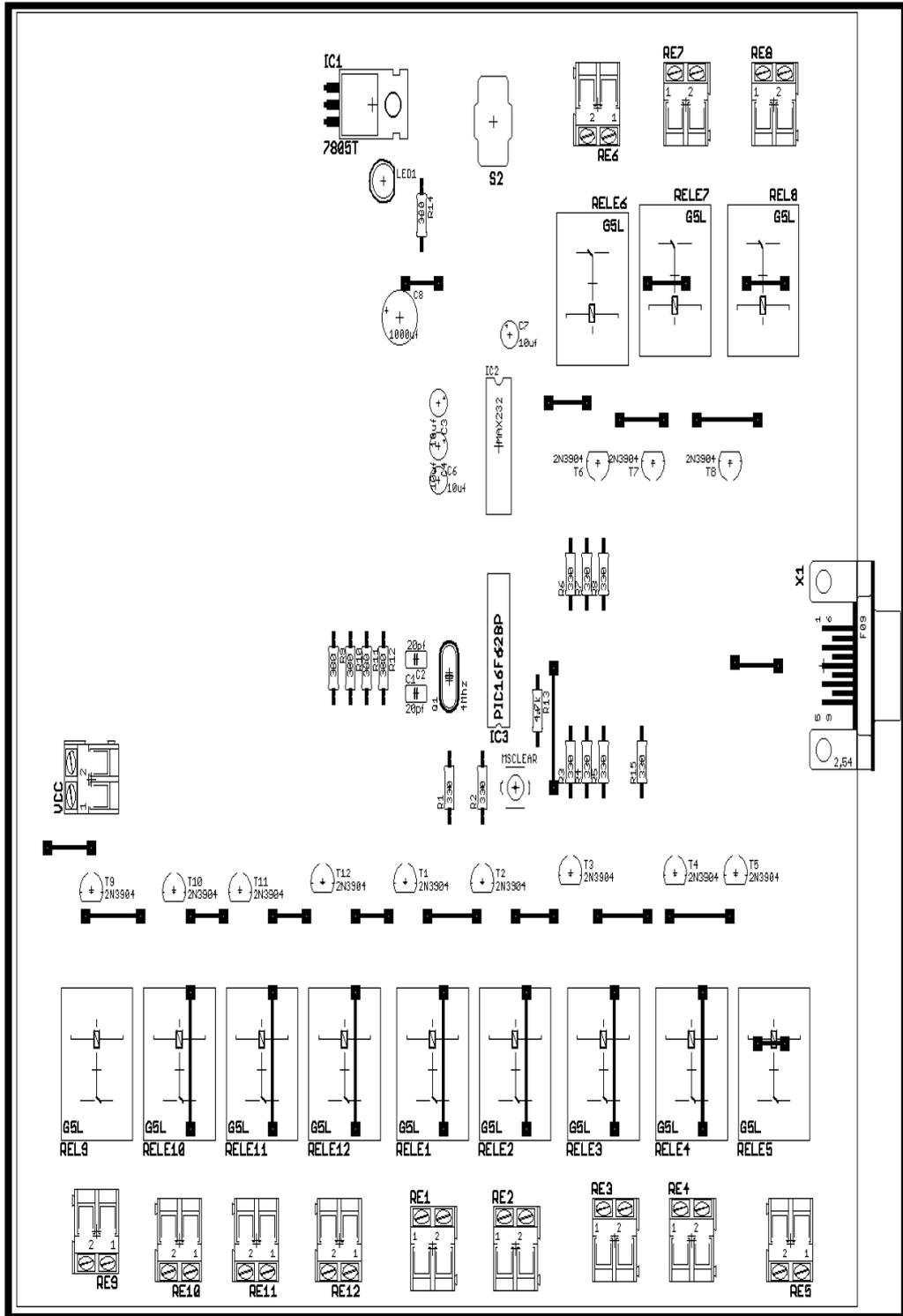
Figura 127. Plantilla de la placa comandada por el microcontrolador



Fuente: Autores

Después de haber sido montado los elementos en la plaqueta ya quemada con las líneas previamente diseñadas, llegamos a obtener el circuito terminado como observamos a continuación.

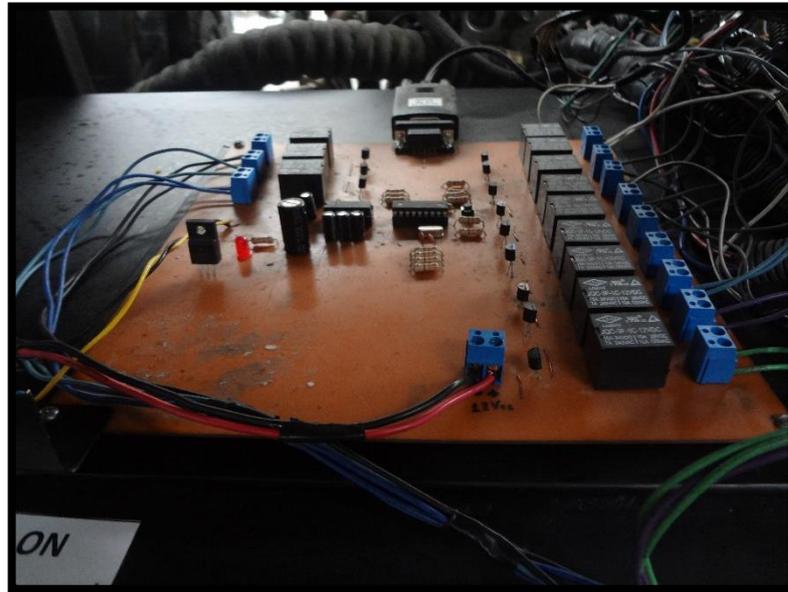
Figura 128. Circuito controlado por el microcontrolador



Fuente: Autores

En la Figura 129 se muestra la tarjeta electrónica montada en el banco didáctico la misma que se encuentra conectada al arnés de cables, fuente de alimentación y conector de comunicación con el ordenador.

Figura 129. Placa de control



Fuente: Autores

CAPÍTULO VI

6. MANUAL DEL USUARIO Y GUÍAS PRÁCTICAS

El banco didáctico está diseñado para la enseñanza y aprendizaje del sistema de inyección, es así como en los capítulos anteriores se explicó el funcionamiento de sus componentes, en la siguiente sección se detallará la forma de operar el banco de manera general.

6.1 Precauciones antes del encendido

El banco didáctico no debe ser operado sin la presencia de un profesor responsable, la manipulación del mismo sin supervisión puede ocasionar algún accidente en el que el banco sufra daños o peor aún a los estudiantes.

Es muy importante verificar los niveles de aceite del motor, refrigerante y combustible, antes de proceder con el encendido.

Se debe conectar correctamente los cables para el uso de la computadora en el banco didáctico, así como también revisar el cableado de la placa generadora de fallas, revisar la batería de la placa para que ésta se encuentre conectada correctamente.

Figura 130. Batería de encendido de la placa de control



Fuente: Autores

Encendido. Una vez que se encuentra verificado los elementos del banco, procedemos a la instalar el software en la computadora, también se debe instalar el cd correspondiente al cable transmisor de información entre la placa y la computadora. Ya instalado los programas es necesario encender la placa generadora de fallas, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 131. Switch de encendido de la placa de control



Fuente: Autores

A continuación con la llave que se encuentran en el tablero de control del banco de pruebas, movemos de la posición Off hasta la posición Acc, verificamos que las luces en el tablero de control se enciendan y procedemos a dar arranque.

Figura 132. Switch de encendido del motor



Fuente: Autores

Apagado del banco didáctico. Finalizada la práctica, se procederá a apagar el banco didáctico, moviendo la llave de la posición Acc. a Off

6.2 Guías de prácticas

Las guías de prácticas constituyen una herramienta muy importante tanto para los estudiantes como para los docentes ya que en estas se encuentran los instructivos para desarrollar una serie de ejercicios de identificación, análisis y detección de fallas de los diferentes componentes del sistema de inyección, dando así un correcto uso de este equipo didáctico.

Las consideraciones técnicas en las que se enfocará nuestro estudio, abarca aspectos de mucha importancia:

- Realizar un breve estudio sobre sistema OBDII.
- Conocer el funcionamiento de los instrumentos de diagnóstico.
- Realizar guías prácticas.

6.2.1 *Guías de práctica para la carrera de Ingeniería Automotriz*

6.2.1.1 *Introducción.* Las Guías de práctica son textos de gran utilidad para 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 permite mediante su estudio identificar los componentes del sistema de inyección electrónica, además se podrá analizar la lógica de funcionamiento, así como también la detección y solución de averías en el sistema.

6.2.1.2 *Objetivo de la guía de estudio*

- *Objetivo general.* Facilitar a los estudiantes una herramienta de adiestramiento que permita a través de un proceso secuencial la identificación, comprensión, análisis y solución de averías en el sistema de inyección.
- *Objetivos específicos*

Permitir que el estudiante desarrolle experticia en los sistemas de inyección.

Identificar y conocer el funcionamiento de cada componente involucrado en un sistema de inyección.

Realizar trabajos previamente programados en cada guía de estudio.

GUÍA # 1

SISTEMA DE INYECCIÓN

FECHA

				2	0		
--	--	--	--	---	---	--	--

REALIZADO POR

PROFESOR

TEMA

Introducción a la electrónica Automotriz

OBJETIVOS:

1. Comprender y entender conceptos sobre la tensión eléctrica, resistencia eléctrica y frecuencia eléctrica
2. Utilización de aparatos de diagnóstico

TIPO DE ACTIVIDAD:

Práctica, lectura y análisis

MODALIDAD:

Grupal (2-3 personas)

EQUIPO A UTILIZAR:

Multímetro, Osciloscopio

TIEMPO DE ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

ACTIVIDADES:

1. Investigar y experimentar cada una de las funciones que posee el multímetro y el osciloscopio, describir las mediciones que se puede realizar en el vehículo.
2. Investigación sobre conceptos de tensión, resistencia y frecuencia realizar la práctica en un vehículo y exponer las mediciones que se pueden realizar con ejemplos claros y concretos.
3. Discutir sobre varios ejemplos dentro del campo automotriz.
4. Presentar un informe correspondiente.
5. Mencionar conclusiones

GUÍA # 2

SISTEMA DE INYECCIÓN

FECHA

REALIZADO POR

PROFESOR

TEMA

Sistema de diagnóstico de segunda generación

OBJETIVOS:

1. Conocer y entender los conceptos de funcionamiento de diagnóstico de segunda generación OBD II.
2. Realizar una descripción de controles que se realiza por parte de OBD II.

TIPO DE ACTIVIDAD:

Lectura y análisis

MODALIDAD:

Grupal (2-3 personas)

EQUIPO A UTILIZAR:

TIEMPO DE ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

ACTIVIDADES:

1. Entender y comprender conceptos claves sobre el sistema OBD II.
2. Realizar exposiciones por grupos de los temas tratados sobre este sistema
3. Investigación de las tablas de códigos de diagnóstico para el sistema OBD II del motor

GUÍA # 3

SISTEMA DE INYECCIÓN

FECHA

REALIZADO POR

PROFESOR

TEMA

Sensores en el Sistema de Inyección Electrónica

OBJETIVOS:

1. Especificar los sensores que existe en el sistema de inyección del motor
2. Examinar la ubicación de los sensores en la maqueta didáctica del motor
3. Realizar pruebas respectivas 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, escáner

TIEMPO DE ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

ACTIVIDADES:

1. Leer, entender y discutir sobre los conceptos de funcionamiento de los sensores de inyección del motor.
2. Leer, entender y discutir sobre las comprobaciones de los sensores de inyección del motor
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. Realizar pruebas con el escáner en flujo de datos y entender como diagnosticar a un sistema

7. Simular fallas y realizar cuadros sinópticos de las anomalías de los sensores en el sistema de inyección.

8. Realizar pruebas con el escáner en flujo de datos y entender como diagnosticar a un sistema

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 en cable de referencia (alimentación).
- Medir el voltaje en el cable de referencia.
- El voltaje debe ser de 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 el multímetro 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 sin dar partida.
- Conectar los cables de salida del puerto del osciloscopio, el un cable a masa y el otro cable 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 y el código de falla: en el osciloscopio.

- 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.)
- Investigar el código de falla que dá, mediante el escáner se conecta al socket de diagnóstico y en el escáner visualizamos en código de falla.

GUÍA # 4

SISTEMA DE INYECCIÓN

FECHA

				2	0		
--	--	--	--	---	---	--	--

REALIZADO POR

PROFESOR

TEMA

Actuadores en el Sistema de Inyección Electrónica

OBJETIVOS:

1. Especificar los actuadores que existe en el sistema de inyección del motor
2. Examinar la ubicación de los actuadores en la maqueta didáctica del motor
3. Conocer conceptos de funcionamiento y su función dentro del sistema
4. Realizar pruebas respectivas para la verificación de su correcto funcionamiento.

TIPO DE ACTIVIDAD:

Práctica, lectura y análisis

MODALIDAD:

Grupal (2-3 personas)

EQUIPO A UTILIZAR:

Multímetro, Osciloscopio digital automotriz, escáner

TIEMPO DE ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

ACTIVIDADES:

1. Leer, entender y discutir sobre los conceptos de funcionamiento de los actuadores del sistema de inyección del motor
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 pruebas con el escáner en flujo de datos y entender como diagnosticar a un sistema

7. Presentar un informe correspondiente

8. Mencionar conclusiones

PARTE EXPERIMENTAL:

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

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

2. Obtener la curva característica de cada uno de los actuadores 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 la entrada de referencia (alimentación) del actuador.
- Describir el oscilograma de cada uno de los actuadores.
- 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 y el código de falla:

- Problemas que dan en ese momento en la maqueta, con la falta de señal de tal actuador, describirlos (vibraciones, tiende a apagar, se apaga, se acelera, falla, etc.)
- Investigar el código de falla que da, mediante el escáner se conecta al socket de diagnóstico y en el escáner visualizamos en código de falla.

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Señal CKP	1 y masa	3,7	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia de Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0335	X		Circuito del módulo del sensor de detonaciones	1. Circuito abierto en el arnés KS. 2. Mala conexión de los conectores. 3. Mal funcionamiento del sensor KS. 4. Fallo en el ECM.
P0105	X		Sensor de presión barométrica (MAP) Fallado	1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa (TPS) Fallado	1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.

Conclusiones

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados
3. Relés en posición adecuada ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Alimentación IAC	1 y masa	12	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia de Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0115	X		Sensor de Temperatura del Refrigerante del motor ECT)Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor ECT. 5. Fallo en el ECM.
P0507	X		Válvula de control de Ralentí (IAC) Alta velocidad ralentí	<ol style="list-style-type: none"> 1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor IAC. 5. Fallo en el ECM.
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa (TPS) Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.

Conclusiones

GUÍA # 7																					
SISTEMA DE INYECCIÓN																					
FECHA	<input type="text"/>																				
REALIZADO POR	<input type="text"/>																				
PROFESOR	<input type="text"/>																				
TEMA	DIFICULTAD EN EL ARRANQUE																				
CONDICIÓN DE APARACION	<table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>En frío</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>De forma Intermitente</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>En caliente</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Al acelerara</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Motor Parado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Al desacelerarar</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>De forma repentina</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>otros:</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma Intermitente	<input checked="" type="checkbox"/>	En caliente	<input type="checkbox"/>	Al acelerara	<input type="checkbox"/>	Motor Parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerarar	<input type="checkbox"/>	De forma repentina			<input type="checkbox"/>	otros:		
<input type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma Intermitente																		
<input checked="" type="checkbox"/>	En caliente	<input type="checkbox"/>	Al acelerara																		
<input type="checkbox"/>	Motor Parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerarar																		
<input type="checkbox"/>	De forma repentina																				
<input type="checkbox"/>	otros:																				
OBJETIVOS:	<ol style="list-style-type: none"> 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, escáner																				
TIEMPO DE ACTIVIDAD:																					
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR																					
Posibles Causas:																					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque. 2. Sistema de Inyección: Sensores (TPS, CKP, MAP) y Actuadores (Inyectores, IAC) 3. Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible 																					
CONTROLES Y CABLEADO Y ELEMENTOS																					
Control Visual:																					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conexión Motor Batería 2. Depósito y nivel de Combustible 3. Conexión de la bomba de combustible 4. Filtro de Combustible 																					

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados
3. Relés en posición adecuada

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Alimentación MAP	3 y masa	5	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del ECT (80°C)	1 y 2	333	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0115	X		Sensor de Temperatura del Refrigerante del motor ECT)Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor ECT. 5. Fallo en el ECM.
P0507	X		Válvula de control de Ralentí (IAC) Alta velocidad ralentí	<ol style="list-style-type: none"> 1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor IAC. 5. Fallo en el ECM.
P0107	X		Baja entrada del circuito de presión absoluta del colector	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.

Conclusiones

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados
3. Relés en posición adecuada

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Alimentación MAP	3 y masa	5	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa (TPS) Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.
P0107	X		Baja entrada del circuito de presión absoluta del colector (MAP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.

Conclusiones

GUÍA # 9																					
SISTEMA DE INYECCIÓN																					
FECHA	<input type="text"/>																				
REALIZADO POR	<input type="text"/>																				
PROFESOR	<input type="text"/>																				
TEMA	DIFICULTAD EN EL ARRANQUE																				
CONDICIÓN DE APARACION	<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>En frío</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>De forma Intermitente</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>En caliente</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Al acelerara</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Motor Parado</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Al desacelerarar</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>De forma repentina</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>otros:</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma Intermitente	<input type="checkbox"/>	En caliente	<input checked="" type="checkbox"/>	Al acelerara	<input type="checkbox"/>	Motor Parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerarar	<input type="checkbox"/>	De forma repentina			<input type="checkbox"/>	otros:		
<input type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma Intermitente																		
<input type="checkbox"/>	En caliente	<input checked="" type="checkbox"/>	Al acelerara																		
<input type="checkbox"/>	Motor Parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerarar																		
<input type="checkbox"/>	De forma repentina																				
<input type="checkbox"/>	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, escáner																				
TIEMPO DE ACTIVIDAD:																					
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR																					
Posibles Causas:																					
1. Sistema de Arranque: batería, el motor de arranque, el interruptor de arranque, el relé de arranque. 2. Sistema de Inyección: Sensores(TPS, CKP, MAP) y Actuadores (Inyectores) 3. Sistema de alimentación de combustible : Bomba de combustible																					
CONTROLES Y CABLEADO Y ELEMENTOS																					
Control Visual:																					
1. Conexión Motor Batería 2. Depósito y nivel de Combustible 3. Conexión de la bomba de combustible 4. Filtro de Combustible																					

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Alimentación MAP	3 y masa	5	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa (TPS) Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.
P0107	X		Baja entrada del circuito de presión absoluta del colector (MAP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.
Conclusiones				

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS Mariposa abierta Mariposa Cerrada	2 y masa	5 4,9 0,14	
Alimentación MAP	3 y masa	5	
Alimentación IAC	1 y masa	12	
Alimentación O2	4 y masa	11-15	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	
Resistencia de la IAC	1 y 2	14.5-15.5	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa (TPS) Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.
P0107	X		Baja entrada del circuito de presión absoluta del colector (MAP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.
P0130	X		Sensor de Oxígeno banco 1, sensor 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arnés del sensor cortocircuitado en el circuito de masa. 2. Mal funcionamiento del sensor O2. 3. Fallo en el ECM.
P0507	X		Válvula de control de Ralentí (IAC) Alta velocidad ralentí	<ol style="list-style-type: none"> 1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor IAC. 5. Fallo en el ECM.
Conclusiones				

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Alimentación MAP	3 y masa	5	
Alimentación IAC	1 y masa	12	
Alimentación O2	4 y masa	11-15	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	
Resistencia de la IAC	1 y 2	14.5-15.5	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa(TPS) Fallado	1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.
P0107	X		Baja entrada del circuito de presión absoluta del colector (MAP)	1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.
P0130	X		Sensor de Oxígeno banco1, sensor 1	1. Arnés del sensor cortocircuitado en el circuito de masa. 2. Mal funcionamiento del sensor O2. 3. Fallo en el ECM.
P0507	X		Válvula de control de Ralentí (IAC) Alta velocidad ralentí	1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor IAC. 5. Fallo en el ECM.
Conclusiones				

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de la Batería		12	
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Alimentación MAP	3 y masa	5	
Alimentación O2	4 y masa	11-15	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2(ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa (TPS) Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.
P0107	X		Baja entrada del circuito de presión absoluta del colector (MAP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.
P0201	X		Circuito de control del inyector 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito del amés del inyector abierto, cortocircuitado en masa o cortocircuitado en el circuito de voltaje. 2. Mal funcionamiento del inyector. 3. Fallo en el ECM.
Conclusiones				

GUÍA # 13

SISTEMA DE INYECCIÓN

FECHA

				2	0		
--	--	--	--	---	---	--	--

REALIZADO POR

PROFESOR

TEMA

OLORES (HUMOS, GASOLINA)

CONDICIÓN DE APARACION

<input type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma Intermitente
<input type="checkbox"/>	En caliente	<input type="checkbox"/>	Al acelerara
<input type="checkbox"/>	Motor Parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerarar
<input type="checkbox"/>	De forma repentina		
<input type="checkbox"/>	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, escáner

TIEMPO DE ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

Posibles Causas:

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

CONTROLES Y CABLEADO Y ELEMENTOS

Control Visual:

1. Conexión Motor Batería
2. Depósito y nivel de Combustible
3. Conexión de la bomba de combustible
4. Filtro de Combustible

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Señal para ECU del sensor ECT	1 y masa	5	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del ECT (80°)	1 y 2	33	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0115	X		Sensor de Temperatura del Refrigerante del motor (ECT) Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor ECT. 5. Fallo en el ECM.

P0443	X		Circuito de control de purga del sistema de control de emisiones EVAP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito del amés del solenoide abierto, cortocircuitado en masa o cortocircuitado en el circuito de voltaje. 2. Mal funcionamiento del solenoide. 3. Fallo en el ECM.
Conclusiones				

GUÍA # 14

SISTEMA DE INYECCIÓN

FECHA

REALIZADO POR

PROFESOR

TEMA

CONSUMO EXCESIVO

CONDICIÓN DE APARACION

<input type="checkbox"/>	En frío	<input type="checkbox"/>	De forma Intermitente
<input type="checkbox"/>	En caliente	<input type="checkbox"/>	Al acelerara
<input type="checkbox"/>	Motor Parado	<input type="checkbox"/>	Al desacelerarar
<input type="checkbox"/>	De forma repentina		
<input type="checkbox"/>	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, escáner

TIEMPO DE ACTIVIDAD:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

Posibles Causas:

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

CONTROLES Y CABLEADO Y ELEMENTOS

Control Visual:

1. Conexión Motor Batería
2. Depósito y nivel de Combustible
3. Conexión de la bomba de combustible
4. Filtro de Combustible

5. Conexión de los inyectores
6. Conexión Relés
7. Fusibles de Sistema de Control de Combustible
8. Sensores de Sistema de Admisión de Aire
9. Fugas y Bloqueo de Sistema de Admisión de Aire
10. Sensor de Posición del Cigüeñal

Control Táctil:

1. Bornes de Batería apretado
2. Sockets de conexión del Sistema de Control de Combustible ajustados

Examen de Cada Elemento

ELEMENTO	PIN	RANGO (V)	OBTENIDOS (V)
Tensión de Alimentación de la bomba Presión de Combustible (4.5 bar)		12	
Alimentación del TPS		5	
Mariposa abierta	2 y masa	4,9	
Mariposa Cerrada		0,14	
Alimentación MAP	3 y masa	5	
Alimentación O2	4 y masa	11-15	
Alimentación IAC	1 y masa	12	
Señal ECT	1 y masa	5	

Control de Resistencia y Continuidad

ELEMENTO	PIN	RANGO (Ω)	OBTENIDOS (Ω)
Resistencia del ECT (80°)	1 y 2	33	
Resistencia del Inyectores	1 y 2	14.5-15.5	
Resistencia del TPS	1 y 2 (ralentí)	5.6K Ω	
	2y3	6.0K Ω	
	1y3	2.3K Ω	
Resistencia del IAC	1 y 2	14.5-15.5	

Fallos Detectados con el Escáner

N° DTC	Presente	Memorizado	Enunciado del Fallo	Piezas relacionadas con el DTC
P0120	X		Sensor o interruptor de posición de la mariposa (TPS) Fallado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Fallo en el TPS. 5. Fallo en el ECM.
P0107	X		Baja entrada del circuito de presión absoluta del colector (MAP)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito de suministro de corriente abierto o cortocircuitado en circuito de masa. 2. El circuito de la señal del sensor está abierto o cortocircuitado a tierra. 3. Mala conexión de los conectores. 4. Mal funcionamiento del sensor MAP. 5. Fallo en el ECM.
P0130	X		Sensor de Oxígeno banco1, sensor 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arnés del sensor cortocircuitado en el circuito de masa. 2. Mal funcionamiento del sensor O2. 3. Fallo en el ECM.
P0201	X		Circuito de control de purga del sistema de control de emisiones EVAP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito del arnés del inyector abierto, cortocircuitado en masa o cortocircuitado en el circuito de voltaje. 2. Mal funcionamiento del inyector. 3. Fallo en el ECM.
P0443	X		Circuito de control de purga del sistema de control de emisiones EVAP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Circuito del arnés del solenoide abierto, cortocircuitado en masa o cortocircuitado en el Circuito de voltaje. 2. Mal funcionamiento del solenoide. 3. Fallo en el ECM.

P0507	X		Válvula de control de Ralentí (IAC) Alta velocidad ralentí	<ol style="list-style-type: none"> 1. El circuito de señal del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 2. El circuito de tierra del sensor está abierto o cortocircuitado al circuito de alimentación. 3. Mala conexión de los conectores 4. Fallo en el sensor IAC. 5. Fallo en el ECM.
Conclusiones				

6.3 Plan de Mantenimiento

Para poder dar un mantenimiento correcto al banco de pruebas, es necesario identificar algunos términos.

Inspección. Consiste en ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación entre otros, que se deben llevar a cabo en forma periódica mediante un plan establecido de forma mensual, semestral o anual.

Reparación. Conjunto de actividades que permiten la reposición de la situación ideal de medios técnicos correspondientes a un sistema.

Mantenimiento correctivo. Es aquel en que se reparan las diferentes partes del vehículo en el momento en que dejan de funcionar o empiezan a fallar.

Mantenimiento preventivo. Consiste en seguir las instrucciones del fabricante, que se detallan en el manual del vehículo por tipo de servicio y los espacios de tiempo en que deben realizarse las operaciones de mantenimiento.

Mantenimiento predictivo. Cuando se realizan diagnósticos o mediciones que permiten predecir si es necesario realizar correcciones o ajustes antes de que ocurra una falla. A continuación se detalla la tabla del plan de mantenimiento preventivo para el motor.

Tabla 36. Plan de mantenimiento

Intervalo de Mantenimiento Ítem de Mantenimiento	Kilómetros o el tiempo en meses, lo que primero ocurra											
	X1000Km	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Meses	-	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
Correa Alternador					I			R			I	
Filtro y aceite de motor	Cambie cada 5.000km o 6 meses											
Sistema de refrigeración, mangueras y uniones		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Refrigerante motor	I	I	I	I	R	I	I	I	R	I		
Filtro de combustible						R				R		
Líneas de combustible y uniones				I		I		I		I		I
Elemento del filtro de aire		I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	
Bujías			I	R		I	R		I	R		
Cables de alta	Cambie cada 95.000 km o 54 meses											
Correara de distribución					I			R			I	
Tubo de escape	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Fuente: Autores

Inspeccione estos ítems y las partes relacionadas. De ser necesarios corrija, limpie complete ajuste o reemplace.

R. Reemplace o cambie.

I. Inspección

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Luego de haber terminado la implementación y montaje del banco didáctico de inyección electrónica podemos concluir lo siguiente:

Se ha reconocido los componentes del motor, con ayuda del manual de servicio AVEO, se procedió a estudiar y enumerar cada uno de los componentes del motor, lo cual nos permitió comprender en detalle la misión que cumple cada uno de ellos y como segundo el cálculo de dicho motor; a través de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante nuestros estudios.

Hemos realizado en primer lugar el diseño y cálculo de la estructura, lo cual nos permitió escoger el tipo material que sea resistente al peso, esfuerzos y vibraciones del motor cuando esté en funcionamiento, minimizando costos sin reducir la fiabilidad y la seguridad del mismo. Este diseño es adecuado para el aprendizaje de los nuevos estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz.

Se ha realizado el diseño del sistema de generación de fallas por medio de un ordenador, a través un software encargado de aplicar las fallas al motor.

Hemos ejecutado ensayos en el banco didáctico, pudiendo establecer que los componentes del motor se encontraban en óptimas condiciones de funcionamiento.

Se ha creado guías de prácticas para que los estudiantes sean capaces de identificar los códigos de falla del sistema de inyección electrónica, diagnosticar, verificar y solucionar los diferentes problemas que pueden presentar en el banco didáctico.

7.2 Recomendaciones

Hacer uso del banco didáctico una vez que se haya analizado detalladamente en manual de usuario y las guías de prácticas.

Tener suma precaución en la utilización del banco didáctico y realización de las prácticas, ya que se puede ocasionar daños en el mismo; por la exactitud del sistema de inyección electrónica del motor

Utilizar el banco didáctico siempre que se encuentre el docente a cargo con el fin que estudiantes den un correcto uso del mismo.

Dar el mantenimiento adecuado a cada uno de los componentes del banco de acuerdo al plan de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUEDA, Eduardo. 2002.** *Fundamentos Tecnológicos del Automóvil*. España : Thomson, 2002.
- CEAC. 2002.** *Manual CEAC del Automóvil*. Barcelona : Grupo Editorial CEAC S. A, 2002.
- CENGEL, Yunus y BOLES, Michael. 2010.** *Termodinámica*. México : McGraw-Hill Education, 2010.
- ClubEnsayos. 2013.** Interfaz OBD II. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de Mayo de 2013.]
<http://clubensayos.com/Temas-Variados/Interfaz-OBD-II/241737.html>.
- DÍAZ, Rodrigo. 2008.** *Termodinámica Automotriz*. Riobamba : ESPOCH, 2008.
- e-auto. 2013.** e-auto. *Manual de motores*. [En línea] 20 de 05 de 2013. [Citado el: 20 de 05 de 2013.]
http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=119.
- ERAZO, Germán y MENA, Luis. 1999.** *Reparación Técnica y Práctica de Motores de Combustión Interna*. Quito : Ediciones América, 1999.
- GIL, Hermógenes. 2002.** *La electrónica en el automóvil*. España : Grupo Editorial CEAC, S. A, 2002.
- 2013.** KIA-HOTLINE. [En línea] 2013.
- KIA-HOTLINE. 2013.** KIA-HOTLINE. [En línea] 05 de 05 de 2013. [Citado el: 05 de 05 de 2013.]
http://www.kia-hotline.com/manual/cnts/view/DTC?popup=1&vehlTypeCd=PA&langCd=5__SPA&mdlCd=136__TD12&year=2009&engCd=77.
- km77. 2013.** Termodinámica. [En línea] 26 de 05 de 2013. [Citado el: 26 de 05 de 2013.]
<http://www.km77.com/glosario/p/presmediefect.asp>.
- MADDOX, Robert. 1996.** *Códigos Automotrices de la Computadora*. California : GRUPO DE PUBLICACIONES HAYNES, 1996.
- MADDOX, Robert y HAYNES, John H. 1998.** *El Manual de Códigos de Computadora Y Sistemas de Control Electrónico del Motor*. California : Grupo de Publicaciones Haynes, 1998.
- PACKRÁTOV. 1987.** *Problemas de termodinámica técnica*. Moscú : Mir Moscú, 1987.
- REYES, Carlos. 2008.** *Microcontroladores PIC Programación en Basic*. Quito : Rispergraf, 2008.
- Scribd. 2013.** Multímetro automotriz. [En línea] 20 de 05 de 2013. [Citado el: 20 de 05 de 2013.]
<http://es.scribd.com/doc/50244466/Multimetro-automotriz>.
- WATSON, Ben. 1991.** *MANUAL DE FUEL INJECTION CHEVROLET*. México : PRENTICE HALL HISPANOAMERICA, S.A., 1991.
- WIKIPEDIA. 2013.** Radiador. [En línea] 05 de 05 de 2013. [Citado el: 05 de 05 de 2013.]
<http://es.wikipedia.org/wiki/Radiador>.

