



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A
GASOLINA DE UN VEHÍCULO CHEVROLET SWIFT, POR MEDIO DE UN
MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR CON SISTEMA DE INYECCIÓN BOSCH
LE3 - JETRONIC”**

**CHRISTIAN ANDRÉS GARCÍA PILATAXI
MAURICIO ALEJANDRO JORDÁN TAPIA**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ

**RIOBAMBA-ECUADOR
2012**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Julio, 19 del 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CHRISTIAN ANDRÉS GARCÍA PILATAXI

Titulada:

**“REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA
A GASOLINA DE UN VEHÍCULO CHEVROLET SWIFT, POR MEDIO
DE UN MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR CON SISTEMA DE
INYECCIÓN BOSCH LE3 - JETRONIC”**

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

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Diego Sebastián Constante Navas.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Daniela Aimacaña Sánchez
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Julio, 19 del 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MAURICIO ALEJANDRO JORDÁN TAPIA

Titulada:

**“REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA
A GASOLINA DE UN VEHÍCULO CHEVROLET SWIFT, POR MEDIO
DE UN MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR CON SISTEMA DE
INYECCIÓN BOSCH LE3 - JETRONIC”**

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

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Diego Sebastián Constante Navas.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Daniela Aimacaña Sánchez
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CHRISTIAN ANDRÉS GARCÍA PILATAXI

TÍTULO DE LA TESIS: “REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA DE UN VEHÍCULO CHEVROLET SWIFT, POR MEDIO DE UN MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR CON SISTEMA DE INYECCIÓN BOSH LE3 - JETRONIC”

Fecha de Examinación: 19 de Julio del 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Tierra (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Sebastián Constante (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Aimacaña (ASESOR DE TESIS)			

* 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.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MAURICIO ALEJANDRO JORDÁN
TAPIA

TÍTULO DE LA TESIS: “REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE
COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA DE UN VEHÍCULO
CHEVROLET SWIFT, POR MEDIO DE UN MÓDULO DE CONTROL
DE MOTOR CON SISTEMA DE INYECCIÓN BOSH LE3 -
JETRONIC”

Fecha de Examinación: 19 de Julio del 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Tierra (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Sebastián Constante (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Aimacaña (ASESOR DE TESIS)			

* 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.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, 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 teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Christian Andrés García Pilataxi

f) Mauricio Alejandro Jordán Tapia

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Román y Carmita, quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mi carrera, a mi hermana Andrea por ser mi amiga y confidente, a Belén quien es mi compañera y apoyo incondicional.

A mis hijos, que desde el cielo me guiaron por el camino correcto para poder lograr este objetivo hoy cumplido.

Christian Andrés García Pilataxi

Dedico este trabajo de tesis con mucho cariño a los seres que me dieron la vida y guiaron cada uno de sus pasos con el amor más puro y sincero, mis Padres Manuel y Carmita. A mi esposa Silvia, soporte fundamental de mi vida. A la personita que representa la razón de mi ser, mi hija María Belén, quien con su ternura y cariño ilumina cada uno de mis días.

A mi Tía Rita y a mi Suegra María, personas imprescindibles en el trayecto de mi vida, al igual que a mis hermanos y mis queridos amigos.

Mauricio Alejandro Jordán Tapia

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a Dios, por iluminarme a lo largo de mi vida, a mis padres, por darme su confianza para la culminación de mi carrera, al Ing. Cristian Hidalgo, por su apoyo y tutoría en la ejecución de este trabajo de investigación.

De manera especial a todos los amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito esta etapa estudiantil de mi vida.

Christian Andrés García Pilataxi

Agradezco a Dios, por iluminar cada paso de mi vida. A mis padres por todo su sacrificio y apoyo incondicional, seres únicos e irrepetibles en este mundo que me han permitido alcanzar esta meta. A mi amada esposa, compañera incondicional, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante y no decaer.

El agradecimiento más importante para mi hija María Belén, que es la razón de mi vida y mi fuerza para seguir adelante.

Gracias a mis queridos hermanos y amigos, por todo su apoyo y amistad incondicional.

Mauricio Alejandro Jordán Tapia

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objeto general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Motor G16A.....	4
2.1.1 Descripción del motor G16A.....	4
2.2 Diferencia entre carburación e inyección.....	8
2.2.1 Ventajas de la inyección.....	9
2.3 Clasificación de los sistemas de inyección.....	11
2.3.1 Según el lugar donde inyectan.....	11
2.3.2 Según el número de inyectores.....	13
2.3.3 Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.....	18
3. REQUISITOS PARA LA ADAPTACIÓN	
3.1 Consideraciones para la adaptación del sistema de inyección electrónica....	22
3.1.1 Compatibilidad con el sistema de inyección del Corsa Wind 1600 cc	22
3.1.2 Existencia de autopartes en el mercado nacional.....	23
3.2 Supresión de elementos del encendido convencional.....	23
3.3 Supresión en el sistema de alimentación de combustible.....	24
3.4 Desmontaje del sistema de admisión de aire.....	24
3.5 Control electrónico del motor Corsa Wind 1.6.....	25
3.5.1 Módulo de control electrónico Bosch LE3-JETRONIC (ECM).....	25

3.5.2	Análisis de las funciones básicas de los sistemas que controla el ECM.....	26
3.6	Sensores del sistema de inyección del motor Corsa Wind 1.6 lt.....	29
3.6.1	Sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	29
3.6.2	Sensor de posición de la aleta del acelerador (TPS).....	30
3.6.3	Sensor de vacío del múltiple de admisión (MAP).....	31
3.6.4	Sensor de oxígeno (EGO).....	32
3.6.5	Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT).....	33
3.7	Actuadores del sistema de inyección del motor Corsa Wind 1.6 lt.	34
3.7.1	Inyectores.....	34
3.7.2	Válvula de control de aire en marcha lenta (IAC).....	35
3.7.3	Sistema de Encendido DIS.....	35
3.8	Riel de inyectores.	36

4. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA

4.1	Análisis de esfuerzos.	38
4.1.1	Especificaciones técnicas del Banco.	38
4.1.2	Cálculo asistido por computadora con Software SAP2000.	39
4.1.3	Modelo Geométrico.	40
4.1.4	Definición de los materiales en SAP2000.	41
4.1.5	Asignación de materiales en SAP2000.....	42
4.1.6	Asignación de Cargas en SAP2000.....	43
4.1.7	Asignación de Puntos de Apoyo.....	44
4.2	Análisis de Resultados.	44
4.2.1	Análisis de los Resultados.	45
4.2.2	Análisis de resistencia..	46
4.3	Construcción del soporte para el banco de pruebas.....	47
4.4	Adaptación del sistema de admisión de aire.....	50

4.5	Adaptación del sistema de alimentación combustible.	51
4.5.1	Tanque de combustible.....	51
4.5.2	Bomba de combustible..	52
4.5.3	Filtro de combustible.	53
4.5.4	Inyectores.....	54
4.5.5	Riel de inyectores.....	55
4.6	Adaptación del Sistema de Encendido.....	56
4.7	Adaptación de sensores.	57
4.7.1	Adaptación de la rueda fónica y sensor de giro CKP.	58
4.7.2	Sensor de oxígeno.	59
4.7.3	Sensor de presión MAP.	59
4.7.4	Sensor de temperatura de refrigerante ECT.	60
4.7.5	Sensor de temperatura de aire (IAT)..	61
4.8	Tablero de control.....	61
4.8.1	Interruptor de encendido.....	62
4.8.2	Caja porta fusibles.....	63
4.8.3	Caja porta relevadores.	63
4.8.4	Conector ALDL (Assembly Line Diagnostic Link).....	64
4.8.5	Luz Mil.	65
4.8.6	Tacómetro.	66
4.8.7	Control de aceleración.....	66
4.8.8	ECM.	67
4.9	Presupuesto.....	70
4.9.1	Motor y componentes:	71
4.9.2	Sistema Eléctrico y componentes electrónicos:	72
4.9.3	Construcción del Banco:	73
4.9.4	Total de gastos:	73

4.10	Financiamiento.....	73
------	---------------------	----

5. DIAGNÓSTICO CON SCANNER Y EXTRACCIÓN DE CÓDIGOS

5.1	Ubicación de socket ALDL.....	74
5.2	Pasos para comunicarnos con el ECM.	74
5.3	Extracción de códigos.	78
5.3.1	Sensor IAT.	79
5.3.2	Sensor MAP.	81
5.3.3	Sensor TPS.....	84
5.3.4	Sensor ECT.....	88
5.3.5	Actuador IAC.	91
5.4	Diagnóstico de Códigos.	94
5.4.1	Falla en la UC (PROM) –Código 51.	94
5.4.2	Falla en la Unidad de Control Código 55.	95
5.4.3	Falla en la señal del CKP Código 19.	96
5.4.4	Falla en el EGO Código13.	97
5.4.5	Falla Sonda Lambda Código 44 y 45.	98
5.4.6	Falla Batería Tensión Alta Código 49.	99
5.4.7	Falla en los Inyectores Código 25 y 81.	100

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	102
6.2	Recomendaciones.	103

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Terminales del Conector ALDL. ....20
2	Parámetros Técnicos. ....23
3	Dimensiones del Bastidor.....38
4	Dimensiones del Tablero de Control. ....38
5	Peso de los elementos del Banco de Pruebas. ....38
6	Banco de Conectores A. ....68
7	Banco de Conectores B. ....69
8	Banco de Conectores C. ....69
9	Banco de Conectores D. ....70
10	Códigos de Falla. ....78
11	Fallo y Reparación del sensor IAT. ....80
12	Fallo y Reparación del sensor MAP. ....83
13	Datos de la Prueba sensor MAP. ....84
14	Fallos y Reparación del sensor TPS. ....87
15	Fallas y Reparaciones del sensor ECT. ....90
16	Fallas en Ralentí. ....93
17	Fallas en la UC.....94
18	Falla en la Unidad de Control. ....95
19	Falla en el CKP. ....96
20	Fallas en el EGO.....97
21	Fallas Sonda Lambda. ....98
22	Falla en los inyectores. ....100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1	Motor G16A..... 4
2	Bloque de cilindros..... 5
3	Cigüeñal, cojinete..... 5
4	Biela-Pistón..... 6
5	Elementos del motor G16A..... 7
6	Esquema de un carburador..... 8
7	Esquema de un sistema de inyección..... 9
8	Inyección directa.....11
9	Inyección indirecta.....12
10	Inyección continua.....13
11	Sistema de inyección monopunto.....14
12	Regulador de presión.....14
13	Sonda lambda de zirconio.....15
14	Vista general del sistema multipunto.....16
15	Esquema del funcionamiento del sistema multipunto.....17
16	Esquema general del sistema de inyección de gasolina.....19
17	Múltiple de admisión desmontado con su respectivo carburador.....25
18	Sensor CKP y rueda fónica.....30
19	Sensor de posición de aleta de acelerador TPS.....30
20	Sensor MAP.....31
21	Sensor de oxígeno.....32
22	Sensor de temperatura de refrigerante.....33
23	Inyectores.....34
24	Válvula IAC.....35
25	Bobina de encendido.....36
26	Riel de inyectores.....37
27	Tabla de materiales.....39
28	Modelo Geométrico en AUTOCAD.....40
29	Modelación en SAP2000.....40
30	Especificaciones del tubo cuadrado.....41
31	Especificaciones del perfil para el bastidor.....41
32	Especificaciones del perfil para el tablero de control.....42
33	Materiales del banco.....42
34	Cargas del motor en los puntos de apoyo.....43

35	Carga del radiador.....	43
36	Cargas de batería y tanque de combustible.	44
37	Puntos de apoyo.	44
38	Deformación de la estructura.....	45
39	Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.....	45
40	Análisis de resistencia elemento 1.....	46
41	Análisis de resistencia elemento 2.....	46
42	Aplicación de capa base (adherente).....	47
43	Masillado del banco de pruebas.	48
44	Proceso de pintura del banco de pruebas.	48
45	Bastidor.	49
46	Sistema de enfriamiento.	49
47	Ruedas con seguro.	50
48	Múltiple de admisión.....	50
49	Estrangulador.....	51
50	Tanque de Combustible.	51
51	Toma de abastecimiento.	52
52	Electrobomba de combustible.	53
53	Filtro de combustible.	53
54	Montaje de los inyectores en el riel.	54
55	Inyectores.....	54
56	Circuito de inyectores.	55
57	Riel de inyectores.....	55
58	Sistema de encendido DIS.	56
59	Módulo DIS.....	56
60	Funcionamiento del Módulo DIS.....	57
61	Sensor CKP.....	58
62	Rueda fónica regulable.....	58
63	Múltiple de escape con sensor EGO instalado.	59
64	Sensor MAP.	59
65	Circuito sensor MAP.....	60
66	Sensor de temperatura de refrigerante ECT.....	60
67	Circuito Sensor ECT.....	61
68	Sensor de temperatura de aire IAT.....	61
69	Tablero de control.....	62
70	Interruptor de encendido.....	62
71	Caja porta fusibles.....	63

72	Caja porta relevadores.	63
73	Conector ALDL.	64
74	Circuito del conector ALDL.	64
75	Luz MIL.	65
76	Circuito Eléctrico dela Luz Mil.	65
77	Tacómetro.	66
78	Circuito del tacómetro.	66
79	Control de aceleración.	67
80	Módulo de control ECM.	67
81	Distribución de pines ECM.	68
82	Equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.	74
83	Conexión con el scanner.	75
84	Pantalla principal del scanner.	75
85	Pantalla de diagnóstico de vehículo.	75
86	Pantalla de procedencia de vehículo.	76
87	Menú de fabricantes.	76
88	Menú Corsa B.	76
89	Pantalla de comunicación con el ECM.	77
90	Flujo de datos 1.	77
91	Flujo de datos 2.	77
92	Sensor IAT desconectado.	79
93	Pantalla código 71.	79
94	Puente en el socket del sensor MAP.	81
95	PIDs código 33.	82
96	Socket sensor MAP desconectado.	82
97	PIDs código 34.	83
98	Puente en los terminales del socket del sensor TPS.	85
99	Pantalla código 21.	85
100	Socket sensor TPS desconectado.	86
101	Pantalla código 22.	86
102	Socket sensor ECT desconectado.	88
103	Pantalla código 15.	89
104	Puente en los terminales del socket del sensor ECT.	89
105	Pantalla código 14.	90
106	Socket válvula IAC desconectado.	91
107	Pantalla código 35.	92
108	PIDs código 35.	92

LISTA DE ABREVIACIONES

ECM	Electronic Control Module (Módulo de Control Electrónico).
TPS	Sensor de Posición de Mariposa.
MAP	Sensor de Presión en el Múltiple de Admisión.
ECT	Sensor de Temperatura de Motor.
IAT	Sensor de Temperatura de Aire de Admisión.
CKP	Sensor de Posición de Cigüeñal.
O ₂	Sensor de Oxígeno.
IAC	Válvula de Control de Paso de Aire.
ROM	Memoria de Almacenamiento de Lectura.
RAM	Memoria de Almacenamiento.
EPROM	Memoria que Permite el Borrado de Errores Almacenados.
ALDL	Interfaz entre ECM y Scanner.
PID	Código de Solicitud de Información.
Bar	Bares.
NTC	Coeficiente Térmico Negativo.
RPM	Revoluciones por Minuto de Motor.
MIL	Mal Function Indicator Light.

LISTA DE ANEXOS

- A** Diagrama Eléctrico Sistema Bosch LE3-Jetronic.
- B** Manual de Usuario.
- C** Guías de Práctica.

RESUMEN

Este trabajo de tesis permite desarrollar un Banco de Pruebas para el Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz, mediante la adaptación de un Sistema de Inyección Bosch Le3-Jetronic a un motor de un Vehículo Chevrolet Swift.

Se realiza la elección del sistema de inyección y se inicia con el trabajo de adaptación, eliminando los elementos de los sistemas de Alimentación de Combustible y Encendido Convencional, los que posteriormente serán reemplazados por los elementos del Sistema de Inyección Electrónica seleccionado, iniciando con el montaje de sensores y actuadores, además de los elementos eléctricos y electrónicos que ayudarán al correcto funcionamiento del motor. Un punto muy importante es el ensamblaje del arnés de cables que permite el trabajo entre sensores y actuadores con el Módulo de Control Electrónico (ECM), permitiendo la comunicación en tiempo real con el usuario por medio del Scanner, al utilizar una interfaz bidireccional OBD I.

El resultado de este trabajo de adaptación es un banco de pruebas de un motor controlado por un Sistema de Inyección Electrónica, que permita obtener un funcionamiento eficaz, disminuyendo el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes, además se realizó un Manual de Usuario y Guías de Práctica para una correcta utilización del equipo por parte de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

Finalmente este trabajo constituye una fuente didáctica importante, para el análisis, sobre su funcionamiento, siendo una herramienta útil para el diagnóstico y reparación de fallas

.....

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES.

1.1 Antecedentes.

La Escuela de Ingeniería Automotriz perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, una de las que ha mostrado más alto crecimiento en los últimos tiempos, goza de un gran prestigio dentro del país, debido a que es la encargada de formar profesionales competitivos, de alta calidad y consientes de las necesidades actuales del campo automotriz de nuestro país. Por esta razón los profesionales formados en esta institución están en capacidad de satisfacer los requerimientos competentes al área en la que se desempeñan, siempre enfocados en el desarrollo de nuevas tecnologías y en la búsqueda de nuevas vías para el cuidado del medio ambiente.

El conocimiento de la mecánica y del funcionamiento de los diversos sistemas que conforman un motor de combustión interna siempre debe ir de la mano con la electrónica y su continuo desarrollo. La electrónica en el campo automotriz permite obtener un trabajo más eficiente del motor, y al mismo tiempo, controlar de manera más eficiente cada uno de sus componentes y como punto importante ayuda a reducir los niveles de emisiones de gases contaminantes al ambiente.

Al poder contar con un Módulo de Control Electrónico que monitoree de manera precisa el rendimiento del motor se obtendrán resultados superiores en cuanto a rendimiento y potencia, debido a que se emplea un sistema de inyección muy eficiente.

1.2 Justificación.

Debido a que la Escuela de Ingeniería Automotriz es una de las escuelas más jóvenes de la ESPOCH, sus laboratorios no cuentan con el equipamiento óptimo para satisfacer las necesidades de sus estudiantes, ni están acorde con el desarrollo de la tecnología.

Existe la necesidad de realizar la REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA DE UN VEHÍCULO CHEVROLET SWIFT, POR MEDIO DE UN MÓDULO DE CONTROL DE MOTOR CON SISTEMA DE INYECCIÓN BOSCH LE3 - JETRONIC.

Esta tarea se la llevará a cabo gracias a la implementación de un Módulo de Control de Motor de un vehículo Chevrolet Corsa Wind, el cual posee un sistema de inyección Bosch LE3 – Jetronic, en el motor antes mencionado.

Gracias a la implementación de este nuevo Módulo de Control se mejorará la eficiencia y la potencia de éste motor, debido a que controla electrónicamente el tiempo de inyección y el avance de encendido, al mismo tiempo se podrá monitorear su funcionamiento gracias a la utilización de una herramienta de diagnóstico.

De esta manera tanto estudiantes como docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz podrán contar con un banco didáctico que les permita estudiar y analizar el funcionamiento de este tipo de sistema de inyección, consolidando sus conocimientos, necesarios para una buena formación profesional.

1.3 Objetivos.

1.3.1 *Objetivo general:* Realizar la repotenciación de un motor de combustión interna a gasolina de un vehículo Chevrolet Swift, por medio de un módulo de control con sistema de inyección BOSCH LE3-JTRONIC.

1.3.2 *Objetivos específicos.*

Conocer los distintos tipos de Sistemas de Inyección.

Analizar el funcionamiento del Sistema de Inyección Bosch LE3 – Jetronic.

Adaptar el Módulo de Control Electrónico en el banco didáctico.

Realizar pruebas de funcionamiento y analizar resultados.

Estructurar guías de prácticas para la utilización del banco didáctico.

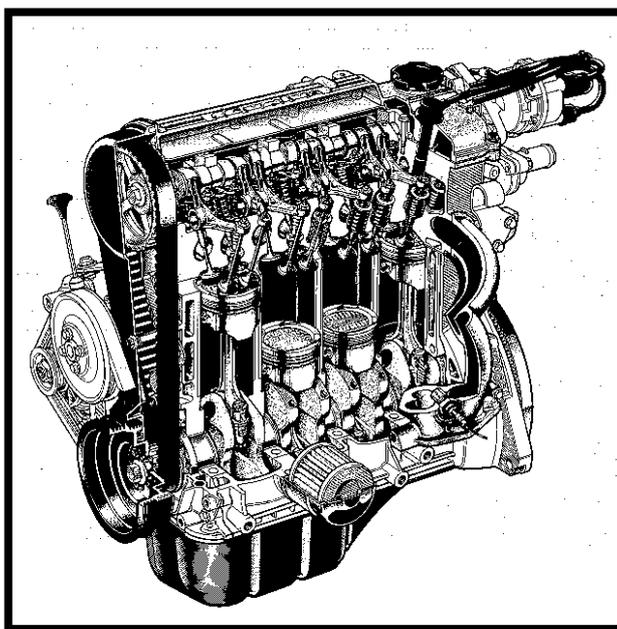
CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Motor G16A.

Se utiliza un motor de gasolina de 4 tiempos, enfriado por agua, de 4 cilindros en línea, con un mecanismo de válvula S.O.H.C. (árbol de levas único sobre la culata) con una configuración de 16 válvulas en "V" (dos en la admisión y dos en el escape por cilindro). El árbol de levas único sobre la culata del cilindro, es accionado por el cigüeñal a través de la correa de distribución, y la apertura y el cierre de las válvulas se realiza a través de los balancines. [1]

Figura 1. Motor G16A.

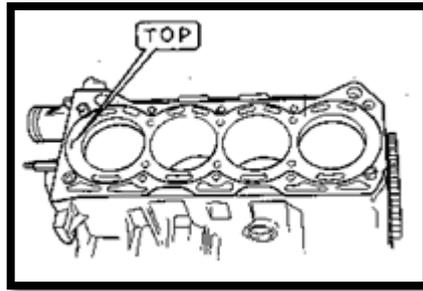


Fuente: Manual de Taller Chevrolet Swift.

2.1.1 Descripción del motor G16A.

2.1.1.1 Bloque de cilindros. El bloque de cilindros está hecho de aleación de aluminio fundido, y está provisto de cuatro cilindros dispuestos "En Línea". Se instala un manguito cilíndrico de hierro fundido en cada cilindro. [4]

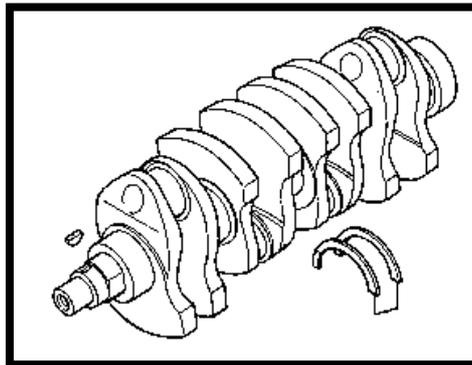
Figura 2. Bloque de cilindros.



Fuente: Manual de Taller Chevrolet Swift.

2.1.1.2 Cigüeñal y cojinetes principales. El cigüeñal de acero forjado integral, está soportado por cinco cojinetes principales del tipo inserto a precisión. Las cuatro muñequillas del cigüeñal están distanciadas 180° entre sí. [5]

Figura 3. Cigüeñal, cojinete.



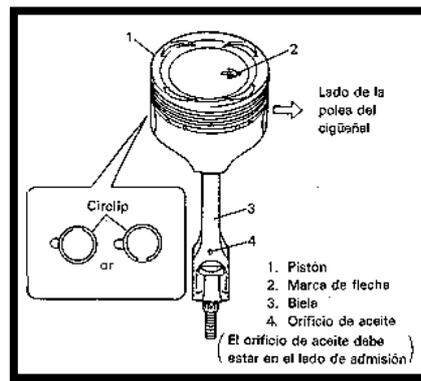
Fuente: Manual de Taller Chevrolet Swift.

2.1.1.3 Pistones, aros, pasadores de pistón y bielas. El pistón es de aleación de aluminio fundido, y posee dos aros de compresión y un aro de aceite.

Entre los dos aros de compresión (aros superior y 2do.), el superior está cromado duro para mejorar la resistencia a la abrasión. El aro de aceite consta de dos rieles y un espaciador.

Esto permite un cambio gradual en la presión de empuje aplicada a la pared del cilindro, a medida que el pistón efectúa su recorrido. [6]

Figura 4. Biela-Pistón.



Fuente: Manual de Taller Chevrolet Swift.

Los pasadores son de acero al cromo, y poseen un ajuste flotante en los pistones. Están unidos a las bielas mediante un ajuste a presión.

Las bielas están hechas de acero forjado, y los cojinetes de la biela son del tipo de inserto a presión.

2.1.1.4 Culata de cilindros y tren de válvulas. La culata de cilindros está hecha de aleación de aluminio fundido. La parte de soporte del árbol de levas y balancín es de tipo tapa independiente.

La cámara de combustión tiene cuatro válvulas y emplea un techo inclinado de tipo tapón central para una mayor eficiencia en la admisión y en el escape.

El balancín del lado de la admisión es de tipo pivote final y se balancea de acuerdo al movimiento del árbol de levas, abriendo y cerrando la válvula de admisión.

Por otro lado, el balancín del lado del escape es de tipo sube y baja. Se balancea sobre el eje del balancín como punto de soporte y de acuerdo al movimiento del árbol de levas se abre y se cierra la válvula de escape. [2]

2.1.1.5 Lubricación. La bomba de aceite es de tipo trocoide, y está montada sobre el cigüeñal en el lado de la polea del cigüeñal.

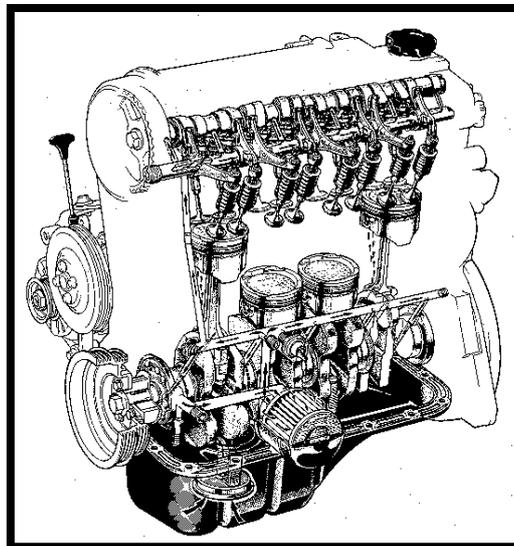
El aceite es aspirado a través del colador de la bomba de aceite, y dirigido hacia el filtro de aceite a través de la bomba. El aceite filtrado penetra en los conductos del bloque de cilindros. Por un conducto, el aceite llega a los cojinetes de los muñones del cigüeñal.

El aceite procedente de los cojinetes de los muñones del cigüeñal, es alimentado a los cojinetes de la biela a través de conductos de intersección taladrados en el cigüeñal, e inyectados desde un pequeño orificio provisto en la cabeza de la biela para lubricar el pistón, los aros y las paredes del cilindro.

Por el otro conducto, el aceite asciende hasta la culata del cilindro y lubrica los muñones del árbol de levas, los ajustadores hidráulicos de huelgos de válvulas, pasando a través del conducto de aceite practicado en la pared de la culata del cilindro.

Se provee una válvula de retención en el trayecto que comunica el bloque de cilindros con la culata del cilindro. Se utiliza para mantener el conducto de aceite provisto en la culata lleno de aceite aunque esté detenido el motor.

Figura 5. Elementos del motor G16A.



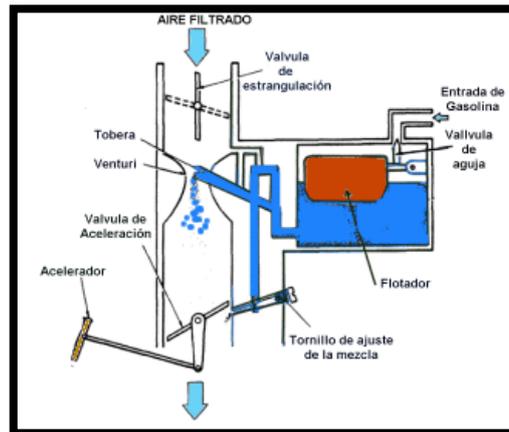
Fuente: Manual de Taller Chevrolet Swift.

Se provee una válvula de alivio de aceite en la bomba de aceite. Esta válvula comienza a descargar la presión de aceite cuando ésta asciende a unos $3,0 \text{ kg/cm}^2$ (42,7 psi, 300 Kpa). El aceite descargado regresa al colector de aceite. [3]

2.2 Diferencia entre carburación e inyección.

En los motores de gasolina, la mezcla se prepara utilizando un carburador o un equipo de inyección. Hasta ahora, el carburador era el medio más usual de preparación de mezcla, medio mecánico.

Figura 6. Esquema de un carburador.



Fuente: http://www.bricopage.com/como_se_hace/automovil/imagenes/carburador.gif

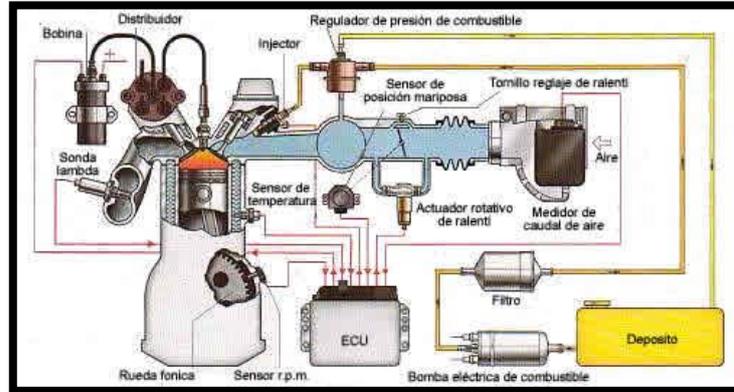
Desde hace algunos años, sin embargo, aumentó la tendencia a preparar la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión.

Esta tendencia se explica por las ventajas que supone la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape. Las razones de la inyección:

- Permite una dosificación precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo.
- Además, asignando una electroválvula o inyector a cada cilindro se consigue mejorar la distribución de la mezcla.
- Se da forma a los conductos de admisión, permitiendo corrientes aerodinámicamente favorables, mejorando el llenado de los cilindros, y así favorecer el par motor y la potencia.

2.2.1 Ventajas de la inyección. Gracias a la electrónica de hoy en día, son indiscutibles las ventajas de la inyección electrónica:

Figura 7. Esquema de un sistema de inyección.



Fuente: <http://html.rincondelvago.com/0004600917.jpg>

- Aparte de tener un mapa de inyección para todas las circunstancias de carga y régimen del motor, permite algunas técnicas como el corte de inyección para evitar que el motor se revolucione excesivamente, y al retener el vehículo con el motor, o desacelerar, para aumentar la retención y evitar el gasto innecesario de combustible.
- La mezcla será enviada a cada cilindro uniformemente, por lo tanto, la diferencia en poder desarrollarse en cada cilindro es mínima. Las vibraciones del motor equipado con este sistema son menores, debido a esto la vida de los componentes del motor se mejora.
- No hay necesidad de girar el motor dos o tres veces en caso de frío como ocurre en el sistema de carburador.
- La respuesta inmediata, en caso de la súbita aceleración o desaceleración.
- Dado que el motor está controlado por el ECM, la cantidad de mezcla más exacta será enviada, y como resultado se llevará a cabo la combustión completa. Esto da lugar a una utilización eficaz del combustible suministrado y, por tanto, un bajo nivel de emisión.

2.2.1.1 Consumo reducido. Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La

necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada.

La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

2.2.1.2 Mayor potencia. La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

2.2.1.3 Gases de escape menos contaminantes. La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción.

2.2.1.3.1 Mezcla estequiométrica. En condiciones normales, la combustión total de 1 gramo de gasolina se consigue con 14.8 gramos de aire. Sin embargo, los motores de pistón no son capaces de crear las condiciones de homogeneidad entre aire y gasolina para quemarla el ciento por ciento. Para contrarrestar esta deficiencia los sistemas de alimentación están diseñados de manera que la mezcla contenga un 10 por ciento más de aire por gramo de gasolina.

Esta proporción se denomina "mezcla económica" y se forma con 16 partes de aire por cada parte de combustible.

2.2.1.3.2 Relación de máxima potencia. Esta se obtiene con una mezcla que presenta 20% menos de aire que la proporción económica, es decir, 1 gramo de gasolina por cada 12,5 gramos de aire.

Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

2.2.1.4 *Arranque en frío y fase de calentamiento.* Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí.

En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste.

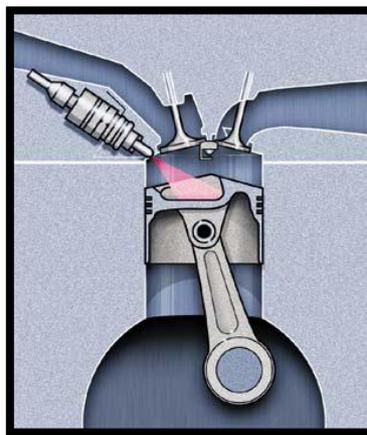
2.3 Clasificación de los sistemas de inyección.

2.3.1 *Según el lugar donde inyectan.*

2.4.1.1 *Inyección directa.* En un motor de inyección directa, el cilindro se llena solamente con aire a través del conducto de admisión y luego se aporta el combustible. La mezcla se forma dentro del cilindro en un corto espacio de tiempo.

Por este motivo, la gasolina tiene que inyectarse a alta presión (unos 30 ó 40 bares) y con un chorro determinado para que favorezca la pulverización. Pero también es necesario crear turbulencias dentro del cilindro para acelerar el reparto de la gasolina. La cabeza del pistón tiene una cavidad para forzar dicho fenómeno, y el conducto de admisión también se diseña con esa intención.

Figura 8. Inyección directa.



Fuente: http://4.bp.blogspot.com/_5HBrOEgen50/S811JnitEil/s400/directa.jpg

Cuando se abre la válvula de admisión, el aire entra al interior del cilindro por la parte superior y llega hasta la cabeza del pistón.

El aire choca contra el pistón y retorna hacia la parte superior del cilindro formando una turbulencia. Mientras el aire está entrando, se abre el inyector y se introduce el combustible a presión para formar la mezcla.

La cantidad de combustible inyectado y el momento de producirse la inyección dependen de las solicitudes sobre el motor y de las posibilidades de funcionamiento que tiene.

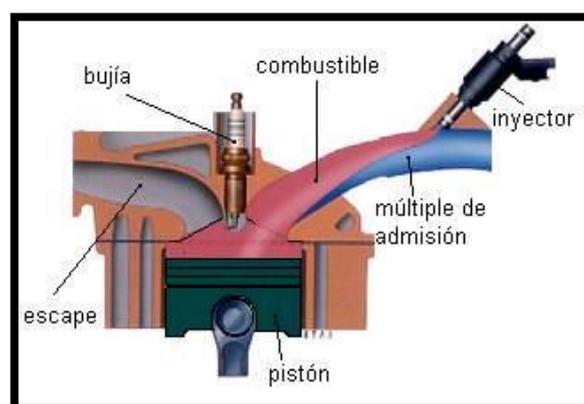
La inyección se produce siempre cuando la válvula de escape ya está cerrada, de esta forma se impide que parte de la gasolina pueda salir sin quemarse por el escape. La inyección también puede realizarse en los primeros momentos de la carrera de compresión.

2.4.1.2 Inyección indirecta.

Es un sistema de inyección independiente de encendido donde un ECM activa los inyectores en sincronización con los diferentes regímenes de funcionamiento del motor.

Una serie de sensores informan al ECM de las condiciones de trabajo y esta activará a los inyectores el tiempo necesario para que el caudal de gasolina inyectado sea el correcto.

Figura 9. Inyección indirecta.



Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_w2rSmEpVDCg/1RuwUL9bwcY/s1600/065.jpg

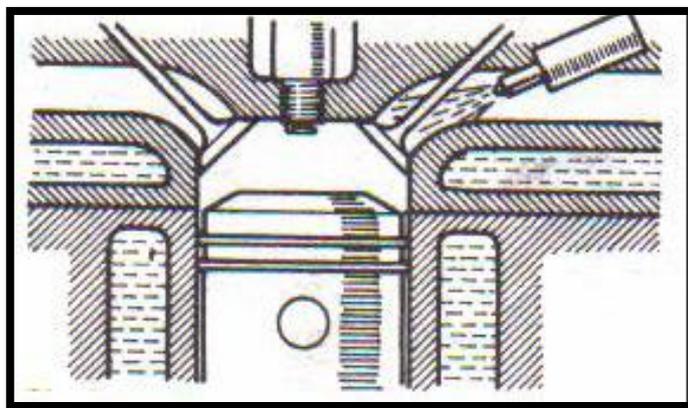
El ECM debe conocer el caudal de aire aspirado y el número de rpm del motor. El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de

admisión, la misma que no debe estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente.

2.4.1.3 Inyección continua.

El combustible pulverizado está suministrando constantemente en pequeñas porciones que se acumula en el colector cuando la válvula de admisión permanece cerrada y entra cuando se abre. El flujo es constante.

Figura 10. Inyección continua.



Fuente: CASTRO; M, Manual de Inyección de gasolina.

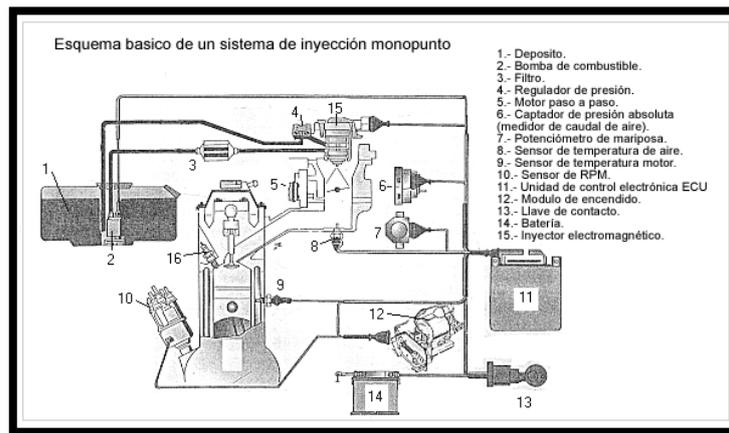
2.3.1.4 Inyección simultánea. Se llama inyección simultánea a la inyección espaciada que se produce siempre en un punto determinado del ciclo de cada cilindro independientemente de su velocidad de giro. De acuerdo con el concepto del avance de encendido parecería lógico que existiera un avance de la inyección según el régimen. Pero en la práctica no se aprecian ventajas en este sentido.

Ello es debido al poco tiempo de que se dispone para cada ciclo, que llega a ser de unas 1,25 milésimas de segundo.

2.3.2 Según el número de inyectores.

2.3.2.1 Inyección monopunto. Este sistema solo lo utilizan los motores de gasolina, es uno de los más básicos y primitivos, es muy similar a un carburador. Se compone de una bomba eléctrica de combustible, que envía presión a un inyector situado antes de la mariposa de aceleración.

Figura 11. Sistema de inyección monopunto.

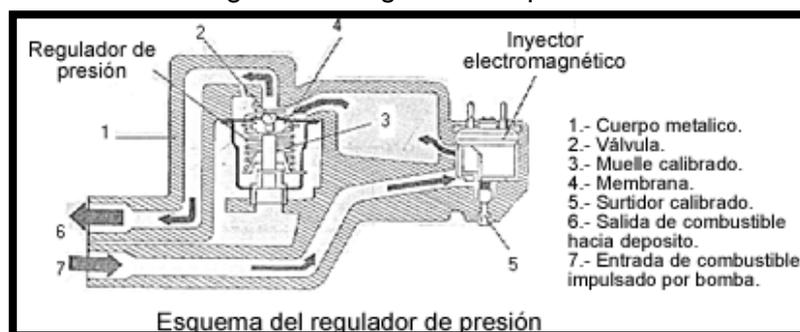


Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/imagesartic/monopuntoSPI.gif>

El inyector consta de un solenoide el cual esta comandado por la ECM, que se encarga de mandarle la señal de apertura. Cuando este se abre, la gasolina pasa al inyector y pulveriza una cantidad determinada de combustible al colector. Antes del inyector está situado el regulador de presión que se compone de una membrana y un muelle dentro de una carcasa.

El funcionamiento es simple, cuando la presión de combustible es excesiva, el regulador se abre y envía el exceso de combustible devuelta al depósito (con este regulador podemos arreglarlo para que la presión de la inyección sea más alta y así ganar más potencia al motor, tiene menos vida el inyector con este proceso).

Figura 12. Regulador de presión.

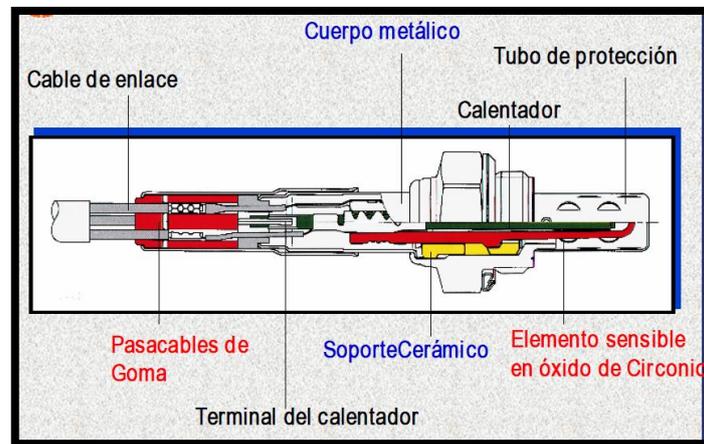


Fuente: <http://www.mecanicavirtual.com/regulador/presion.gif>

El caudalímetro mide la cantidad de aire que entra al cilindro, de manera que la unidad de control (ECM) pueda determinar la cantidad de combustible a inyectar, aunque esta cantidad también está condicionada por el sensor de oxígeno o sonda lambda.

La sonda lambda es un sensor, que en este caso está situado antes del catalizador y se encarga de medir el oxígeno presente en los gases de escape, este dato es enviado a la ECM que aumenta o disminuye la mezcla de combustible.

Figura 13. Sonda lambda de zirconio.



Fuente: <http://www.iresaing.com/sondas%20lambda/sonda-dioxido-de-zirconio.png>

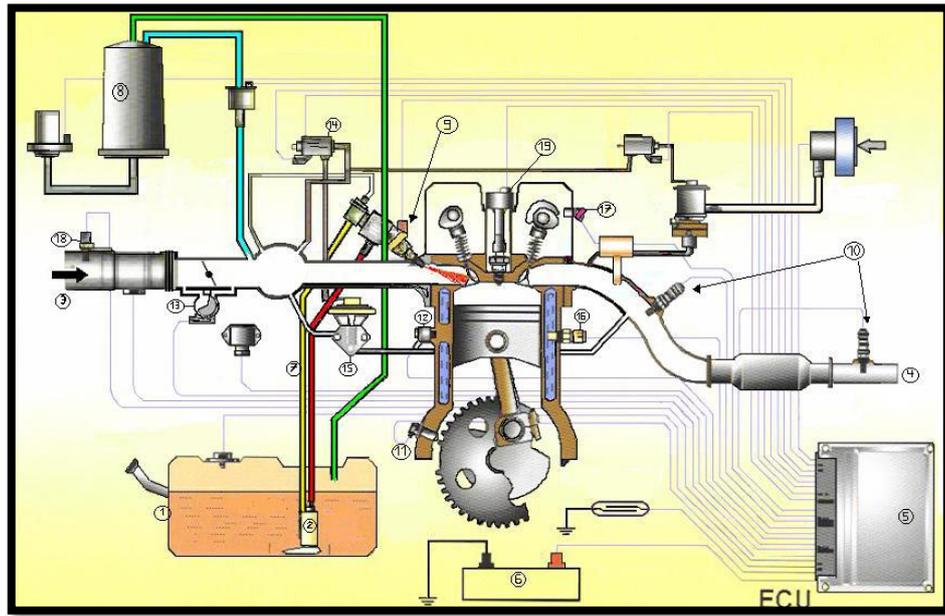
2.3.2.2 Inyección multipunto. El sistema de inyección electrónica de combustible multipunto es utilizado actualmente en todos los automotores y tiene como objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más economía en los diferentes regímenes de funcionamiento y principalmente menor contaminación del medio ambiente.

Este sistema tiene la característica de permitir que el motor reciba solamente el volumen de combustible que necesita. Con eso se garantiza:

- Menos contaminación.
- Más economía.
- Mejor rendimiento.
- Arranque más rápido.
- Mejor aprovechamiento del combustible.

Cuanto más sofisticados sean los sistemas electrónicos de control del motor, el ECM va a recibir y enviar más señales en ohmios y voltios de los distintos componentes como sensores y actuadores.

Figura 14. Vista general del sistema multipunto.



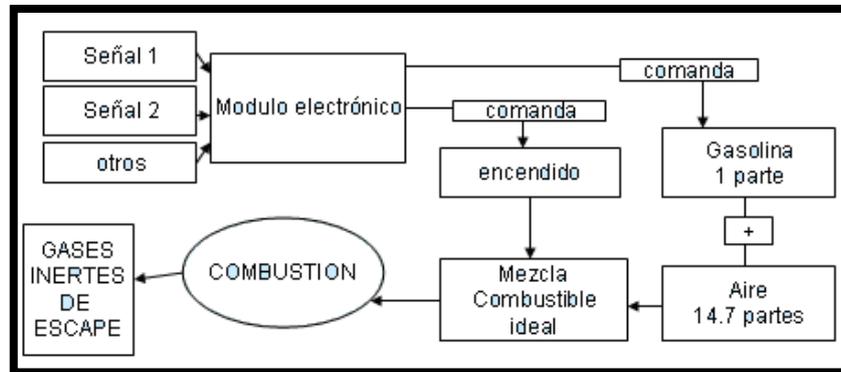
Fuente: BOSCH- Manual de Inyección.

En la Figura, se encuentra los siguientes componentes:

1. Tanque de Combustible.
2. Bomba de Presión de Combustible.
3. Admisión de aire.
4. Escape de emisiones.
5. Modulo central (ECM).
6. Fuente de energía.
7. Cañerías.
8. Cánister.
9. Inyectores.
10. Sensores de oxígeno (EGO).
11. Sensor de posición del cigüeñal.
12. Sensor de golpeteo.
13. Sensor de posición de la aleta del acelerador (TPS).
14. Válvula de purga del Cánister.
15. Válvula de recirculación de gases de escape.
16. Sensor de temperatura del refrigerante.
17. Sensor de posición del árbol de levas.
18. Sensor de temperatura del aire.
19. Bobina y bujías.
20. Cables en general.

La relación estequiométrica correcta de aire combustible en todos los sistemas de motores de combustión interna a gasolina debe ser de 14.8 gramos de aire por 1 gramo de combustible respectivamente.

Figura 15. Esquema del funcionamiento del sistema multipunto.



Fuente: Autores.

2.3.2.2.1 *Ventajas y desventajas del sistema de inyección multipunto.* El sistema de inyección electrónica multipunto presenta beneficios como: el combustible es medido e introducido en el colector de admisión de aire usando un inyector por cada cilindro del motor.

Ventajas:

- Emisión de gases menos contaminantes.
- Reduce el consumo de combustible.
- Mezcla exacta de combustible.
- Mejora la eficiencia del motor.
- Elementos electrónicos de funcionamiento exacto.
- Disminuye el peso del motor (componentes electrónicos).
- Mejor arranque en frío del motor.

Desventajas:

- Necesita de combustible de buena calidad (mayor octanaje).
- Mayor costo de repuestos.
- Mayor costo de mantenimiento y mano de obra.

- Herramientas especiales, como software de diagnóstico (scanner), medidores de presión de combustible, multímetro, etc.

2.3.3 *Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.*

2.3.3.1 *Mecánica.* Tanto el control como el accionamiento de los inyectores son mecánicos como es el caso del sistema K-Jectronic.

Entre los sistemas mecánicos de inyección se distinguen los accionados por el motor de explosión y los carentes de dispositivo de accionamiento.

Los sistemas accionados por el motor constan de una bomba de inyección con su correspondiente regulador incorporado.

Este sistema, en la actualidad, en los motores de explosión no se utiliza. La otra variante es un sistema que trabaja inyectando de forma continua sin dispositivo de accionamiento.

2.3.3.2 *Mecánica electrónica.* Difiere del sistema mecánico ya que el control es electrónico pero se mantiene el accionamiento mecánico de los inyectores esto se lo encuentra en el sistema de inyección KE-Jectronic.

2.3.3.3 *Electrónica.* Es un sistema más avanzado puesto que el control y accionamiento de los inyectores es electrónico. Este se lo usa en los siguientes sistemas de inyección de combustible:

- L-Jectronic.
- LE-Jectronic.
- Motronic.
- Digifant.

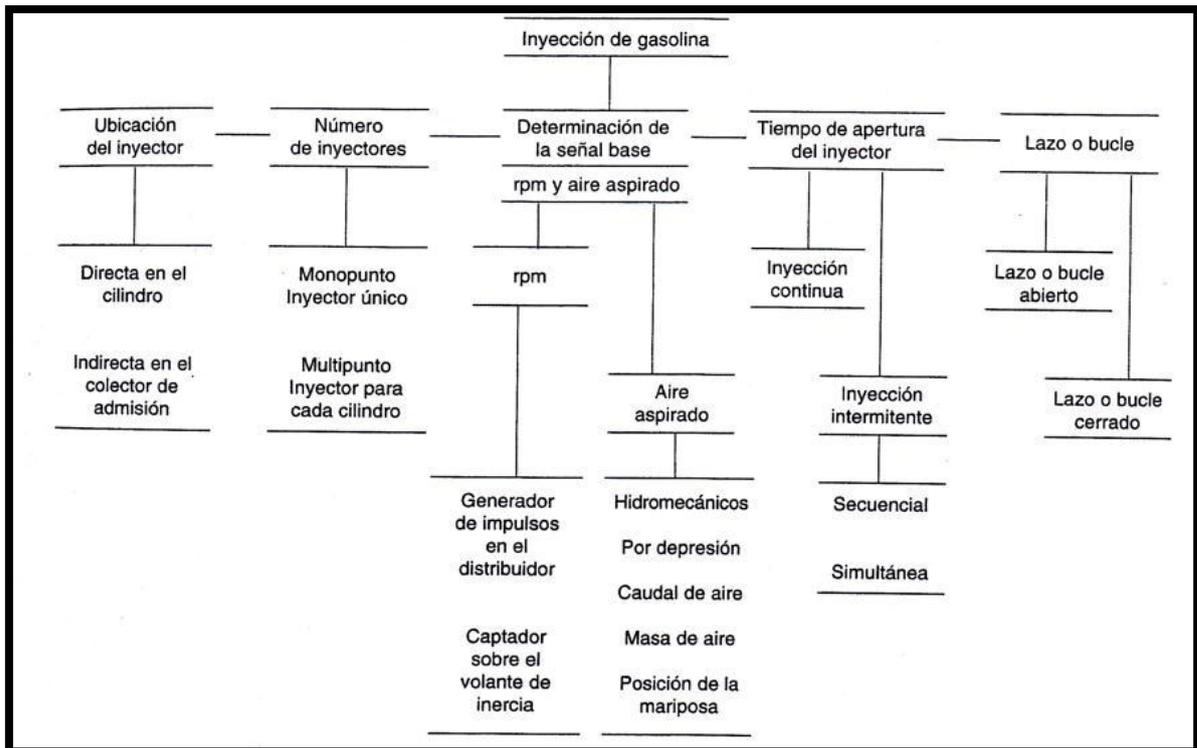
Las configuraciones más comunes que se usan en el mercado son:

- Inyección directa, multipunto y secuencial.
- Inyección indirecta, multipunto y secuencial.
- Inyección indirecta, multipunto y simultánea.

- Inyección indirecta, monopunto y simultánea.

Actualmente lo más moderno y con mayor uso de tecnología existen varias formas de inyectar el combustible controlado electrónicamente de acuerdo principalmente con la ubicación del inyector, el número de inyectores, el tipo de lazo y el tiempo de apertura del inyector.

Figura 16. Esquema general del sistema de inyección de gasolina.



Fuente: CASTRO; M, Manual de Inyección de gasolina.

2.4 Sistema Bosch LE3-Jetronic.

El sistema Multec Delphi inicialmente fue una versión monopunto con los vehículos pick ups S10 2.2 EFI, Blazer 2.2 EFI y Corsa EFI. Posteriormente el sistema Multec Delphi pasó a una versión multipunto semisecuencial con los vehículos Omega 2.2 MPFI, Suprema 2.2 MPFI y los Corsa de la familia MPFI.

En el sistema Multec Delphi la masa de aire de admisión del motor es calculado por el método de velocidad/densidad (speed/density), por esta razón sus principales sensores son el sensor de presión absoluta MAP, el sensor de temperatura de aire de admisión ACT y el sensor de temperatura del líquido refrigerante CTS.

Utiliza un sensor de oxígeno (Sonda Lambda EGO), el cual monitorea la eficiencia del proceso de combustión. El sistema de ignición es de tipo estática, no utiliza distribuidor y no requiere la regulación del punto de ignición.

Es un sistema de ignición digital, capaz de detectar innumerables fallas que son almacenadas en la memoria de la ECU en forma de códigos numéricos.

El electro ventilador de enfriamiento es controlado por el ECM. [7]

2.4.1 Conector de diagnóstico ALDL (Assembly Line Diagnostic Link). El conector de diagnóstico ALDL, es una interface por la cual el ECM envía los datos al scanner.

A través de éste pueden ser accedidos los códigos de falla almacenados en la memoria RAM de la unidad de control electrónico (ECU). [8]

2.4.2 Funciones del conector de diagnóstico (ALDL).

Vehículos Corsa

Tabla 1. Terminales del Conector ALDL.

Terminal	Función
A	Tierra (masa)
B	Verificación del sistema de diagnóstico
E	Verificación de la bomba de combustible
F	Diagnóstico del sistema de alarma antirrobo
H	Tensión de la batería
J	Comunicación de datos

Fuente: Manual Técnico de Fuel Injection.

2.4.3 Lámpara de verificación del motor. Se encuentra en el panel de instrumentos del vehículo. Tiene la función de informar al conductor de la existencia de una falla en el sistema de inyección electrónica de combustible. La lámpara es controlada por la unidad de control electrónico (ECM).

Cuando se abre con la llave el encendido sin prender el motor, la ECM enciende la lámpara de verificación y al arrancar el motor la lámpara se debe apagar. Si con el motor

en funcionamiento la lámpara de verificación permanece prendida, esta señal o sistema de autodiagnóstico de la ECM informa que detectó una falla en alguno de los sistemas monitoreados.

Cuando la falla es solucionada, la lámpara de verificación debe apagarla la ECM automáticamente en cerca de 10 segundos. [9]

Para borrar o apagar los códigos de falla almacenados en la memoria RAM de la unidad de comando electrónico (ECM), en los vehículos Corsa los códigos de falla son borrados automáticamente, después de recorrer algunos kilómetros sin reincidencia de la falla. [10]

CAPÍTULO III

3. REQUISITOS PARA LA ADAPTACIÓN

3.1 Consideraciones para la adaptación del sistema de inyección electrónica MPFI.

Para la adaptación del nuevo sistema de inyección se realizó un análisis profundo, considerando los diferentes sistemas de inyección multipunto MPFI, en cuanto a fiabilidad, rentabilidad, compatibilidad y disponibilidad en el mercado.

En consecuencia, se determinó finalmente que el sistema más adecuado para los fines planteados es el sistema BOSCH LE3-JETRONIC diseñado por General Motors e implementado en el vehículo Corsa Wind 1600cc.

Para mejorar la eficiencia del motor G16A por medio de un módulo de control BOSCH LE3-JETRONIC, es necesaria la adaptación de sensores y actuadores que controlen y comanden el sistema de inyección.

Estos elementos van a ser ubicados dependiendo de sus características de funcionamiento en:

- Culata de cilindros.
- Múltiple de admisión.
- Múltiple de escape.
- Tablero de control.

Al tener un sistema controlado electrónicamente de manera constante, la eficiencia del motor mejora al igual que el consumo de combustible debido a que existe una mezcla estequiométrica de aire – gasolina, ayudando a la reducción de emisiones de gases contaminantes.

3.1.1 *Compatibilidad del sistema de inyección del Corsa Wind 1600 cc con el motor Chevrolet Swift 1600 cc.* Los parámetros técnicos a considerar para la adaptación del sistema de inyección en el motor Chevrolet Swift 1.6 son:

Tabla 2. Parámetros Técnicos.

	Cilindrada	Numero de Cilindros	Orden de Encendido
Corsa Wind 1.6	1598 cc	4 en línea	1-3-4-2
Chevrolet Swift 1.6	1586 cc	4 en línea	1-3-4-2

Fuente: Autores.

3.1.2 Existencia de autopartes en el mercado nacional. La marca Chevrolet con su modelo Corsa Wind 1600 cc fue uno de los vehículos con mayor volumen de ventas en el Ecuador, por lo que la adquisición y costos en lo que a repuestos refiere no es un problema a la hora de reemplazar elementos averiados debido a su funcionamiento, por lo que este sistema se anota un punto más a su favor, pues en comparación con el resto de sistemas disponibles en el mercado, es uno de los más accesibles.

3.2 Supresión de elementos del encendido convencional.

El sistema de encendido convencional, queda obsoleto y fue reemplazado todos sus componentes por los del encendido electrónico. Por este motivo se procederá a la remoción de los siguientes elementos:

- Bobina de encendido convencional.
- Distribuidor.
- Platino.
- Condensador.
- Cables de alta tensión de encendido convencional.
- Bujías de encendido convencional.

El nuevo sistema de encendido trae consigo elementos más complejos, pero eficientes, cuyo objetivo es mejorar el encendido en el vehículo para hacer la combustión más limpia y optimizar las prestaciones del motor tales como:

- Unidad de Control.
- Bobina de encendido doble (chispa perdida).
- Bujía
- Cables de alta tensión
- Rueda dentada
- Sensor CKP

3.3 Supresión en el sistema de alimentación de combustible.

El sistema de alimentación es el que recibe la mayoría de las modificaciones, el reemplazo casi total de sus componentes que permitirá la instalación del nuevo sistema de inyección electrónica de combustible.

Los elementos se suprimen del sistema de alimentación son los siguientes:

- Bomba mecánica de combustible.
- Filtro de combustible.
- Carburador.
- Cañerías de baja presión.

Para desmontar del carburador, desconectar las mangueras de vacío, el cable de control de la mariposa de aceleración y el mecanismo de entrada de aire adicional.

Una vez libre el carburador, se extrae todos los pernos de sujeción del depurador y del múltiple de admisión.

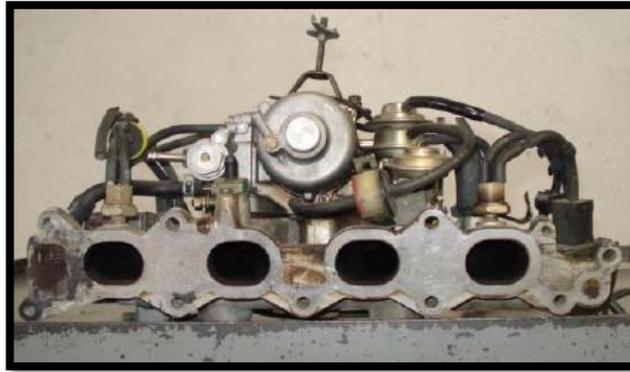
Los elementos que se emplearán para el nuevo sistema de alimentación de combustible son:

- Inyectores.
- Riel de Inyección.
- Bomba eléctrica de Combustible.
- Filtro de combustible con regulador de presión.
- Cañerías de alta presión.

3.4 Desmontaje del sistema de admisión de aire.

Para desmontar el depurador se debe desconectar las cañerías de vacío, aflojar y retirar los pernos de sujeción del mismo, luego de retirar el depurador se puede tener acceso hacia los pernos de sujeción del múltiple de admisión con el cabezote, y se procede a retirar el mismo.

Figura 17. Múltiple de admisión desmontado con su respectivo carburador.



Fuente: Autores.

3.5 Control electrónico del motor Corsa Wind 1.6.

El sistema de control electrónico basa su funcionamiento en las órdenes que ejerce el ECM sobre los actuadores, basándose en señales de entrada provenientes de los sensores. El ECM procesa e interpreta estas señales como condiciones del motor.

Este sistema se divide en los siguientes subsistemas:

- Control, ECM (central electrónica de control)
- Medición (sensores)
- Actuadores (ejecutan las órdenes de la central)

3.5.1 Módulo de control electrónico Bosch LE3-JETRONIC (ECM). El ECM es el punto central de mando del sistema MPFI, este monitorea constantemente los datos recibidos de los varios sensores y controles, las informaciones son utilizadas para controlar la operación del motor, logrando una mezcla estequiométrica y una mínima emisión de gases contaminantes.

El ECM tiene en su programación estrategias para cada condición de los sensores, con el fin de optimizar el funcionamiento del motor y el consumo de combustible.

Las estrategias del ECM se basan principalmente en el control de los actuadores para ampliar o reducir el tiempo de inyección, que permiten una mezcla estequiométrica.

La unidad de control está compuesta por:

3.5.1.1 Conformador de impulsos. Recibe los impulsos de los sensores y los modifica en magnitud y forma, para dejarlos en condiciones que puedan ser procesados por el microprocesador. Una vez hechas estas transformaciones, pasan al circuito de entrada/salida.

3.5.1.2 Convertidor analógico digital. Es un circuito con una línea de entrada análoga, provenientes de los sensores cuya señal es de voltaje variable. Este circuito convierte la señal análoga en un código binario para la adecuada lectura del procesador. Estos dos circuitos mencionados anteriormente forman la etapa de entrada.

3.5.1.3 Microprocesador. El microprocesador se encarga de realizar todas las operaciones de cálculo y de controlar lo que pasa en el ECM recibiendo información y dando órdenes para que los demás elementos trabajen. Estas funciones se realizan en los siguientes tres circuitos:

- Unidad lógica de cálculo (ALU).
- Acumulador.
- Unidad de control.

3.5.1.4 Memoria ROM. Esta memoria viene preparada, programada y puesta a punto por el fabricante, la memoria ROM mantiene grabados los programas con todos los datos, cartografías, valores teóricos, con los que ha de funcionar el sistema.

3.5.1.5 Memoria RAM. Es una memoria de acceso aleatorio en la que se acumulan los datos de funcionamiento. Aquí están almacenados los datos que proporcionan los sensores hasta el momento en que son requeridos por el microprocesador, en cuyo momento son sobre grabados con los nuevos datos que se reciben de los sensores. Este trabajo se efectúa de manera constante durante el funcionamiento del ECM, y todo se borra al desconectar el sistema. Finalmente, las señales de activación se envían al exterior a través de las etapas de salida, a la electrobomba, bobina de encendido y a los inyectores.

3.5.2 Análisis de las funciones básicas de los sistemas que controla el ECM.

3.5.2.1 Auto adaptación del sistema. Los sistemas están dotados de una función de auto adaptación en su ECM, que reconoce los cambios que se producen en el motor debido a

procesos de ajuste en el tiempo, al envejecimiento de sus componentes o del mismo motor.

La función de auto adaptación también permite compensar las inevitables diferencias (debidas a las tolerancias de producción) de los componentes que se hayan podido sustituir.

El ECM, mediante el análisis de los gases de escape, modifica el mapa básico respecto a las características del motor cuando era nuevo.

3.5.2.2 Auto diagnosis. El ECM realiza un monitoreo constante de todos los sensores, comparándolos con valores límites permitidos, almacenados en la ROM. Este análisis de componentes se realiza durante dos etapas:

Monitoreo de averías durante la puesta en marcha.

- El testigo encendido durante 4 segundos indica fase de prueba.
- El testigo apagado después de 4 segundos indica que no hay ninguna avería en los componentes que pueda alterar los valores previstos por las normas anticontaminación.
- El testigo encendido después de 4 segundos indica que hay una avería en los componentes.

Monitoreo de averías durante el funcionamiento.

- El testigo encendido indica avería.
- El testigo apagado indica que no hay ninguna avería en los componentes que pueda alterar los valores previstos por las normas anticontaminación.

3.5.2.3 Control del arranque en frío. Los motores de combustión necesitan alcanzar una temperatura específica para su óptimo desempeño, esta temperatura oscila entre 75°C y 90°C. Durante sus primeros minutos de funcionamiento (motor frío) las bajas temperaturas afectan directamente al rendimiento del motor. Los principales efectos que causan las bajas temperaturas son:

- Empobrecimiento natural de la mezcla (mala turbulencia de las partículas de combustible con temperaturas bajas).
- Evaporación reducida del combustible.
- Condensación del combustible en las paredes internas del colector de admisión.
- Mayor viscosidad del aceite de lubricación.

Para corregir estos problemas el ECM planifica estrategias tomando en cuenta las señales de:

- Temperatura del líquido refrigerante.
- Temperatura del aire aspirado.
- Voltaje de la batería.
- R.P.M. del motor.

Las estrategias del ECM se basan en controlar los actuadores, en este caso, incrementa el tiempo de inyección, además de entregar una primera inyección simultánea para todos los cilindros (inyección full-group).

3.5.2.4 Control del enriquecimiento de la mezcla en aceleración. Si durante la aceleración, la variación de la señal del medidor del caudal de aire, muestra una demanda de potencia, el ECM incrementa el tiempo de inyección para alcanzar rápidamente el número de r.p.m. requerido.

Al aproximarse al número de r.p.m. establecido, el incremento de inyección se elimina progresivamente.

La señal del sensor MAP es también asistida por la señal del potenciómetro de la mariposa de aceleración TPS, es así que cuando uno de éstos falla, el otro lo secunda.

3.5.2.5 Corte de la inyección de combustible en desaceleración. Al soltar el pedal del acelerador, el ECM, interrumpe la apertura de los inyectores, reactivándola nuevamente en un rango de 1300 – 1500 rpm del motor.

Antes de alcanzar el ralentí se verifica la evolución del descenso del número de rpm. Si es superior a un cierto valor, se reactiva parcialmente la alimentación del combustible

para obtener un "acompañamiento suave" del motor hacia el ralentí. Los valores límite de reactivación de la alimentación y del corte del combustible varían en función de:

- Temperatura del refrigerante del motor.
- Velocidad del automóvil.
- R.P.M. del motor.

En todos los casos, después del corte de la inyección, se enriquece la primera inyección, con el objetivo de restablecer la película de combustible en los conductos de admisión.

3.5.2.6 Control de las rpm máximas del motor. Para evitar que el motor colapse, como consecuencia de las altas temperaturas, velocidades y aceleraciones en las partes mecánicas del motor, ocasionadas por el sobre revolucionamiento. El ECM tiene en su programación estrategias de protección basadas en el número de revoluciones alcanzadas por el motor:

- Por encima de 5.500 r.p.m. reduce el tiempo de inyección.
- Por encima de 6.150 r.p.m. interrumpe la alimentación a los inyectores.
- Por debajo de 6.150 r.p.m. reanuda el mando de los inyectores.

Los valores de r.p.m. expresados anteriormente son los que constan en la programación de la ECU del motor Corsa Wind 1.6

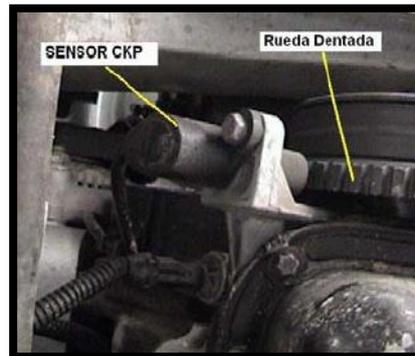
3.6 Sensores del sistema de inyección MPFI LE3-Jetronic del motor Corsa Wind 1.6 lt.

3.6.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP). Posee un sensor de posición del cigüeñal que es el más importante para el arranque del motor y por ende para el funcionamiento del sistema, es del tipo de generador inductivo de corriente alterna en mV.

Es la primera señal que recibe el ECM para encender el motor, tiene la misión de informar a la computadora la posición del cigüeñal con respecto al punto muerto superior (PMS) del primer cilindro, para de esta manera controlar el encendido y el punto de inyección de combustible. El sensor está ubicado en el frente del motor (distribución), fijado en una base del bloque motor de tal manera que tenga contacto de magnetismo con el giro del cigüeñal.

Éste se encuentra solidario a una polea exterior dentada con 58 dientes y un espacio donde faltan dos dientes, este espacio indica al ECM que los cilindros 1 y 4 se encuentran en el punto muerto superior (PMS), que sirven para un ideal funcionamiento del sistema, sus rangos de operación varían de 120mV-700mV. El cable es blindado con la masa en el ECM para limitar las interferencias.

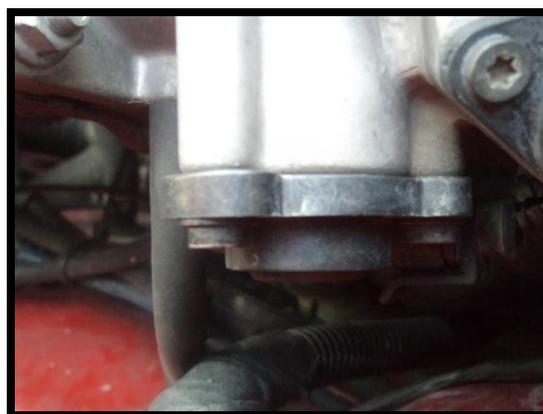
Figura 18. Sensor CKP y rueda fónica.



Fuente: Autores.

3.6.2 *Sensor de posición de la aleta del acelerador (TPS).* El sensor de posición de mariposa del acelerador, llamado TPS o sensor TP (Throttle Position Sensor), capta el ángulo de aceleración y desaceleración del conductor mediante una variación de la señal de voltaje de salida hacia el ECM.

Figura 19. Sensor de posición de aleta de acelerador TPS.



Fuente: Autores.

Posee un brazo móvil que está en contacto eléctrico con una resistencia. A medida que el brazo móvil o cursor, se desplaza sobre la resistencia, la señal de voltaje cambia, de esta

manera la computadora conoce la posición de la mariposa o aleta de aceleración. El TPS consta de tres cables:

- A voltaje de señal.
- B voltaje variable.
- C Tierra.

3.6.3 Sensor de vacío del múltiple de admisión (MAP). El sensor MAP del motor Chevrolet Corsa 1.6 lt, se encuentra ubicado en el exterior del motor, el cual se comunica con el colector de admisión de aire por medio de una manguera de vacío hacia el sensor.

Este sensor detecta las variaciones de presión en el interior del múltiple de admisión con lo que envía una señal a la computadora de acuerdo a la presión absoluta y con ello determina la cantidad de aire que ingresa al motor y puede calcular la carga motor.

Esta señal es tomada como base en el sistema, para ajustar la inyección. Si la presión es baja (mucho vacío) la carga del motor es pequeña y el ECM inyectará poco combustible. Si en cambio la presión en el múltiple es alta (presión atmosférica o próxima a ella) el ECM interpretará que la carga al motor es grande e inyectará más combustible.

Este sensor dispone de una cápsula con una membrana que divide el colector de admisión en dos espacios. La presión atmosférica actúa sobre una de las caras de la membrana, mientras que en la otra cara de la membrana actúan las variaciones de presión del colector.

Consta de tres cables: A alimentación (5V), B conexión a tierra, C señal de respuesta.

Figura 20. Sensor MAP.



Fuente: Autores.

El sensor del motor Corsa 1.6 es capaz de medir la presión de 0,2 a 1,05 bar (20 a 105 Kpa). La unidad de control recibe la información en forma de señales de tensión, que van desde 0,5 hasta 1,0 voltios al ralentí (baja presión en el colector, de alto vacío).

La tensión de 4,0 voltios puede ir con aceleración máxima (alta presión en el colector, de bajo vacío).

Una vez que la llave de encendido está activada, el sensor MAP le dice a la unidad de control el valor de la presión atmosférica, por lo que puede hacer el cálculo perfecto de la densidad del aire.

3.6.4 Sensor de oxígeno (EGO). El sensor de emisión de gases de escape EGO del motor Chevrolet Corsa, se encuentra ubicado en el colector de gases de escape, esto asegurará un rápido calentamiento, para alcanzar su temperatura óptima de funcionamiento a los 360°C.

Cuando el sensor está frío, medirá la tensión de referencia de 380 mV. Esto indica un circuito abierto (condición normal para un sensor de oxígeno en frío).

Este sensor funciona como un elemento que evalúa el trabajo del resto del sistema. Si la computadora detecta mezcla demasiado rica o demasiado pobre, hará la corrección respectiva, aumentando o disminuyendo los pulsos de inyección según convenga y evitar de esta manera el exceso de contaminación.

Figura 21. Sensor de oxígeno.



Fuente: Autores.

Consiste de un elemento de zirconio localizado entre dos placas de platino, al entrar en contacto con el oxígeno, el zirconio genera electricidad en las placas de platino, se produce una reacción química formando iones de oxígeno generando un determinado voltaje, cuando la mezcla de aire combustible es rica el voltaje del sensor de oxígeno es alto entre 900 y 1000 mV, en cambio cuando la mezcla de aire combustible es pobre, el voltaje del sensor de oxígeno es bajo aproximadamente 100 mV.

El sensor de oxígeno de este modelo Corsa consta de un cable por el que se envía la señal generada en el sensor, hacia el ECM, haciendo conexión de tierra o masa con el cuerpo.

3.6.5 *Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT).* El sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT del motor Chevrolet Corsa 1.6 lt, se encuentra ubicado bajo la bobina de ignición DIS.

El sensor de temperatura del líquido refrigerante, al igual que el sensor de temperatura del aire de admisión, es un termistor NTC. Esto quiere decir, que se trata de una resistencia que varía con la temperatura, cuando la temperatura es baja la resistencia será alta; el voltaje de señal a la computadora será alto, y cuando la temperatura es alta, la resistencia será baja y el voltaje de señal hacia el ECM será bajo.

Figura 22. Sensor de temperatura de refrigerante.



Fuente: Autores.

El ECT está cubierto de por un cápsula de bronce, para resistir las altas temperaturas y los componentes del refrigerante, se encuentra ubicado en la culata en contacto directo con el líquido. Cuenta de dos cables, este sensor también es alimentado desde el ECM, con 5 V, y a través de este el módulo central mide la variación de voltaje resultante de la

variación de temperatura. El sensor ECT es importante en el sistema ya que la temperatura del líquido de enfriamiento afecta a la mayor parte de los sistemas comandados por el ECM.

3.7 Actuadores del sistema de inyección MPFI LE3-Jetronic del motor Corsa Wind 1.6 lt.

Los actuadores ejecutan las órdenes provenientes del ECM, estos son controlados mediante señales de pulso modulado provenientes de transistores que se encuentran ubicados dentro del ECM. Los actuadores son elementos electromecánicos controlados por el ECM para su funcionamiento; este descarga la información que proviene de los diferentes sensores y a partir de programas que se encuentran codificados en su memoria, comandando los elementos siguientes:

- Inyectores
- Sistema de ignición DIS
- Regulador de marcha de ralentí (válvula IAC)
- Relé del ventilador eléctrico
- Relé de la bomba eléctrica de combustible
- Lámpara testigo de avería CHECK ENGINE

3.7.1 Inyectores. En el motor Chevrolet Corsa 1.6lt, por ser un sistema MPFI o sistema de inyección multipunto, consta de un inyector por cilindro contabilizando cuatro inyectores, son de tipo electromagnético y poseen una resistencia entre 1,5 y 3,0 ohmios; las electro válvulas reciben los pulsos de inyección con la misma frecuencia que los pulsos del circuito de encendido.

Figura 23. Inyectores.



Fuente: Autores.

El ECM controla al inyector por medio de pulsos eléctricos, los que excitan a unas bobinas y atraen a un núcleo magnético que es solidario a la aguja del inyector, el combustible pasa por el inyector y es conducido a la placa direccionadora localizada en la salida del inyector. La placa posee orificios calibrados para controlar el flujo de combustible y generar un formato cónico de chorro. El chorro de combustible se dirige hacia la válvula de admisión, donde se atomiza antes de penetrar en la cámara de combustión venciendo la resistencia del muelle, para abrir la salida del combustible y sea inyectado y pulverizado.

3.7.2 Válvula de control de aire en marcha lenta (IAC). La válvula IAC en el motor del Chevrolet Corsa Wind recibe las señales del ECM controlando las revoluciones por minuto del motor en ralentí por medio de la cantidad del paso de aire. La válvula de émbolo cónico se retrae (para aumentar el flujo de aire) o se extiende (para disminuir el flujo de aire).

Esto permite la derivación del aire para la placa de la válvula de la mariposa de aceleración, con aumento y reducción de la rotación en ralentí del motor. Se encuentra ubicada en la garganta de entrada del aire del múltiple de admisión.

Figura 24. Válvula IAC.



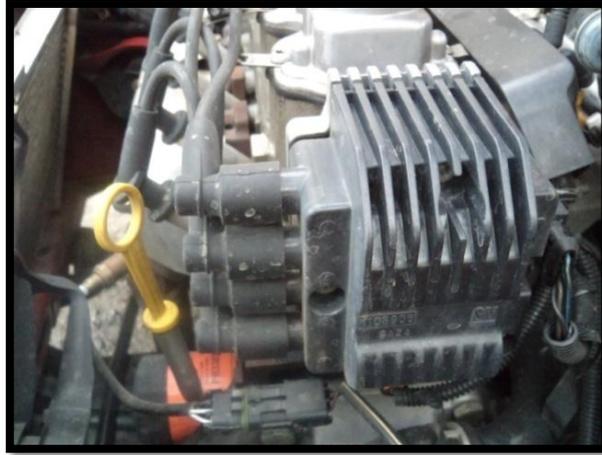
Fuente: Autores.

3.7.3 Sistema de Encendido DIS. El principio del motor de gasolina sigue siendo el mismo en los sistemas de inyección electrónica, es decir la mezcla de aire y combustible debe ser encendida por una bujía en el momento preciso para aprovechar la inercia del motor.

La diferencia y principal ventaja radica en que se suprimen los elementos mecánicos móviles de desgaste como el distribuidor, los platinos, variadores de avance y el eje de transmisión o arrastre del distribuidor.

Ahora con el ECM, sensores, bobinas y sobre todo un módulo de encendido se logra cumplir este propósito de una manera más eficiente y ordenada.

Figura 25. Bobina de encendido.



Fuente: Autores.

Los componentes del encendido DIS con respecto a los componentes del encendido convencional varían constructivamente, pero en sí todos estos cumplen la misma finalidad dentro del funcionamiento del encendido; lógicamente que su desempeño es más exacto y preciso gracias a la aplicación de la electrónica en todos los parámetros de funcionamiento del sistema.

El sistema de ignición es llamado también de chispa perdida. El alcance de rpm DIS es: 3000 – 8000 rpm.

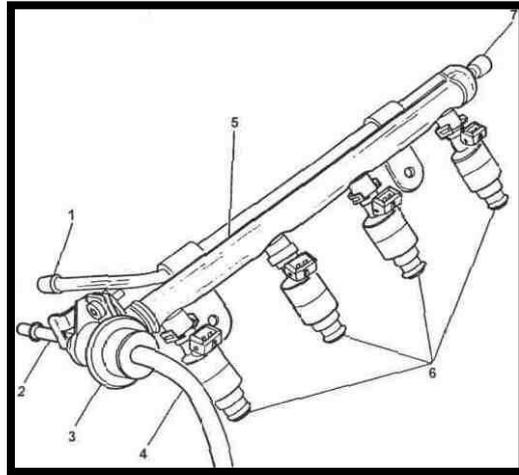
3.8 Riel de inyectores.

Es el elemento encargado de distribuir la presión del sistema a todos los inyectores por igual, en un extremo está colocado el regulador de presión con su respectiva derivación al tanque de combustible y al otro extremo posee una toma de presión para la verificación del correcto funcionamiento del sistema junto con la cañería de alimentación de combustible.

El riel está fijado por dos tornillos que sujetan los inyectores y a su vez estos están anclados correctamente al múltiple de admisión para evitar que existan fugas de presión por los sellos de caucho que gracias a esta estructura molecular, ofrece una amplia gama

de resistencia química, un servicio continuo en temperaturas de 400°F y capacidad en temperaturas debajo de los -35°F.

Figura 26. Riel de inyectores.



Fuente: Autores.

En la figura se nombra: 1. línea de entrada de combustible. 2. Salida del regulador de presión. 3. Regulador de presión. 4. Toma de vacío. 5. Riel de inyectores. 6. Inyectores. 7. Toma de presión.

CAPÍTULO IV

4. ADAPTACIÓN DEL SISTEMA.

4.1 Análisis de esfuerzos.

4.1.1 *Especificaciones técnicas del Banco.* Previo al cálculo de las fuerzas que actúan en el banco debido al trabajo del motor y todos sus elementos es necesario indicar las dimensiones del bastidor, tablero y el peso de todos los elementos que ayudan a su funcionamiento.

Tabla 3. Dimensiones del bastidor.

DIMENSIÓN	MEDIDA
Altura	60cm
Largo	70cm
Ancho	50cm

Fuente: Autores.

Las dimensiones del Tablero de Control son las siguientes:

Tabla 4. Dimensiones del tablero de control.

DIMENSIÓN	MEDIDA
Altura	60cm
Ancho	50cm

Fuente: Autores.

Otro punto importante es el peso que soportará el banco de pruebas, de esta manera se detalla el peso de cada uno de los elementos del banco de pruebas:

Tabla 5. Peso de los elementos del banco de pruebas.

ELEMENTO	PESO
Motor	70kg.
Aceite	3,6kg.
Refrigerante	8kg
Batería	4,6kg.
Radiador	3kg.
Tanque de Combustible	8kg.

Fuente: Autores.

4.1.2 Cálculo asistido por computadora con Software SAP2000. El cálculo asistido por computadora permite simular el comportamiento estructural cuando ocurran grandes cargas que pueden provocar daños severos si la estructura no es capaz de resistirlas.

Mediante este método se puede evaluar simuladamente las tensiones y deformaciones en los elementos estructurales. Las tensiones estáticas, son aquellas que surgen producto del peso de sus componentes.

El análisis estructural se realizó, bajo las siguientes condiciones:

- Para la modelación geométrica se considera a la estructura como un sistema tridimensional de barras de nodos rígidos, por lo tanto se utiliza elementos finitos barra de 6 grados de libertad por nodo.
- El material de los elementos estructurales, al tratarse de acero, se considera como elástico lineal.
- Las cargas se aplicarán como distribuidas y concentradas de acuerdo a su naturaleza, considerándolas constantes en el tiempo.
- La variación de la geometría de la estructura bajo la aplicación de cargas se considera despreciable (hipótesis de pequeños desplazamientos).
- La estructura se modela con elementos finitos lineales de seis grados de libertad, y elementos de placa o tipo Shell.

Materiales estructurales utilizados.

Figura 27. Tabla de materiales.

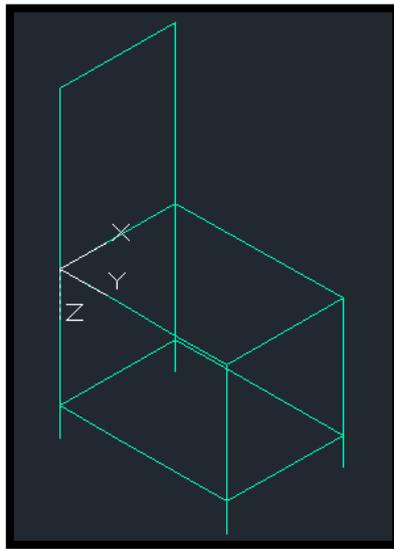
Denominación	Norma	Propiedad Mecánica	Marca / Fabricante
Tubería estructural	JIS G-3132 CLASS -1 SPHT-1	Resist. a la tracción= 2800 kg/cm ²	DIPAC
Angulo laminado	ASTM A-36	Límite de fluencia=2400 kg/cm ²	IPAC

Fuente: Autores.

4.1.3 Modelo geométrico. Previo a realizarse el análisis en el software SAP2000 se debe realizar la modelación geométrica en AUTOCAD.

A continuación se presenta el modelo geométrico en AUTOCAD, para que se pueda realizar la respectiva constatación:

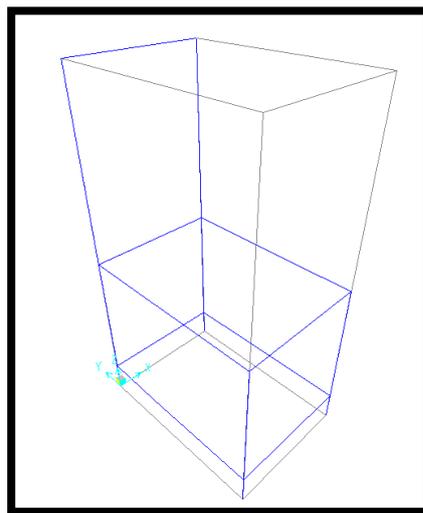
Figura 28. Modelo Geométrico en AUTOCAD.



Fuente: Autores.

Luego se presenta el modelo geométrico en SAP2000:

Figura 29. Modelación en SAP2000.

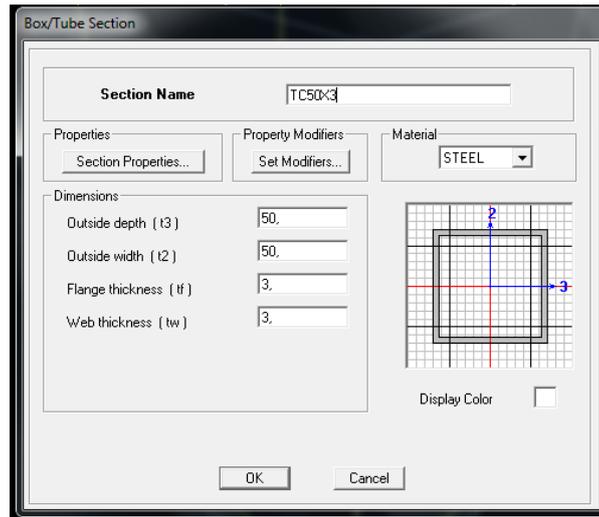


Fuente: Autores.

4.1.4 Definición de los materiales en SAP2000. Primero se escogen los materiales que van a ser empleados para la construcción del banco:

- Para las patas del bastidor se utiliza tubo cuadrado, cuyas dimensiones se detallan a continuación:

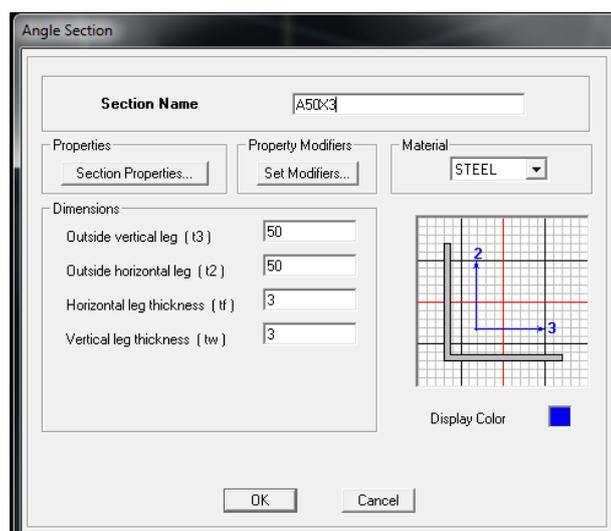
Figura 30. Especificaciones del tubo cuadrado.



Fuente: Autores.

Para el cuerpo del bastidor donde irá anclado el motor con sus respectivas bases se utiliza perfil cuyas medidas son:

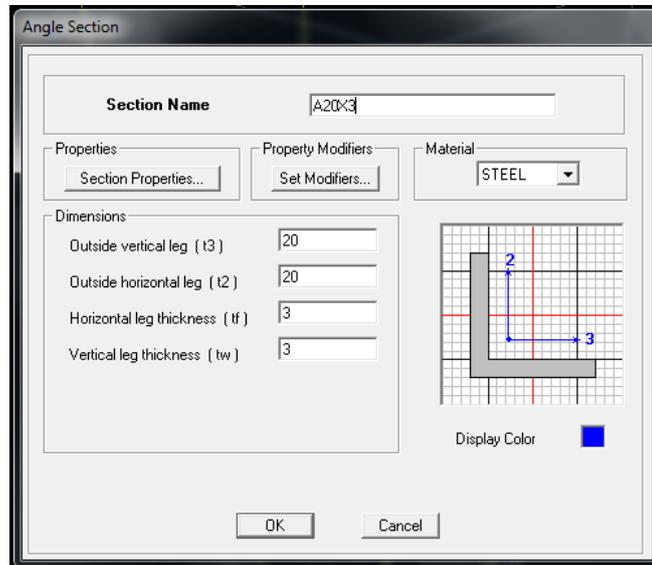
Figura 31. Especificaciones del perfil para el bastidor.



Fuente: Autores.

Para soporte del Tablero de Control se utiliza también perfil, pero de menor tamaño:

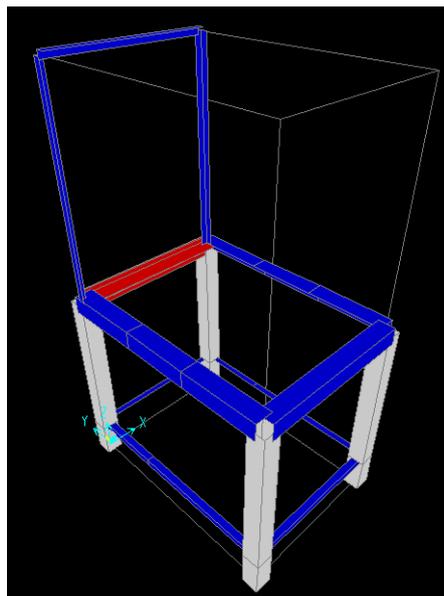
Figura 32. Especificaciones del perfil para el tablero de control.



Fuente: Autores.

4.1.5 Asignación de materiales en SAP2000. Luego de especificar el tipo de material a utilizar y sus respectivas dimensiones, procedemos a asignar los materiales a cada elemento del banco:

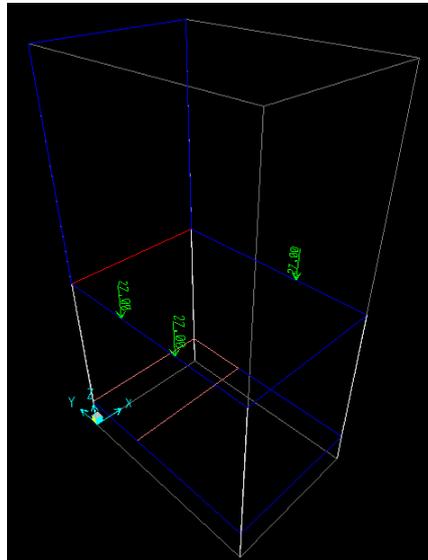
Figura 33. Materiales del banco.



Fuente: Autores.

4.1.6 Asignación de Cargas en SAP2000. El siguiente paso en el análisis es la asignación de las cargas que actuarán sobre el banco, en primer lugar señalamos las cargas puntuales que deberá soportar en cada uno de sus apoyos (bases de motor):

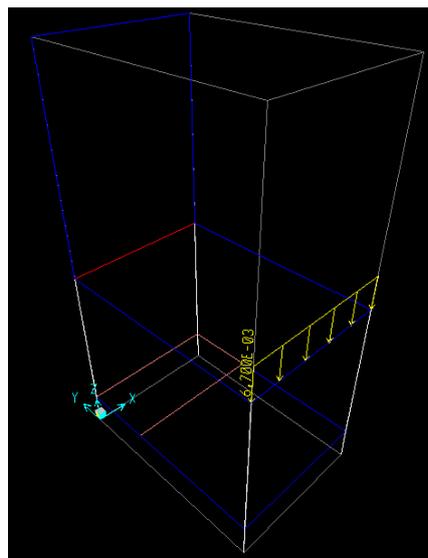
Figura 34. Cargas del motor en los puntos de apoyo.



Fuente: Autores.

Luego se asigna la carga que soporta el banco por el peso del radiador, en este caso se representa como una carga distribuida:

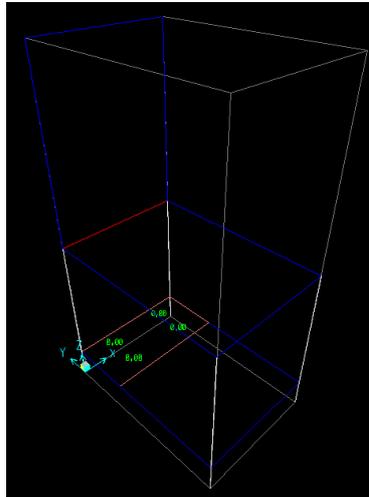
Figura 35. Carga del radiador.



Fuente: Autores.

Finalmente se determinan las cargas que generan la batería y el tanque de combustible:

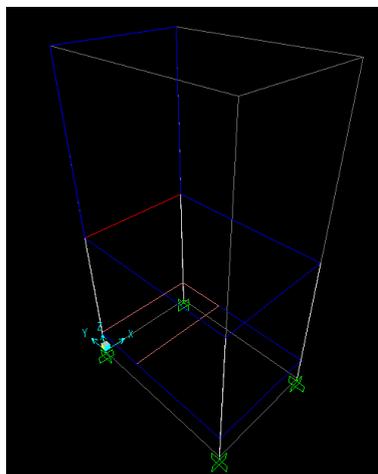
Figura 36. Cargas de batería y tanque de combustible.



Fuente: Autores.

4.1.7 Asignación de Puntos de Apoyo. Los puntos de apoyo para el banco se determinarán en cada una de las patas, siendo éstos, apoyos fijos:

Figura 37. Puntos de apoyo.



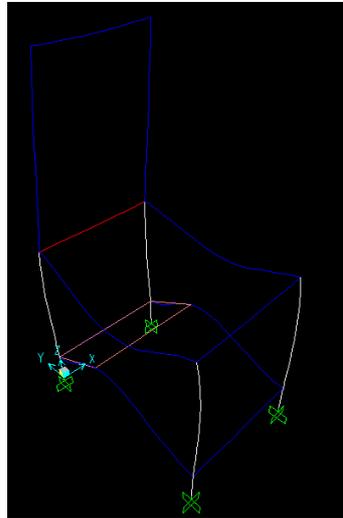
Fuente: Autores.

4.2 Análisis de Resultados.

Luego de haber realizado todo el proceso de análisis el software nos arroja como resultado la deformación que sufre el bastidor debido a la acción de las fuerzas que actúan sobre él.

Es así que se logró simular el comportamiento de la estructura al ser sometida a la acción de diferentes cargas.

Figura 38. Deformación de la estructura.

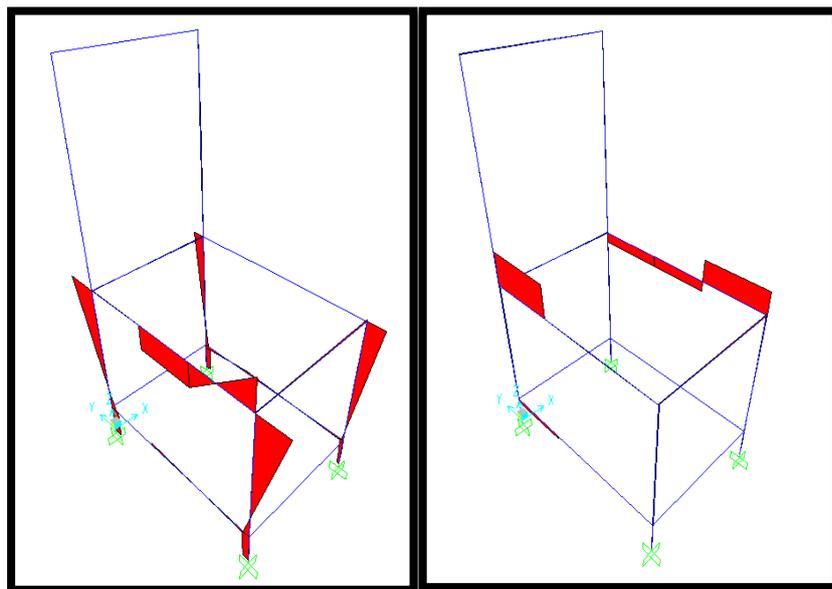


Fuente: Autores.

4.2.1 *Análisis de los Resultados.*

4.2.1.1 *Diagrama de Esfuerzo Cortante y Momento Flector:*

Figura 39. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.

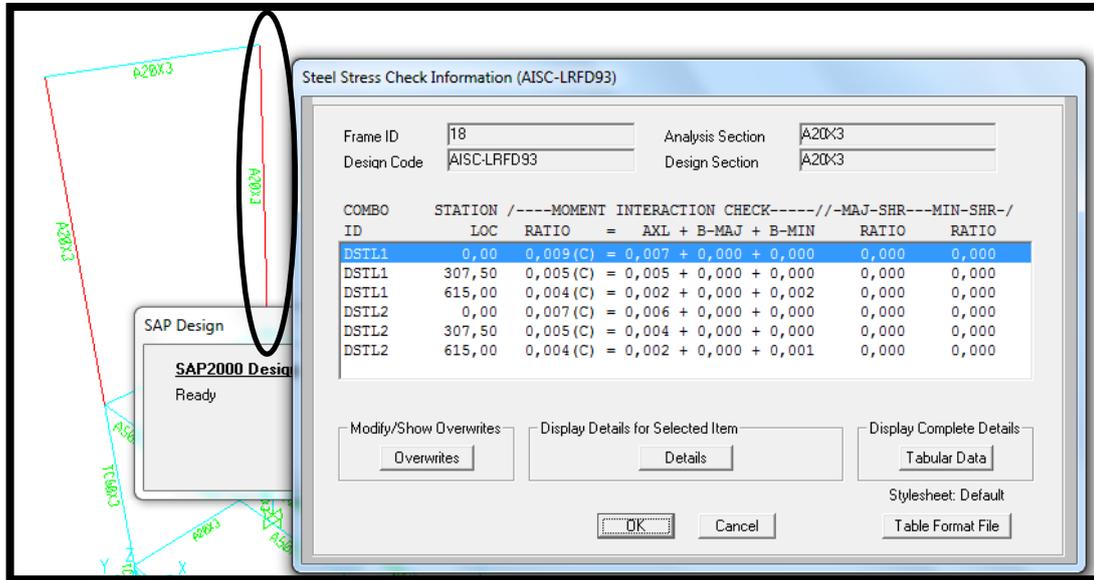


Fuente: Autores.

4.2.2 Análisis de resistencia. Se puede observar que existen unas partes cercanas al color rojo, se le analizara que pasa con el elemento.

Elemento 1.

Figura 40. Análisis de resistencia elemento 1.

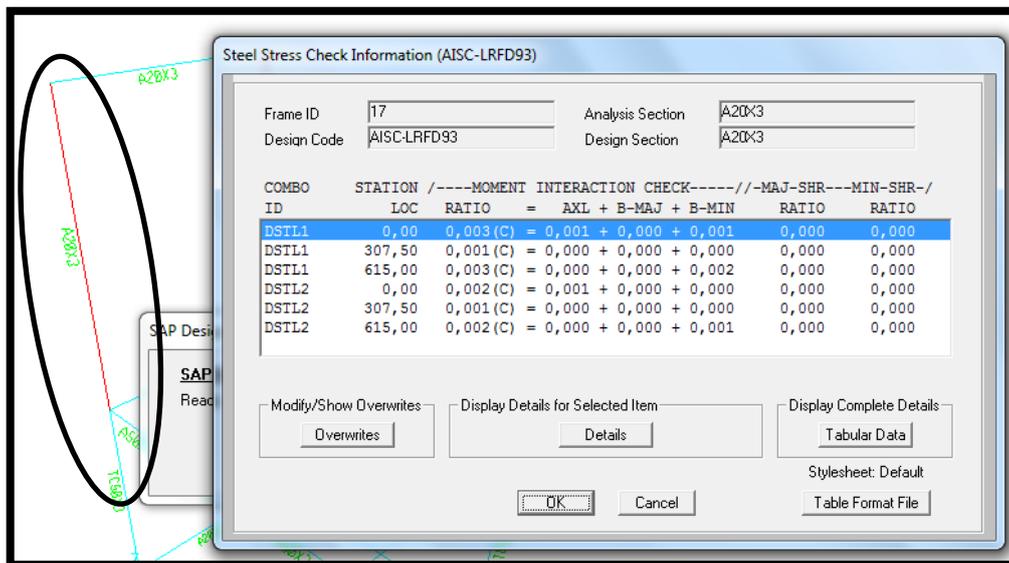


Fuente: Autores.

Se observa que el radio del elemento es de 0,009 el cual cumple con ser menor de 1.

Elemento 2.

Figura 41: Análisis de resistencia elemento 2.



Fuente: Autores.

Se observa que el radio del elemento es de 0,009 el cual cumple con ser menor de 1.

4.3 Construcción del soporte para el banco de pruebas.

Es necesaria la selección de un perfil adecuado para la mesa soporte, que cumpla los requerimientos necesarios como economía, resistencia, facilidad de manipulación y que el material exista en el mercado nacional.

4.3.1 Corte, limado y soldadura. Con las dimensiones estimadas para la colocación del motor se realiza el corte, limado, preparación del material y se procede a realizar la unión por medio de soldadura.

El corte es la primera operación que se realiza para montar el banco, se considera al corte como crucial al momento del resultado final, pues proporcionará estabilidad, con esto deberá soportar el peso del motor. El sistema de soldadura utilizado es SMAW (Shielding Metal Arc Welding), debido a que la soldadura por arco eléctrico es de fácil transportación y es un proceso muy económico.

4.3.2 Acabados. Los acabados fueron realizados con pintura acrílica, la cual contiene material plastificado, los pigmentos están contenidos en una emulsión de polímero acrílico, se caracteriza por ser de secado rápido y aunque son solubles en agua, una vez secas ofrecen mejor resistencia.

Figura 42. Aplicación de capa base (adherente).



Fuente: Autores.

Es importante mencionar que se realizó un proceso para obtener el resultado final, es así como desde el principio se eliminó las rebabas típicas de la soldadura con una amoladora, se procedió a masillar las fallas que aparecen como consecuencia del paso anterior.

Figura 43. Masillado del banco de pruebas.



Fuente: Autores.

Después de dejar secar el tiempo suficiente se continuó con la lijada de todo el banco, a continuación se aplicó el fondo gris con el fin de que la apariencia final sea lo mejor posible, aplicar la pintura fue la acción siguiente con lo que se obtuvo el producto final, mostrado a continuación.

Figura 44. Proceso de pintura del banco de pruebas.



Fuente: Autores.

4.3.3 Especificaciones físicas. El equipo de enseñanza en su totalidad está montado en un bastidor de tubos de acero.

- El bastidor aloja el motor, cableado, sistema de refrigeración, depósito de combustible, la batería, y los tableros.

Figura 45. Bastidor.



Fuente: Autores.

- El sistema de enfriamiento es por medio de un líquido refrigerante que se enfría dentro de un intercambiador de calor (radiador) el mismo que es enfriado por aire proveniente de un electro ventilador activado automáticamente por el sistema.

Figura 46. Sistema de enfriamiento.



Fuente: Autores.

- El equipo tiene ruedas para facilitar su desplazamiento.

Figura 47. Ruedas con seguro.



Fuente: Autores.

4.4 Adaptación del sistema de admisión de aire.

Al no variar la parte mecánica del motor, el consumo de aire tanto para el sistema de carburador como para el sistema de inyección resulta el mismo.

Figura 48. Múltiple de admisión.



Fuente: Autores.

En el sistema de inyección el fluido circulante es aire, que tiene una viscosidad cinemática mayor respecto a la mezcla aire-combustible, lo que permite tener flujos menos turbulentos. Esta turbulencia permite que el fluido sea distribuido por los diferentes conductos y sea homogenizado con el combustible; el mismo que es inyectado por el inyector que se encuentra antes de la entrada de la válvula de admisión.

Esta ventaja influye directamente en el incremento de la eficiencia mecánica del motor, ya que los cilindros son llenados de una manera más uniforme. Tomando como base los orificios de sujeción del carburador, se construye una nueva toma de aire donde estará ubicado el sensor de temperatura de aire de admisión IAT y por el otro extremo conecta al estrangulador de aire original del motor Corsa Wind 1.6 donde está ubicado el sensor de posición de mariposa TPS y la válvula de control de ralentí IAC.

Figura 49. Estrangulador.



Fuente: Autores.

4.5 Adaptación del sistema de alimentación combustible.

4.5.1 *Tanque de combustible.* El tanque de combustible se construyó de acero revestido en su interior con una aleación anti óxido, con una capacidad de 3.5 galones, el mismo que se encuentra ubicado en la parte inferior delantera de banco.

Figura 50: Tanque de Combustible.



Fuente: Autores.

Es el encargado de almacenar la gasolina y recibir la sobrante. Tiene forma cuadrada, en la parte superior cuenta con orificios para el paso de las mangueras de alimentación y de retorno y al mismo tiempo para sostener la bomba de combustible.

Un punto muy importante es el de reducir la formación de agua dentro del tanque, y para esto es necesario que se abastezca constantemente de combustible al depósito para reducir la cantidad de aire libre por encima del combustible. De esta forma, cuanto menos aire haya en el tanque, menos vapor de agua podrá condensarse. Este depósito también está provisto de un orificio para alojar la tapa del tanque para su abastecimiento.

Figura 51. Toma de abastecimiento.



Fuente: Autores.

Es imprescindible darle un cuidado adecuado al tanque de combustible debido a que la gasolina posee cierta cantidad de partículas de agua, lo que provoca la formación de óxido y de partículas que pueden llegar a dañar la bomba de combustible e incluso otros elementos del sistema.

4.5.2 Bomba de combustible. La bomba de combustible debe estar sumergida en el tanque de combustible, de esta manera puede lubricarse y refrigerarse evitando que sufra algún daño. Para ello se construyó una base para su fijación, la misma que irá anclada a la tapa del tanque de combustible.

La alimentación eléctrica la proporciona un relé que es gobernado por la unidad de control del sistema multipunto.

Figura 52. Electrobomba de combustible.



Fuente: Autores.

4.5.3 Filtro de combustible. Los filtros de combustible se utilizan para proteger el sistema de combustible del vehículo contra suciedad, óxido, incrustaciones y contaminantes de agua que pueden taponar o desgastar los inyectores y causar un rendimiento deficiente y un fallo del motor. En nuestro caso se utilizó un filtro con retorno del vehículo Volkswagen Polo, que trabaja a una presión máxima de 3 bar, es decir que posee un conducto adicional para que el combustible sobrante regrese nuevamente hacia el depósito.

El filtro está colocado en la misma línea de alimentación para su fácil sustitución, y es de acople tubular con sus respectivas abrazaderas para evitar cualquier tipo de fuga de presión en el sistema, su estructura externa es de metal y en su interior posee pliegues de malla metálica.

Figura 53. Filtro de combustible.



Fuente: Autores.

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

Para la colocación de los inyectores tanto en el múltiple de admisión como en el riel, se realizaron perforaciones en cada uno de ellos, partiendo de las dimensiones del inyector, además se construyó 4 bocines de aluminio, los cuales están soldados al múltiple de admisión, de esta manera se evita tener cualquier tipo de fugas durante el trabajo.

Figura 54. Montaje de los inyectores en el riel.



Fuente: Autores.

Debido a que el inyector se encuentra anclado en el riel, la presión de pulverización es la misma del sistema. El combustible ingresa al inyector a través de un pequeño filtro, circula por el interior, hasta llegar a un orificio, y luego pasa alrededor de la aguja para terminar en el espacio anular de la tobera. La aguja del inyector es presionada a su base por un muelle o resorte, y sella la salida de combustible.

Figura 55. Inyectores.

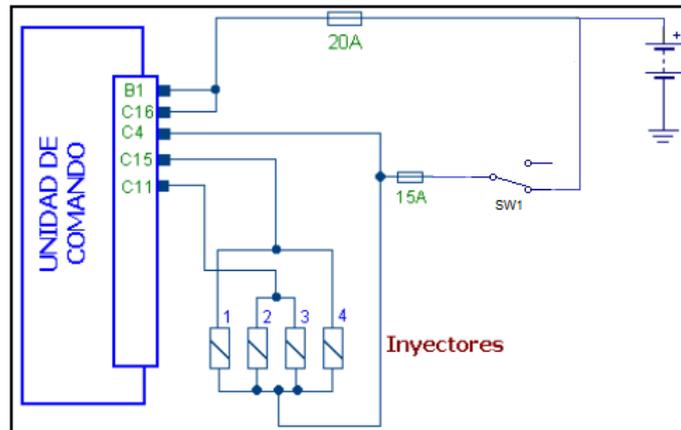


Fuente: Autores.

El ECM controla al inyector por medio de pulsos eléctricos, los que excitan a las bobinas y atraen a un núcleo magnético que es solidario a la aguja del inyector, venciendo la resistencia del muelle, para abrir la salida del combustible y sea inyectado y pulverizado.

La cantidad de combustible que requiere ser inyectado según la carga del motor, depende del tiempo de abertura de los inyectores, esto depende a su vez del tiempo del pulso eléctrico que va entre 2 y 10 milésimas de segundo dependiendo de la velocidad del motor.

Figura 56. Circuito de inyectores.



Fuente: Autores.

4.5.5 Riel de inyectores. Es el encargado de distribuir el combustible a alta presión hacia cada uno de los inyectores por igual.

Figura 57. Riel de inyectores.



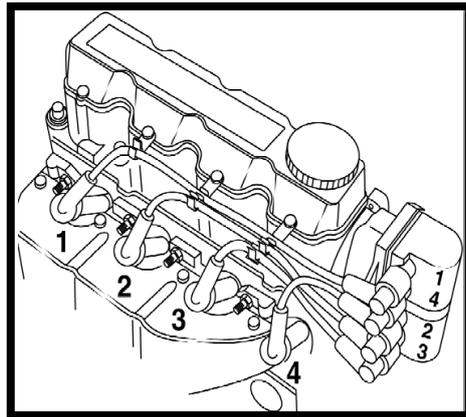
Fuente: Autores.

Para este caso se adaptó un nuevo riel en el motor, el mismo que está construido de tubo cuadrado de acero, de 20x20x2 mm y 300 mm de longitud, capaz de resistir la presión de trabajo del sistema.

4.6 Adaptación del Sistema de Encendido.

4.6.1 Encendido electrónico DIS. El sistema de encendido directo (DIS) está formado por un conjunto de dos bobinas selladas en un módulo de potencia integrado, la información sobre el avance y el punto de ignición son enviados por la unidad de control al módulo de potencia que alimenta la bobina.

Figura 58. Sistema de encendido DIS.



Fuente: Manual de Taller Corsa.

4.6.2 Módulo del sistema de ignición computarizada DIS. Este sistema representa una desviación completa de los sistemas convencionales y de ignición electrónica. Los sistemas de ignición directa controlada por computadora o de ignición directa integrada no utilizan un distribuidor.

Figura 59. Módulo DIS.



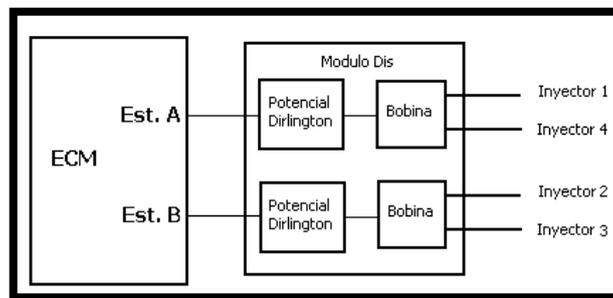
Fuente: Autores.

La ventaja de este sistema de inyección computarizada DIS, es que no tiene piezas móviles que se desgasten, no hay rotor del distribuidor, no hay mecanismo centrífugo de avance.

La temporización de la distribución de la chispa es controlada por el ECM, es decir por las señales de los sensores.

El módulo de encendido contiene dos dispositivos semiconductores para el accionamiento de cada bobina, estos semiconductores son conectados a un circuito limitador de corriente, para reducir el consumo de potencia de las bobinas.

Figura 60. Funcionamiento del Módulo DIS.



Fuente: Autores.

Para controlar el DIS, el ECM son utilizados los conectores (EST A y EST B) que controla cada bobina.

Si el impulso de encendido dispara EST A, la primera bobina generará alto voltaje en los cilindros 1 cerca del final de la carrera de compresión y 4 es disparada al final de su carrera de escape.

Consecuentemente, si el impulso de encendido fuera disparado en EST B, la segunda bobina de encendido generará alto voltaje en los cilindros 2 y 3.

4.7 Adaptación de sensores.

En la adaptación de sensores del sistema de inyección electrónica Bosch LE3-Jetronic, se ve la necesidad de buscar los lugares adecuados para instalación de los mismos, además de proveerlos de bases para su soporte.

4.7.1 Adaptación de la rueda fónica y sensor de giro CKP. De la adaptación del sensor CKP, dependerá el correcto funcionamiento del motor.

Primero se debe adaptar una polea dentada, la cual estará sincronizada con la polea de cigüeñal, éste componente es original del sistema de inyección electrónica del motor del Chevrolet Corsa Wind 1600, el cual indicará el ángulo de giro, el ángulo de avance de la chispa y las rpm del motor.

Para facilitar este trabajo la rueda fónica del motor es regulable, y está provista de pernos de sujeción, los mismos que al aflojarlos permiten desplazar la rueda dentada para variar el ángulo de avance de encendido.

Figura 61. Sensor CKP.



Fuente: Autores.

Figura 62. Rueda fónica regulable.



Fuente: Autores.

4.7.2 Sensor de oxígeno. El motor Chevrolet Swift y su múltiple de escape específicamente, no está dotado de un orificio de alojamiento para el sensor EGO, es por esta razón que para no realizar trabajos de mecanizado en el múltiple original, se utiliza el múltiple de escape del motor Chevrolet Vitara. Éste posee un orificio con la medida de diámetro y paso de rosca para el alojamiento del sensor EGO y sus bases de fijación con el cabezote del motor Chevrolet Swift son iguales.

Figura 63. Múltiple de escape con sensor EGO instalado.



Fuente: Autores.

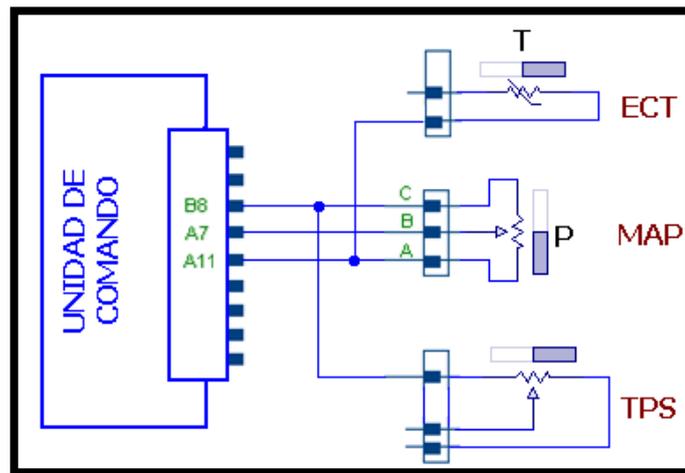
4.7.3 Sensor de presión MAP. El sensor MAP no tiene ubicación específica ya que mide las variaciones de presión en el interior del colector de admisión por medio de una manguera de vacío, es por esta razón que el sensor MAP se encuentra en el panel de control para su fácil acceso.

Figura 64. Sensor MAP.



Fuente: Autores.

Figura 65. Circuito sensor MAP.



A7: Señal, **A11:** Tierra, **B8:** Voltaje de referencia.

Fuente: Autores.

4.7.4 Sensor de temperatura de refrigerante ECT. Es el encargado de medir la temperatura del líquido refrigerante (agua) durante todo el funcionamiento del motor.

Los datos enviados por éste sensor son analizados por el ECM para que a su debido tiempo sea activa el electro ventilador.

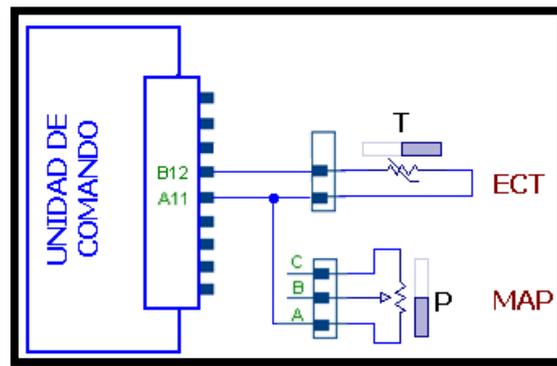
Figura 66. Sensor de temperatura de refrigerante ECT.



Fuente: Autores.

Este sensor ha sido colocado en la toma de entrada de agua hacia el motor, adaptando una tuerca con el mismo diámetro y paso de rosca que la que posee el sensor.

Figura 67. Circuito Sensor ECT.



A11: Tierra, **B12:** Señal.

Fuente: Autores.

4.7.5 Sensor de temperatura de aire (IAT). Éste sensor se encarga de medir la temperatura del aire que ingresa por el múltiple de admisión hacia el motor.

Está ubicado en el ducto que conecta al estrangulador con el múltiple de admisión y se realizaron trabajos similares a los de la adaptación del ECT.

Figura 68. Sensor de temperatura de aire IAT.



Fuente: Autores.

4.8 Tablero de control.

El tablero de control se encuentra ubicado en la parte delantera del motor, y en él se hallan ubicados varios elementos importantes que rigen el funcionamiento del motor, los mismos que serán descritos más adelante.

Para la construcción del tablero se empleó una plancha de policarbonato o acrílico cuyas dimensiones son: 50cm de ancho por 60cm de largo. En esta lámina de policarbonato irán ubicados cada uno de los elementos del tablero de control.

Figura 69. Tablero de control.



Fuente: Autores.

4.8.1 Interruptor de encendido. Es el elemento encargado de poner en marcha el motor por medio del accionamiento de un pulsador que alimenta al motor de arranque, recalcando que mientras el motor está en funcionamiento es capaz de generar la tensión necesaria para su alimentación, por esta razón cuenta además con un interruptor normalmente abierto para cortar el paso de corriente luego de apagado el motor.

Figura 70. Interruptor de encendido.



Fuente: Autores.

4.8.2 *Caja porta fusibles.* Para proteger al sistema de cualquier tipo de daño en los componentes eléctricos o electrónicos se instaló una caja porta fusibles, la misma que tiene capacidad para alojar 6 fusibles, para el caso de éste motor se utilizaron 6 fusibles de 20A.

Figura 71. Caja porta fusibles.

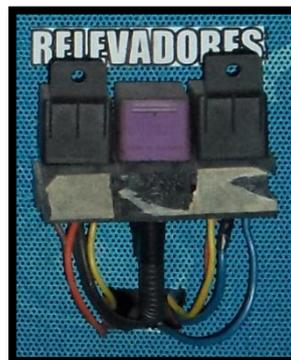


Fuente: Autores.

- Inyectores y bobina.
- Electro ventilador.
- Scanner.
- ECM.
- Interruptor de Encendido (Sistema Principal)
- Bomba de Combustible.

4.8.3 *Caja porta relevadores.*

Figura 72. Caja porta relevadores.



Fuente: Autores.

Los relevadores son los encargados de permitir el paso de corriente hacia los distintos aditamentos eléctricos y electrónicos del motor para su adecuado funcionamiento, sin que exista un consumo excesivo de corriente.

Dentro del sistema eléctrico del motor se utilizan 3 relés de 30A, un relé principal, uno para controlar la bomba de gasolina y uno para el electro ventilador.

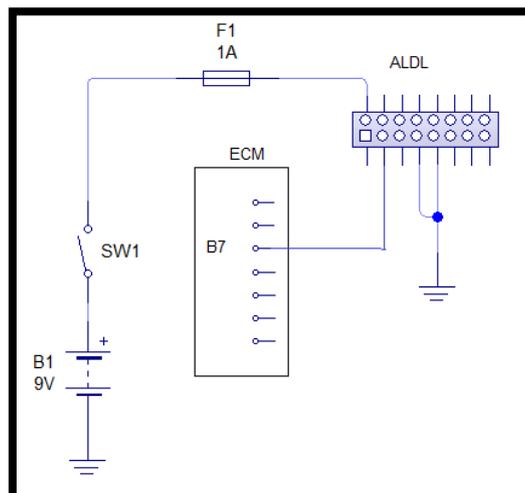
4.8.4 Conector ALDL (Assembly Line Diagnostic Link). El conector ALDL se encuentra ubicado en la parte superior izquierda del tablero de instrumentos y es el encargado de formar una interfaz entre el ECM y el Scanner, para realizar un diagnóstico sobre el funcionamiento del motor.

Figura 73. Conector ALDL.



Fuente: Autores.

Figura 74. Circuito del conector ALDL.



Fuente: Autores.

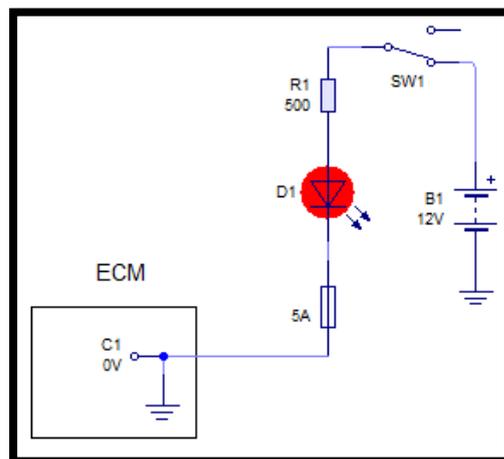
4.8.5 Luz MIL. O Check Engine es un elemento muy importante en el funcionamiento del motor ya que cuando esta se enciende nos indica que existe una anomalía en el funcionamiento del sistema de inyección del motor o que uno de los sensores o actuadores tiene un funcionamiento erróneo o en el peor de los casos ha dejado de funcionar.

Figura 75. Luz MIL.



Fuente: Autores.

Figura 76: Circuito Eléctrico de la Luz Mil.



Fuente: Autores.

Podría darse el caso de que las lecturas de dichos sensores o actuadores estén fuera del rango con el que fueron programados en el ECM.

4.8.6 Tacómetro. Este elemento es el encargado de medir las revoluciones a las que está girando el motor. En este caso el tacómetro cuenta con una escala que va de 0 a 11000 RPM.

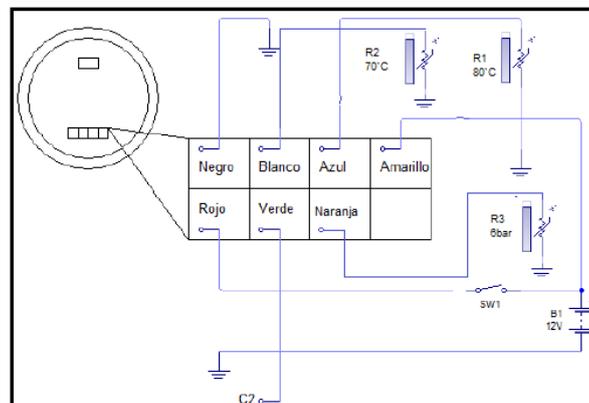
Figura 77. Tacómetro.



Fuente: Autores.

Además cuenta con tres medidores adicionales cuyo trabajo es entregar datos sobre temperatura de agua o refrigerante, presión y temperatura de aceite.

Figura 78. Circuito del tacómetro.



Fuente: Autores.

4.8.7 Control de aceleración. Es un mecanismo sumamente importante que nos permite variar constantemente las condiciones de carga del motor durante su funcionamiento, es por esto que se ha hecho necesario colocarlo en el tablero de instrumentos. Se lo ha montado en el extremo derecho para una mayor accesibilidad y manipulación.

Para este trabajo se ha empleado el mecanismo de cambios de una bicicleta, el mismo que se conecta con la mariposa de aceleración por medio de un cable en cuyo extremo está provisto de un seguro que le brinda una adecuada sujeción, de esta manera puede variarse la apertura de la válvula de aceleración.

Figura 79. Control de aceleración.



Fuente: Autores.

4.8.8 ECM. Es el cerebro del vehículo, encargado de controlar el funcionamiento del motor mediante el intercambio de información con sensores y actuadores, así como también realizando un continuo monitoreo de todos sus elementos.

Figura 80. Módulo de control ECM.

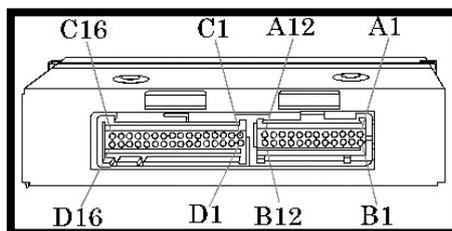


Fuente: Autores.

El ECM está conectado a los diferentes sensores y actuadores por el arnés de cables dividido en cuatro bancos A, B, C, D. Posee dos tipos de conectores uno de mayor tamaño

que contiene a los bancos C y D mientras que el de menor tamaño pertenece a los bancos A y B.

Figura 81. Distribución de pines ECM.



Fuente: Autores.

En total existen 56 pines de los cuales muchos de ellos no se utilizan, esto depende del modelo de motor, los terminales para el motor C16SE son:

Tabla 6. Banco de conectores A.

TERMINAL	DESCRIPCIÓN	COLOR DE CABLE
A1	...	...
A2	Señal del sensor de rotación.	gris/negro
A3	Control del relé de corte del aire acondicionado.	negro/azul
A4	Control del relé del ventilador de baja velocidad.	marrón/verde
A5	Control del relé del ventilador de alta velocidad.	marrón/rojo
A6	...	...
A7	Firma del sensor de presión absoluta.	verde
A8	Señal del sensor de la posición de aceleración.	azul
A9	...	...
A10	...	...
A11	Masa sensores ECT, MAP y presión de A/C.	marrón
A12	Masa de la unidad de mando.	marrón

Fuente: Autores.

Tabla 7. Banco de conectores B.

TERMINAL	DESCRIPCIÓN	COLOR DE CABLE
B1	Alimentación del ECM, Batería línea 30.	rojo
B2	Sensor de velocidad.	azul/rojo
B3	Señal del sensor de rotación.	gris/rojo
B4	...	...
B5	...	...
B6	Control del relé de la bomba de combustible.	marrón/rojo
B7	Comunicación línea J- Terminal ALDL.	marrón/blanco
B8	Tensión de referencia TPS, MAP.	negro/blanco
B9	...	...
B10	Masa de la unidad de mando.	marrón
B11	Señal del sensor lambda EGO.	azul/amarillo
B12	Señal del sensor de temperatura de motor ECT.	azul

Fuente: Autores.

Tabla 8. Banco de conectores C.

TERMINAL	DESCRIPCIÓN	COLOR DE CABLE
C1	Advertencia lámpara de control.	marrón/celeste
C2	Señal de rotación para tacómetro.	verde
C3	EST-B señal de control de la bobina de encendido.	negro/azul
C4	Alimentación del ECM a línea 15.	negro
C5	Control de motor paso a paso.	verde/blanco
C6	Control de motor paso a paso.	verde
C7	...	...
C8	Control de motor paso a paso.	azul/negro
C9	Control de motor paso a paso.	celeste/verde
C10	...	...
C11	Control de inyectores 2 y 3.	marrón/blanco
C12	...	...

C13	Inmovilizador (puente C14)	marrón/verde
C14	Inmovilizador (puente C13)	marrón/verde
C15	Control de inyectores 1 y 4.	marrón/rojo
C16	Alimentación del ECM de batería, línea 30.	rojo

Fuente: Autores.

Tabla 9. Banco de conectores D.

TERMINAL	DESCRIPCIÓN	COLOR DE CABLE
D1	Masa de la unidad de mando ECM.	marrón
D2	Masa de TPS, ECT.	marrón
D3	Señal del sensor de temperatura de aire.	marrón/celeste
D4	...	...
D5	Solicitud de señal de aire acondicionado.	negro/amarillo
D6	...	...
D7	...	...
D8	Solicitud de diagnóstico ALDL terminal B.	marrón/amarillo
D9	...	...
D10	EST-A señal de control de la bobina (cilindro 1-4)	negro/verde
D11	Señal de conector de octanaje.	marrón/celeste
D12	...	...
D13	...	...
D14	...	...
D15	...	...
D16	...	...

Fuente: Autores.

4.9 Presupuesto

Para cumplir con el trabajo de tesis se realizó una inversión económica para la adquisición de cada uno de los componentes.

A continuación se presenta una tabla en la que se detalla los costos realizados durante todo el proyecto:

4.9.1 Motor y componentes.

Tabla 10. Elementos de motor.

ÓRDEN	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Motor G16A	1200
2	Alternador	45
3	Motor de arranque	25
4	Radiador	35
5	Filtro de aceite	7
6	Filtro de combustible	45
7	Filtro de aire	18
8	Aceite	25
9	Estrangulador	35
10	Manguera de combustible	15
11	Riel de inyectores	30
12	Base estrangulador	30
13	Adaptación múltiple de admisión	80
14	Múltiple de escape	30
15	Volante de inercia	80
16	Adaptación mecanismo de aceleración	25
17	Adaptación radiador	30
18	Garruchas con freno	24
19	Mangueras del radiador	25
20	Adaptación ECT	35
21	Manguera corrugada	50
22	Sorbete térmico	16
23	Taipe	8
24	Silicón	24
25	Adaptación motor de arranque	50
26	Tubo de agua	20
27	Base tubo de escape	30
28	Silenciador	40
29	Rueda fónica	30
30	Juego de empaques	30
31	Adaptación bomba de combustible	20
	TOTAL	2157

Fuente: Autores.

4.9.2 Sistema Eléctrico y componentes electrónicos.

Tabla 11. Elementos sistema eléctrico.

ÓRDEN	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	ECM	350
2	Sensor IAT	6
3	Sensor ECT	6
4	Sensor CKP	35
5	Sensor TPS	15
6	Sensor de Oxígeno	25
7	Sensor MAP	20
8	Válvula IAC	15
9	Electro ventilador	20
10	Tacómetro	90
11	Conector ALDL	20
12	Switch de encendido	5
13	Relevadores x 3	15
14	Fusiblera	10
15	Porta relevadores	15
16	Arnés de cables	150
17	Indicadores	5
18	Cuadro de control	10
19	Bobina de encendido	35
20	Cables de bujías	25
21	Bujías	10
22	Bomba de combustible	35
23	Inyectores	150
24	Conectores	40
25	Batería	62
	TOTAL	1169

Fuente: Autores.

4.9.3 Construcción del banco.

Tabla 12. Ensamblaje.

ÓRDEN	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Tubo cuadrado	30
2	Perfil	30
3	Policarbonato de 3 líneas	20
4	Pernos	60
5	Bases de goma	15
6	Bases de motor	100
7	Construcción tanque de combustible	50
8	Bases batería y tanque de combustible	20
9	Construcción tablero de control	20
10	Micro perforado	15
11	Pintura banco de pruebas	50
	TOTAL	410

Fuente: Autores.

4.9.4 Total de gastos.

Tabla 13. Gastos totales.

ÓRDEN	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Motor y componentes	2157
2	Sistema Eléctrico y componentes electrónicos	1169
3	Construcción del Banco	410
	TOTAL	3736

Fuente: Autores.

4.10 Financiamiento

El financiamiento del proyecto de tesis fue cubierto en su totalidad por Autores:

Andrés García y Mauricio Jordán.

CAPÍTULO V

5. DIAGNÓSTICO CON SCANNER Y EXTRACCIÓN DE CÓDIGOS.

5.1 Ubicación de socket ALDL.

El socket de diagnóstico ALDL se encuentra ubicado en el tablero de instrumentos, en la parte superior izquierda, donde debemos conectar el equipo CARMAN SCAN LITE, y así proceder a la extracción de códigos y su posterior diagnóstico.

Figura 82. Equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.



Fuente: Autores.

El motor debe estar en contacto para que la interfaz de comunicación pueda conectarse con el scanner.

5.2 Pasos para comunicarnos con el ECM.

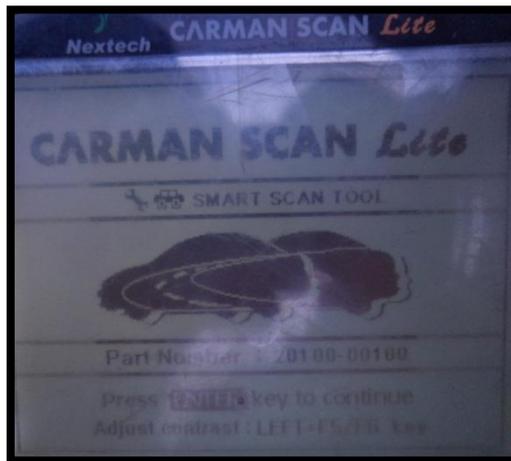
Para empezar con el procedimiento de diagnóstico con el scanner debemos conectar el equipo CARMAN al socket de Diagnóstico ALDL ubicado en el tablero de instrumentos. El motor debe estar en contacto para que la interfaz de comunicación pueda conectarse con el scanner, la pantalla principal nos muestra ocho opciones, entre ellas DIAGNÓSTICO VEHÍCULO.

Figura 83. Conexión con el scanner.



Fuente: Autores.

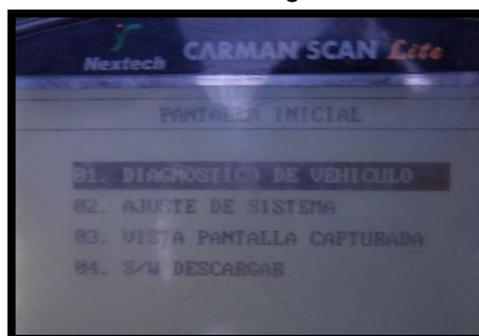
Figura 84. Pantalla principal del scanner.



Fuente: Autores.

Luego aparecen 4 opciones de las que se escoge VEHÍCULO DIAGNÓSTICO.

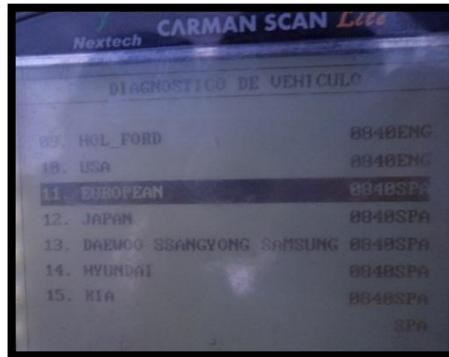
Figura 85. Pantalla de diagnóstico de vehículo.



Fuente: Autores.

Existen varias opciones de la procedencia del vehículo, siendo la escogida European:

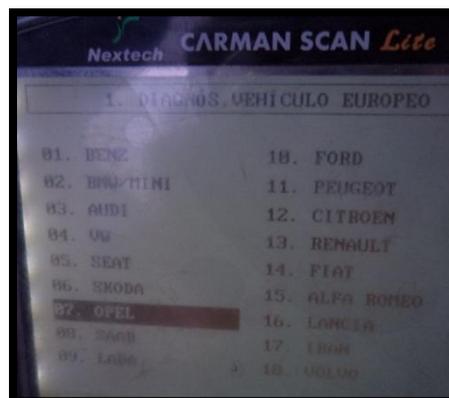
Figura 86. Pantalla de procedencia de vehículo.



Fuente: Autores.

Dentro de los fabricantes de los vehículos encontramos a OPEL.

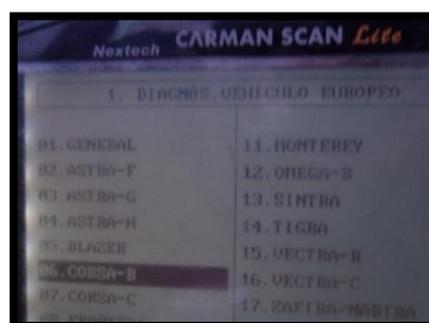
Figura 87. Menú de fabricantes.



Fuente: Autores.

El modelo del motor es Corsa B.

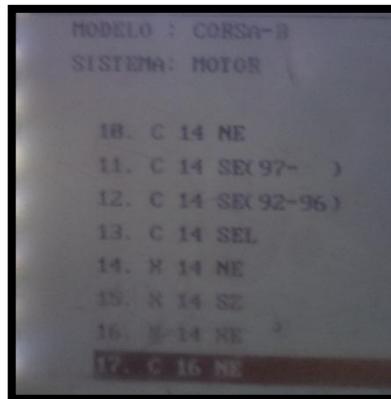
Figura 88. Menú Corsa B.



Fuente: Autores.

Seguidamente se observa el código de motor que es el C16NE.

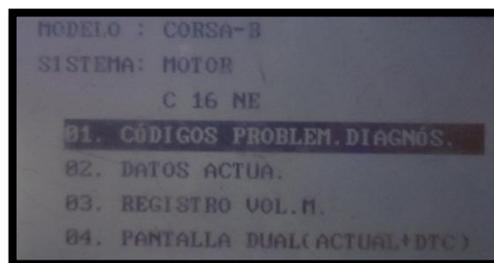
Figura 89. Pantalla de comunicación con el ECM.



Fuente: Autores.

En la parte central del menú de diagnóstico se escoge la opción DATOS ACTUALES, con el fin de visualizar el flujo de datos en tiempo real:

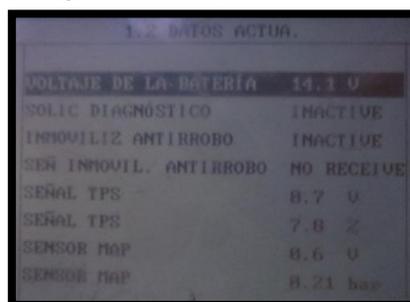
Figura 90. Flujo de datos 1.



Fuente: Autores.

Debido a que el motor se encuentra en marcha se observa que el voltaje de batería es el adecuado, la señal del TPS es de 0.7V cuando la mariposa del acelerador se encuentra parcialmente abierta 7.8%, el sensor MAP registra 0.6V a 0.2.bar.

Figura 91. Flujo de datos 2.



Fuente: Autores.

5.3 Extracción de códigos.

Con el avance tecnológico de los sistemas de inyección en los motores de combustión interna, la cantidad de cables del motor se ha ido incrementado, por lo que es muy complicado determinar una falla eléctrica o electrónica sin contar con los instrumentos adecuados. Con el fin de conocer los fallos más comunes se utilizará el scanner CARMAN SCAN LITE, simulando fallas en los diferentes sensores que monitoreará el ECM para así investigar los códigos que se generen.

Tabla 14. Códigos de falla.

Código	Descripción
12	Sin señal de rotación
13	Circuito de O2 abierto
14	Sensor de temperatura del motor (ECT)- Baja Tensión
15	Sensor de temperatura del motor (ECT)- Alta Tensión
19	Señal incorrecta del sensor de RPM
21	Sensor de posición del acelerador(TPS)-Alta Tensión
22	Sensor de posición del acelerador(TPS)-Baja Tensión
25	Falla en válvula inyectora- Baja Tensión
29	Relé de la Bomba de combustible-Baja Tensión
32	Relé de la bomba de combustible-Alta Tensión
33	Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)- Alta Tensión
34	Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)- Baja Tensión
35	Falla en control de ralentí
41	Falla en la bobina de los cilindros 2 y 3 – Alta Tensión
42	Falla en la bobina de los cilindros 1 y 4 – Alta Tensión
44	Sonda Lambda indica mezcla pobre
45	Sonda Lambda indica mezcla rica
49	Tensión alta de batería - señal por encima de 17,2 voltios
51	Falla en la unidad de control o EPROM
63	Falla en la bobina de los cilindros 2 y 3 – Baja Tensión
64	Falla en la bobina de los cilindros1 y 4 – Baja Tensión
69	Sensor de temperatura del aire (ACT) – Baja Tensión
71	Sensor de temperatura del aire (ACT)- Alta Tensión
81	Falla en válvula inyectora- Alta Tensión

Fuente: Autores.

5.3.1 Sensor IAT.

5.3.1.1 Ubicación. El sensor IAT se encuentra ubicado sobre el múltiple de admisión, consta de dos cables, al desconectar el socket del sensor, el ECM no recibe señal sobre la temperatura de aire que ingresa el motor, generando así un código e inmediatamente se encenderá la luz mil indicándonos un fallo en el sistema de control de inyección.

Figura 92. Sensor IAT desconectado.



Fuente: Autores.

5.3.1.2 Código71. Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 71VOLT ALTOIAT.
- En este caso procedemos a verificar el cableado.

Figura 93. Pantalla código 71.



Fuente: Autores.

Con el Scanner se verifica los datos que recibe el ECM y el motivo por el cual está generando el código de falla.

Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor IAT, al encender el motor el ECM monitoreara los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

5.3.1.3 Causas de fallo en el sensor IAT.

Tabla 15. Fallo y reparación del sensor IAT.

CAUSAS	REPARACIONES
Cableado en corto-circuito código69.	Verificar el cableado.
Cableado con circuito abiertocódigo71.	Verificar el cableado.
Sensor de temperatura defectuoso.	Sustituir el sensor de temperatura.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

Fuente: Autores.

En caso de presentarse los códigos de falla 69 ó 71, se realizará el siguiente procedimiento:

- Desconectar el sensor, medir la tensión entre dos terminales del socket. El valor obtenido debe ser exactamente de 5V. Si el valor encontrado es de 5V, reemplace el sensor de temperatura.

Si el valor encontrado no es de 5V, continúe con el siguiente procedimiento:

- Desconectar el conector de la unidad de control (los bancos C y D – conector grande) y verificar la resistencia entre los pines D2 y D3 del arnés. Si se encuentra un valor de resistencia, puede ser por un cortocircuito en el cableado.

Si el valor es infinito, el cableado está en orden. Continuar con el siguiente procedimiento:

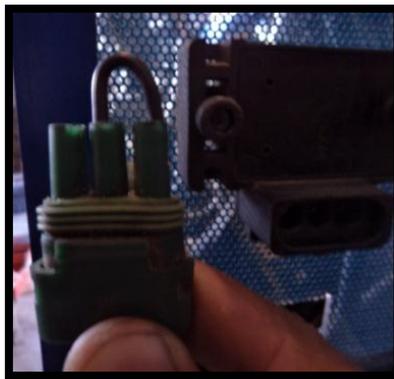
- Comprobar la continuidad de los cables entre los conectores en el lado del socket del sensor y la unidad de control (pines D2 y D3). Si el valor encontrado es infinito o muy alta resistencia (hasta 1k Ω), posible circuito abierto. Si el valor se encuentra cerca de 0 Ω , el cableado está en orden, sustituir la unidad de control ECM.

5.3.2 Sensor MAP.

5.3.2.1 Ubicación. El sensor MAP se encuentra ubicado en el tablero de control, consta de tres cables, al desconectar el socket del sensor, el ECM no recibe señal sobre la variación de presión que existe dentro del múltiple de admisión del motor, generando así un código e inmediatamente se encenderá la luz mil indicándonos un fallo en el sistema de control de inyección.

5.3.2.2 Código 33. Para generar el código 33 se desconecta el sensor con el motor apagado, para evitar cualquier tipo de inconveniente y realizamos un puente entre sus dos pines B y C del socket.

Figura 94. Puente en el socket del sensor MAP.

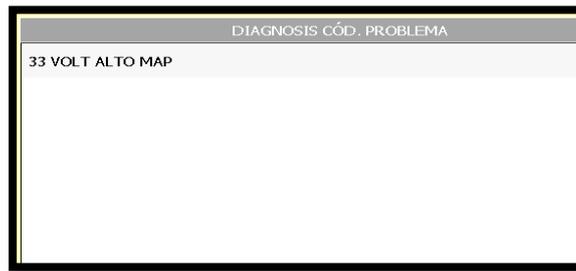


Fuente: Autores.

Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 33 VOLT ALTO MAP.

Figura 95. PIDs código 33.



Fuente: Autores.

Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor MAP, al encender el motor el ECM monitoreara los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

5.3.2.3 Código 34. Para generar el código 34 se desconecta el socket del sensor MAP con el motor apagado, para evitar cualquier tipo de inconveniente.

Figura 96. Socket sensor MAP desconectado.

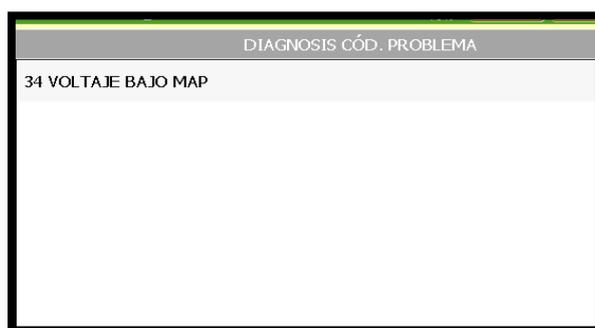


Fuente: Autores.

Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 34 VOLT BAJO MAP.

Figura 97. PIDs código 34.



Fuente: Autores.

Con el Scanner se verifica los datos que recibe el ECM y el motivo por el cual está generando el código de falla. Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor MAP, al encender el motor el ECM monitoreara los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

5.3.2.4 Causas de fallo en el sensor MAP.

Tabla 16. Fallo y reparación del sensor MAP.

CAUSAS	REPARACIONES
Cableado en corto circuito código 33.	Verificar el cableado.
Cableado con circuito abierto código 34.	Verificar el cableado.
Fugas en mangueras de conexión del MAP.	Sustituir manguera del MAP.
Sensor MAP defectuoso.	Sustituir sensor MAP.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir unidad de comando.

Fuente: Autores.

En caso de presentarse los códigos 33 ó 34, realizar el siguiente procedimiento:

- Desconecte el conector del sensor, medir el voltaje entre los terminales A y C del socket. El valor medido debe ser exactamente 5 voltios. Si el valor encontrado es de 5voltios, la unidad de control y el cableado eléctrico están descartados. Anotar la lectura en el sensor.

Si el valor no se encuentra para 5 voltios, pasar al siguiente procedimiento:

- Desconectar el sensor ECT y TPS para que no haya interferencia en las próximas pruebas; verificar de que la manguera al MAP no esté bloqueada o rota.
- Desconectar el conector de la unidad de control (los bancos A y B) y medir la resistencia entre los terminales del socket del sensor:
 - A y B,
 - A y C, y
 - B y C.

Todos los valores deben permanecer en el infinito. El caso de una baja resistencia (en ohmios), es posible cortocircuito el cableado.

- Medir la continuidad de los tres cables (conector del sensor a través del conector de la unidad de control). La resistencia debe ser baja (en ohmios). El caso de una resistencia muy alta (en kilo ohmios), posible circuito abierto.
- Conectar la unidad de control y el sensor. Aplique una depresión con una bomba de vacío y medir el voltaje en la terminal B del sensor MAP. Los valores deben coincidir con el siguiente cuadro:

Tabla 17. Datos de la prueba sensor MAP.

mmHg	cmHg	Volts	BAR
0	0	4,3a5	0,9
70	7	3,3a4,2	0,8
250	25	2,1a3,2	0,6
400	40	1,2a2,0	0,4

Fuente: Autores.

5.3.3 Sensor TPS.

5.3.3.1 Ubicación. El sensor TPS se encuentra ubicado sobre el múltiple de admisión en el estrangulador de aire, consta de tres cables, al desconectar el socket del sensor, y acelerar en repetidas ocasiones, el ECM no recibe señal sobre la posición en la que se encuentra la aleta de estrangulación, generando así un código e inmediatamente se encenderá la luz mil indicándonos un fallo en el sistema de control de inyección.

5.3.3.2 Código 21. Para generar el código 21 se desconecta el sensor con el motor apagado, para evitar cualquier tipo de inconveniente y realizamos un puente entre sus dos conectores de referencia y señal del socket.

Figura 98. Puente en los terminales del socket del sensor TPS.

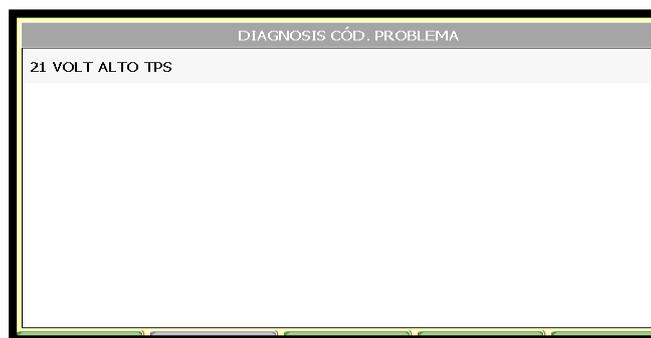


Fuente: Autores.

Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 21VOLT ALTO TPS.

Figura 99. Pantalla código 21.



Fuente: Autores.

Con el Scanner se verifica los datos que recibe el ECM y el motivo por el cual está generando el código de falla.

Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor TPS, al encender el motor el ECM monitoreara los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

5.3.3.3 Código 22. Para generar el código 22 se desconecta el sensor con el motor apagado, para evitar cualquier tipo de inconveniente.

Figura 100. Socket sensor TPS desconectado.

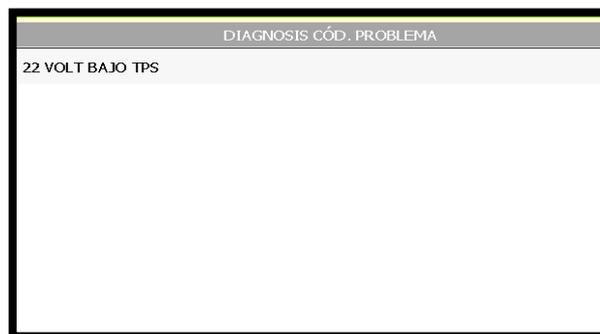


Fuente: Autores.

Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 22VOLT BAJO TPS.

Figura 101. Pantalla código 22.



Fuente: Autores.

Con el Scanner se verifica los datos que recibe el ECM y el motivo por el cual está generando el código de falla.

Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor TPS, al encender el motor el ECM monitoreara los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

5.3.3.4 Causas de fallo en el sensor TPS.

Tabla 18. Fallos y reparación del sensor TPS.

CAUSAS	REPARACIONES
Cableado en corto-circuitocódigo21.	Verificar el cableado.
Cableado con circuito abierto código 22.	Verificar el cableado.
Falla en el seguidor del TPS.	Sustituir el sensor TPS.
Sensor TPS defectuoso.	Sustituir el sensor TPS.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

Fuente: Autores.

En caso de presentarse los códigos de 21 ó 22, realizar el siguiente procedimiento:

- Desconectar el conector del sensor, medir el voltaje entre los terminales A y C del socket. El valor debe ser de 5voltios.

Si el valor encontrado es de 5 voltios, la unidad de control y el cableado eléctrico están descartados; si el valor no se encuentra en 5 voltios, pasar al siguiente procedimiento:

- Desconectar el sensor de la IAT y MAP para que no haya interferencia en las próximas pruebas.
- Desconectar los conectores de la unidad de control y medir la resistencia entre los terminales del sensor, todos los valores deben permanecer en el infinito caso contrario posible cortocircuito en el cableado.

Medir la continuidad de los cables (conector del sensor y el conector de la unidad de control). La resistencia debe ser baja (en ohmios), caso contrario, posible circuito abierto.

- Comprobar que no exista corrosión en los terminales.
- Medir la resistencia entre el sensor (pin8 del banco de conector A) y el extremo de masa del sensor (pin2 del banco de conector D), con el acelerador cerrado el valor debe estar entre 1 y 3k Ω y totalmente abierta entre 5 a 10k Ω .
- Si los valores no coinciden con lo especificado, posible sensor defectuoso.
- Medir la resistencia entre los extremos del potenciómetro (mariposa totalmente abierta o cerrada): 4-5K Ω estable, de lo contrario, reemplace el sensor.

5.3.4 Sensor ECT.

5.3.4.1 Ubicación. El sensor ECT se encuentra ubicado a un extremo de la culata, a la salida del refrigerante del motor hacia el radiador, consta de dos cables, al desconectar el socket del sensor, el ECM no recibe señal sobre la temperatura de refrigerante de motor y encenderá el electro ventilador como una medida de emergencia para que no se recaliente el motor, generando así un código e inmediatamente se encenderá la luz mil indicándonos un fallo en el sistema de control de inyección.

5.3.4.2 Código 15. Para generar el código 15 se desconecta el sensor con el motor apagado, para evitar cualquier tipo de inconveniente.

Figura 102. Socket sensor ECT desconectado.

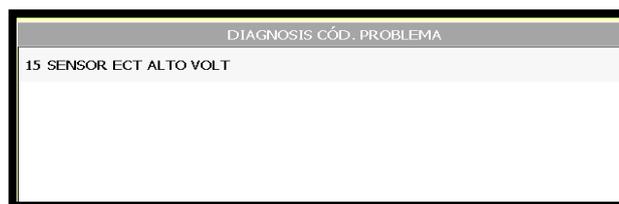


Fuente: Autores.

Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 15 SENSOR ECT ALTO VOLT.

Figura 103. Pantalla código 15.



Fuente: Autores.

Con el Scanner se verifica los datos que recibe el ECM y el motivo por el cual está generando el código de falla.

Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor ECT, al encender el motor el ECM monitoreará los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

5.3.4.3 *Código 14.* Para generar el código 14 se desconecta el sensor con el motor apagado, para evitar cualquier tipo de inconveniente y realizamos un puente entre sus dos conectores.

Figura 104. Puente en los terminales del socket del sensor ECT.



Fuente: Autores.

Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 14 SENSOR ECT BAJO VOLT.

Figura 105. Pantalla código 14.



Fuente: Autores.

Con el Scanner se verifica los datos que recibe el ECM y el motivo por el cual está generando el código de falla.

Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor ECT, al encender el motor el ECM monitoreará los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

5.3.4.4 Causas de fallo en el sensor ECT.

Tabla 19. Fallas y reparaciones del sensor ECT.

CAUSAS	REPARACIONES
Cableado en corto-circuito código 14.	Verificar el cableado.
Cableado con circuito abierto código 15.	Verificar el cableado.
Sensor de temperatura defectuoso.	Sustituir el sensor de temperatura.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

Fuente: Autores.

En caso de presentarse los códigos de falla 14 ó 15, se debe hacer lo siguiente:

- Desconectar el conector del sensor, medir la tensión entre los dos terminales del socket. El valor obtenido debe ser exactamente de 5 voltios. Si el valor encontrado es de 5 voltios, reemplace el sensor de temperatura; si el valor encontrado no es de 5 voltios, continúe con el siguiente procedimiento:
- Desconectar el sensor MAP para evitar interferencias en la prueba.
- Desconectar el conector de la unidad de control (los bancos A y B- conector pequeño) y verificar la resistencia entre los pines B10 Y B12. Si se encuentra un valor de resistencia, puede ser por un cortocircuito en el cableado; si el valor es infinito, el cableado está en orden. Continuar con el siguiente procedimiento:
- Comprobar la continuidad de los cables entre los conectores en el lado del sensor (cableado) y la unidad de control. Si el valor encontrado es infinito o muy alta resistencia (hasta $1k\Omega$), posible circuito abierto; si el valor se encuentra cerca de 0Ω , el cableado está en orden, sustituir la unidad de control ECM.

5.3.5 *Actuador IAC.*

5.3.5.1 Ubicación. El actuador IAC se encuentra ubicado sobre el múltiple de admisión en el estrangulador de aire, consta de cuatro cables, al desconectar el socket del actuador, la ECM no podrá controlar el ralentí del motor generando así un código e inmediatamente se encenderá la luz mil indicándonos un fallo en el sistema de control de inyección.

5.3.5.2 Código 35. Para generar el código 35 se desconecta el sensor con el motor apagado, para evitar cualquier tipo de inconveniente.

Figura 106. Socket válvula IAC desconectado.



Fuente: Autores.

En el caso de que no ocurra quitar la IAC de su alojamiento y realizar el procedimiento de autodiagnóstico de cualquier código con el motor paso a paso conectado a su socket para que el asiento de la válvula pierda su posición y genere el código deseado.

Para determinar el código que se generó procedemos a utilizar el equipo de diagnóstico CARMAN SCAN LITE.

- Realizar el procedimiento con la llave de encendido en contacto o el motor en marcha.
- Conectar el scanner al conector ALDL ubicado en el tablero de control.
- Seguir los pasos anteriormente mostrados para comunicarnos con el ECM.
- Seleccionar visualizar los códigos y aparecerá 35 CONTROL AIRE RALENTÍ.

Figura 107: Pantalla código 35.



Fuente: Autores.

Con el Scanner se verifica los datos que recibe el ECM y el motivo por el cual está generando el código de falla.

Figura 108. PIDs código 35.

SENSOR DATA ITEM	VALUE	UNIT	MIN	MAX
AJUSTE COMB CORTO/PL	-36.0	%	-39.1	-26.6
BLM SENSOR OXÍGENO	ACTIVE		-	-
NUM..CEL.O2 BLM	19.0		19.0	19.0
CONTEN DE CEL BLM	108.0	step	-14.2	165.0
AJUSTE COMB LARGO/PL	-15.7	%	-15.7	675.0
VELOCID MOTOR	625.0	rpm	425.0	2200.0
RALENTÍ DESEAD	899.0	rpm	0.0	899.0
ACTIVACIÓN CONTROL IAC	ACTIVE		-	-
CONTROL DE IAC	150.0	step	1.2	150.0

Fuente: Autores.

Se puede ver que el ajuste de combustible es de -36% es decir que existe un exceso de aire que pasa por el bypass de la IAC, el módulo disminuye la cantidad de combustible para tratar de que la mezcla sea estequiométrica.

El máximo ajuste de combustible admisible es de +-25%, en este existe una falla sin tener que recurrir a los códigos de falla. El control de la IAC está en 150 pasos, lo normal es de 128 pasos.

Para borrar el código de falla cerramos la llave de encendido y conectamos el sensor ECT, al encender el motor el ECM monitoreara los componentes y señales y al todo estar correcto el código se habrá borrado automáticamente.

Luego realizar el procedimiento para el posicionamiento de la IAC:

- Primero dar tres contactos simultáneos, sin llegar a encender el motor.
- Luego acelerar a fondo seguidamente de tres contactos simultáneos.
- Esto hará que la válvula se posicione y el código se borre correctamente caso contrario el código volverá a generarse.

Causas de fallo en Ralentí.

Tabla 20. Fallas en Ralentí.

CAUSAS	REPARACIONES
Contactos defectuosos del sensor.	Verificar el sensor TPS.
Eje de la mariposa de aceleración.	Verificar el eje de la mariposa de aceleración.
Cuerpo de la mariposa dañado.	Verificar el cuerpo de la mariposa.
Fugas de vacío en el múltiple.	Verificar fugas.
Obstrucción del asiento de la válvula.	Verificar si hay obstrucción en el asiento.
Tensión de batería fuera de rango.	Ejecutar un test de batería.
Manguera del MAP defectuosa.	Sustituir la manguera del MAP.

Fuente: Autores.

Si se genera el código 35, realizar las siguientes pruebas:

- Hacer funcionar el motor y poco a poco aumentar su velocidad a 4000rpm, mantener brevemente y soltar. Después de 5 segundos, la rotación debería oscilar entre 850-950rpm.
- Si lo anterior no ocurre, comprobar el sensor de TPS; Si es así, continuar con el siguiente procedimiento.
- Con ayuda de un scanner, comprobar el parámetro "Control de rpm" en "Test Drives". Aumentar y disminuir la rotación entre 800-1500rpm. Si no se puede, comprobar que no haya entradas de aire falso en el cuerpo del acelerador o el colector de admisión; si no existen problemas, continuar al paso siguiente.
- Retire el motor paso a paso de su alojamiento y comprimir la válvula de cono. Ejecute la prueba para el actuador IAC en el scanner, la válvula deberá moverse hacia adentro y afuera de 0 a 160 pasos.
- Si no es posible, existe defecto en el motor paso a paso, el arnés o la unidad de control; si el resultado es el esperado, pasar al siguiente procedimiento.
- Comprobar la resistencia de las bobinas del motor paso a paso: entre las terminales A y B, y C y D. El valor obtenido debe ser entre 45 a 65Ω. Si el valor que se encuentra está fuera de rango, posible defecto en el motor paso a paso; si el valor encontrado está dentro del rango y todos los controles están en orden, posible falla intermitente.

5.4 Diagnóstico de Códigos.

5.4.1 Falla en la UC (PROM) –Código 51.

Tabla 21. Fallas en la UC.

CAUSAS	REPARACIONES
Mal contacto en el conector de la memoria PROM.	Limpiar y volver a alinear los terminales del conector de memoria PROM contados.
Memoria PROM defectuosa.	Sustituir la memoria PROM.
Unidad de control defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

Fuente: Autores.

Si se presenta el código de falla 51, el motor no funciona. Para solucionar el problema se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Desconectar la batería durante 10 minutos, para borrar la memoria RAM del ECM. Intentar arrancar el motor. Si el motor se pone en marcha, el problema está solucionado; si el motor no entra en funcionamiento, continúe con el siguiente paso:
- Quitar el contacto del interruptor de encendido, retirar la unidad de control y limpiar los contactos de la memoria PROM. Volver a montar y arrancar el motor.
- Si el motor entra en funcionamiento, problema solucionado; si el motor no entra en funcionamiento, continúe con el siguiente paso:
- Reemplazar la memoria PROM y tratar de arrancar el motor. Si el motor funciona, el sistema no tiene problemas;
Si el motor no entra en funcionamiento, sustituya la unidad de control.

5.4.2 *Falla en la Unidad de Control Código 55.*

Tabla 22. Falla en la unidad de control.

CAUSAS	REPARACIONES
Unidad de comando defectuosa.	Sustituir la unidad de control electrónico.

Fuente: Autores.

Si se muestra el código de falla 55, el motor no funciona. Para solucionar el problema realizar el siguiente procedimiento:

- Desconectar la batería durante 10 minutos, para borrar la memoria RAM de la UC. Intentar arrancar el motor.
- Si el motor arranca, problema solucionado; si el motor no entra en funcionamiento, sustituir la unidad de control.

5.4.3 Falla en la señal del CKP Código 19.

Tabla 23. Falla en el CKP.

CAUSAS	REPARACIONES
Problema en el blindaje del cableado.	Verificar el blindaje del cableado.
Circuito interrumpido-abierto.	Verificar el cableado eléctrico.
Cortocircuito en el cableado.	Verificar el cableado eléctrico.
Distancia del sensor arriba de lo especificado.	Verificar y corrija la distancia del sensor.
Rueda fónica sucia o defectuosa.	Limpiar o sustituya la rueda fónica.
Sensor de rotación defectuoso.	Sustituir el sensor.
Unidad de comando defectuosa.	Sustituir la unidad de comando.

Fuente: Autores.

Si se muestra el código 19, el motor no funciona. Realizar la siguiente secuencia de las pruebas:

- Comprobar la calibración del sensor de rotación con la rueda fónica. Si la diferencia es mayor de 1mm, comprobar el soporte del sensor y su deformación; si la diferencia es menor a 1mm y mayor que 0,30mm, pase a la siguiente etapa.
- Comprobar el estado del sensor y la rueda fónica. Si la rueda fónica esta deformada, esta debe ser reemplazada; si el sensor está impregnado con algún tipo de suciedad, limpiar; si tanto el sensor como la rueda fónica están en orden, proceder al siguiente paso.
- Desconectar el conector del sensor con la llave en posición desconectada. Comprobar el blindaje del cableado con un óhmetro. La resistencia entre el pin 3 del conector (lado del sensor) y la masa del motor tiene que ser infinito, de lo contrario, cambie el cable junto con el sensor; verificar la resistencia del sensor (entre terminales 1 y 2 lado del sensor). El valor debe encontrarse entre 500 y 600Ω; si está en orden, pasar al siguiente paso;
- Con un voltímetro en una escala de tensión alterna (AC), comprobar la tensión entre los terminales 1 y 2 del socket del sensor. Al arrancar el sensor debe estar entre 1 a 4 voltios AC, caso contrario, reemplazar el sensor de velocidad; si está en orden, proceder al siguiente paso;
- Desenchufe el conector de la unidad de control (los bancos A y B) y medir la resistencia de los cables (lado del socket) entre las terminales 1 y 2.

- El valor encontrado debe ser infinito, de lo contrario posible corto circuito en el cableado;

Medir la continuidad entre la terminal 1 del conector (lado del socket) y A2 terminal de la unidad de control (parte del cableado). El valor debe ser cerca de 0Ω , caso contrario posible circuito abierto en el cableado.

Medir la continuidad entre el terminal 2 del conector (lado del socket) y el terminal B3 de la unidad de control (al lado del cableado).

El valor debe estar cerca de 0Ω , caso contrario es posible encontrar un circuito abierto en el cableado.

Medir la continuidad entre la terminal 3 del conector (lado del socket) y el terminal A12 de la unidad de control. El valor debe ser cerca de 0Ω , caso contrario es posible un circuito abierto; si todos los valores están en orden, posible defecto en la unidad de control.

5.4.4 Falla en el EGO Código13.

Tabla 24. Fallas en el EGO.

CAUSAS	REPARACIONES
Circuito abierto entre el sensor y la unidad de comando.	Verificar el cableado eléctrico.
Sensor de oxígeno defectuoso.	Sustituya el sensor.
Unidad de comando defectuosa.	Sustituya la unidad de comando.

Fuente: Autores.

Si se presenta el código 13, realizar la siguiente secuencia de las pruebas:

- Desconectar el sensor de oxígeno con el interruptor de encendido apagado y comprobar la tensión entre el terminal del conector (lado del cableado) y masa.
- El valor obtenido debe estar entre 360-460 mV; si el valor encontrado no es el especificado, posible falla del sensor; si el valor encontrado es el especificado, continúe con el próximo paso.

- Comprobar la continuidad entre los conectores del sensor y la unidad de control (pin B11). El valor obtenido debe estar cerca de 0Ω . Si el valor se encuentra por encima de $1k\Omega$, posible circuito abierto en el cableado; si el valor se encuentra cerca de 0Ω posible defecto en la unidad de control.

Para probar el sensor, realizar lo siguiente:

- Poner en funcionamiento el motor hasta que el ventilador eléctrico se active. Controlar la tensión generada en el sensor con el motor funcionando por encima de 1300rpm. La tensión debe estar por encima de 2V.
- Aumentar la velocidad del motor a 4500rpm y soltar el acelerador. La tensión debe oscilar hasta 12V.

Si las comprobaciones anteriores están en orden, posible defecto en el cableado o en la unidad de control; si los valores no están en orden, posible defecto en el sensor.

5.4.5 Falla Sonda Lambda Código 44 y 45.

Tabla 25. Fallas sonda Lambda.

CAUSAS	REPARACIONES
Cableado defectuoso.	Verificar el cableado eléctrico.
Sensor de MAP defectuoso.	Sustituir el sensor MAP.
Sensor de TPS defectuoso.	Sustituir el sensor TPS.
Sensor de IAT defectuoso.	Sustituir el sensor IAT.
Sensor de ECT defectuoso.	Sustituir el sensor ECT.
Sensor de oxígeno defectuoso.	Sustituir el sensor de oxígeno.
Línea de retorno obstruida.	Verificar línea de retorno de combustible.
Filtro de combustible obstruido.	Sustituir el filtro de combustible.
Bomba de combustible defectuosa.	Sustituir la bomba de combustible.
Válvula inyectora con fugas.	Comprobar la válvula inyectora.
Válvula inyectora defectuosa.	Sustituir la válvula inyectora.
Válvula IAC defectuosa.	Sustituir la válvula IAC.
Fugas de aire en los colectores.	Verificar los colectores de admisión.
Manguera del MAP defectuosa.	Sustituir la manguera del MAP.

Fuente: Autores.

En caso de presentarse los códigos 44 ó 45, realizar lo siguiente:

- Realizar las pruebas descritas en el Código de defecto de 13;
- Realizar pruebas relativas a los códigos 14, 15, 21, 22, 33, 34, 69 y 71.
- Comprobar el funcionamiento de las válvulas de inyección;
- Comprobar el funcionamiento del motor paso a paso de marcha en ralentí;
- Probar el funcionamiento del sistema de encendido;
- Comprobar el estado de los cables y bujías;
- Verificar que el motor no esté quemando demasiado aceite;
- Comprobar la calidad del combustible utilizado;
- Revisar si hay fugas en los colectores de admisión y de escape;

Si todas las comprobaciones anteriores están en orden, posible defecto en la unidad de control.

5.4.6 Falla Batería Tensión Alta Código 49. Si la tensión entre los terminales es inferior a 11 voltios:

- Batería descargada;
 - Cortocircuito en las células;
 - Terminales corroídos.
-
- Con la llave en contacto, medir la tensión entre las masas del sistema de inyección (terminales D1, A12, B10 y C12) en comparación con el cable negativo de la batería.

La tensión no podrá ser superior a 50 mV; si el valor es superior a 50 mV, posible defecto en los terminales de cable o de masa; si el valor es inferior a 50 mV, continuar con el siguiente paso.

- Durante la puesta en marcha del motor, medir la tensión entre el terminal positivo de la batería y la masa del motor. El voltaje no debe caer por debajo de 9,6 voltios; si es menor de 9,6 voltios, comprobar el estado de la batería o el arranque; si es mayor de 9,6 voltios, continuar con el siguiente paso.
- Con el motor funcionando a ralentí, medir el voltaje entre el positivo de la batería y la masa del motor. El valor debe ser superior a 13 voltios y menor de 15 voltios; si el

valor no es el especificado, posible defecto en el alternador o el regulador de voltaje; si el valor es el especificado, continuar con el siguiente paso.

- Con la llave de ignición en apagado desconectar el ECM;
- Medir la tensión (alimentación permanente de la batería) entre los terminales B1 y C16 (lado del cableado) y la masa del motor. El valor de la tensión debe ser mayor de 11 voltios. Si el valor no es el especificado, posible defecto en el fusible de ECM o circuito abierto en el arnés; si hay más de 11 voltios, continuar con el próximo paso.
- Con el interruptor de arranque conectado (y el ECM desconectado), medir la tensión entre terminal C4 y la masa del motor. La tensión debe ser inferior a 0,1 voltios; si el valor esta encima de 0,1 voltios, posible cortocircuito con la tensión de batería o el interruptor de arranque defectuoso; si es menor a 0,1 voltios, ir al siguiente paso.
- Con la llave en contacto, medir la tensión entre la terminal C4 y la masa del motor. El voltaje debe ser superior a 11 voltios; si es menor a 11 voltios, posible circuito abierto en el cableado, conector intermediario defectuoso o interruptor defectuoso o dañado; si hay más de 11 voltios, el sistema está en buen estado.

Si todas las comprobaciones anteriores están en orden y continúa presentando el código 49, posible defecto en la unidad de control.

5.4.7 Falla en los Inyectores Código 25 y 81.

Tabla 26. Falla en los inyectores.

CAUSAS	REPARACIONES
Cableado defectuoso.	Verificar el cableado eléctrico.
Fusible F-19 (15A) quemado.	Sustituya el fusible F-19(15A).
Conectores de los inyectores con mal contacto.	Verificar conectores de las válvulas.
Unidad de comando defectuosa.	Sustituya la unidad de comando.

Fuente: Autores.

En caso de presentarse los códigos 25 ó 81, realizar las siguientes pruebas:

- Desconectar los conectores de la válvula inyectora con el motor apagado y medir la resistencia de las válvulas de inyección. El valor encontrado debe ser 15Ω para el

sistema multipunto; si el valor encontrado es diferente al especificado, reemplace los inyectores; si el valor es el especificado, proceder a la siguiente prueba.

- Controlar la tensión de alimentación de la válvula de combustible y masa. El valor obtenido debe estar cerca de 12V. Si el valor encontrado es diferente a lo especificado, compruebe el fusible de inyectores, el cableado y la computadora; si el valor es el especificado, continuar con el próximo paso.
- Con los inyectores conectados, observar el cuadro de control y verificar que los led de inyectores parpadeen. Si la luz parpadea, posible defecto en la válvula de inyección; si la luz no parpadea, revisar el cableado (terminal C11 y C15), posible corto-circuito o circuito abierto.

Si todas las verificaciones están en regla, posible defecto en la unidad de control.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

Una vez concluida la construcción del banco didáctico de “REPOTENCIACIÓN DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA DE UN VEHÍCULO CHEVROLET SWIFT, POR MEDIO DE UN MÓDULO DE CONTROL CON SISTEMA DE INYECCIÓN BOSCH LE3-JTRONIC” las conclusiones que podemos citar con el objeto de información son las siguientes:

Se estudió y analizó los distintos tipos de inyección electrónica a gasolina reforzando así los conocimientos previamente obtenidos.

Se investigó el sistema de inyección BOSCH LE3-JTRONIC, obteniendo así un conocimiento muy amplio para la construcción del banco didáctico de una forma eficiente.

Adaptamos los distintos sensores y actuadores para el correcto funcionamiento del Módulo de Control Electrónico.

Se elaboró un manual de usuario, acerca del funcionamiento y la forma adecuada del uso del banco didáctico además de su respectivo mantenimiento.

Se elaboró guías de prácticas para así tener un mayor provecho y reforzar los conocimientos del estudiante.

Se ha construido un banco didáctico altamente eficaz, con una distribución de los elementos adecuada de tal forma que los estudiantes puedan tener acceso fácil y seguro hacia los distintos sensores y actuadores para poder ejecutar las prácticas necesarias.

6.2 Recomendaciones.

Antes de operar este banco didáctico, leer detalladamente el manual de usuario, ya que en este se detalla los parámetros de funcionamiento así como el mantenimiento que se debe brindar al equipo.

Para realizar las prácticas, los estudiantes deben seguir el proceso indicado en las guías de laboratorio, jamás se debe experimentar sin la autorización del docente a cargo.

Brindar un mantenimiento adecuado al equipo, utilizando repuestos, combustibles, lubricantes y refrigerantes de buena calidad.

Conectar adecuadamente la polaridad de la batería caso contrario puede causar cortocircuito y dañar todos los elementos electrónicos del sistema de inyección y en el peor de los casos el módulo de control.

Tener precaución al hacer las diferentes comprobaciones de los sensores y actuadores para evitar posibles daños por mala manipulación de los mismos.

Utilizar el banco de pruebas en un área ventilada para evitar el contacto excesivo con los gases de escape y prevenir daños en la salud de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SUZUKI MOTOR CORPORATION. Manual de Servicio Suzuki Swift 1.6. 1ra. Ed.
Japón: 1991. Pág. 219.
- [2] SUZUKI MOTOR CORPORATION. Manual de Servicio Suzuki Swift 1.6: 1ra. Ed.
Japón: 1991. Pág. 220
- [3] SUZUKI MOTOR CORPORATION. Manual de Servicio Suzuki Swift 1.6: 1ra. Ed.
Japón: 1991. Pág. 221.
- [4] SUZUKI MOTOR CORPORATION. Manual de Servicio Suzuki Swift 1.6: 1ra. Ed.
Japón: 1991. Pág. 258.
- [5] SUZUKI MOTOR CORPORATION. Manual de Servicio Suzuki Swift 1.6: 1ra. Ed.
Japón: 1991. Pág. 269.
- [6] SUZUKI MOTOR CORPORATION. Manual de Servicio Suzuki Swift 1.6: 2da. Ed.
Japón: 1991. Pág. 265.
- [7] RUEDA, J. Manual Técnico de Fuel Injection.1ra.ed.Ecuador: Guayaquil, 2005. Tomo
1. Pág. 288.
- [8] RUEDA SANTANDER, Jesús .Manual Técnico de Fuel Injection.1ra.ed.Ecuador:
Guayaquil, 2005. Tomo 1. Pág. 289.
- [9] RUEDA SANTANDER, Jesús .Manual Técnico de Fuel Injection.1ra.ed.Ecuador:
Guayaquil, 2005. Tomo 1. Pág. 290.
- [10] RUEDA SANTANDER, Jesús .Manual Técnico de Fuel Injection.1ra.ed.Ecuador:
Guayaquil, 2005. Tomo 1. Pág. 292.

BIBLIOGRAFÍA

CHEVROLET. Manual Complementario de Servicio Corsa 1.6. Brasil, 2000

CASTRO, M. Guías de Inyección Gasolina Modelo Opel. España: CEAC, 1999

RUEDA, J. Manual Técnico de Fuel Injection. 1ra.ed.Ecuador: Guayaquil. Tomo 2. Agosto del 2005.

SUZUKI MOTOR CORPORATION. Manual de Servicio Suzuki Swift 1.6: 2da. Ed., Septiembre 1992.

LINKOGRAFÍA

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN.

<http://www.todomecanica.com/sistemas-inyeccasolina.html>.

2012-02-10

SISTEMA DE ENCENDIDO DIS.

<http://www.opel.es/owners/manuals.html>.

2012-02-18

SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE DE UN VEHÍCULO.

<http://jjcartagena.com/Documents/Sistema%20de%20admisión%20de%20aire.pdf>

2012-03-05

SISTEMAS DE INYECCIÓN.

<http://grupofuelinjection.com/fuel-injection/57-clasificacion-de-los-sistemas-de-inyeccion>.

2012-03-17