



**Universidad del Azuay**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO  
FUNCIONAL DE UN MOTOR OTTO CON INYECCIÓN DE  
COMBUSTIBLE MULTIPUNTO CONTROLADO POR  
COMPUTADORA**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico Automotriz

**Autores**

Alvaro Luís González Espín  
Xavier Fernando González Maldonado

**Director**

Ing. Fernando Guerrero Palacios

**Cuenca, Ecuador  
2008**

## DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por todo el apoyo que me dieron para poder llevar a buen término mis estudios y carrera universitaria. Por ese respaldo incondicional que me dan en los buenos y malos momentos de mi vida.

*Álvaro Luís González Espín*

## DEDICATORIA

A mis padres y mis hermanas por el apoyo y la paciencia que siempre me brindaron, para poder culminar mi carrera universitaria; y en especial le dedico este logro personal a mi sobrino José Andrés “Joshelo”, que a su corta edad esta luchando por su vida en una clínica en España, para ser un hombre de bien .

*Xavier Fernando González Maldonado*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad del Azuay; a los profesores de la Escuela de Ing. Automotriz que compartieron sus conocimientos, a nuestro director de Tesis Ing. Fernando Guerrero por el apoyo brindado durante el proceso para la culminación del trabajo de graduación, al taller Mecánica Express por la ayuda brindada para la elaboración del proyecto.

## RESUMEN

El problema que se genera debido a los gases contaminantes expulsados por el escape de los motores de combustión interna principalmente de automóviles, obligó a los fabricantes al perfeccionamiento de los sistemas de control de emisiones.

La tesis desarrollada se basa en el mantenimiento completo del sistema de inyección electrónica de combustible del vehículo "Chevrolet Corsa Evolution", además del diagnóstico y reparación de fallas simuladas mediante un tablero de instrumentos externo, respaldado por un "Manual de diagnóstico y Fallas".

Además diseñamos y construimos un soporte mecánico en donde se colocó el motor y los componentes anexos necesarios para su funcionamiento.

## ABSTRACT

The gases expelled through exhaust in internal combustion engine equipful vehicles forced the designers, and builders to make systems of electronic fuel injection to reduce the generation of exhaust pollutants.

This thesis is based in two main things: First, the preventive and corrective maintenance of the electronic fuel injection system in a “Chevrolet Corsa Evolution” engine, and second, in the diagnosis and repair of engine failure simulator through an instrument panel backed up by a “Manual de diagnóstico y fallas”.

Furthermore, we have designed and built a mechanical holder where we put the engine and its instruments for its regular function.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria. . . . .	ii
Dedicatoria . . . . .	iii
Agradecimiento . . . . .	iv
Resumen . . . . .	v
Abstract. . . . .	vi
Índice de contenidos. . . . .	vii
Índice de Ilustraciones y Cuadros. . . . .	xiii
Índice de Anexos. . . . .	xv
Introducción. . . . .	1

### **CAPITULO 1: SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.**

1.1 Tipos de sistemas de alimentación . . . . .	2
1.1.1 Sistema de alta presión . . . . .	2
1.1.2 Sistema de baja presión . . . . .	3
1.2 Componentes . . . . .	4
1.2.1 Tapa de combustible. . . . .	4
1.2.2 Tanque de combustible. . . . .	4
1.2.3 Elementos filtrantes. . . . .	6
1.2.4 Bomba de combustible. . . . .	8
1.2.4.1 Bomba dentro del tanque. . . . .	9
1.2.4.2 Bomba fuera del tanque . . . . .	10
1.2.4.3 Bomba bi-escalonada . . . . .	11
1.2.5 Conductos. . . . .	12
1.2.6 Riel de combustible. . . . .	14
1.2.7 Regulador de presión. . . . .	14
1.2.8 Sistema de control de emisiones evaporativas. . . . .	16
1.3 Diagnóstico y fallas . . . . .	17
1.3.1 Verificación del circuito de la bomba de combustible. . . . .	17
1.3.2 Verificación de la presión de combustible. . . . .	18
1.3.3 Verificación de la presión de combustible. . . . .	19
1.3.4 Verificación de la presión de combustible. . . . .	20

**CAPITULO 2: SENSORES**

2.1 Sensor MAP. . . . .	21
2.1.1 Identificación de terminales. . . . .	22
2.1.2 Voltajes de referencia. . . . .	22
2.1.3 Formas de onda patrón . . . . .	23
2.1.4 Conexión de medidores. . . . .	24
2.2 Sensor TPS. . . . .	25
2.2.1 Identificación de terminales. . . . .	27
2.2.2 Voltajes de referencia. . . . .	27
2.2.3 Formas de onda patrón . . . . .	28
2.2.4 Conexión de medidores. . . . .	28
2.3 Sensor CKP . . . . .	29
2.3.1 Identificación de terminales. . . . .	30
2.3.2 Voltajes de referencia. . . . .	31
2.3.3 Formas de onda patrón . . . . .	31
2.3.4 Conexión de medidores. . . . .	32
2.4 Sensor de golpeteo . . . . .	32
2.4.1 Identificación de terminales. . . . .	33
2.4.2 Voltajes de referencia. . . . .	33
2.4.3 Formas de onda patrón . . . . .	34
2.4.4 Conexión de medidores. . . . .	34
2.5 Sensor de temperatura del refrigerante. . . . .	35
2.5.1 Identificación de terminales. . . . .	36
2.5.2 Resistencias de referencia. . . . .	36
2.5.3 Formas de onda patrón . . . . .	36
2.5.4 Conexión de medidores. . . . .	37
2.6 Sensor de oxígeno. . . . .	37
2.6.1 Identificación de terminales. . . . .	41
2.6.2 Voltajes de referencia. . . . .	41
2.6.3 Formas de onda patrón . . . . .	42
2.6.4 Conexión de medidores. . . . .	42

**CAPITULO 3: ACTUADORES Y UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL.**

3.1 Inyectores. . . . .	44
3.1.1 Identificación de terminales. . . . .	47
3.1.2 Voltajes de referencia. . . . .	47
3.1.3 Formas de onda patrón . . . . .	48
3.1.4 Conexión de medidores. . . . .	48
3.2 Válvula IAC . . . . .	49
3.2.1 Identificación de terminales. . . . .	51
3.2.2 Voltajes de referencia. . . . .	51
3.2.3 Formas de onda patrón . . . . .	52
3.2.4 Conexión de medidores. . . . .	52
3.3 Bobina de encendido . . . . .	53
3.3.1 Identificación de terminales. . . . .	55
3.3.2 Voltajes de referencia. . . . .	55
3.3.3 Formas de onda patrón . . . . .	56
3.3.4 Conexión de medidores. . . . .	56
3.4 Solenoide de purga del cánister del sistema EVAP. . . . .	57
3.4.1 Formas de onda patrón. . . . .	58
3.5 Electro-ventilador. . . . .	58
3.6 Válvula EGR. . . . .	59
3.6.1 Funcionamiento del sistema de recirculación de gases. . . . .	60
3.7 Unidad de control electrónico -UEC-. . . . .	60
3.7.1 Tipos de memorias de la UEC. . . . .	62
3.7.1.1 Memoria de acceso aleatorio RAM -random acces memory-. . . . .	62
3.7.1.2 Memoria solo de lectura ROM -read only memory-. . . . .	63
3.7.1.3 Memoria programable solo de lectura PROM -programable read only memory-. . . . .	63
3.7.1.4 Memoria de conservación KAM -keep alive memory-. . . . .	64

**CAPITULO 4: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO  
FUNCIONAL**

4.1 Características particulares del banco. . . . .	65
4.1.1 Generalidades. . . . .	65
4.1.2 Ubicación de los componentes que forman el banco didáctico. . . . .	65
4.1.3 Usos y prestaciones. . . . .	68
4.1.4 Ventajas del banco didáctico. . . . .	70

4.1.5 Visión panorámica de los componentes. . . . .	70
4.2 Diseño. . . . .	71
4.2.1 Formas. . . . .	71
4.2.2 Materiales. . . . .	72
4.2.3 Dimensiones. . . . .	74
4.2.4 Colores. . . . .	76
4.2.5 Seguridad. . . . .	76
4.2.6 Cálculo estructural. . . . .	77

## **CAPITULO 5: DIAGNÓSTICO**

5.1 Procedimiento de diagnóstico del sistema de alimentación. . . . .	86
5.1.1 Verificación del circuito de la bomba de combustible (tabla 1). . . . .	86
5.1.2 Verificación de la presión de combustible (tabla 2). . . . .	86
5.1.3 Inspección de presión de combustible - No hay presión- , (tabla 3). . . . .	87
5.1.4 Inspección de presión de combustible - Tiene presión pero no se mantiene- , (tabla 4). . . . .	87
5.1.5 Inspección de presión de combustible - La presión es baja- , (tabla 5). . . . .	88
5.1.6 Inspección de presión de combustible - La presión es alta- , (tabla 6). . . . .	88
5.2 Procedimiento de diagnóstico de sensores. . . . .	89
5.2.1 Sensor MAP. . . . .	89
5.2.1.1 Verificación del funcionamiento. . . . .	89
5.2.1.2 Verificación de conexiones. . . . .	90
5.2.2 Sensor TPS. . . . .	90
5.2.2.1 Verificación de la calibración. . . . .	90
5.2.2.2 Verificación del funcionamiento. . . . .	91
5.2.2.3 Verificación de voltaje de referencia. . . . .	91
5.2.3 Sensor CKP. . . . .	92
5.2.3.1 Verificación del funcionamiento. . . . .	92
5.2.3.2 Prueba del estado del sensor. . . . .	93
5.2.4 Sensor de golpeteo. . . . .	94
5.2.4.1 Verificación del sensor de golpeteo. . . . .	94
5.2.4.2 Prueba de funcionamiento. . . . .	94
5.2.5 Sensor de temperatura del refrigerante. . . . .	95
5.2.5.1 Voltaje del sensor de temperatura del refrigerante bajo. . . . .	95

5.2.5.2 Prueba del estado del sensor. . . . .	95
5.2.6 Sensor de oxígeno. . . . .	96
5.2.6.1 Prueba del funcionamiento del sensor. . . . .	96
5.2.6.2 Prueba del estado del sensor. . . . .	97
5.3 Procedimiento de diagnóstico de actuadores. . . . .	99
5.3.1 Inyectores. . . . .	99
5.3.1.1 Prueba de alimentación al inyector. . . . .	99
5.3.1.2 Prueba del circuito de control del inyector. . . . .	100
5.3.1.3 Pruebas de funcionamiento del inyector. . . . .	100
5.3.2 Válvula IAC. . . . .	101
5.3.2.1 Prueba del funcionamiento. . . . .	101
5.3.2.2 Prueba de estado de la válvula IAC. . . . .	102
5.3.3 Bobina. . . . .	104
5.3.3.1 Prueba de alimentación . . . . .	104
5.3.3.2 Prueba de control . . . . .	104
5.3.3.3 Prueba de funcionamiento. . . . .	105
5.3.3.4 Prueba del arrollamiento primario. . . . .	105
5.3.3.5 Prueba de los arrollamientos secundarios. . . . .	106
5.3.4 Válvula de purga CANP (EVAP) . . . . .	106
5.3.4.1 Verificación de la válvula. . . . .	106
5.3.4.2 Prueba de estado del actuador. . . . .	107
5.4 Procedimiento de diagnóstico de la UEC -Unidad Electrónica de Control-. . . . .	107
5.5 Tablas de diagnóstico del motor por sus síntomas. . . . .	108
5.5.1 Problema de encendido. El motor gira pero no arranca. . . . .	108
5.5.2 Problema en el sistema de alimentación de combustible. . . . .	108
5.5.3 El motor pierde compresión. . . . .	109
5.5.4 Ralentí irregular o el motor se apaga. . . . .	109
5.5.5 Operación irregular del motor. . . . .	110
5.5.6 Vacilación. . . . .	111
5.5.7 El motor pierde potencia. . . . .	112
5.5.8 Combustión anormal. . . . .	113
5.5.9 Consumo excesivo de combustible. . . . .	115
5.5.10 Problemas de lubricación. . . . .	115
5.5.11 Oscilación a velocidad constante. . . . .	116
5.6 Códigos de falla propios del fabricante. . . . .	117
5.7 Códigos estándar de los sistemas OBDII. . . . .	118

<b>CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES.</b> . . . . .	120
<b>GLOSARIO DE SIGLAS.</b> . . . . .	121
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b> . . . . .	123
<b>ANEXOS.</b> . . . . .	124

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Figura 1-1: Sistema de inyección multipunto. . . . .	3
Figura 1-2: Sistema de inyección monopunto. . . . .	4
Figura 1-3: Tanque de combustible. . . . .	5
Figura 1-4: Sistema de alimentación. . . . .	6
Figura 1-5: Tipos de filtros de combustible . . . . .	7
Figura 1-6 Filtro de combustible con revestimiento plástico. . . . .	7
Figura 1-7 Filtro de combustible metálico. . . . .	8
Figura 1-8 Bomba interna al tanque. . . . .	10
Figura 1-9: Bomba externa al tanque . . . . .	10
Figura 1-10: Bomba bi-escalonada . . . . .	12
Figura 1-11: Manguera de combustible . . . . .	13
Figura 1-12: Manguera de combustible para sistemas de inyección . . . . .	13
Figura 1-13: Riel de combustible . . . . .	14
Figura 1-14: Regulador de presión. . . . .	15
Figura 1-15: Regulador de presión sin retorno al depósito. . . . .	16
Figura 2-1: Sensor MAP. . . . .	21
Figura 2-2: Terminales del sensor MAP. . . . .	22
Figura 2-3: Onda patrón del sensor MAP. . . . .	23
Figura 2-4: Onda patrón del sensor IAT . . . . .	24
Figura 2-5: Conexión de medidores del sensor MAP . . . . .	24
Figura 2-6: Conexión de medidores del sensor IAT. . . . .	25
Figura 2-7: Sensor TPS. . . . .	25
Figura 2-8: Conexión del TPS con la UEC. . . . .	26
Figura 2-9: Terminales del sensor TPS. . . . .	27
Figura 2-10: Voltajes que genera el sensor TPS . . . . .	27
Figura 2-11: Onda patrón del sensor TPS . . . . .	28
Figura 2-12: Conexión de medidores del sensor TPS. . . . .	29
Figura 2-13: Funcionamiento de un sensor CKP. . . . .	30
Figura 2-14: Terminales del sensor CKP. . . . .	30
Figura 2-15: Onda patrón analógica del sensor CKP . . . . .	31
Figura 2-16: Onda patrón digital del sensor CKP. . . . .	31
Figura 2-17: Conexión de medidores del sensor CKP. . . . .	32
Figura 2-18: Sensor de golpeteo. . . . .	33
Figura 2-19: Terminal del sensor de golpeteo. . . . .	33
Figura 2-20: Onda patrón del sensor de golpeteo. . . . .	34

Figura 2-21: Conexión de medidores del sensor de golpeteo. . . . .	34
Figura 2-22: Sensor de temperatura del refrigerante. . . . .	35
Figura 2-23: Terminales del sensor de temperatura de agua. . . . .	36
Figura 2-24: Onda patrón del sensor de temperatura del refrigerante. . . . .	37
Figura 2-25: Terminales del sensor de temperatura de agua. . . . .	37
Figura 2-26: Ubicación de una sonda lambda. . . . .	38
Figura 2-27: Diagrama de funcionamiento del sensor de oxígeno. . . . .	39
Figura 2-28: Tipos de sensores de oxígeno. . . . .	40
Figura 2-29: Terminal del sensor de oxígeno. . . . .	41
Figura 2-30: Onda patrón del sensor de oxígeno. . . . .	42
Figura 2-31: Conexión de medidores del sensor de oxígeno. . . . .	43
Figura 3-1: Válvula de inyección. . . . .	44
Figura 3-2: Limpiador de inyectores por canister. . . . .	45
Figura 3-3: Limpiador de inyectores por ultrasonido. . . . .	46
Figura 3-4: Terminales del inyector. . . . .	47
Figura 3-5: Onda patrón de la válvula de inyección. . . . .	48
Figura 3-6: Conexión de medidores en el inyector. . . . .	48
Figura 3-7: Conexión de medidores en el inyector. . . . .	49
Figura 3-8: Válvula IAC. . . . .	50
Figura 3-9: Partes de la válvula IAC. . . . .	50
Figura 3-10: Terminales de la válvula IAC. . . . .	51
Figura 3-11: Onda patrón de la válvula IAC. . . . .	52
Figura 3-12: Conexión de medidores en la válvula IAC. . . . .	52
Figura 3-13: Bobina de encendido. . . . .	53
Figura 3-14: Sistema de encendido DIS. . . . .	54
Figura 3-15: Terminales de la bobina. . . . .	55
Figura 3-16: Onda patrón del circuito primario de la bobina. . . . .	56
Figura 3-17: Conexión de medidores en la bobina. . . . .	57
Figura 3-18: Onda patrón de la válvula de purga. . . . .	58
Figura 3-19: Partes de la válvula EGR. . . . .	59
Figura 3-20: Unidad de control electrónico -UEC-. . . . .	62
Figura 4-1: Ubicación de las bases del motor. . . . .	66
Figura 4-2: Ubicación del tanque de combustible y escape. . . . .	67
Figura 4-3: Ubicación de la caja de fusibles. . . . .	67
Figura 4-4: Visión panorámica de los componentes del motor. . . . .	70
Figura 4-5: Banco didáctico en perspectiva. . . . .	71
Figura 4-6: Vista frontal. . . . .	74

Figura 4-7: Vista posterior. . . . .	74
Figura 4-8: Vista lateral derecha. . . . .	75
Figura 4-9: Vistas axonométricas. . . . .	75
Figura 4-10: Nombres de los elementos. . . . .	80
Figura 4-11: Asignación de cargas. . . . .	81
Figura 4-12: Diagrama de esfuerzo axial. . . . .	82
Figura 4-13: Diagrama de torsión. . . . .	82
Figura 4-14: Diagrama de fuerza cortante. . . . .	83
Figura 4-15: Diagrama de momento flector. . . . .	83
Figura 4-16: Factores de seguridad por elemento. . . . .	84
Figura 4-17: Gráfico de trabajo virtual. . . . .	85
Tabla 2-1: Valores de depresión y voltaje del sensor MAP. . . . .	23
Tabla 4-1: Materiales para la construcción del banco didáctico funcional. . . . .	72
Tabla 4-2: Componentes externos del banco didáctico. . . . .	73
Tabla 4-3: Materiales eléctricos del banco didáctico. . . . .	73
Tabla 4-4: Peso y torque del motor. . . . .	77
Tabla 4-5: Carga sobre los miembros 6 y 7. . . . .	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Fotografías de la construcción del banco didáctico funcional. . . . .	124
Anexo 2: Gráficos y tablas de resultados de cálculos estructurales en la barra # 11, obtenidas en el SAP 2000 . . . . .	126

**González Espín Álvaro Luís**  
**González Maldonado Xavier Fernando**  
**Trabajo de graduación**  
**Ing. Fernando Guerrero**  
**marzo del 2008**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO FUNCIONAL DE UN  
MOTOR OTTO CON INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE MULTIPUNTO CONTROLADO  
POR COMPUTADORA**

**INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la contaminación atmosférica es un problema muy grave que afecta a nuestro planeta, y uno de los mayores agentes contaminantes son los vehículos automóviles. Por esta razón las estrictas normas anticontaminantes que hoy en día existen, han obligado a los constructores de vehículos ha desarrollar nuevos y mejorados sistemas en los motores con el fin de disminuir las emisiones nocivas para el medio ambiente, sin descuidar el asunto de prestaciones, confort y consumo.

Los sistemas de inyección a gasolina resuelven los problemas de contaminación con mayor eficiencia que los sistemas a carburación por lo que se adoptó definitivamente desde el año 1995 que la mayoría de los vehículos vengan equipados con estos sistemas; claro esta que varían de acuerdo al fabricante pudiendo poseer dispositivos para el tratamiento posterior de los gases de escape, vapores generados en el motor o en el depósito de combustible, sistemas de encendido electrónico, distribuciones variables, distintos sensores y actuadores, etc.

El conjunto de modificaciones aplicadas a los motores y sistemas auxiliares de los vehículos, generan una necesidad a los mecánicos automotrices de conocer sobre el tema y actualizar sus conocimientos, capacitándose sobre los diferentes elementos que lo componen, su funcionamiento, verificación y reparación. Por ello se ha realizado esta tesis basada en un motor a inyección electrónica de combustible multipunto controlada por computadora; en la cual se puede poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en la Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz.

## CAPÍTULO 1

### SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

Hoy en día, el sistema de inyección se encarga de que la gasolina entre en la cámara de combustión en el momento justo, en la cantidad adecuada y convenientemente pulverizada.

Muchas son las ocasiones en las que las averías en los vehículos están relacionadas con el sistema de alimentación, y en la mayoría de las ocasiones los problemas se producen por falta de mantenimiento o por mala elección de los componentes. Para que la gasolina llegue en todo momento al riel de inyección en las condiciones necesarias y el motor funcione correctamente, cada uno de los componentes del sistema de alimentación (tanque, bomba, filtros, cañerías y regulador) han de realizar bien su trabajo.

#### 1.1 Tipos de sistemas de alimentación

##### 1.1.1 Sistema de alta presión

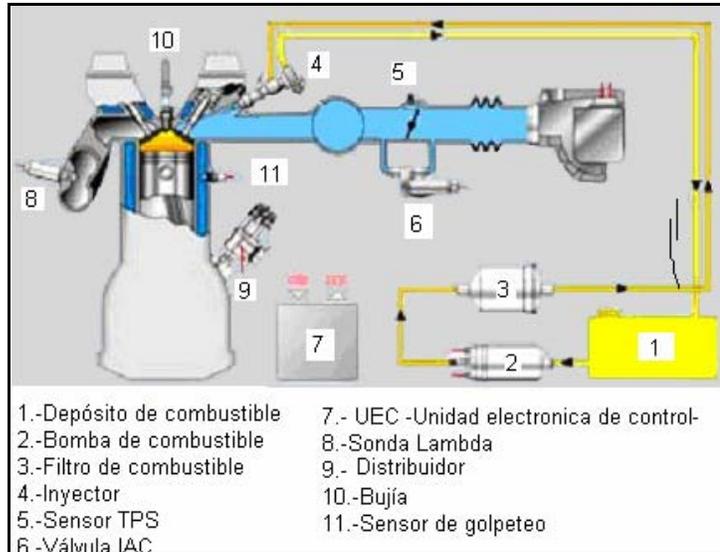
Se utiliza en la inyección multipunto MPI -multi point injection-, y su principio de funcionamiento se basa en un inyector por cilindro el cual es responsable de dosificar el combustible a una presión de 2.8 a 3.6 bar. en la mayoría de estos sistemas.

Generalmente, el proceso de preparación de la mezcla tiene lugar inmediatamente antes de la válvula, en el colector de admisión.

“La inyección de combustible controlada electrónicamente asegura una preparación óptima de la mezcla en cada cilindro. De este modo se cumplen los requisitos para una potencia del motor elevada, un consumo de combustible bajo y un buen comportamiento de emisión. La inyección multipunto lo consigue mediante la

preparación individual de la mezcla en cada cilindro, lo cual proporciona un gran nivel de suavidad de marcha y una reducción de las emisiones contaminantes.”<sup>1</sup>

Fig.1-1 Sistema de inyección multipunto



Fuente: [http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion\\_ljetronic.htm](http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion_ljetronic.htm), Acceso: 15 de septiembre del 2007

### 1.1.2 Sistema de baja presión

Es utilizado para la mayoría de los sistemas TBI o monopunto y consiste en un único inyector colocado antes de la mariposa de gases, donde la gasolina es inyectada a una presión de 0.96 a 1.12 bar.

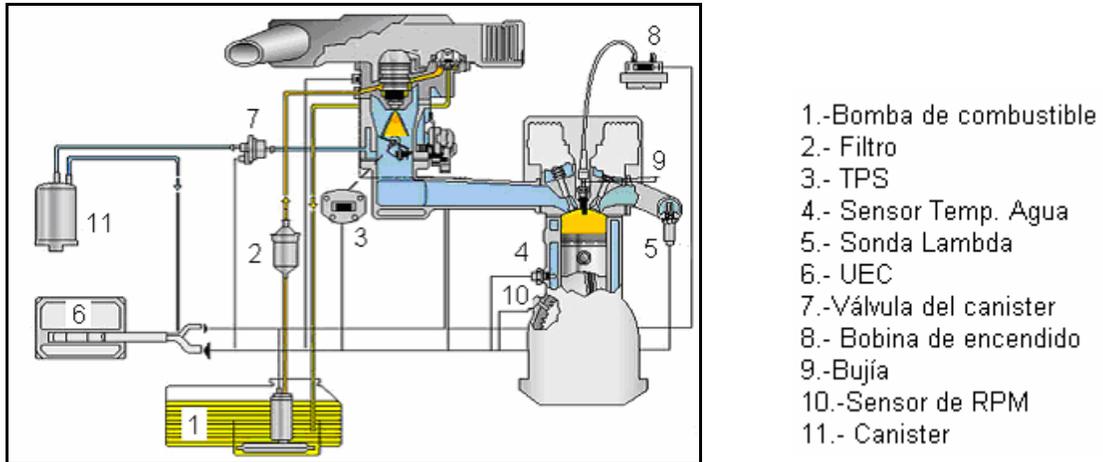
“El sistema de alimentación suministra a baja presión la cantidad de combustible necesaria para el motor en cada estado de funcionamiento. Consta de depósito de combustible, bomba de combustible, filtro de combustible, un solo inyector y el regulador de presión. La bomba se halla situada en el depósito de la gasolina y conduce bajo presión el combustible, a través de un filtro, hasta el regulador de la presión y el inyector.

El regulador mantiene la presión constante de 0.96 a 1.12 bar, el combustible sobrante es devuelto al depósito. El inyector único se encuentra en el cuerpo de la mariposa y tiene una boquilla, con seis agujeros dispuestos radialmente, que pulveriza

<sup>1</sup> [http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion\\_multipunto.htm](http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion_multipunto.htm)

la gasolina en forma de cono en el espacio comprendido entre la mariposa y la pared del vénturi.”<sup>2</sup>

Fig.1-2 Sistema de inyección monopunto



Fuente: [http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion\\_monopunto.htm](http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion_monopunto.htm), Acceso: 15 de septiembre del 2007

## 1.2 Componentes

### 1.2.1 Tapa de combustible

Es un tapón roscado que cierra herméticamente el sifón de entrada de combustible tiene 2 válvulas: una de presión que mantiene sellado el depósito, evita la descarga de vapores de gasolina hacia la atmósfera y si se excede la presión máxima (por un solenoide de purga defectuoso) deje escapar el exceso de presión para evitar daños al depósito. La otra válvula es para la descarga de depresión que deja entrar aire cuando excede de una determinada depresión, para ocupar el volumen de la gasolina que se va vaciando, o en el caso de una temperatura exterior extremadamente fría que hace que se contraigan mucho los vapores.

### 1.2.2 Tanque de combustible

La gasolina es una masa importante dentro del vehículo, por lo que ha de situarse lo más baja posible para reducir la altura del centro de gravedad total, para el almacenamiento de la misma se requiere de un tanque de combustible, que esta

<sup>2</sup> [http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion\\_monomotronic.htm](http://www.bosch.com.co/divisiones/inyeccion_monomotronic.htm)

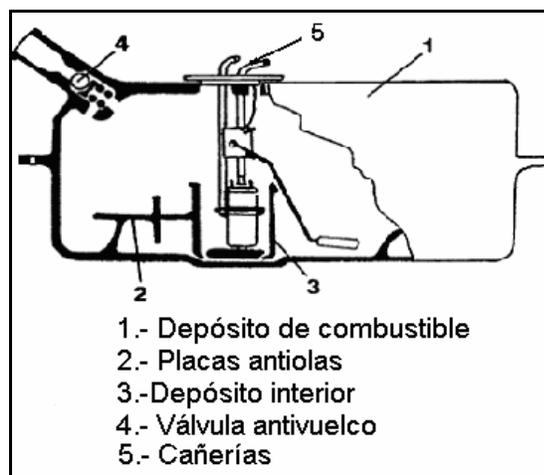
localizado en la parte posterior del vehículo y por debajo del compartimiento de equipaje.

Posee una capacidad de 40 a 90 litros. Están fabricados tanto de metal como de materiales plásticos de alta densidad. El acero y aluminio se emplean en los buenos tanques de calidad y acorde a las normas sobre emisiones contaminantes, pero están siendo reemplazados por tanques de plástico que no se corroen y que tienen prácticamente cero emisiones. Tiene un medidor que indica la cantidad de combustible existente en el tanque, además de poseer tres cañerías, una que se comunica con la riel de inyección, otra sirve como ventilación para liberar emisiones gaseosas y la última es el retorno de combustible. La línea de alimentación y la línea de retorno de combustible son mas largas para dar cabida al mayor volumen requerido por el sistema de inyección.

Dentro del tanque de combustible existen placas divisorias que son instaladas para prevenir que el combustible produzca oleaje para atrás y para adelante, cuando el vehículo se detiene o acelera repentinamente.

Para aumentar la seguridad en caso de vuelco la entrada de combustible posee una válvula que evita que se vacíe el tanque en caso de un accidente que invierta la posición del vehículo.

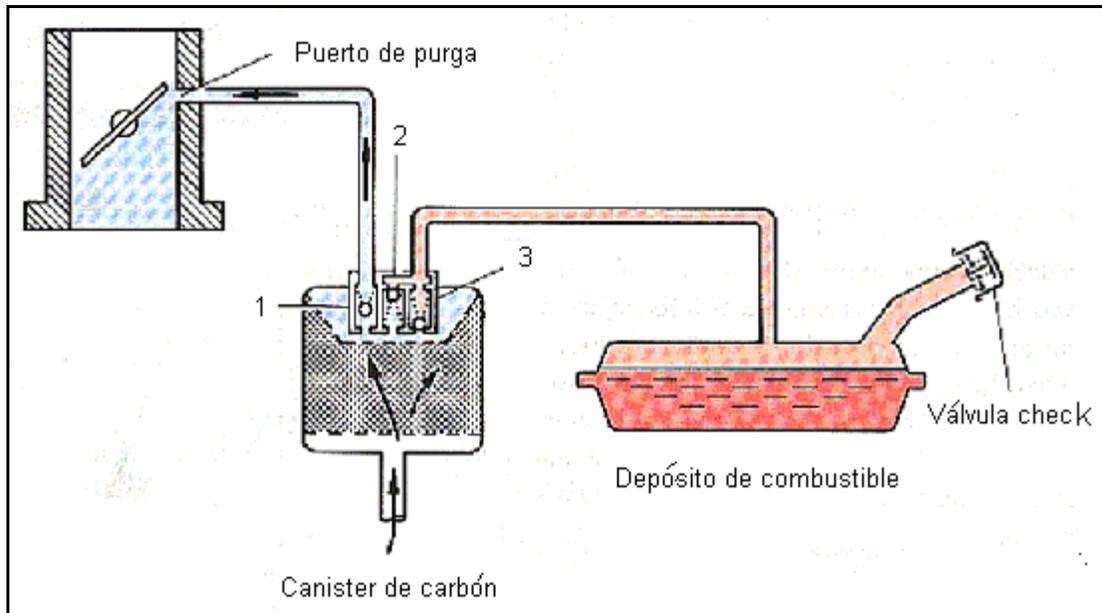
Fig.1-3 Tanque de combustible



Fuente: Coello, Efrén, Sistemas de inyección electrónica de gasolina, p.34

Por otro lado, en lo alto del tanque de combustible va un depósito de decantación que separa los vapores del combustible líquido, que retorna al depósito. Además posee una válvula de una sola vía que ayuda a que los gases no regresen desde el canister hacia el depósito de combustible.

Fig.1-4 Sistema de alimentación



Fuente: Emisión Control System Service training information, p.14

### 1.2.3 Elementos filtrantes

La gasolina puede contener suciedad o humedad. Si esto es entregado a los inyectores o circula por el sistema de alimentación de combustible, puede darse una obstrucción del mismo, originando que exista una falla en el motor. El filtro remueve esta suciedad y humedad de la gasolina, partículas de arena o gotas de agua que tienden a fijarse en el filtro de combustible y ligeras impurezas son limpiadas por el elemento (filtro de papel).

Fig.1-5 Tipos de filtros de combustible



Fuente: [http://www.bosch-automotive-es.com/boaa-es/Product.jsp?prod\\_id=112&ccat\\_id=40&language=es-ES&publication=1](http://www.bosch-automotive-es.com/boaa-es/Product.jsp?prod_id=112&ccat_id=40&language=es-ES&publication=1), Acceso: 15 de septiembre del 2007

Dentro de un sistema de inyección existen dos tipos de filtros de combustible, el primero es una malla con revestimiento plástico como colador ubicado dentro del tanque de combustible y unido a la bomba en el punto de recogida de combustible que debe tener una porosidad conocida y uniforme. Este modelo de filtro generalmente no se reemplaza como una parte de mantenimiento pero si sucediera una obstrucción hay que removerlo y limpiarlo o reemplazarlo.

Fig.1-6 Filtro de combustible con revestimiento plástico



Fuente: Creación de los autores

Otro modelo de filtro metálico que se puede reemplazar y se lo debe cambiar en un intervalo especificado por el fabricante aproximadamente cada 10.000 Km. dependiendo de las condiciones de funcionamiento y el tipo de combustible utilizado.

Este filtro contiene un material poroso que permite el paso del combustible pero no de las partículas sólidas. El tamaño de los poros debe ser lo suficientemente grande para

permitir que el combustible pase con facilidad pero a la vez debe atrapar la suciedad que daña u obstruye a los inyectores. Generalmente la disposición óptima esta entre 10 y 20 micrómetros.

Fig.1-7 Filtro de combustible metálico



Fuente: [http://www.bosch-automotive-es.com/boaa-es/Product.jsp?prod\\_id=112&ccat\\_id=40&language=es-ES&publication=1](http://www.bosch-automotive-es.com/boaa-es/Product.jsp?prod_id=112&ccat_id=40&language=es-ES&publication=1), Acceso: 15 de septiembre del 2007

#### 1.2.4 Bomba de combustible

“El combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica, que lo suministra bajo presión a un tubo distribuidor donde se encuentran las válvulas de inyección.”<sup>3</sup>

“La bomba no es más que un motor eléctrico de imanes permanentes de gran potencia, el cual impulsa a una bomba de rodillos o de paletas.

El primer sistema, es decir la bomba de rodillos es el mas utilizado, especialmente en bombas en donde se requiere alimentar con una gran presión.

Como la bomba adquiere una temperatura bastante alta durante su funcionamiento, se la ha diseñado para que esté inmersa en el mismo depósito, con lo cual el mismo combustible se encarga de enfriarla. También se ha utilizado este procedimiento, ya que la bomba, al no tener mucha fuerza para succionar el combustible, necesita estar alojada lo mas cercana al depósito y en el nivel inferior de este, que es el lugar idóneo para su instalación, a pesar de que algunos fabricantes la instalan en un lugar mas bajo del tanque, para que el combustible la alimente por gravedad.

<sup>3</sup> Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.9

Otra particularidad que tiene esta bomba de combustible es la de poseer dos válvulas. La primera es una válvula de seguridad de sobre presión o presión máxima de trabajo y la segunda es una válvula de una sola vía (válvula check), la cual se encarga de evitar el retorno del combustible del sistema hacia el depósito a través de la misma bomba.

La válvula de presión máxima esta diseñada para que se abra en caso de obstrucción del filtro o del conducto de presión, así como de defectos en el regulador de presión o del mismo sistema, abriendo un conducto de presión hacia la cámara de succión, manteniéndose el combustible circulando entre las dos cámaras y evitando entregar una presión mayor a la establecida como limite de seguridad.”<sup>4</sup>

“La bomba provee más combustible de lo que el sistema necesita con el fin de mantenerlo a una presión constante en todos los regímenes de funcionamiento. El excedente retorna al tanque. La bomba no representa ningún riesgo de explosión, porque en su interior no hay ninguna mezcla en condiciones de combustión. La bomba puede estar instalada dentro del tanque o fuera de él.”<sup>5</sup>

#### **1.2.4.1 Bomba dentro del tanque**

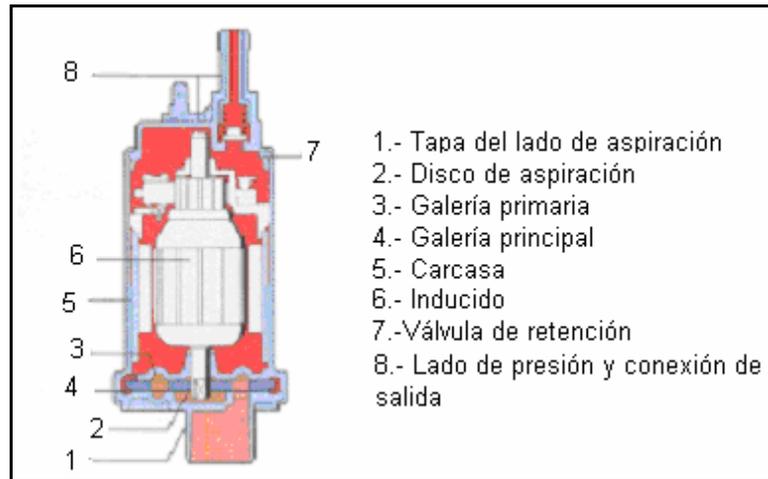
Este tipo de bombas se encuentran en el interior del depósito de combustible, pueden ser de alta o baja presión según el tipo de aplicación. Generalmente esta acoplada a una base que la protege de vibraciones, en la toma del lado de aspiración esta montado un filtro que la protege de las impurezas que pudiera tener el combustible. Presentan una carga al sistema eléctrico del vehículo que en algunos tipos de bombas mas potentes puede ser de hasta 13 amperios. En el caso del banco didáctico funcional se utiliza este tipo de bomba para el sistema de alimentación de combustible

---

<sup>4</sup> Coello, Efrén, *Sistemas de inyección electrónica de gasolina*, p. 12-13

<sup>5</sup> Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.9

Fig.1-8 Bomba interna al tanque

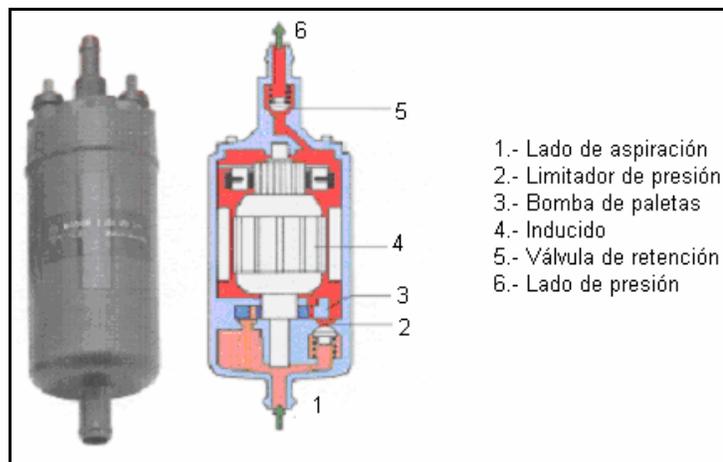


Fuente: Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.9

#### 1.2.4.2 Bomba fuera del tanque

Estas bombas están acopladas a una base elástica que absorbe las vibraciones propias de su funcionamiento, el filtro en este tipo se halla adosado a la tubería de aspiración en el interior del depósito. Son unas bombas de gran tamaño en comparación a las bombas dentro del tanque y su tipo de bomba es la de rodillos

Fig.1-9 Bomba externa al tanque



Fuente: Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.9

### 1.2.4.3 Bomba bi-escalonada

“En la caja de bomba se encuentran 2 bombas de combustible de funcionamiento independiente. Son accionadas por un motor eléctrico, cuyo eje activa simultáneamente las etapas previa y principal.

El primer escalón o etapa previa, corresponde a la bomba de sobre elevación.

Esta diseñada como bomba de aletas con salida lateral, suministra un caudal aproximado de 65 l/h a una presión de 0,25 bar cuando la alimentación es de 12 V.

Este tipo de bomba evita el efecto ola, ya que dispone de una cámara de remanso siempre llena de combustible, (el sobrante llega primero a la cámara que al depósito).

El segundo escalón o etapa principal, esta diseñado como bomba de engranajes interiores. Esta bomba suministra un caudal de aproximadamente 80 l/h a 1,2 bar siempre que este alimentada a 12 V.

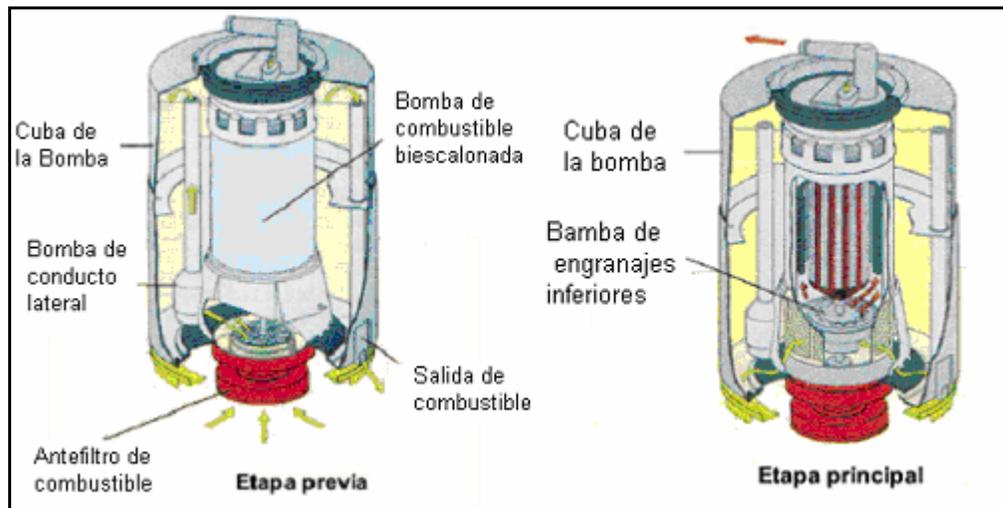
Con el exceso de combustible enviado se consigue mantener la presión y el caudal en el sistema para cualquier condición de funcionamiento del motor, además refrigera la instalación y evita la formación de burbujas de vapor.

Todos los componentes del motor están sumergidos en el combustible, lo que garantiza la perfecta refrigeración y lubricación de estos.”<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> [http://www.bertonformacion.com/libros/Extracto\\_Libro2\\_berton.pdf](http://www.bertonformacion.com/libros/Extracto_Libro2_berton.pdf), p.32

Fig.1-10 Bomba bi-escalonada



Fuente: [http://www.bertonformacion.com/librosExtracto\\_Libro2\\_berton.pdf](http://www.bertonformacion.com/librosExtracto_Libro2_berton.pdf), p.32, Acceso: 28 de septiembre del 2007

### 1.2.5 Conductos

Los conductos de combustible son los encargados de la conexión y el traslado del combustible entre los diferentes elementos del sistema de alimentación, en los vehículos de pasajeros podemos encontrar conductos rígidos y flexibles que se utilizan de acuerdo a la zona del vehículo en la que van emplazados.

Los conductos rígidos son utilizados en zonas de escasa o nula movilidad como chasis y miembros estructurales de la carrocería, los conductos de este tipo pueden ser de: Acero al carbono, acero inoxidable 304, 316 y aluminio los cuales tienen una forma predeterminada y están sujetos por robustas grapas a los miembros del vehículo.

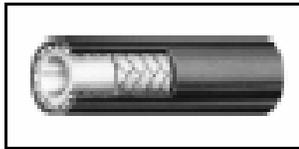
Entre las ventajas de estos conductos podemos anotar que son muy resistentes, también disipan muy bien la electricidad estática que se forma de la circulación del combustible.

Entre las desventajas tenemos que este tipo de tuberías debido a su rigidez si se doblan colapsan y se aumenta la restricción al flujo de combustible por lo que es necesaria su sustitución; los conductos de acero al carbono además tienen problemas

con combustibles que tienen impurezas como agua ya que producen corrosión incluso en los que son galvanizados.

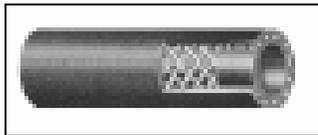
Los conductos flexibles son usados para las uniones entre conductos rígidos colocados en miembros estructurales con movimientos relativos entre ellos o también entre estos y elementos del sistema de alimentación.

Fig.1-11 Manguera de combustible



Fuente: Edelmann® Automotive Fittings, Hoses, Lines and Tubing Catalog, p.44

Fig.1-12 Manguera de combustible para sistemas de inyección



Fuente: Edelmann® Automotive Fittings, Hoses, Lines and Tubing Catalog, p.45

Estas mangueras están formadas por un tubo de neopreno o Nitrilo envuelto por una malla de fibra aramida y a su vez por una camisa de silicón o hypalon que son muy resistentes a la abrasión y a los ataques químicos, el tubo de neopreno tiene carbono en su estructura (por eso el color negro) para disipar electricidad estática.

Este tubo de neopreno es muy resistente al ataque químico de las gasolinas y no pierde su flexibilidad con el tiempo pero al no ser de una superficie lisa produce turbulencia en el flujo de combustible.

En los vehículos modernos podemos encontrar algunos tipos de conductos semi-rígidos de polímero que absorben las vibraciones e incluso nuevos tipos de acoplamientos mas seguros y fáciles de desmontar, estas tuberías tienen la ventaja de tener escasas irregularidades en su superficie interior, por ello la restricción al flujo de combustible es mínima.

### 1.2.6 Riel de combustible

El riel de combustible es un dispositivo que transporta el combustible a una presión específica y un flujo constante desde los conductos de combustible hacia las válvulas de inyección, también es el encargado de mantener en posición a los inyectores para un correcto rociado sobre la válvula de admisión; esto muy importante sobre todo en sistemas que utilizan válvulas de inyección con un patrón de rociado asimétrico.

El riel de combustible o tubo distribuidor están hechos de: acero inoxidable, acero al carbono galvanizado, aluminio y compuestos termoplásticos moldeados por inyección; estos últimos utilizados muy comúnmente en los vehículos actuales.

Está ubicado en el múltiple de admisión y está montado mediante pernos, en algunos casos se ha dispuesto unos separadores de material elástico a fin de disminuir las vibraciones, otros son de material rígido aislante para evitar un calentamiento excesivo del riel y evitar las bolsas de vapor.

Dependiendo del sistema de alimentación pueden estar adosados al riel un regulador de presión y/o un amortiguador de oscilaciones de presión que ayudan a mantener el flujo y la presión del combustible constantes.

Fig.1-13 Riel de combustible



Fuente: Creación de los autores

### 1.2.7 Regulador de presión

“El regulador está conformado de dos cámaras, separadas ellas por un muelle calibrado. En la primera cámara existe un conducto de entrada del combustible y un conducto de salida o retorno, el cual está taponado por una válvula de asiento plano, la misma que es presionada por el muelle que empuja al diafragma.

Cuando la presión de alimentación de la bomba ha llenado a esta cámara, la presión empieza a aumentar, hasta lograr vencer la tensión del muelle calibrado, empujando al diafragma y abriéndose la válvula de salida, con lo cual el combustible retorna al depósito.

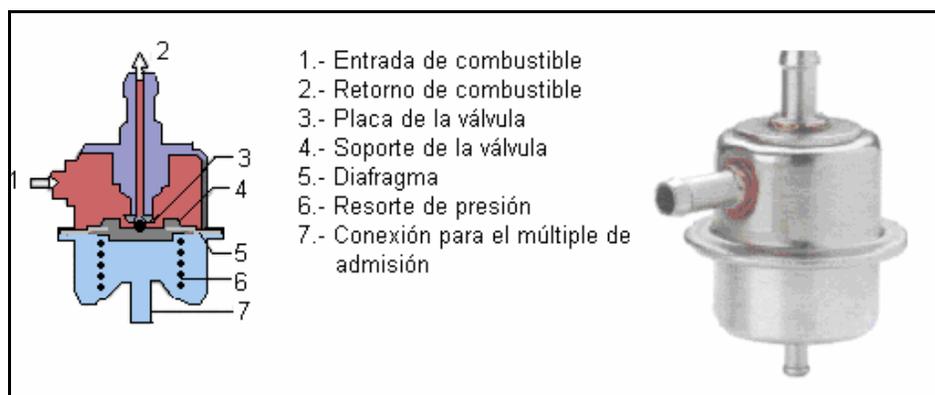
En la segunda cámara, es decir en la cual esta alojado el muelle calibrado, existe un tubo, el cual esta conectado al vacío del múltiple de admisión.

Cuando la depresión en el múltiple se ha producido (por ejemplo con el motor encendido), el vacío atrae al diafragma, disminuyendo la tensión del muelle, bajando automáticamente la presión de combustible del sistema; cuando se pierde la depresión o el vacío en el múltiple, la tensión del muelle vuelve a su valor nominal, aumentando la presión a su valor anterior, ya que se esta dificultando el retorno.

Como se podrá dar cuenta, la variación en la depresión del múltiple estará en relación directa con la presión del sistema, con lo cual logramos relacionar exactamente el caudal de inyección con dependencia de la presión de aire que ingresa al motor.

En la mayoría de sistemas se ha optado por utilizar un valor referencial que es de aproximadamente 2.8 bar. Cuando tiene vacío el regulador y de aproximadamente 3.2 bar sin la depresión o vacío, aunque existen variaciones en este valor, dependiendo del diseño del constructor.”<sup>7</sup>

Fig.1-14 Regulador de presión

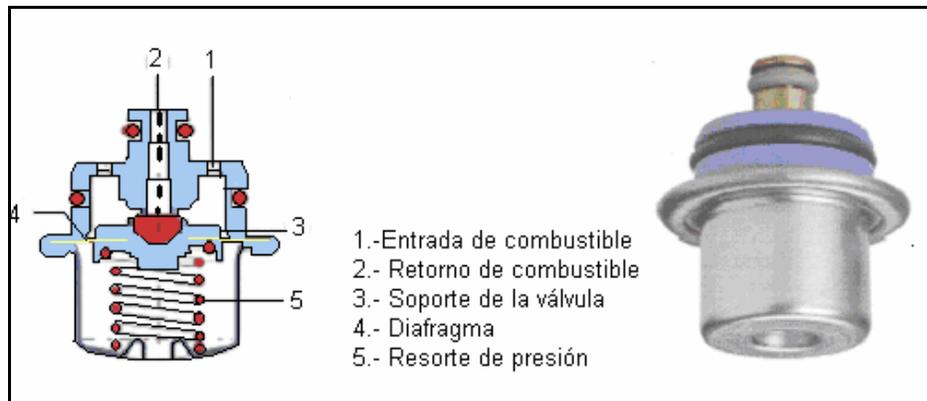


Fuente: Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.10

<sup>7</sup> Coello, Efrén, *Sistemas de inyección electrónica de gasolina*, p. 22-23

En los sistemas de alimentación sin retorno hacia el depósito el regulador de presión se encuentra en el cuerpo del soporte de la bomba en el interior del tanque de combustible, se trata de un regulador de funcionamiento idéntico al anterior salvo que este no tiene la toma de depresión con el múltiple de admisión, por ende la presión regulada es constante e independiente de la variación de carga del motor.

Fig.1-15 Regulador de presión sin retorno al depósito



Fuente: Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.10

### 1.2.8 Sistema de control de emisiones evaporativas

En este sistema un contenedor de carbón vegetal (canister) se utiliza para absorber la gasolina evaporada del depósito de combustible para prevenir que escape a la atmósfera, su funcionamiento es el siguiente:

Cuando el motor está apagado, los vapores de gasolina en el depósito son conducidos y almacenados en el canister.

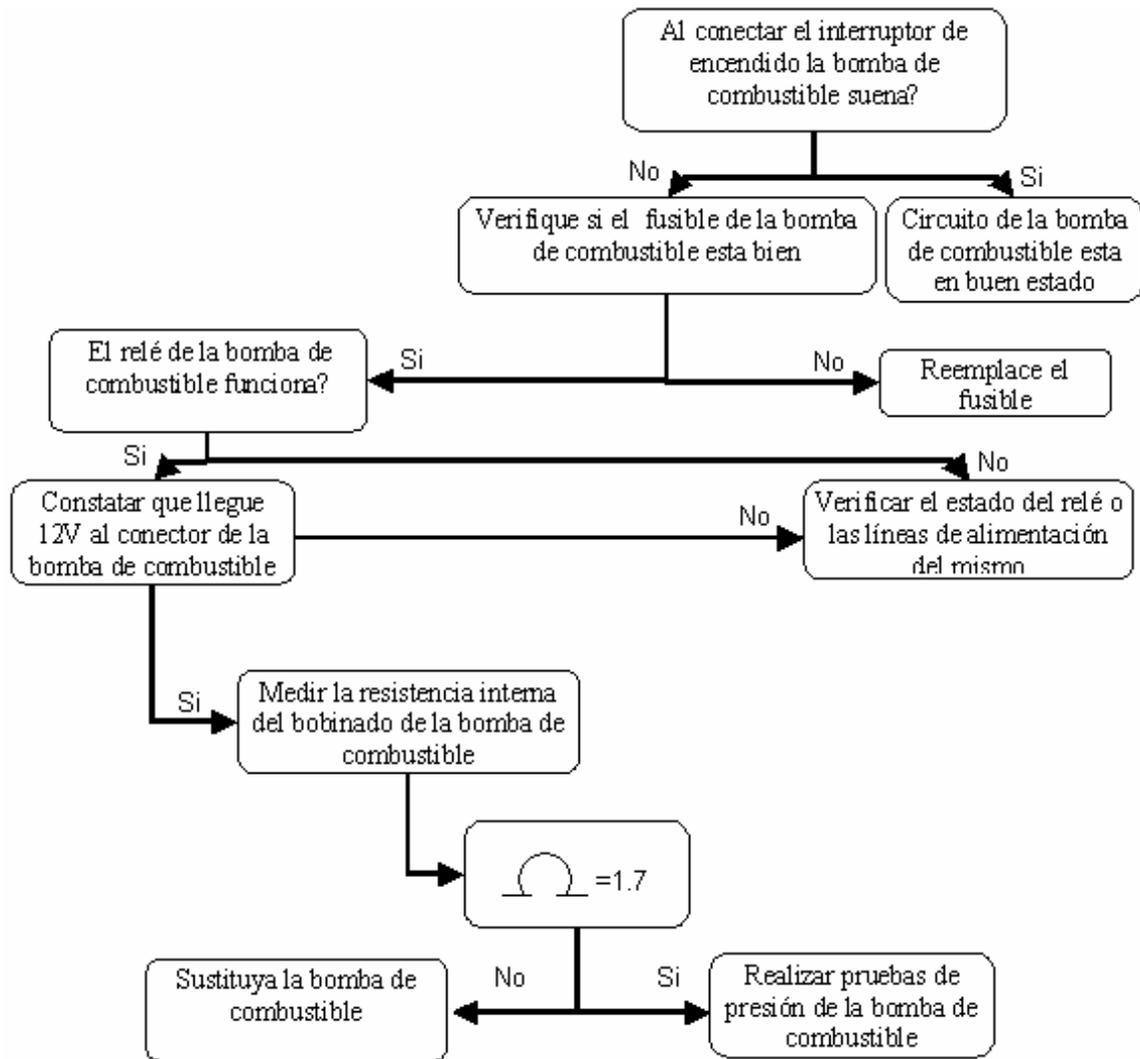
Debido a este vapor almacenado en el contenedor se puede producir vacío en el depósito cuando la temperatura ambiente es muy baja; para evitar daños en el depósito de combustible el canister está diseñado para que pueda dejar pasar aire hacia el depósito, además en el tapón del depósito existe una válvula de alivio de depresión con el mismo fin.

Cuando el motor está encendido la válvula solenoide de purga del canister se abre por una señal de la computadora, haciendo que el vacío del motor arrastre los vapores de

gasolina almacenados en el canister hacia el múltiple y sean quemados normalmente. En el banco didáctico podemos comprobar que la computadora o UEC –unidad electrónica de control- interviene sobre el solenoide en los momentos de deceleración.

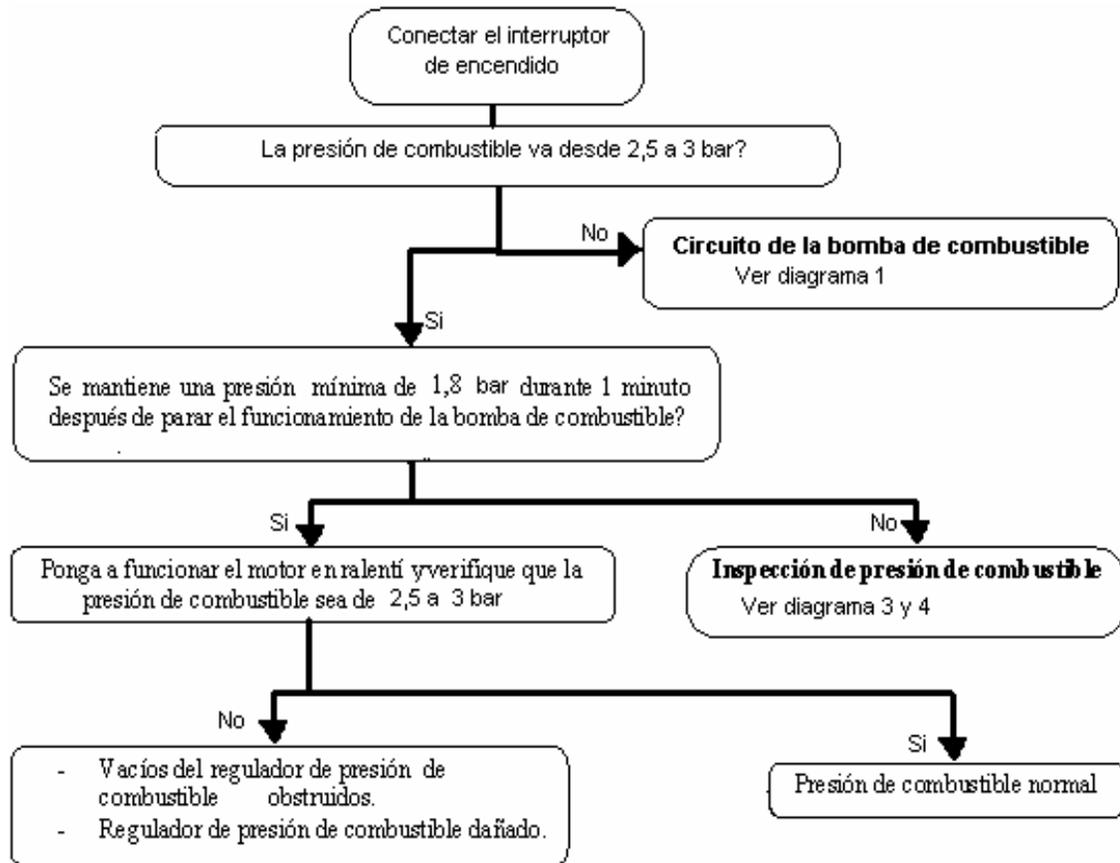
### 1.3 Diagnóstico y fallas

#### 1.3.1 Verificación del circuito de la bomba de combustible (Diagrama 1)

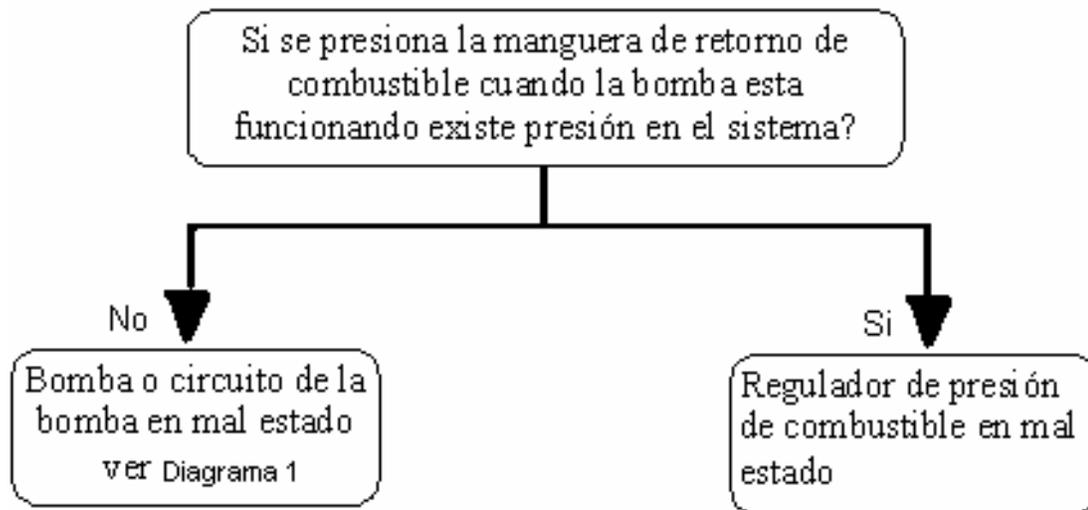
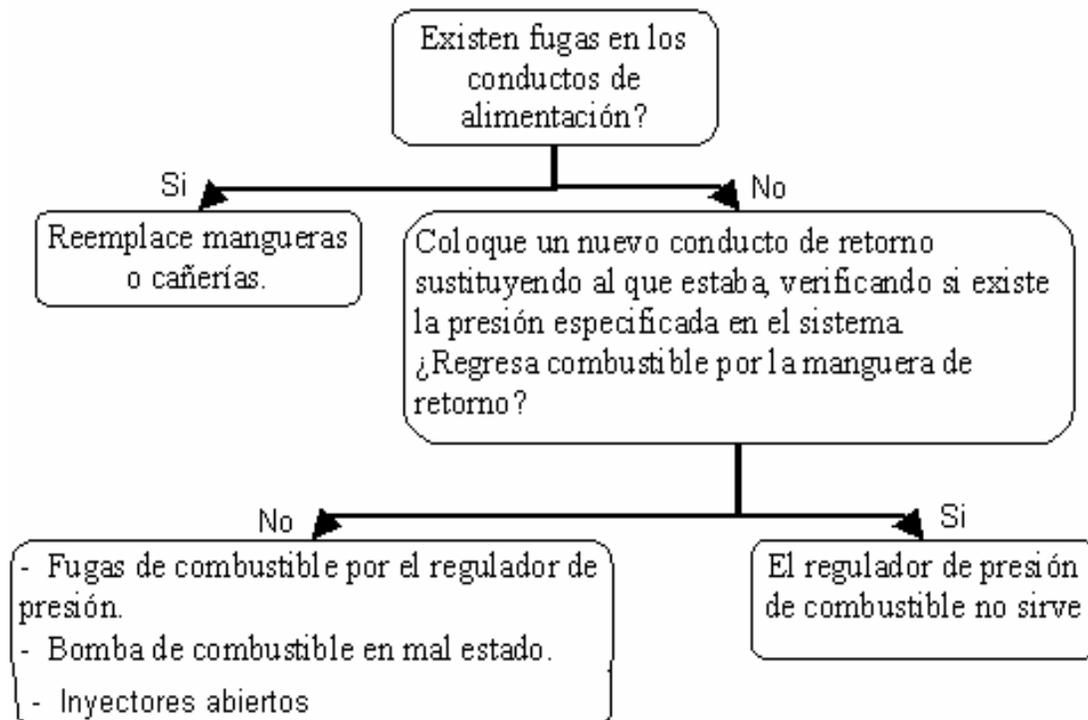


### 1.3.2 Verificación de la presión de combustible (Diagrama 2)

Para esta verificación es necesario conectar un manómetro de presión de combustible para observar la presión que tiene el sistema.

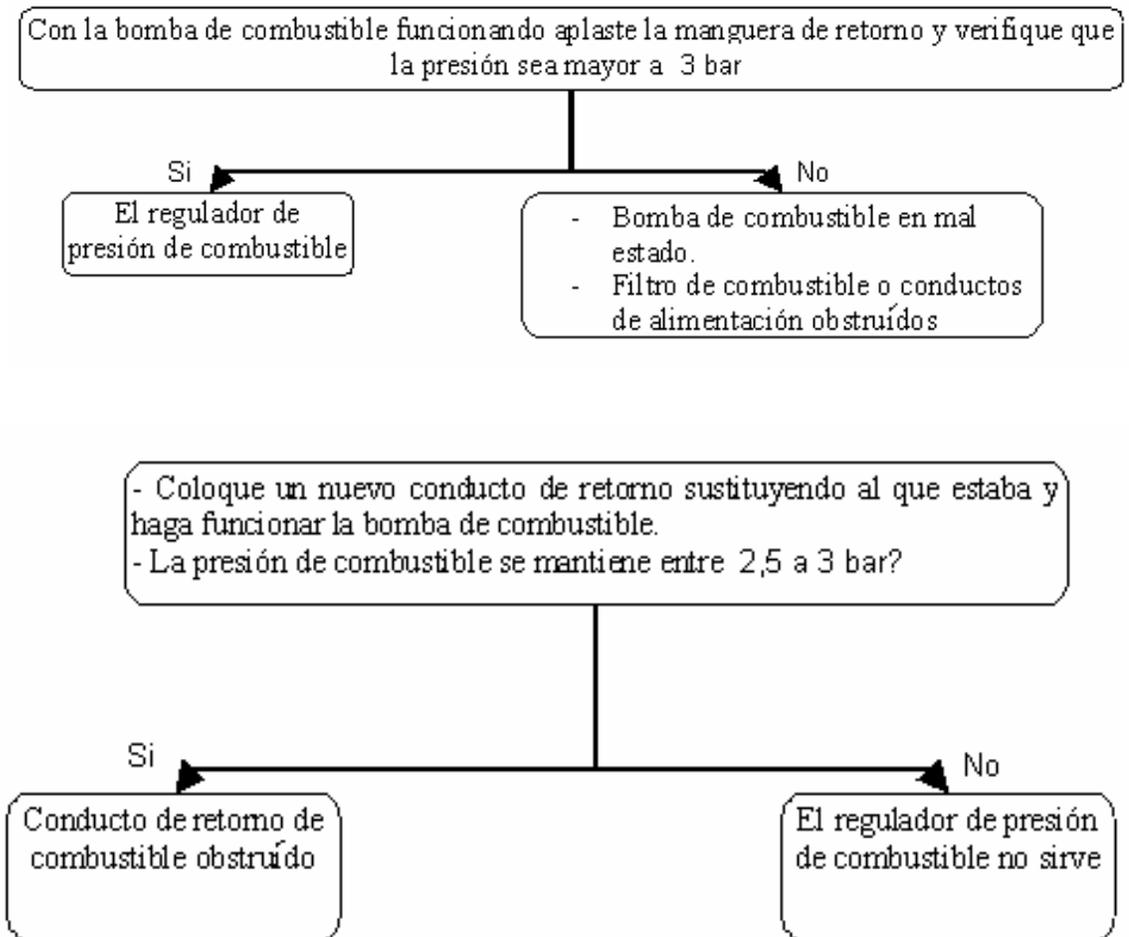


## 1.3.3 Verificación de la presión de combustible (Diagrama 3)

**NO HAY PRESIÓN****TIENE PRESIÓN PERO NO SE MANTIENE**

## 1.3.4 Verificación de la presión de combustible (Diagrama 4)

## LA PRESIÓN ES BAJA



## CAPÍTULO 2

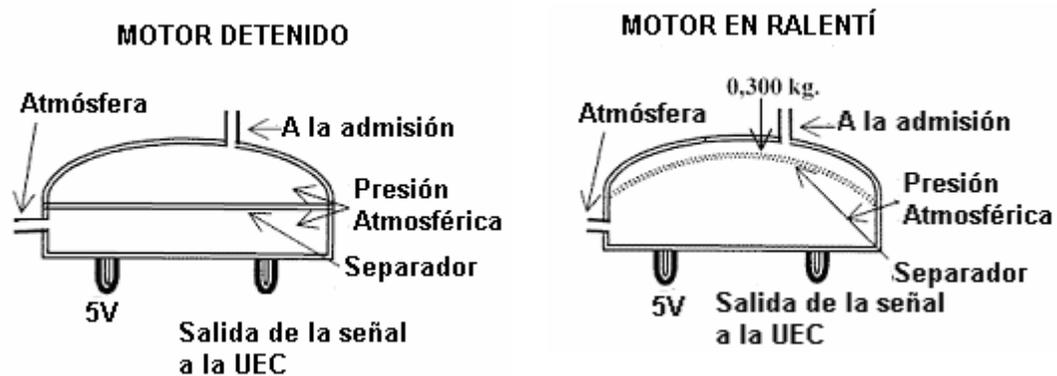
### SENSORES

#### 2.1 Sensor Map

El sensor MAP por su nombre en inglés manifold absolute pressure, o medidor de presión absoluta, se encarga de medir la presión del múltiple de admisión convirtiendo el vacío a una señal de voltaje la cuál es enviada a la UEC –unidad electrónica de control-, además este sensor indica la presión barométrica o sea la altura sobre el nivel del mar.

Va conectado a la admisión, y tiene un conducto abierto que va a la atmósfera, el separador o diafragma se moverá hacia arriba o abajo en reacción a los cambios de presión existentes entre el interior y el exterior del múltiple de admisión, generando una señal que puede ser analógica o digital.

Fig. 2-1 Sensor Map



Fuente: [http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/sensores%20y%20actuadores/sensores\\_2.asp](http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/sensores%20y%20actuadores/sensores_2.asp), Acceso: 20 de Noviembre del 2007

El sensor MAP es de tipo digital solo en los vehículos Ford, pero la tendencia de los fabricantes es digitalizar la mayoría de sensores ya que las señales que recibe no tengan que ser convertidas internamente para que las registre la ECU.

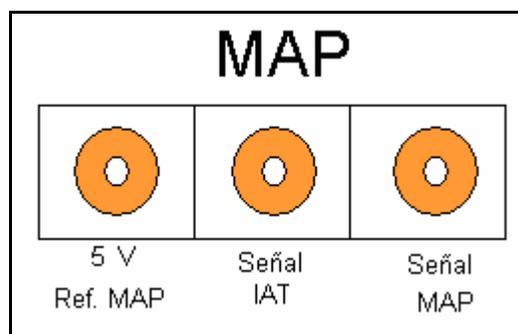
En el sensor MAP está además el sensor IAT -Intake Air temperature-, que significa temperatura de aire de entrada al múltiple, la cual debe ser calculada por el sensor y enviada a la UEC para cálculos de combustión, porque la densidad del aire varía con la temperatura. El aire caliente contiene menos oxígeno que de un mismo volumen de aire frío, la entrega de combustible deberá ser ajustada, para coincidir con el nivel de oxígeno o de lo contrario la economía del combustible y control de regulación de las emisiones podría sufrir.

Los datos enviados por el sensor de temperatura del aire podrían afectar a la regulación del encendido, entrega de combustible y la regulación de los gases de escape.

### 2.1.1 Identificación de terminales

En el sensor MAP del motor Corsa Evolution existe una entrada de referencia del sensor IAT, estos sensores poseen una tierra común haciendo que en la admisión se obtengan valores de presión y temperatura del aire que ingresa al motor.

Fig. 2-2 Terminales del sensor MAP



Fuente: Creación de los autores

### 2.1.2 Voltajes de referencia

El sensor MAP consta de una resistencia variable que da la señal, también posee una entrada de corriente que alimenta al sensor y cuya tensión es de 5 V y una conexión

de señal del sensor IAT, que para el motor “Corsa Evolution 1.8”, es de 2.3 V a una temperatura de aire de admisión de 30 °C, y al ser un NTC -Negative temperature coefficient-, la resistencia del sensor disminuye al aumentar la temperatura.

Para realizar las pruebas del sensor IAT se requiere de un multímetro y para el sensor MAP se necesita de un multímetro y una pistola de vacío, esta servirá para provocar o simular vacío en el múltiple de admisión a diferentes niveles. El sensor se debe probar en todos los niveles de vacío ya que podría fallar en altas demandas del motor. Los valores obtenidos en la medición del sensor MAP son:

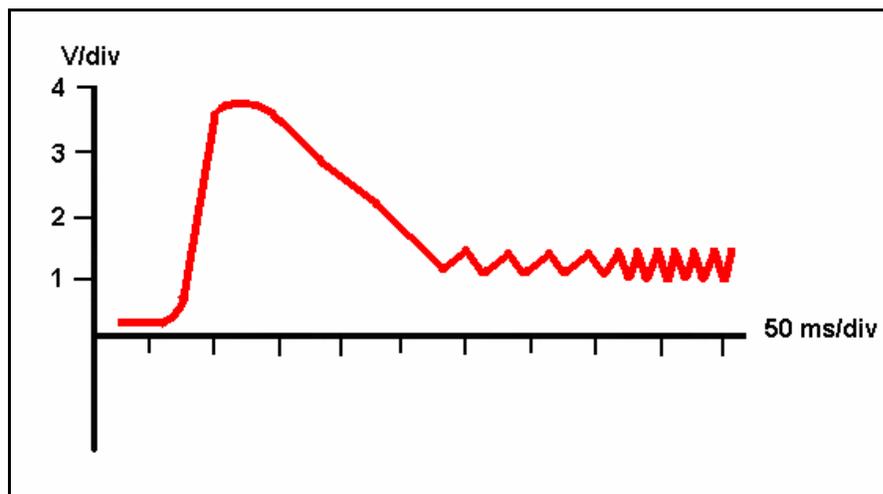
Tabla 2-1 Valores de depresión y voltaje del sensor MAP

Régimen	Vacío	Voltaje
	pulg hg	Voltios
Ralentí	17,5	0,86
Media carga	6,0	2,3
Plena carga	0	3,3

Fuente: Creación de los autores

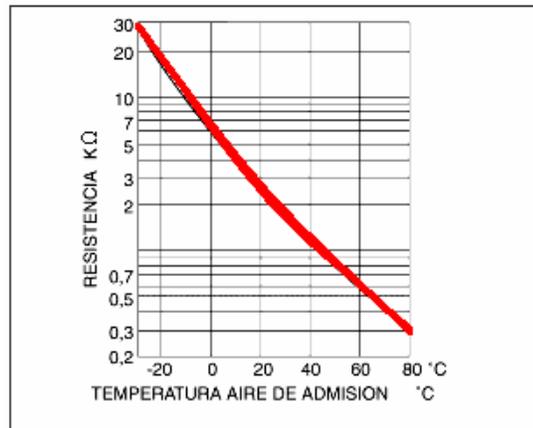
### 2.1.3 Formas de onda patrón

Fig. 2-3 Onda patrón del sensor MAP



Fuente: Creación de los autores

Fig. 2-4 Onda patrón del sensor IAT

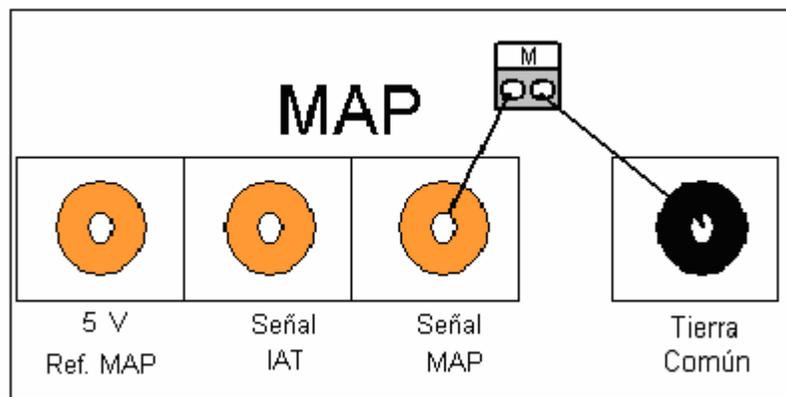


Fuente: <http://www.icestormdesign.com/mwcc/mazda/manual/esicont/es/srvc/html/B3E014018840W06.html>, Acceso: 20 de noviembre del 2007

#### 2.1.4 Conexión de medidores

El sensor MAP posee una conexión de masa que comparte con otros sensores, para realizar las mediciones y pruebas del sensor MAP se debe conectar el multímetro o el osciloscopio entre la toma de señal y tierra común.

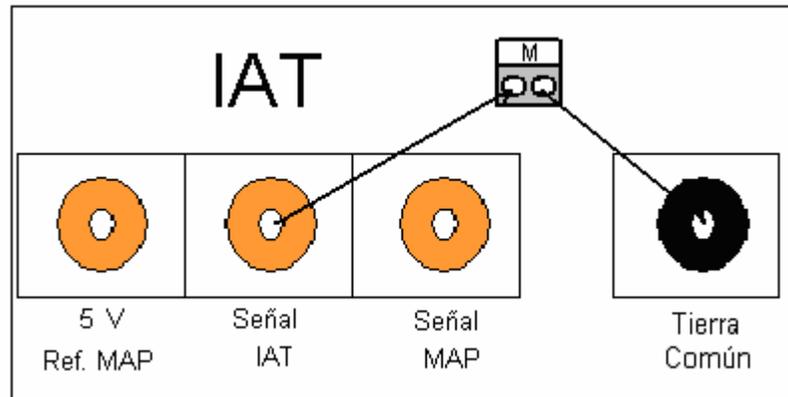
Fig. 2-5 Conexión de medidores del sensor MAP



Fuente: Creación de los autores

Para obtener los valores generados por el sensor IAT se debe conectar un multímetro entre la señal de referencia del sensor y tierra común.

Fig. 2-6 Conexión de medidores del sensor IAT



Fuente: Creación de los autores

## 2.2 Sensor TPS

Llamado así por sus siglas Throttle Position Sensor, o sensor de posición de la válvula de aceleración, está situado sobre el cuerpo de aceleración. Su función es la de registrar la posición de la válvula enviando la información hacia la UEC.

Fig. 2-7 Sensor TPS



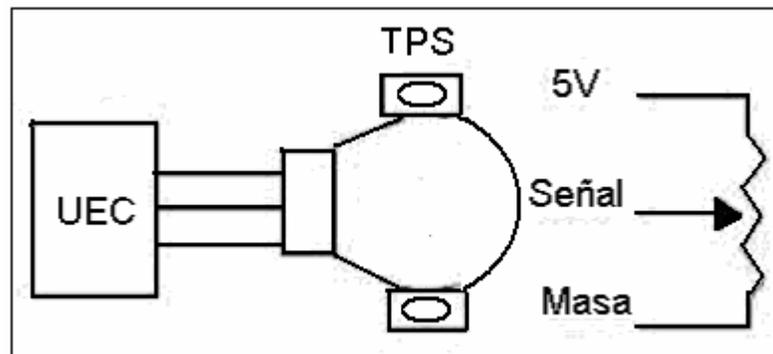
Fuente: <http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/TPS/TPS.asp>, Acceso: 20 de Noviembre del 2007

Existen 2 tipos de sensores TPS como son: el de resistencia variable, el de tipo interruptor.

El sensor de resistencia variable es un potenciómetro, por lo tanto esta conformado por una resistencia variable lineal alimentada con una tensión de 5 voltios que varía según la posición de la válvula de aceleración. La información que se obtiene es enviada a la UEC la cual es utilizada para el control de combustible, el tiempo de ignición, para el control de la purga del canister, para reconocer la marcha en ralentí, etc.

En el caso del motor de Corsa Evolution 1.8, posee una alimentación de 5 V, una señal de referencia y masa que comparte con otros sensores; pero para mayor facilidad de medición la masa del sensor la trasladamos a una tierra común ubicada dentro del tablero de instrumentos externo.

Fig.2-8 Conexión del TPS con la UEC

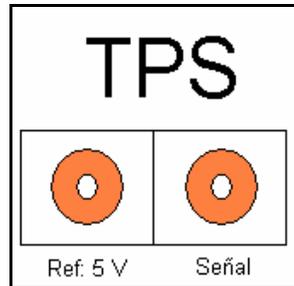


Fuente: <http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/TPS/TPS.asp>, Acceso: 20 de Noviembre del 2007

Por otro lado el sensor TPS de tipo interruptor posee 3 posiciones; la UEC brinda dos voltajes por las líneas del sensor y este se encarga de cerrar el circuito a masa cuando la mariposa esta cerrada o totalmente abierta. La tierra del sensor puede ser suministrada en muchos casos por la UEC del vehículo.

### 2.2.1 Identificación de terminales

Fig. 2-9 Terminales del sensor TPS

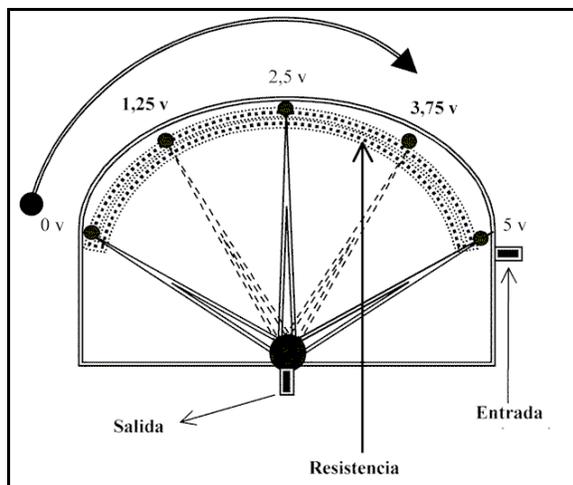


Fuente: Creación de los autores

### 2.2.2 Voltajes de referencia

Para el control del voltaje mínimo se conecta el multímetro entre masa y el terminal de señal, y con la válvula de aceleración totalmente cerrada se procede a verificar el voltaje que tiene, en el caso del motor de Corsa Evolution 1.8 es  $0.5\text{ V}$ , lo mismo sucede para el control del voltaje máximo con la diferencia de que la válvula de aceleración debe estar totalmente abierta obteniéndose un rango de  $4.6$  voltios.

Fig. 2-10 Voltajes que genera el sensor TPS



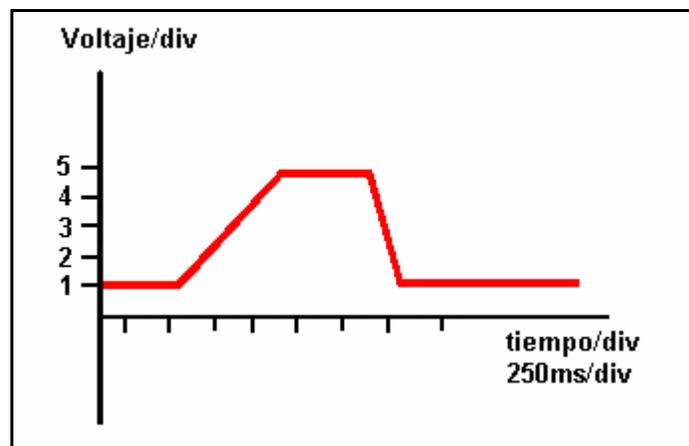
Fuente: [http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/sensores%20y%20actuadores/sensores\\_1.asp](http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/sensores%20y%20actuadores/sensores_1.asp), Acceso: 20 de Noviembre del 2007

Los valores de voltaje deben ir aumentando progresivamente conforme se mueve la válvula de aceleración, en el caso de que los valores de voltaje desciendan a 0 en cualquier punto de la trayectoria de la válvula eso nos indicaría que existe un daño en el sensor lo cual puede provocar atrancones o falta de aceleración del vehículo.

### 2.2.3 Formas de onda patrón

La salida de tensión del TPS comienza con el voltaje mínimo, y a medida que se abre la mariposa la tensión debe ir ascendiendo hasta llegar al valor máximo, normalmente comprendido entre 4 y 4.6 voltios.

Fig.2-11 Onda patrón del sensor TPS

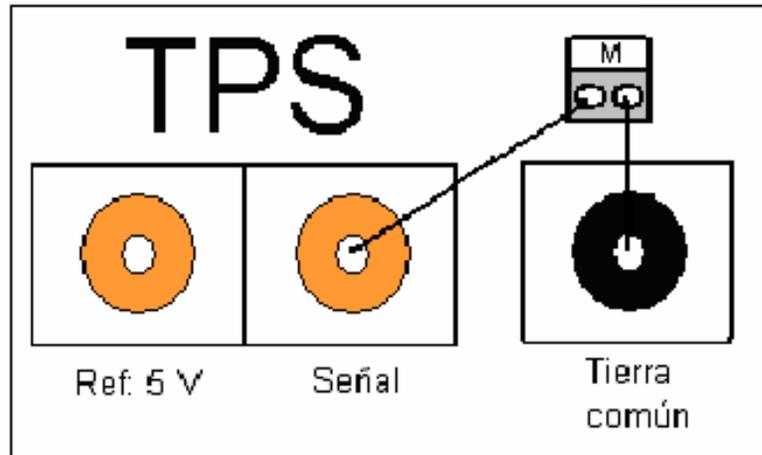


Fuente: Creación de los autores

### 2.2.4 Conexión de medidores

La forma de comprobar la onda o los voltajes que genera el TPS es efectuar una medición con un multímetro, o un osciloscopio y verificar el ascenso de la tensión de salida sin interrupciones. La conexión se la realiza entre la toma de señal y tierra común.

Fig. 2-12 Conexión de medidores del sensor TPS



Fuente: Creación de los autores

### 2.3 Sensor CKP

“Este sensor es el encargado de proveer información acerca de las revoluciones del motor y posición de los pistones sincronizando así la chispas producidas en las bujías, y voltaje a los inyectores. Es el único sensor por el cual si falla no arranca el motor. Básicamente este sensor permite el pasaje a intervalos alternados de un campo magnético generado por un imán. Un rotor en movimiento giratorio va impidiendo y permitiendo pasar este campo alternadamente.

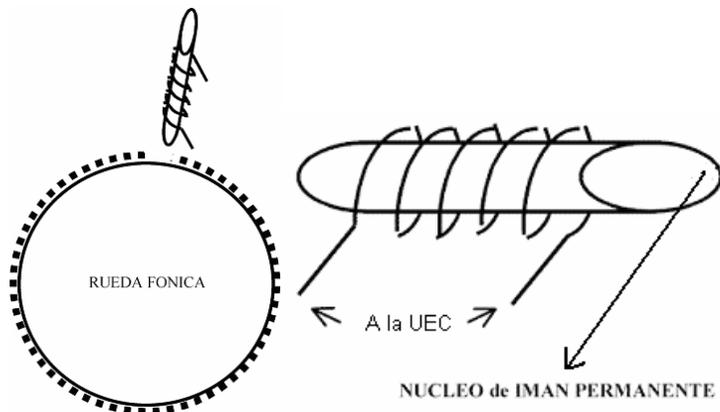
El paso constante de la corona frente al sensor originará una tensión, que se verá interrumpida cuando se encuentre en la zona sin los dientes, esto genera una señal que la UEC determina como X grados APMS y también utiliza esta señal para contar las RPM.

Los (X) grados están en el orden de 60, o sea que si en determinado momento el motor requiere 20° de avance, la UEC enviará la señal a la bobina de encendido 40° después de recibida la señal desde el sensor. En el momento del arranque la UEC necesita de un primer paso de la zona sin dientes para orientarse sobre los X grados APMS del cilindro 1, y comenzar el ciclo de 4 tiempos para ordenar las inyecciones y las chispas del encendido. Esta es la razón por la que algunos motores a inyección y encendido electrónico ordenados por la UEC demoren algo más para arrancar, pues si

la zona sin dientes apenas superó la posición del sensor al detenerse, será necesario girar casi una vuelta completa para orientar la UEC y más las dos vueltas del primer ciclo de 4 tiempos.”<sup>8</sup>

Técnicamente el sensor CKP es un transductor de reluctancia variable o un generador de corriente alterna, el cual tiene un cable de señal que está protegido por medio de un blindaje que va conectado a masa, con el fin de descargar las tensiones inducidas debido a la interferencia electromagnética, de este modo se evita que la tensión sea inducida en el cable de retorno y que la señal que se envía a la UEC sea incorrecta.

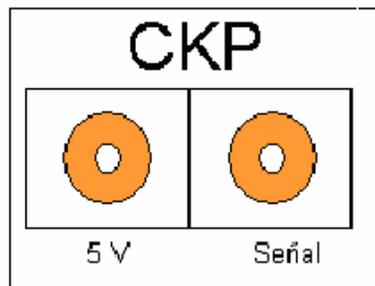
Fig.2-13 Funcionamiento de un sensor CKP



Fuente: <http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/TPS/TPS.asp>, Acceso: 20 de Noviembre del 2007

### 2.3.1 Identificación de terminales

Fig. 2-14 Terminales del sensor CKP



Fuente: Creación de los autores

<sup>8</sup>[http://www.redtecnicautomotriz.com/archivo%20tecnico/revision%20tecnica/sensores%20y%20actuadores/sensores\\_2.asp](http://www.redtecnicautomotriz.com/archivo%20tecnico/revision%20tecnica/sensores%20y%20actuadores/sensores_2.asp)

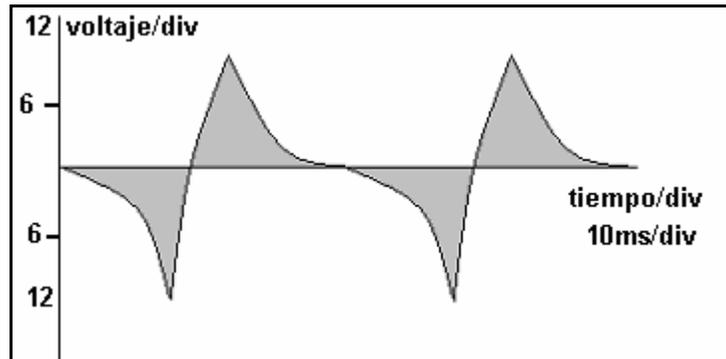
### 2.3.2 Voltajes de referencia

Los voltajes de referencia de un sensor CKP oscilan entre 0 y 12 voltios

### 2.3.3 Formas de onda patrón

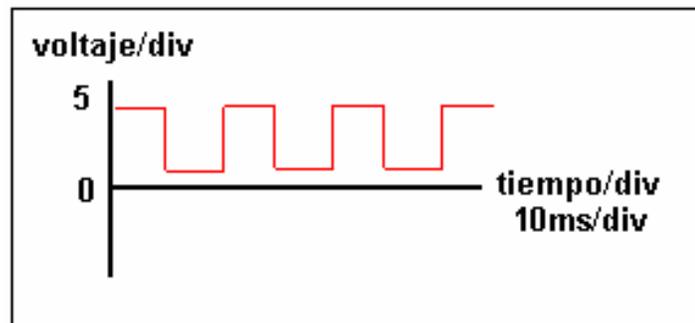
Existen 2 tipos de señales que envía el sensor CKP; la señal analógica y la digital. Cuando la señal es analógica la forma de onda será como la de la fig. 2-13, y si la señal enviada es digital, en el osciloscopio se verá como una onda cuadrada fig.2-14. En el caso del motor de Corsa Evolution 1.8 la señal es analógica.

Fig.2-15 Onda patrón analógica del sensor CKP



Fuente: Creación de los autores

Fig.2-16 Onda patrón digital del sensor CKP



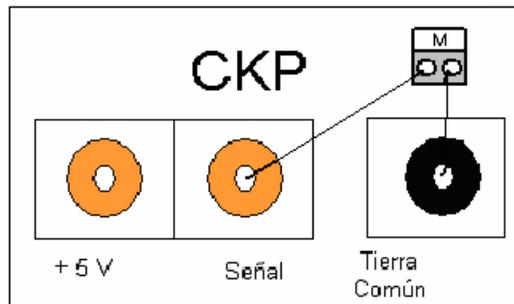
Fuente: Creación de los autores

### 2.3.4 Conexión de medidores

La manera de probar este sensor es únicamente con el motor en funcionamiento, porque capta los valores de voltaje gracias al movimiento de la polea del cigüeñal la cual va impidiendo y permitiendo pasar el campo magnético alternadamente.

Todos los sensores CKP tienen 3 cables de conexión como son: masa, señal y alimentación, por lo tanto para probarlos debemos conectar el positivo del multímetro u osciloscopio en la conexión de salida de señal, y el negativo a masa; y verificar que se genere una señal como la de la figura 2-15 o 2-16 según sea el caso.

Fig. 2-17 Conexión de medidores del sensor CKP



Fuente: Creación de los autores

### 2.4 Sensor de golpeteo

Es un generador de voltaje que va ubicado en el bloque motor. El objetivo del sensor de detonación es recibir y controlar las vibraciones anormales producidas por el pistoneo, transformando estas oscilaciones en una tensión de corriente que aumentará si la detonación aumenta.

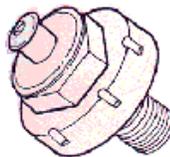
La señal es enviada así a la UEC, la cual procesará y reconocerá los fenómenos de detonación realizando las correcciones necesarias para regular el tiempo de encendido del combustible, pudiendo generar un retardo de hasta 10 grados.

“Este sensor regulará el encendido logrando una mejor combustión lo que brindará una mayor potencia con un consumo menor. Combustibles con mayor octanaje permiten que el sistema, en caso de poseer este sensor de detonación, logre un mejor

aprovechamiento del combustible evitando la detonación, manteniendo el avance del encendido, el cual consiste en hacer saltar la chispa de la bujía unos grados antes que el pistón llegue durante su carrera al PMS, lo cual brinda el tiempo necesario para que el proceso de ignición sea realizado en el momento adecuado, permitiendo que sea durante el ciclo de expansión donde todo el empuje de la combustión de la mezcla sea ejercido sobre el cilindro.”<sup>9</sup>

A mayor velocidad de giro del motor, será necesario un avance mayor para que el encendido se produzca en el momento correcto.

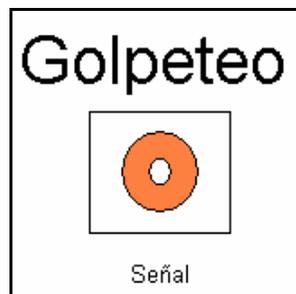
Fig. 2-18 Sensor de golpeteo



Fuente: <http://www.automecanico.com/auto2002/GENERALMOTORS.HTML>, Acceso: 20 de Noviembre del 2007

#### 2.4.1 Identificación de terminales

Fig. 2-19 Terminal del sensor de golpeteo



Fuente: Creación de los autores

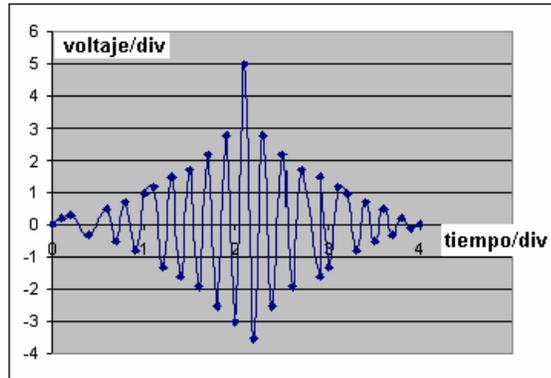
#### 2.4.2 Voltajes de referencia

El sensor de golpeteo genera una corriente alterna que va de 0,023 V a 0,030 V

<sup>9</sup> <http://www.mecanicadeautos.info/SensorDetonacion.php>

### 2.4.3 Formas de onda patrón

Fig. 2-20 Onda patrón del sensor de golpeteo



Fuente: Creación de los autores

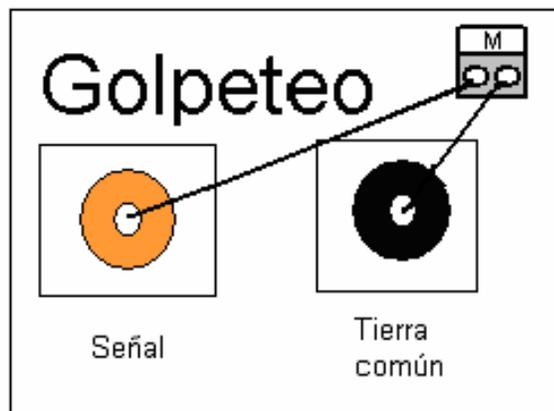
### 2.4.4 Conexión de medidores

La conexión de los medidores en el sensor de golpeteo se realiza entre el terminal de señal y tierra común del tablero de mediciones.

La manera de probar este sensor dentro del banco didáctico funcional es poner en funcionamiento el motor, y con una llave realizar unos ligeros golpes en el bloque del motor cerca del sensor, para que este lo capte y se pueda apreciar la variación del voltaje y la forma de onda del mismo.

Otra verificación que se puede hacer es golpear el bloque motor simulando una detonación o picado, que va a ser captada por el sensor cuyo efecto se verá reflejado en el retraso del tiempo de encendido que es controlado por la UEC.

Fig. 2-21 Conexión de medidores del sensor de golpeteo



Fuente: Creación de los autores

## 2.5 Sensor de temperatura del refrigerante

“Llamado ECT o engine coolant temperature, el cual utiliza un tipo de resistencia variable de dos alambres, suministrando una señal de voltaje análogo. La resistencia variable es un termistor NTC o coeficiente de temperatura negativo, el cual aumenta la resistencia cuando se enfría y disminuye cuando se calienta el líquido refrigerante.

La UEC suministra un voltaje de referencia y una masa a los sensores. Este tipo de sensores de dos alambres son considerados como divisores de voltaje que operan de acuerdo a los principios de caída de voltaje. Los sensores de temperatura reducen el voltaje de referencia con relación al cambio de temperatura.”<sup>10</sup>

Fig. 2-22 Sensor de temperatura del refrigerante



Fuente: <http://www.automecanico.com/auto2002/GENERALMOTORS.HTML>, Acceso:

20 de Noviembre del 2007

La UEC aplica un voltaje de referencia de 5 voltios al circuito. En base a la señal del sensor de temperatura del refrigerante, la computadora del motor será capaz de controlar varios sistemas como:

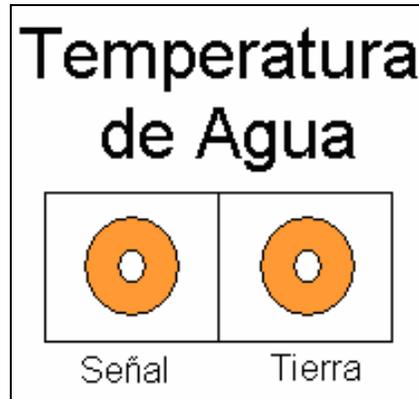
1. Electro - ventilador
2. Marcha en ralentí
3. Mezcla de combustible
4. Regulación de encendido
5. Recirculación de los gases de escape
6. Enriquecimiento de combustible en la fase de calentamiento

---

<sup>10</sup> Alonso, Manuel, *Técnicas del automóvil*, p. 118

### 2.5.1 Identificación de terminales

Fig. 2-23 Terminales del sensor de temperatura de agua



Fuente: Creación de los autores

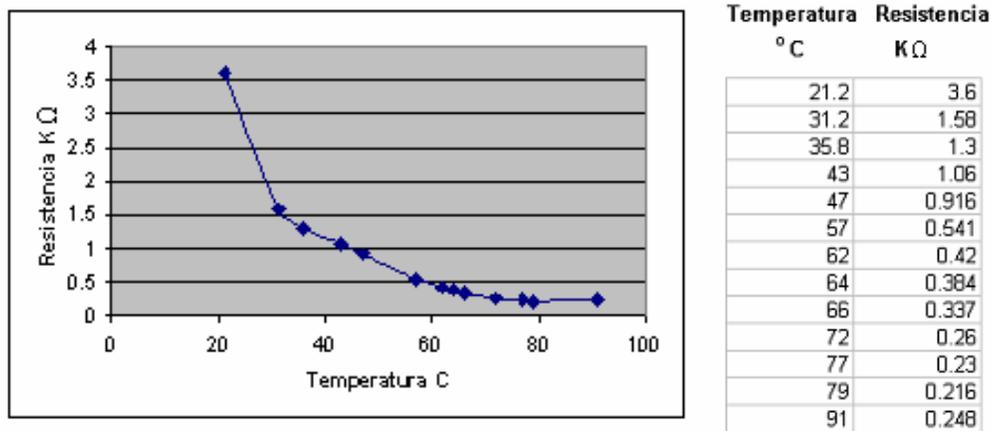
### 2.5.2 Resistencias de referencia

La resistencia del sensor de temperatura del refrigerante cuando este se encuentra a temperatura ambiente de 21,2 ° C es de 3,6 K $\Omega$ , y va disminuyendo hasta llegar a 0,216 K $\Omega$  cuando el líquido refrigerante ha llegado a la temperatura de 91 ° C que es la temperatura máxima del refrigerante antes de que se encienda el electro ventilador.

### 2.5.3 Formas de onda patrón

Para obtener la forma de onda del sensor de temperatura del refrigerante, se hicieron varias mediciones de la temperatura y el valor de la resistencia del sensor en ese instante.

Fig.2-24 Onda patrón del sensor de temperatura del refrigerante

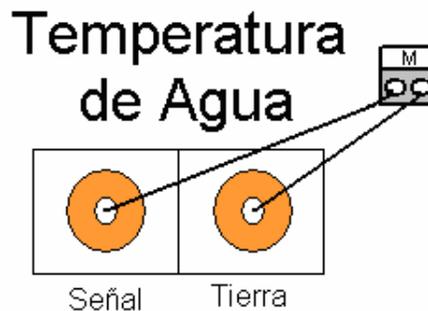


Fuente: Creación de los autores

#### 2.5.4 Conexión de medidores

La conexión de un multímetro o un osciloscopio para obtener los valores de resistencia del sensor de temperatura del refrigerante, se la realiza desconectando los interruptores de encendido del tablero y colocando estos instrumentos de medición entre los 2 terminales.

Fig. 2-25 Terminales del sensor de temperatura de agua



Fuente: Creación de los autores

#### 2.6 Sensor de Oxígeno

“El sensor de oxígeno o más conocido como sonda lambda, mide el oxígeno de los gases de combustión con referencia al oxígeno atmosférico, gracias a esto la UEC puede regular con mayor precisión la cantidad de aire y combustible hasta en una relación estequiométrica de 14,7 a 1, contribuyendo con su medición a una mejor

utilización del combustible y a una combustión menos contaminante al medio ambiente gracias al control de los gases de escape que realiza. La temperatura óptima de funcionamiento de la sonda es alrededor de los 300° o más. Una parte de la sonda lambda siempre esta en contacto con el aire de la atmósfera (exterior al tubo de escape), mientras que la otra parte esta con los gases de escape producidos por la combustión.”<sup>11</sup>

Fig.2-26 Ubicación de una sonda lambda



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/sensor-de-oxigeno.html>, Acceso: 20 de Noviembre del 2007

“La sonda lambda se basa en el principio de funcionamiento de una célula galvánica de concentración de oxígeno con un electrolito sólido.

El electrolito sólido esta formado por un compuesto cerámico de dióxido de zirconio estabilizado con oxido de itrio, dicha estructura es impenetrable por los gases, la capa cerámica esta cerrada por un extremo, por el otro extremo esta en contacto con la atmósfera -aire exterior- como referencia, ambos extremos del cuerpo cerámico están provistos en su parte interna de electrodos que poseen una fina capa de platino permeable a los gases, un tubo cerrado por un extremo y ranurado por los laterales que protege al cuerpo cerámico de golpes y cambios bruscos de temperatura.

El cuerpo cerámico es permeable a los Iones de O<sub>2</sub> a partir de aproximadamente 350° C, con temperaturas de trabajo de 600°C., esta es la razón por la cual las sondas

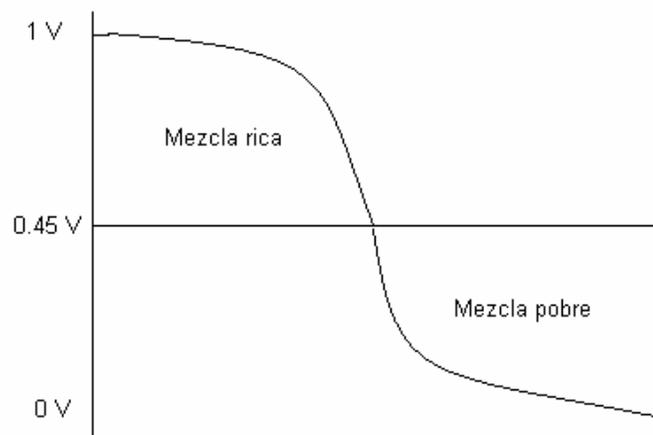
<sup>11</sup> <http://www.mecanicadeautos.info/SondaLambda.php>

lambda están siendo provistas de sistemas calentadores o resistencias eléctricas para que la sonda entre en funcionamiento cuando el motor aun, no ha alcanzado su temperatura normal de funcionamiento.

El contenido de O<sub>2</sub> en los gases de escape en relación con el aire de referencia producen una tensión eléctrica entre ambas superficies. Esta tensión puede ser, con una mezcla rica (lambda <1) de 800 a 1000 mV, y con una mezcla pobre (Lambda >1), la tensión estaría en valores de 100 mV. El margen de transición entre mezcla rica y pobre, esta entre 450 y 500 mV.

El Diagnostico de vehículos con analizadores de gases, un registro de altas concentraciones de O<sub>2</sub> en los gases de escape denotan carencia de combustible, concentraciones muy bajas de O<sub>2</sub> acusan mezcla rica, exceso de combustible, faltó oxígeno para encender toda la mezcla, la cantidad sobrante de O<sub>2</sub> en los gases de escape con una mezcla estequiométrica representa un margen muy pequeño que debe ser medido por el sensor de O<sub>2</sub> e interpretado por la UEC.”<sup>12</sup>

Fig.2-27 Diagrama de funcionamiento del sensor de oxígeno



Fuente: Creación de los autores

“Cuando el motor funciona con mezcla rica, existe poco oxígeno disponible para la combustión total, en los gases de escape estará presente una cantidad muy baja de

<sup>12</sup> <http://www.mecanicaeautos.info/SondaLambda.php>

oxígeno. La diferencia entre la cantidad de oxígeno en el aire exterior y aquel que se encuentra en el flujo de gases de escape será muy grande y provocará que el sensor de O<sub>2</sub> genere un voltaje muy cercano al límite superior -1 voltio-.

El funcionamiento con mezcla pobre de combustible, será el siguiente: en el motor ingresa más oxígeno del requerido para la combustión. El sensor de oxígeno detectará una pequeña diferencia entre la cantidad de oxígeno en el flujo de gases de escape y el aire exterior. Cuando esto sucede el sensor generará un voltaje muy bajo aproximadamente 0.1 voltios.”<sup>13</sup>

Las sondas lambda pueden tener diferente cantidad de cables, existiendo de 1, 2, 3 o 4 cables. Las de 1 solo cable dan alimentación a la UEC, la masa se logra por la misma carcasa contrariamente a la sonda de 2 cables la cual tiene un cable de tierra y el otro es señal a la UEC.

“Las sondas de 3 o 4 cables son las que poseen resistencia calefactora, generalmente en éstas sondas los cables de color blanco son los encargados de la alimentación de la sonda con el positivo y la masa. El cable extra en la lambda de 4 cables corresponde a la masa del sensor de oxígeno y generalmente es de color gris.

Fig.2-28 Tipos de sensores de oxígeno



Fuente:<http://www.mecanicadeautos.info/SondaLambda.php>, Acceso: 20 de Noviembre del 2007

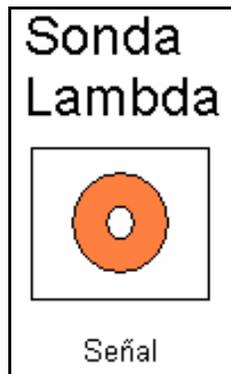
<sup>13</sup> <http://www.mecanicadeautos.info/SondaLambda.php>

La diferencia entre las sondas radica en la temperatura necesaria para comenzar a generar el voltaje de referencia para la UEC. Mientras que las que no poseen calefacción su funcionamiento comienza a partir de los 300°C. las sondas con calefacción reciben corriente en la resistencia interna de la sonda inmediatamente en cuanto se pone en contacto con la llave del vehículo. Esto permite que la parte del sensor adquiera temperatura y comience a funcionar rápidamente luego de la puesta en marcha del motor.”<sup>14</sup>

Un aspecto fundamental a tener en cuenta con las sondas lambdas es mantener la superficie del sensor lo más limpia posible. Esta sección del sensor puede presentar impurezas que impedirán su buen funcionamiento, como puede ser la presencia de carbón.

### 2.6.1 Identificación de terminales

Fig. 2-29 Terminal del sensor de oxígeno



Fuente: Creación de los autores

### 2.6.2 Voltajes de Referencia

Para realizar mediciones se debe tomar en cuenta si la sonda tiene o no calefacción. Si la sonda lambda no posee calefacción se debe esperar unos 15 minutos antes de comenzar a realizar cualquier medición sobre ella ya que ésta no estará operativa hasta no alcanzar la temperatura necesaria para su funcionamiento, en cambio las que poseen calefacción se las puede medir a los pocos instantes de encendido el motor.

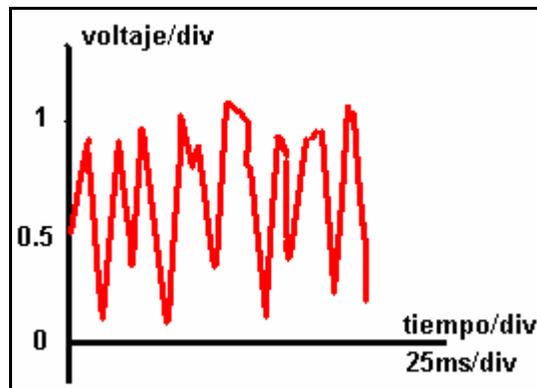
<sup>14</sup> <http://www.mecanicadeautos.info/SondaLambda.php>

Si la sonda estuviese funcionando correctamente el voltaje medido debería estar en los rangos de 0,2 y 1 voltio. El voltaje esperado con el motor en ralentí estaría entre 0,4 y 0,5 voltios, debido a que la UEC se encuentra ajustando la relación estequiométrica a la retroalimentación que recibe del sensor de oxígeno. Cuando aceleramos el motor, la tensión subirá momentáneamente a más de 0.8 voltios debido al enriquecimiento de la mezcla.

Si las pruebas nos dan estos valores nos indicaría que la sonda esta informando el porcentaje de oxígeno del escape variando su voltaje. Si la medición da valores inferiores a 0,3 voltios al acelerar, el sensor de oxígeno presenta un mal funcionamiento, porque no censa el enriquecimiento de la mezcla.

### 2.6.3 Formas de onda patrón

Fig. 2-30 Onda patrón del sensor de oxígeno

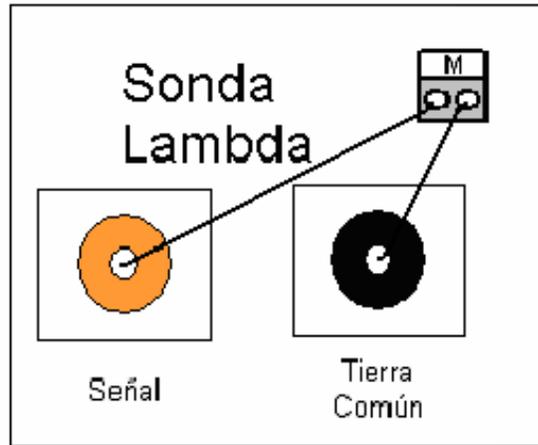


Fuente: Creación de los autores

### 2.6.4 Conexión de medidores

Tanto las sondas con o sin calefacción entregan la información a la UEC a través de un cable negro. La conexión se realiza con un multímetro, o un osciloscopio colocando el positivo al terminal de conexión de la sonda y el negativo a tierra común.

Fig. 2-31 Conexión de medidores del sensor de oxígeno



Fuente: Creación de los autores

## CAPÍTULO 3

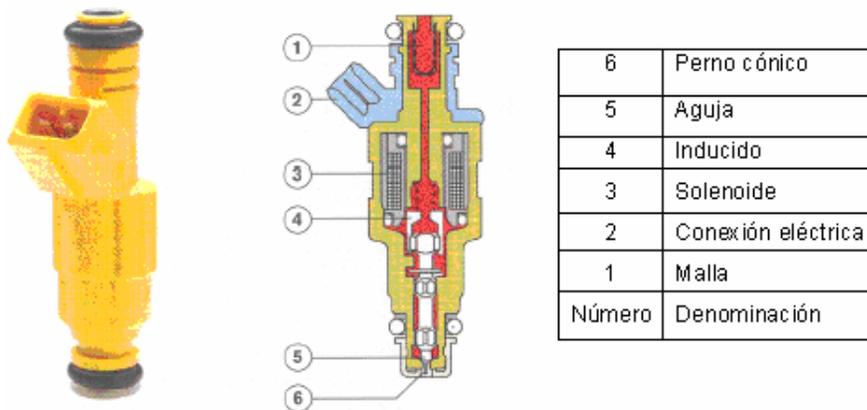
### ACTUADORES Y UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL

#### 3.1 Inyectores

“En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible pulverizado se mezcle con el aire, produciendo la mezcla que se combustionará.

Para obtener la perfecta distribución del combustible, sin pérdidas por condensación, se debe evitar que el chorro de combustible toque en las paredes internas de la admisión.”<sup>15</sup>

Fig.3-1 Válvula de inyección



Fuente: Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.10

<sup>15</sup> Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.14

Las válvulas de inyección son comandadas electro-magnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando.

En el motor de Corsa Evolution 1.8 que se encuentra en el banco didáctico funcional, los inyectores son de marca Bosch, funcionan con 12 V con la punta de la aguja con forma cónica y la boquilla de rociado con un patrón de 4 agujeros.

Debido a que el inyector posee una bobina, se produce autoinducción en este arrollamiento el momento que la computadora abre el circuito del inyector, por lo cual se produce la onda característica de este dispositivo Fig. 3-5.

El mantenimiento que se da a los inyectores puede ser de dos maneras: uno es la limpieza mediante cánister, y otra con ultrasonido.

La limpieza con cánister es preventiva, se realiza con los inyectores montados en el motor y consiste en desconectar la alimentación de combustible y suprimir el conducto de retorno del sistema, y por medio de un cánister simular la entrada de combustible a la presión original de trabajo -alimentada neumáticamente-, colocando un líquido especial mezclado con gasolina de la mejor calidad en una proporción de 1 a 3; esta mezcla circula por toda la riel de inyección; haciendo que se disuelvan las impurezas que están en el inyector manteniendo así en buen estado al mismo.

Fig. 3-2 Limpiador de inyectores por cánister



Fuente: Creación de los autores

En cambio la limpieza con ultrasonido es correctiva y se realiza cuando el flujo en los inyectores es muy irregular o están tapados por falta de mantenimiento a consecuencia de la mala calidad del combustible. Para proceder con esta limpieza es necesario desmontar los inyectores del vehículo, extraerles el filtro interno que poseen y realizarle pruebas como la de estanqueidad, aportación y patrón de rocío; una vez realizadas estas verificaciones se procede a colocar los inyectores en la cuba del banco limpiador y se activa el ultrasonido que no es mas que una vibración que se da al líquido para que este comience a disolver las impurezas que obstruyen al inyector. Después de terminado el proceso que generalmente tiene una duración de 30 minutos se coloca un nuevo filtro en el inyector y se cambian los o-rines del mismo para poder montarle nuevamente en la riel de inyección y poner en funcionamiento el motor.

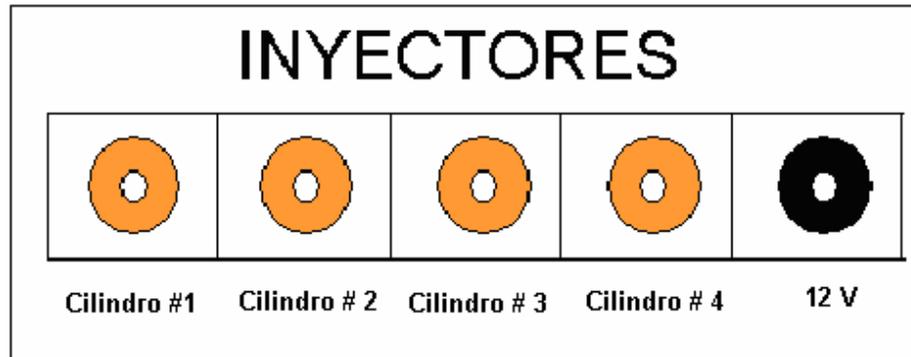
Fig. 3-3 Limpiador de inyectores por ultrasonido



Fuente: Creación de los autores

### 3.1.1 Identificación de terminales

Fig. 3-4 Terminales del Inyector



Fuente: Creación de los autores

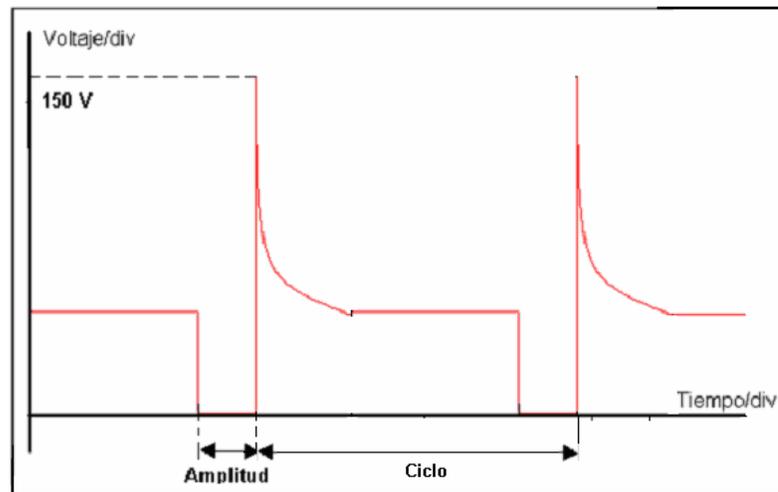
### 3.1.2 Voltajes de referencia

Cuando se cierra el interruptor de encendido la UEC -unidad electrónica de control- energiza el relé del circuito principal y alimenta con 12 V a todos los inyectores, durante el funcionamiento del motor la UEC controla el cierre a masa del circuito del solenoide del inyector y lo acciona; el tiempo que permanezca cerrado este circuito ya ha sido calculado por la computadora, basándose en la información que le dan los sensores sobre la situación del motor.

Las curvas del inyector nos deben mostrar un pico de tensión de alrededor de 150 V; la frecuencia de la onda dependerá del número de revoluciones a las que está el motor, y la amplitud de la cantidad de combustible que ha sido calculada a entregar por la UEC. La resistencia de la bobina de los inyectores para el motor "Corsa Evolution1.8" es 12Ω.

### 3.1.3 Formas de onda patrón

Fig.3-5 Onda patrón de la válvula de inyección

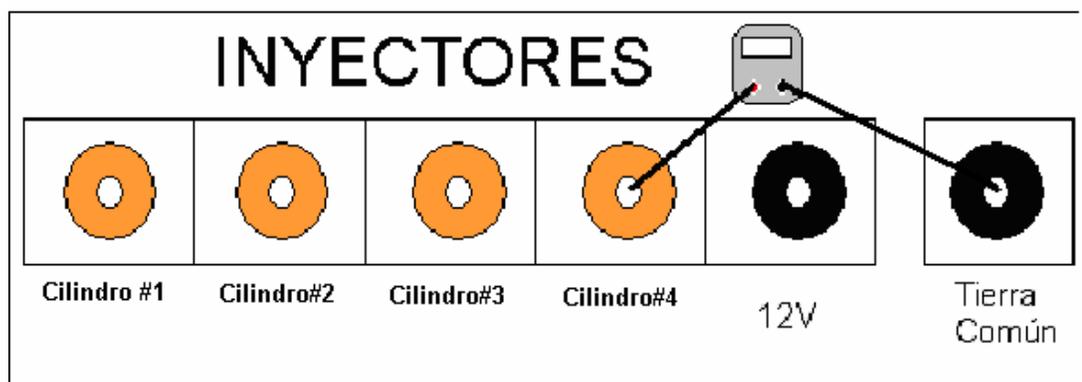


Fuente: Creación de los autores

### 3.1.4 Conexión para mediciones

Para poder constatar el funcionamiento y la tensión que genera la bobina del inyector, se debe colocar la sonda de referencia del osciloscopio en el terminal de masa y la sonda de señal en el terminal que corresponde a la línea de cierre del circuito del inyector a probar. De esta manera obtenemos el oscilograma característico de funcionamiento del inyector Fig. 3-5

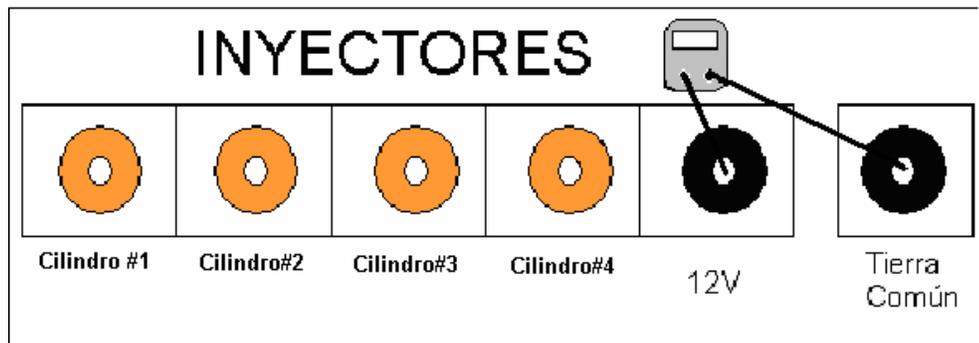
Fig.3-6 Conexión de medidores en el inyector



Fuente: Creación de los autores

Para verificar la tensión de alimentación del inyector que es enviada por el relé del circuito principal, conectamos el multímetro entre el terminal 12V y masa. El valor que se obtiene es la tensión de la batería cuando el interruptor de encendido está cerrado y 0 V cuando está abierto.

Fig.3-7 Conexión de medidores en el inyector



Fuente: Creación de los autores

Cada terminal de señal de inyector del tablero de instrumento externo corresponde a su línea de cierre de circuito que viene desde la computadora. La línea 12 V es tomada de la alimentación general de los inyectores por eso cuando se desactiva esta línea ningún inyector funciona.

### 3.2 Válvula IAC

La válvula de control de aire de ralentí –idle air control-, maneja el flujo de aire en una derivación que existe en el cuerpo de la válvula de aceleración, la computadora comanda para disminuir el flujo de aire en caso de que las revoluciones de ralentí sean excesivas y viceversa.

El control del régimen de ralentí en el motor del banco didáctico funcional está a cargo de una válvula IAC del tipo de motor de pasos bipolar, el cual tiene 2 bobinas.

Cada una de las bobinas de este motor bipolar forman internamente un electroimán, el cual atrae o repele al sin fin produciendo el movimiento obturador. Una característica de este motor es que la alimentación de las bobinas es conmutada eso quiere decir que la tensión puede ingresar por cualquiera de los 2 terminales haciendo que el obturador salga o se retraiga controlando la marcha mínima.

La computadora suministra una sucesión de pulsos que activan de forma secuencial las bobinas del motor, alternando las polaridades y produciendo el giro del manguito roscado que comanda el émbolo de obturación.

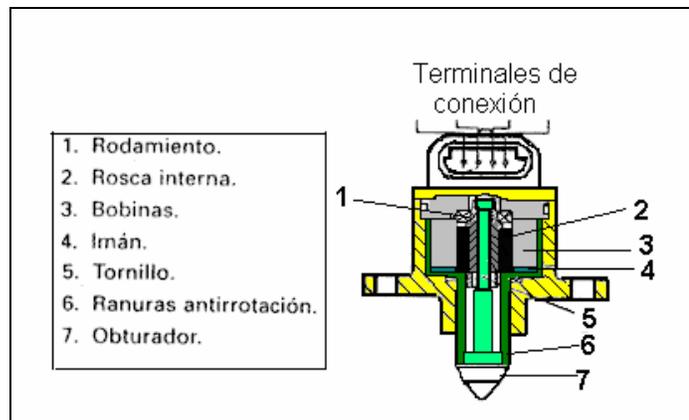
El control correcto del régimen de ralentí a través de la válvula IAC exige un ajuste de la posición de reposo de la válvula de aceleración.

Fig. 3-8 Válvula IAC



Fuente: Creación de los autores

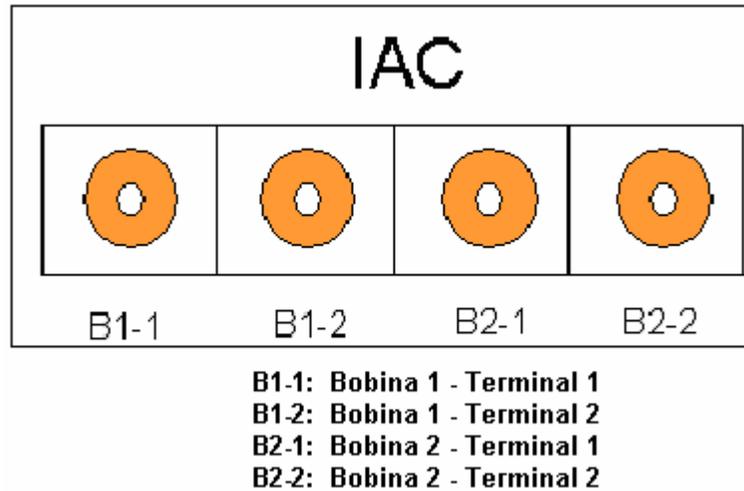
Fig. 3-9 Partes de la válvula IAC



Fuente: <http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/sensores%20y%20actuadores/actuadotes1.asp>

### 3.2.1 Identificación de terminales

Fig. 3.10 Terminales de la válvula IAC



Fuente: Creación de los autores

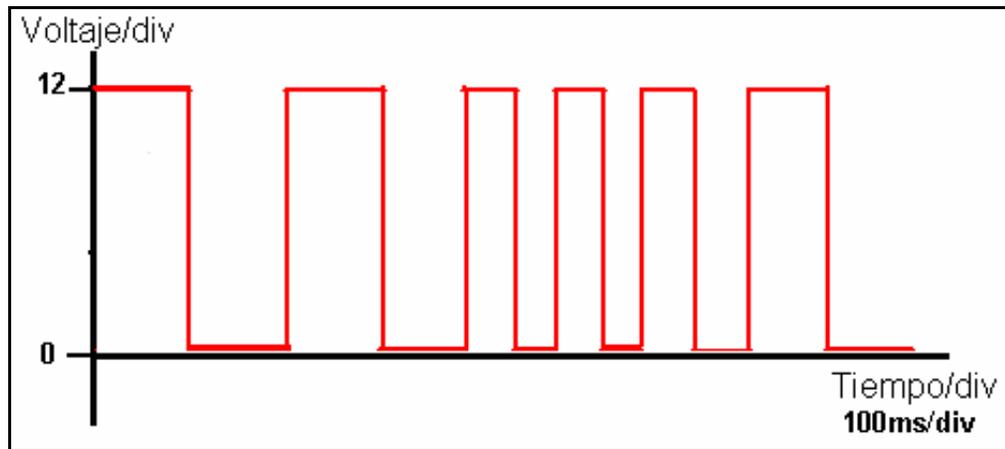
### 3.2.2 Voltajes de referencia

Cuando se cierra el interruptor de encendido la UEC energiza los circuitos del motor de la válvula IAC de forma que se posicione según la cuenta de pasos que tiene almacenada en su memoria. La computadora cuenta los pasos del motor IAC y guarda la posición relativa de la válvula con respecto a su asiento. Esta válvula se encarga de controlar la marcha mínima o ralentí.

La resistencia del bobinado de la válvula IAC del motor de Corsa Evolution 1.8 es  $57\Omega$  por bobina.

### 3.2.3 Formas de onda patrón

Fig.3-11 Onda patrón de la válvula IAC

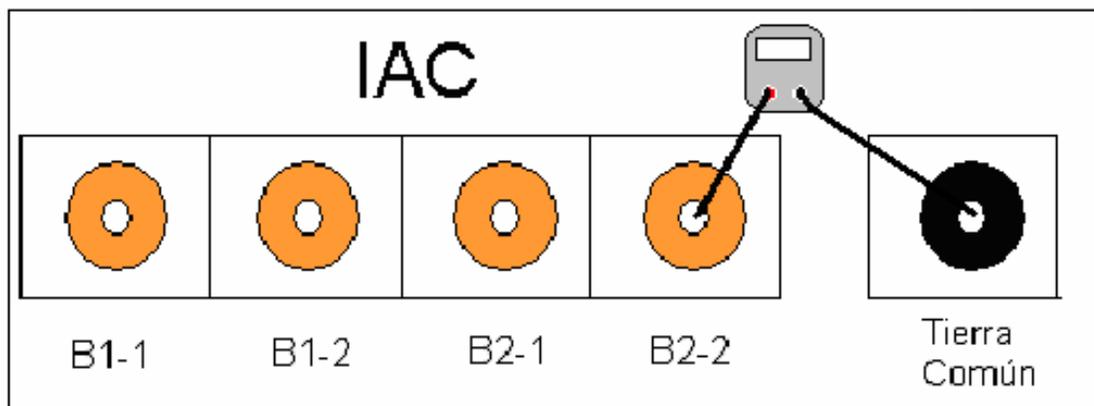


Fuente: Creación de los autores

### 3.2.4 Conexión de medidores

Para poder verificar las tensiones de las bobinas del motor del IAC conectamos el osciloscopio entre cada terminal (B1-1, B1-2, B2-1, B2-2) y la tierra común para observar la onda característica que emite el motor a pasos.

Fig.3-12 Conexión de medidores en la válvula IAC



Fuente: Creación de los autores

### 3.3 Bobina de encendido

“El encendido realiza sustancialmente las cuatro funciones siguientes:

- Ruptura del circuito primario de carga de la bobina y el consecuente salto de chispa en la bujía.
- Cálculo del avance de encendido en función del régimen y la carga del motor.
- Elaboración de la energía de alta tensión.
- Distribución de la alta tensión a las bujías de encendido.

Estas cuatro funciones de base pueden ser eventualmente completadas por funciones auxiliares tales como:

- Detección del picado y modificación del avance de encendido.
- Corrección en función de la temperatura.
- Limitación del régimen motor.

La función de ajuste del avance de encendido puede realizarse con mecanismos mecánicos o mediante sistemas electrónicos. Los sistemas electrónicos de gestión del encendido pueden estar integrados en una central única de control del motor que gestione a la vez el sistema de alimentación del motor o ser un sistema totalmente independiente.”<sup>16</sup>

Fig. 3-13 Bobina de encendido



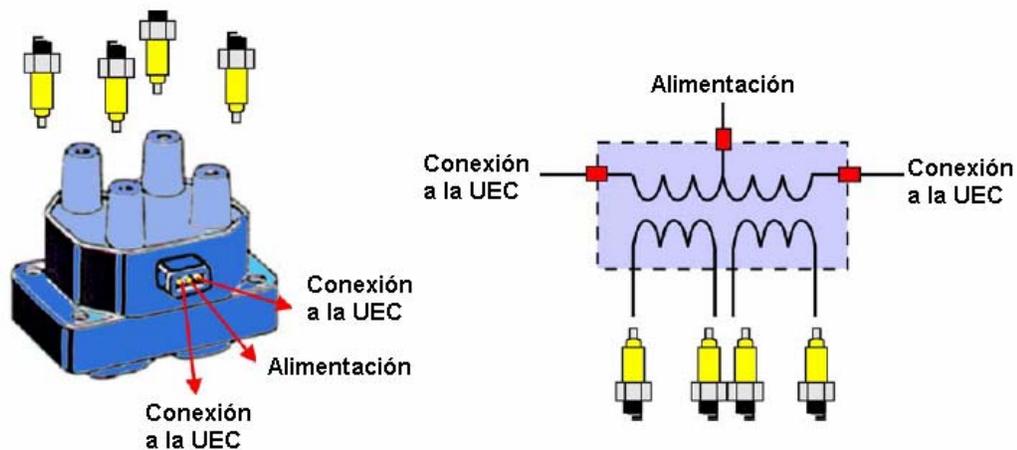
Fuente: Creación de los autores

<sup>16</sup>Centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares, *Sistemas de encendido*, p.6

En el motor de Corsa Evolution 1.8 se utiliza un sistema de encendido sin distribuidor tipo DIS -direct ignition system- o sistema de ignición directo. Consta de una bobina por 2 cilindros del tipo de chispa perdida, eso quiere decir que cada vez que se abre el circuito primario salta chispa en 2 cilindros, la una es aprovechada por la fase de compresión de uno de los cilindros y la otra se pierde debido a que se da en la fase de escape del otro cilindro. Una bobina del banco 0 funciona para el cilindro 1 y 4 y la del banco 1 para el 2 y 3.

El sistema de encendido directo no tiene distribuidor. Dependiendo del modelo y año, el sistema DIS puede incluir varios paquetes de bobinas de encendido, un módulo de encendido, un sensor de posición del cigüeñal, un sensor del árbol de levas, cables de bujías y la computadora. Las bobinas de encendido están conectadas directamente a las bujías.

Fig. 3-14 Sistema de encendido DIS



Fuente: <http://www.redtecnicaautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/DIS/.asp>, Acceso: 20 de Noviembre del 2007

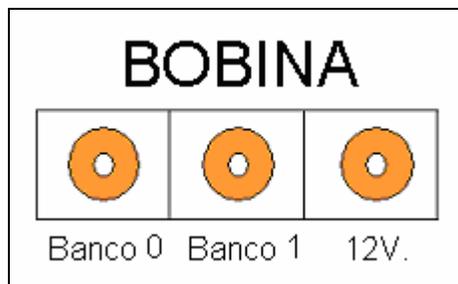
La señal enviada por el sensor de posición del cigüeñal rotatorio se dirige al módulo de encendido, el cual envía un impulso a la computadora. La computadora usa este impulso para calcular la posición del cigüeñal y la velocidad del motor y entonces enciende la bujía. La ventaja de este sistema es la sencillez: no hay partes móviles, el

mantenimiento es mínimo, las bobinas tienen más tiempo de enfriarse entre cada encendido de bujía y no se requiere ningún ajuste mecánico de la sincronización.

En las bobinas de encendido convencionales, un extremo del devanado secundario está conectado al terminal 1 del devanado primario. En el sistema DIS, ningún extremo del devanado tiene conexión física; en su lugar cada uno de estos extremos va conectado a una bujía de encendido.

### 3.3.1 Identificación de terminales

Fig. 3-15 Terminales de la bobina



Fuente: Creación de los autores

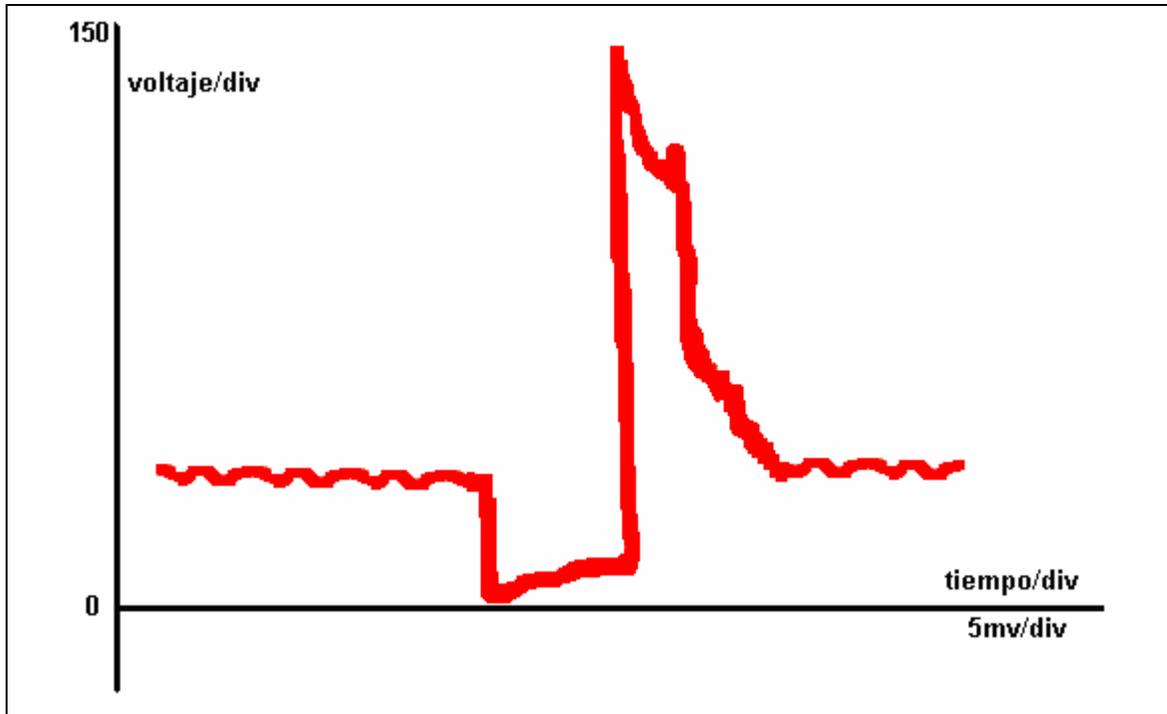
### 3.3.2 Voltajes de referencia

Cuando se cierra el interruptor de encendido la UEC energiza el relé del circuito principal y este alimenta con 12V al bloque de bobinas y a los inyectores; la computadora controla el cierre a masa del circuito de cada una de las bobinas; el tiempo de funcionamiento de este circuito ha sido calculado por la UEC basándose en la información que le dan los sensores sobre la situación en la que está motor.

Una de las características principales de esta bobina de encendido es que tiene un bobinado primario de baja resistencia, esto hace que cuando el circuito primario está cerrado exista una carga eléctrica muy alta de 8 amperios lo cual permite que se acumule una mayor campo magnético en la armadura, por ende resultará en la inducción de elevadas tensiones en el circuito secundario. La resistencia de la bobina primaria es  $1.5\Omega$ .

### 3.3.3 Formas de onda patrón

Fig.3-16 Onda patrón del circuito primario de la bobina



Fuente: Creación de los autores

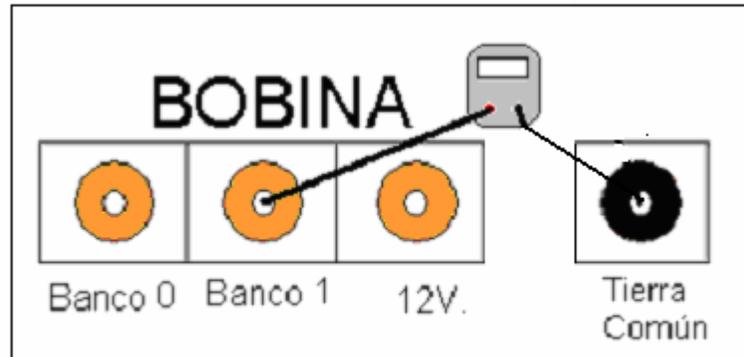
### 3.3.4 Conexión de medidores

Para poder verificar las tensiones que generan los arrollamientos del circuito primario de las bobinas de encendido, procedemos a conectar el osciloscopio entre los terminales ya sea del banco 0 o banco 1 y tierra común.

Para verificar la tensión de alimentación del bloque de bobinas que es enviada por el relé del circuito principal, conectamos el multímetro entre el terminal 12V y masa. El valor que se obtiene es la tensión de la batería cuando el interruptor de encendido está cerrado y 0 V cuando está abierto.

Para verificar las tensiones en el circuito secundario, debemos utilizar la pinza de inducción y utilizar el osciloscopio en el modo de pruebas en el circuito secundario de encendido, para visualizar la curva característica de la alta tensión y poder identificar el voltaje máximo y la amplitud de chispa.

Fig.3-17 Conexión de medidores en la bobina



**Banco 0: Cilindros 1 y 4**

**Banco 1: Cilindros 2 y 3**

Fuente: Creación de los autores

### 3.4 Solenoide de purga del cánister del sistema EVAP

El solenoide de purga del EVAP -evaporative emissions- o emisiones evaporativas, controla el flujo de vapores de combustible al colector de admisión. Esta válvula de solenoide, que normalmente está cerrada, recibe impulsos modulados en anchura PWM -pulse width modulation- o de la UEC para controlar de forma precisa el flujo de estos vapores al motor.

En este sistema un contenedor de carbón vegetal (canister) se utiliza para absorber la gasolina evaporada del depósito de combustible para prevenir que escape a la atmósfera, su funcionamiento es el siguiente:

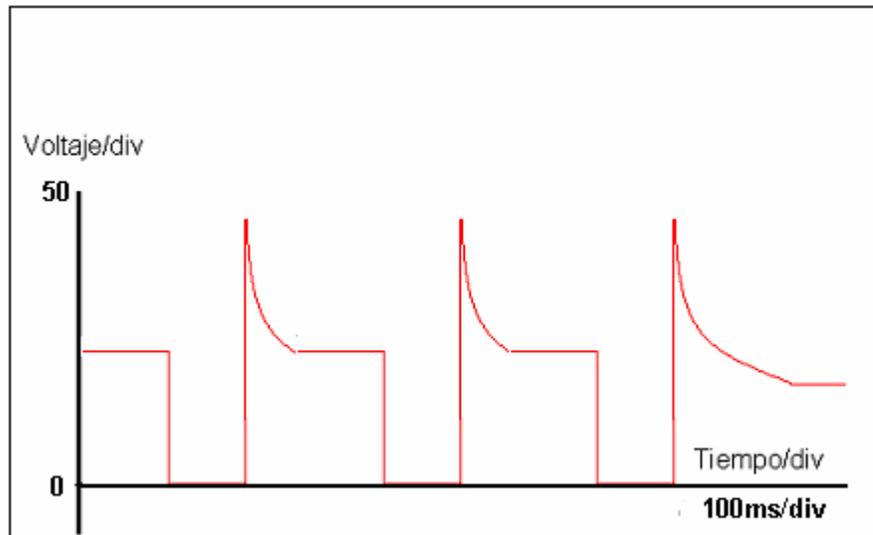
Cuando el motor está apagado, los vapores de gasolina en el depósito son conducidos y almacenados en el canister.

Debido a este vapor almacenado en el contenedor se puede producir vacío en el depósito cuando la temperatura ambiente es muy baja; para evitar daños en el depósito de combustible el canister está diseñado para que pueda dejar pasar aire hacia el depósito, además en el tapón del depósito existe una válvula de alivio de depresión con el mismo fin.

Cuando el motor esta encendido la válvula solenoide de purga del canister se abre por una señal de la computadora, haciendo que el vacío del motor arrastre los vapores de gasolina almacenados en el canister hacia el múltiple y sean quemados normalmente.

### 3.4.1 Formas de onda patrón

Fig.3-18 Onda patrón de la válvula de purga



Fuente: Creación de los autores

### 3.5 Electro ventilador

Este dispositivo electromecánico se lo utiliza para forzar la circulación de aire a través del núcleo del radiador, cuando la velocidad del vehículo no es suficiente para mantener un flujo de aire mínimo que mantenga la temperatura del refrigerante por debajo de un límite; este límite de temperatura es comunicado a la UEC a través del sensor de temperatura del refrigerante, si se calienta más, la computadora acciona el relé de control del ventilador.

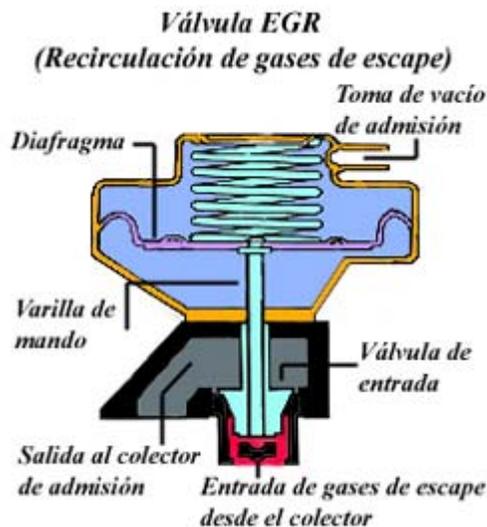
El software o programa que existe en la computadora de este banco esta hecho de manera que si por cualquier razón el sensor falla o se daña, la UEC responde encendiendo de forma continua el ventilador aun cuando el interruptor de encendido se halla en posición abierta evitando así un calentamiento del motor y encendiendo

además la luz testigo -Check Engine – indicando que hay un problema en el sensor. La resistencia de los arrollamientos del electro ventilador es de 15  $\Omega$ .

### 3.6 Válvula EGR

La válvula EGR, o de recirculación de gases de escape toma su nombre del inglés cuya nomenclatura es: Exhaust gases recirculation. Tiene la misión de reducir los gases contaminados procedentes de la combustión o explosión de la mezcla y que mediante el escape salen al exterior. Estos gases de escape son ricos en monóxido de carbono, carburos de hidrógeno y óxidos de nitrógeno. Esta válvula además de la recirculación de gases, baja las temperaturas de la combustión o explosión dentro de los cilindros. La adición de gases de escape a la mezcla de aire y combustible hace más fluida a esta por lo que se produce la combustión o explosión a temperaturas más bajas.

Fig.3-19 Partes de la válvula EGR



Fuente: <http://www.redtecnicautomotriz.com/Archivo%20Tecnico/Revision%20Tecnica/TPS/TPS.asp>, Acceso: 13 de Diciembre del 2007

La base de la válvula es la más resistente, creada de hierro fundido ya que tiene que soportar la temperatura de los gases de escape -sobrepasan los 1000°C- y el deterioro por la acción de los componentes químicos de estos gases. Estas altas temperaturas y componentes químicos que proceden del escape son los causantes de que la válvula pierda la funcionalidad, pudiendo quedar esta agarrotada,

tanto en posición abierta como cerrada, por lo que los gases nocivos saldrían, en grandes proporciones al exterior y afectando a la funcionalidad del motor. Las válvulas EGR se pueden encontrar en los motores con un accionamiento electrónico o mecánico, dependiendo exclusivamente de la unidad de mando del motor.

La apertura de la válvula del sistema, se realiza a baja y media potencia aproximadamente puesto que para las altas prestaciones de un motor, se necesita una entrada de aire más densa que se mezcle con el combustible.

### **3.6.1 Funcionamiento del sistema de recirculación de gases**

El colector de admisión es el encargado de llevar al interior de los cilindros el aire de la mezcla -o la mezcla de aire y combustible- por demanda de los pistones de los cilindros. La toma de vacío que tiene la válvula EGR basa su funcionamiento en este efecto, la succión de aire crea un vacío que actúa sobre el diafragma de la válvula comprimiendo el muelle y levantando la válvula que permite el paso del gas de escape desde el colector de escape hacia el colector de admisión.

De la misma forma cuando menor sea la succión de aire, por parte de los cilindros, menor será el vacío por lo que el diafragma permitirá al muelle a bajar a su posición dejando al vástago cerrar la válvula de entrada de gases de escape al colector de admisión.

### **3.7 Unidad de control electrónico –UEC-**

“Es el cerebro del sistema. Es ella que determina el volumen ideal de combustible a ser pulverizado, con base en las informaciones que recibe de los sensores del sistema.”<sup>17</sup>

El microprocesador toma esta información digitalizada y la procesa según las instrucciones de un programa que está almacenado en la memoria ROM, el microprocesador puede enviar esta información a la UAL -unidad aritmética lógica- si es necesario realizar operaciones con estos datos o, a la memoria RAM en la cual serán guardados temporalmente hasta su disposición. Al término del procesamiento se

---

<sup>17</sup> Robert Bosch limitada, *Sistemas de inyección electrónica*, p.15

obtendrá una salida, esta se envía a los módulos de potencia que son los encargados del control de los circuitos eléctricos de los actuadores del sistema de inyección.

Cuando se produce una falla de un sensor, la UEC entra en un modo de funcionamiento de emergencia en el cual:

- Guarda un cuadro de datos en el momento en que se produjo la falla
- Genera un DTC -diagnostic trouble code- o código de diagnóstico de problema de tipo persistente al cual se accede mediante un escáner.
- Encender el indicador de mal funcionamiento del sistema de control de emisiones MIL -malfunction indicator light- o luz indicadora de malfuncionamiento.
- Reemplazo del dato erróneo que envía el sensor dañado por un valor constante de un cuadro de datos tomado cuando el funcionamiento del motor era normal

Este modo de emergencia permite un mínimo de funcionalidad del vehículo hasta que pueda ser llevado a un taller de reparaciones.

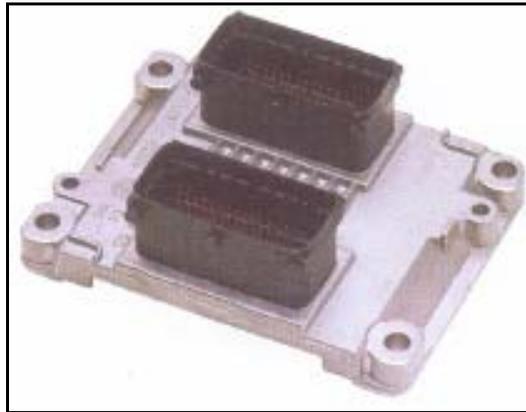
Cuando se genera un código de tipo intrascendente o esporádico se produce el siguiente proceso:

- Guarda un cuadro de datos en el momento en que se produjo la falla
- Genera un DTC al cual se accede mediante un escáner.
- Encender el indicador de mal funcionamiento del sistema de control de emisiones MIL
- Al no continuar produciéndose la falla se apaga el indicador -MIL-
- El DTC queda guardado en la memoria hasta que se producen cierto número de ciclos de funcionamiento -motor encendido ~ motor apagado- sin repetirse la falla, el DTC se borra de la memoria

La UEC puede entrar en este modo de emergencia para suplantar a casi todos los sensores, en el caso del banco un sensor que no puede ser suplantado es el MAP.

La señal del sensor CKP es la más importante ya que sincroniza el funcionamiento de la UEC con el motor, esta señal da el inicio de los ciclos calculados de inyección y de ignición. De no existir esta señal el motor no puede funcionar.

Fig.3-20 Unidad de control electrónico



Fuente: Robert Bosch limitada, Sistemas de inyección electrónica, p.15

### 3.7.1 Tipos de memorias de la UEC

#### 3.7.1.1 Memoria de acceso aleatorio RAM -random acces memory-

“Este tipo de memoria permite a la UEC almacenar datos temporalmente hasta que sean ocupados por el programa para algún propósito. La UEC podrá almacenar y obtener información en un momento dado. Estos datos vienen de los sensores de entrada y los interruptores.”<sup>18</sup>

Por ejemplo, la información que el procesador recibe del conversor análogo digital al que esta conectado el sensor de temperatura de refrigerante del motor es guardada en una porción de la memoria RAM, la cual puede ser accesada en cualquier momento por el controlador según los requerimientos del programa de control del microprocesador, puede ser sobrescrita el momento que el valor de temperatura cambie e incluso ser utilizado como información de apoyo en el evento de un daño en el sensor ECT.

El momento que se apaga el motor se quita la energía a estos circuitos de memoria, por lo que pierde cualquier información contenida.

<sup>18</sup> Centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares, *Inyección electrónica en motores a gasolina*, p. 17

### **3.7.1.2 Memoria solo de lectura ROM -read only memory-**

“Este tipo de memoria es de almacenamiento permanente, por lo tanto aquí está grabado el programa que controla el microprocesador.”<sup>19</sup>

Se le conoce con el nombre de memoria de fusibles, los cuales se funden o se dejan intactos dependiendo del software el momento que se realiza la programación. Los fusibles no pueden ser restaurados por lo que la programación de esta memoria solo se puede realizar una vez.

Por lo general esta información es introducida por el fabricante y esta protegida contra lectura, por lo que no puede ser indagada.

### **3.7.1.3 Memoria programable solo de lectura PROM -programmable read only memory-**

“Esta información es también permanente y esta programada de fábrica en la computadora. Los datos son específicos para el tamaño del motor, tipo de transmisión, sistema de combustible, sistema de encendido, turbo o no, relaciones de transmisión y una variedad de otras opciones.”<sup>20</sup>

La PROM es específica del vehículo, si es necesaria la sustitución de la UEC debido a daño debemos retirar la PROM de la computadora dañada en los casos en los que sea posible la extracción; en los que no, se debe proceder a la programación de la PROM, esto es posible solamente con la herramienta de diagnóstico licenciada por el fabricante.

Algunas UEC tienen una memoria del tipo EEPROM -memoria programable eléctricamente borrable solo de lectura-, en este tipo de UEC podemos alterar información cuando se han cambiado opciones en el automóvil por ejemplo: tamaño de neumáticos.

---

<sup>19</sup> IBID, p. 17

<sup>20</sup> Centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares, *Inyección electrónica en motores a gasolina*, p. 17

Esta información es muy importante que corresponda a las condiciones actuales del vehículo, ya que varios sistemas como: Velocímetro digital, Frenos ABS -antilock brake system- o sistema de frenos antibloqueo, control de tracción TCS -traction control system, utilizan este dato para sus cálculos internos, los que no serian correctos si esta información no correspondiera al vehículo.

#### **3.7.1.4 Memoria de conservación KAM -keep alive memory-**

Es una memoria RAM energizada directamente por la batería en la que:

- Se guarda la información sobre los códigos de falla
- Los cuadros congelados de los DTC reportados
- Datos de calibración de la válvula IAC
- Ajuste de combustible a corto plazo
- Ajuste de combustible a largo plazo

En caso de que la alimentación se interrumpa se produce el borrado de esta información, por lo que al encender el vehículo puede producirse un funcionamiento irregular; hasta que la UEC adapta su funcionamiento a las condiciones actuales del vehículo -algunos minutos-.

## CAPÍTULO 4

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO FUNCIONAL

### 4.1 Características particulares del banco

#### 4.1.1 Generalidades

El banco didáctico funcional posee un motor de “Chevrolet Corsa Evolution 1.8” el cual funciona por medio de 2 computadoras; una de control del motor y otra de control de la carrocería, tiene la particularidad de que posee una llave con un circuito integrado, la cual envía una señal al inmovilizador ubicado en el interruptor de encendido –switch-, esta señal va a la computadora de control de la carrocería, la cual compara el código recibido de la llave introducida con uno guardado en su memoria; si corresponden, la UEC -unidad electrónica de control de la carrocería- regresa la señal al controlador del motor para que permita la secuencia de encendido o, en su defecto al no coincidir las señales se indica en el tablero de instrumentos el fallo en el sistema de inmovilización, mediante el parpadeo continuo del indicador de chequeo de sistemas. Para poner en funcionamiento el motor no se lo debe realizar con una llave que no sea la que se ha proporcionado, ya que de realizarse se producirá el bloqueo de encendido permanente y la generación de un código de falla que solo pueden ser desbloqueados utilizando la herramienta de diagnóstico licenciada por la marca - Tech2-. Este sistema electrónico tiene la particularidad de que sus componentes como son: la UEC del motor y la carrocería, la llave, el inmovilizador y el tablero original deben poseer el mismo código de conexión porque en caso contrario el motor no se va a encender.

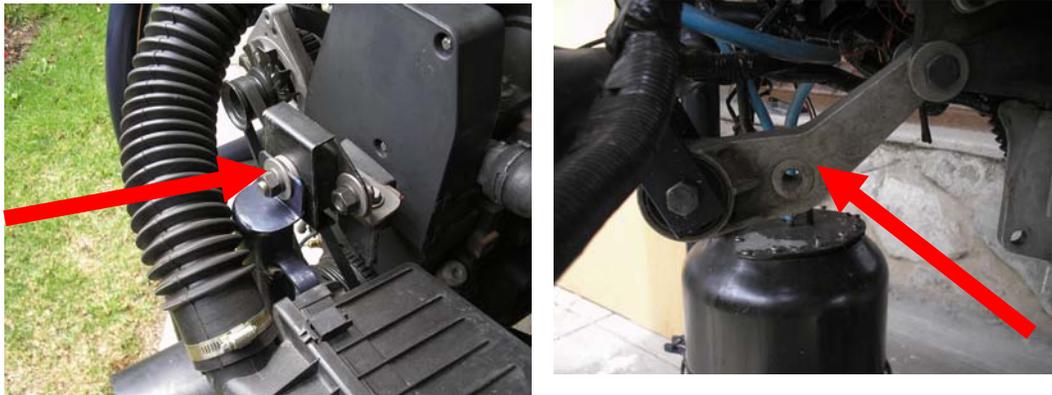
#### 4.1.2 Ubicación de los componentes que forman el banco didáctico

Para la realización del banco didáctico funcional se tomaron medidas en el cofre del vehículo “Chevrolet Corsa Evolution 1.8”, las cuales fueron respetadas el momento de

ubicar los componentes externos del motor y de esa manera no alterar su normal funcionamiento.

Dentro del banco didáctico el motor se encuentra instalado transversalmente, igual que en un vehículo convencional, con una sujeción flotante de 2 bases ubicadas en la parte posterior, una a cada extremo de la caja de cambios, y una base en la parte delantera, las cuales absorben las vibraciones generadas por el funcionamiento del motor haciendo que el banco no se mueva.

Fig. 4-1 Ubicación de las bases del motor

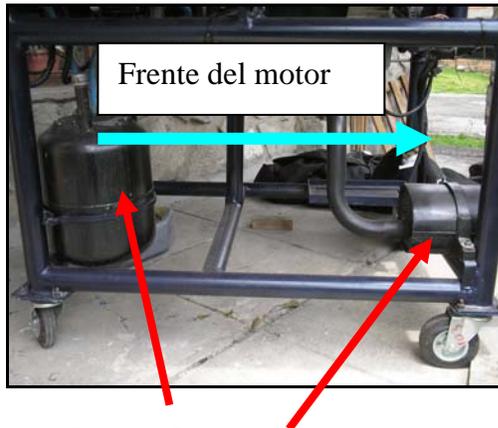


Fuente: Creación de los autores

El tanque de combustible y el filtro lo colocamos en la parte inferior del banco didáctico al lado opuesto del escape y la batería, para evitar cualquier tipo de inflamación del combustible ya sea por alguna chispa o bien por una contra-explosión que puede generar el escape.

El escape en cambio lo ubicamos en la delantera del motor y al lado derecho del tablero externo para evitar que los gases de escape emitidos se acumulen en el ambiente de trabajo del banco cuando está en un período largo de funcionamiento.

Fig. 4-2 Ubicación del tanque de combustible y escape

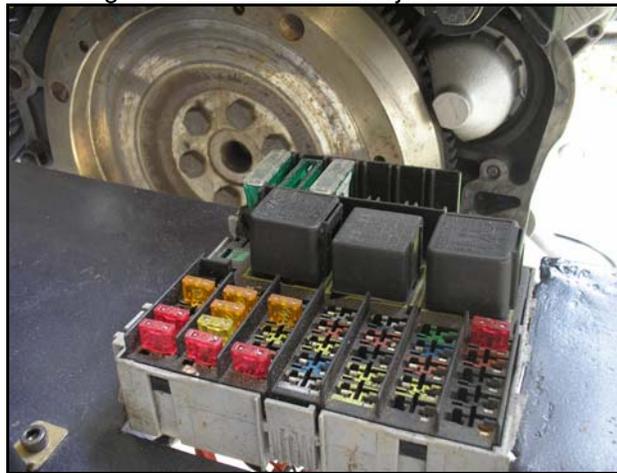


Fuente: Creación de los autores

El depósito de expansión del refrigerante se lo instaló a 7,5 cm sobre el cabezote, lo que permite que el líquido llene los conductos de refrigeración por gravedad, haciendo además un purgado del sistema. El radiador también fue colocado respetando la separación que tiene con el motor y con la misma altura respecto al cabezote de la misma manera que en un vehículo convencional “Chevrolet Corsa Evolution 1.8”.

La caja de fusibles, relés y computadora de control del motor están al lado derecho – visto de frente- con una ubicación parecida a la que existe en un “Chevrolet Corsa Evolution 1.8”. La UEC del motor en esa posición es enfriada mediante la circulación de aire que existe en ese lado del motor.

Fig. 4-3 Ubicación de la caja de fusibles



Fuente: Creación de los autores

El tablero externo de instrumentos está en la parte posterior del banco didáctico al lado izquierdo del motor –visto de frente-, para protección de la persona que este utilizando el banco porque está alejado de las partes giratorias como son la polea del cigüeñal, el volante motor, el ventilador y se puede realizar las pruebas sin tener riesgo alguno.

En el tablero externo están ubicados los interruptores de cada línea del sensor, además de los terminales de conexión para multímetro y osciloscopio. Este mismo tablero tiene los interruptores tapados para que el profesor simule una falla en el motor y el alumno conforme los conocimientos adquiridos realice las distintas pruebas hasta llegar a la solución del problema siendo a su vez evaluado por su desempeño. Además se colocó un terminal con +12 voltios y otro con tierra, la cual está conectada en la estructura del banco, estos terminales facilitan la medición de los distintos sensores y actuadores.

Sobre el tablero de instrumentos externo está ubicado el interruptor de encendido - switch, un manómetro de presión de aceite, un voltímetro y un regulador de presión de combustible, además del conector de diagnóstico -CANBUS-. El banco didáctico funcional además de poseer estos manómetros tiene el tablero original del vehículo en el cual está el velocímetro, tacómetro, y los focos testigos de presión de aceite, carga de la batería, y mal funcionamiento del motor -Check Engine-.

#### **4.1.3 Usos y prestaciones**

Mediante el banco didáctico funcional se puede simular fallas en los distintos sensores y actuadores del sistema de inyección con solo utilizar un interruptor de encendido ubicado en un tablero de instrumentos externo, el cual va a cortar la continuidad en los circuitos que vienen de la computadora haciendo que falle el sensor o actuador y se produzca un mal funcionamiento en el motor. Cuando el motor no funciona correctamente la computadora enciende la luz de control del motor -Check Engine-, indicando que hay un problema en el sistema de control de emisiones. También en el tablero de instrumentos externo constan unos conectores con los cuales se va a tomar de manera más directa la tensión del sensor y también se va a tener la facilidad de conectar un osciloscopio para obtener las señales patrón de cada uno de los sensores o actuadores sin tener que retirar ningún conector de los componentes electrónicos del motor.

Para facilitar las acciones de diagnóstico de fallas, el sistema electrónico de control tiene la capacidad de autodiagnóstico y, posee un enlace de comunicación estandarizado de 16 pines con protocolo tipo -CANBUS- para la conexión de instrumentos de diagnóstico de tipo scanner genérico y -Tech 2-.

En el banco didáctico no solo se va a poder simular problemas en la parte electrónica, sino también fallas en el sistema de alimentación, por medio de interruptores que cortan el voltaje de la bomba de combustible haciendo que la misma no se encienda. También gracias a un regulador ubicado en el tablero de instrumentos se puede ir modificando la presión del sistema e ir observando como funciona el motor en las condiciones de presión dadas.

Este regulador de combustible es de tipo obturador mecánico variable, esta instalado en la línea de retorno del combustible y se puede variar la presión de combustible en el sistema de alimentación actuando sobre su mando, para realizar la medición de la presión del combustible el regulador esta provisto de un manómetro.

Un apoyo grande en el banco didáctico funcional de un motor Otto, es el manual de diagnósticos y fallas, en este se presentan detalladamente los pasos que se deben realizar para llegar a resolver los daños que ocurren en los componentes del motor, además de tener los códigos de falla generales y específicos de la marca, los cuales se pueden obtener de una manera muy sencilla utilizando un scanner genérico o el -Tech 2-.

Además el banco no solo se lo puede utilizar con fines didácticos sino también puede ser un probador de componentes eléctricos y electrónicos del motor, los cuales pueden ser colocados de otros motores de iguales características para realizar pruebas y diagnosticar el estado de los mismos más fácilmente.

Al tratarse de un motor funcional en el aspecto mecánico además del electrónico; puede también ser utilizado para realizar prácticas como: reparación general y preparación o trucaje de los sistemas mecánicos y electrónicos a fin de comprobar su funcionamiento y desempeño.

#### 4.1.4 Ventajas del banco didáctico

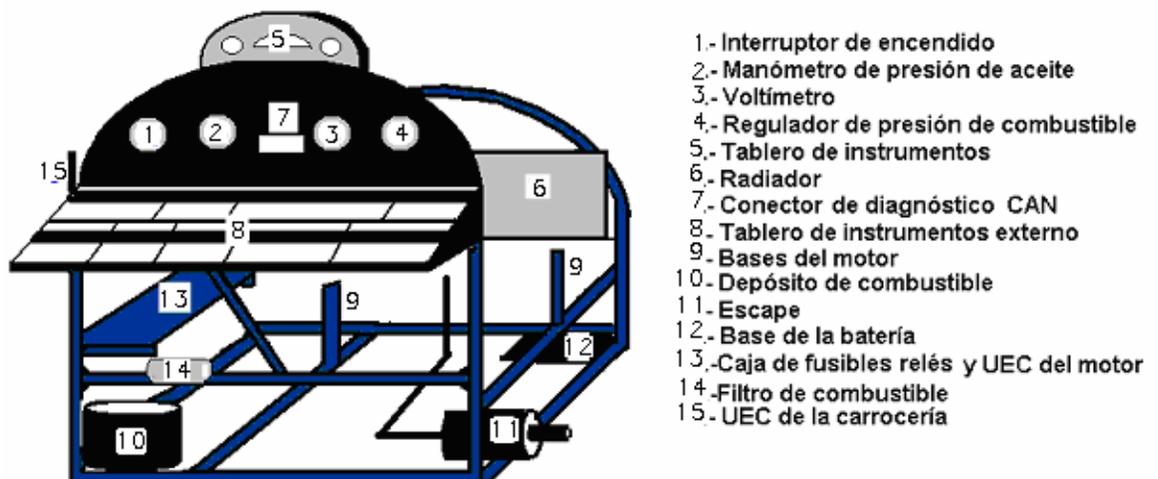
El banco didáctico funcional posee la ventaja de realizar todo tipo de pruebas de los distintos sistemas como son el de ignición, alimentación, electrónico, con solo conectar o desconectar un interruptor, además de realizar una verificación técnica de los componentes del motor conectando un multímetro o un osciloscopio, gracias a las tomas que posee, sin tener que retirar los conectores del motor los cuales se pueden dañar por la manipulación; las pruebas son respaldados por un manual de diagnóstico y fallas.

Las pruebas y reparaciones mecánicas se hacen más fáciles al existir un gran espacio entre la estructura y el motor, porque el diseño del banco esta basado en las dimensiones que existen en el cofre de un vehículo “Chevrolet Corsa Evolution 1.8”.

Tiene la facilidad de transportarse de un lugar a otro dentro del taller automotriz sin realizar mayores esfuerzos, gracias a las ruedas que se han colocado en la estructura.

#### 4.1.5 Visión panorámica de los componentes

Fig. 4-4 Visión panorámica de los componentes del motor



Fuente: Creación de los autores

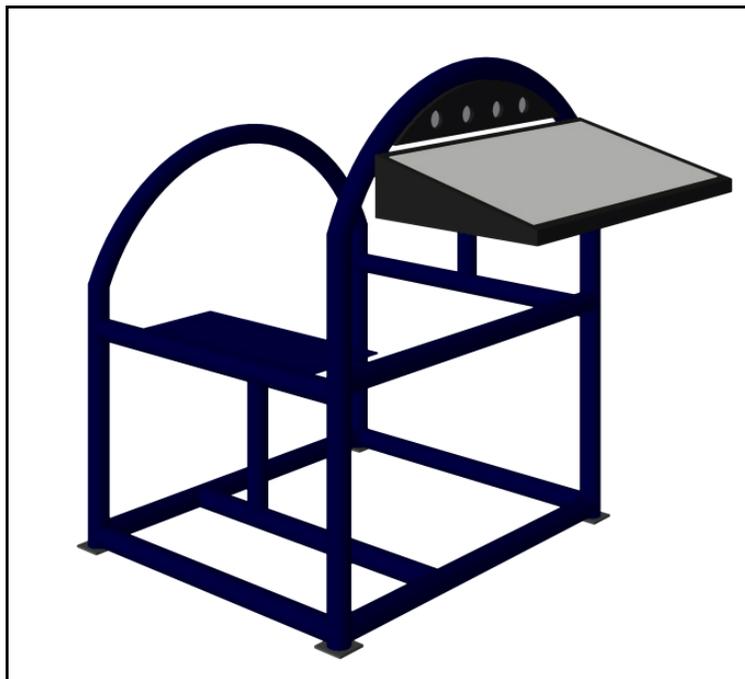
## 4.2 Diseño

### 4.2.1 Formas

Se realizó el banco didáctico con tubo redondo de 2 pulgadas de diámetro exterior y un espesor de 2 mm; el cual fue doblado para utilizarlo en la parte delantera y posterior de la estructura. Las uniones de la estructura fueron soldadas con electrodos 6011 y masilladas para redondear las líneas y evitar aristas vivas manteniendo la ergonomía y funcionalidad.

El tablero de instrumentos externo posee una forma rectangular y está colocado a una inclinación de 20 grados para facilitar la utilización de los interruptores y las tomas de señal con los distintos instrumentos de control. Además para la mejor comprensión de los alumnos lo dividimos en 2 secciones: actuadores en la parte superior y sensores en la parte inferior en los cuales los interruptores y los terminales de prueba están debidamente identificados para la realización de las prácticas. El tablero de instrumentos en el cual están los manómetros de control está empotrado en la estructura en la parte superior de la misma.

Fig. 4-5 Banco didáctico en perspectiva



Fuente: Creación de los autores

La zona en donde está la caja de fusibles, relés y la computadora de control del motor está alejada unos centímetros del volante motor para que no exista inconveniente cuando el motor este funcionando.

#### 4.2.2 Materiales

Tabla 4-1 Materiales para la construcción del banco didáctico

Descripción	Cantidad
Platina de 2" x ¼"	80 cm
Platina de 1" x ¼"	50cm
Platina 1 ¼ x 3/16	50 cm
Tubo redondo de 2" x 2mm.	15 m (lineales)
Plancha de tol de 1/8" (base de portafusibles)	25cm x 45cm
Garuchas industriales de 4"	4
Angulo de 1" x 1/8"	1.5 m
Fórmica (tablero) 72 x 45cms	1
Pintura azul	2 litros
Pintura negra	¼ galón
Fondo anticorrosivo	2 litros
Masilla plástica (grano grueso)	4 litros
Electrodos 6011	5 libras
Masilla plástica (grano fino)	½ galón
Bases de aluminio	2
Base de hierro	1
Liga de hierro # 2	8
Lija de agua 360	5
Broca de metal 12 mm	1
Broca de metal 3/16	1
Broca de metal ¼	1
Broca de madera ½	1

Fuente: Creación de los autores

Tabla 4-2 Componentes externos del banco didáctico

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Depósito de refrigerante	1
Manómetro de presión de aceite	1
Regulador de presión de combustible	1
Voltímetro	1
Caja de fusibles	1
UEC –Unidad electrónica de control– del motor	1
UEC de la carrocería	1
Interruptor de encendido con inmovilizador	1
Tablero de instrumentos original	1
Filtro de combustible	1

Fuente: Creación de los autores

Tabla 4-3 Materiales eléctricos del banco didáctico

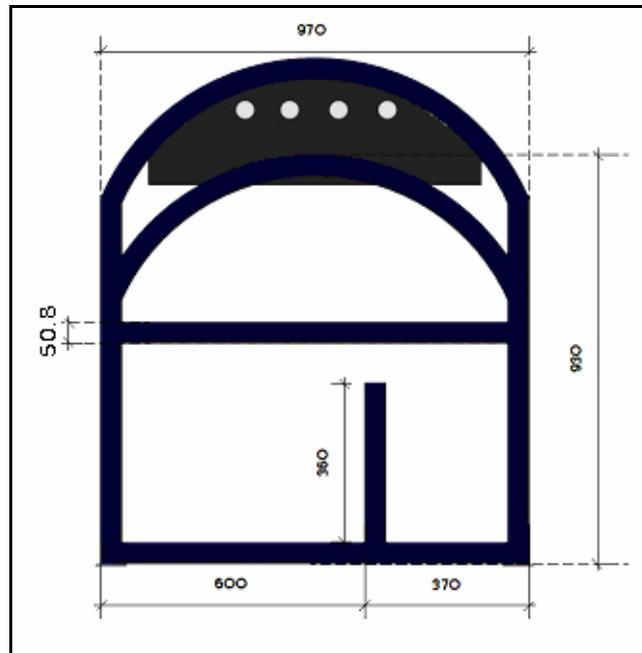
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Cinta aislante	6 rollos
Alambre flexible #10	6m
Alambre flexible #12	7m
Terminales hembras	80
Interruptores	26
Tomas de señal (jacks)	26
Fusibles	10
Maxifusibles	3
Relés	5
Bornes de batería	2

Fuente: Creación de los autores

### 4.2.3 Dimensiones

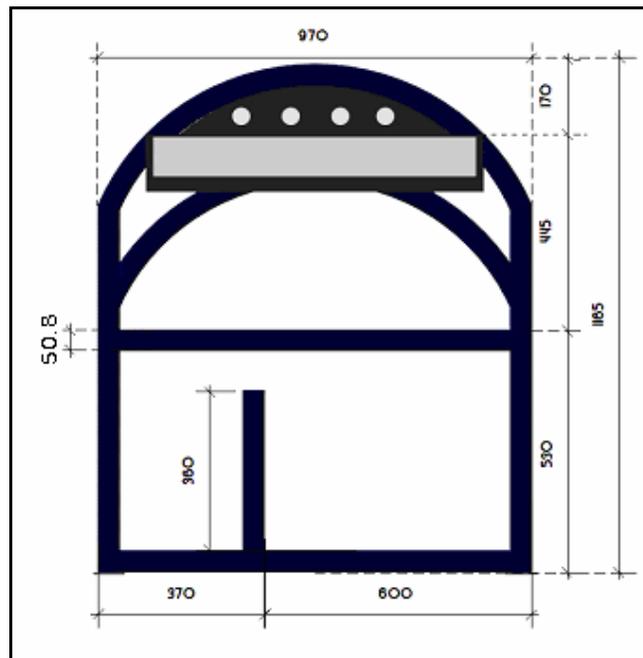
Las dimensiones del banco didáctico funcional están dadas en milímetros.

Fig. 4-6 Vista frontal



Fuente: Creación de los autores

Fig. 4-7 Vista posterior



Fuente: Creación de los autores



#### 4.2.4 Colores

El color utilizado para la estructura del banco didáctico funcional es un azul oscuro; pintamos así debido a la estandarización de este color en los bancos de motores que están en el taller automotriz de la Universidad del Azuay.

El tablero de instrumentos externos es de color blanco y sobre el cual sobresalen los interruptores negros, además los terminales para la toma de señales son rojos si la señal es positiva y negro, si la señal es masa -según normas mundiales de estandarización-.

En el tablero de instrumentos donde están los manómetros de medición es de color negro; lo pintamos así porque gracias a el resaltan los componentes que están empotrados en esa zona, haciendo más fácil la apreciación de los mismos.

Igualmente los cables de alimentación que van a la caja de fusibles y los componentes del motor son rojos y los cables de masa los cuales aterrizan en la estructura del motor son cafés o negros; los cables que van a los distintos sensores, actuadores, computadoras están debidamente identificados con uno o dos colores, y estos están descritos en el capítulo 5 para una mejor comprensión.

#### 4.2.5 Seguridad

Al ser un banco didáctico la seguridad es muy importante, por lo que se ubicaron estratégicamente los componentes para evitar cualquier percance.

Como ya se habló en el punto 4.1.2, se colocó el filtro y el tanque de combustible en una esquina del banco, los cuales están alejados de componentes eléctricos y el escape para evitar así algún accidente por la inflamación del combustible

El tablero de instrumentos externo está al lado izquierdo del motor –visto de frente-, alejado de las partes giratorias del motor haciendo que sea segura la manipulación de los interruptores así como las tomas de señal, y de esta manera se pueda trabajar con tranquilidad sin tener ningún riesgo.

Las personas que están utilizando el banco didáctico funcional, deben tener la precaución de no colocar ningún cable entre los conectores de señal; lo deben hacer siempre con un multímetro o un osciloscopio respetando siempre la conexión que está descrita en el manual de diagnóstico y fallas, porque podrían provocar un daño permanente en la computadora de control del motor, haciendo que el motor no se encienda.

#### 4.2.6 Cálculo estructural

Para realizar el cálculo estructural del soporte mecánico del motor, obtuvimos del manual de servicio del vehículo “Chevrolet Corsa Evolution 1.8” los siguientes valores de las cargas que afectan la estructura.

Tabla 4-4 Peso y torque del motor

Peso del motor	1313.2 N.
Torque del motor	165 Nm

Fuente: Manual de servicio “Chevrolet Corsa Evolution”

Para simplificar los cálculos asumimos que el centro de gravedad se encuentra en el punto medio de la línea entre los extremos de los elementos #6 y #7, Fig. 4-10.

Debido a que el fabricante suministra el valor del peso del motor sin ningún elemento anexo, por esta razón aumentamos al valor de la carga un 10% como medida de seguridad. La carga en sentido negativo en el eje Z para cada uno de los elementos # 6 y #7, Fig. 4-11.

Tabla 4-5 Cargas sobre los miembros 6 y 7

Carga sobre el miembro 6	722.26 N
Carga sobre el miembro 7	722.26 N

Fuente: Manual de servicio “Chevrolet Corsa Evolution”

El momento que actúa sobre el soporte mecánico es solo una fracción del torque del motor, alrededor del 10 a 15% con un máximo de 20%. Esta fracción de la torsión se debe a que el motor ya no se halla acoplado al par resistente que representa la transmisión, el peso del de la carrocería y el par resistente de las ruedas sobre la calzada.

Con el motor desacoplado el par que se genera en la estructura se debe solamente a la resistencia al cambio de velocidad de las partes que se encuentran en rotación: cigüeñal, volante motor, polea amortiguadora, árbol de levas; esta torsión tiene el valor de 24.75 Nm. Para los cálculos asumimos que el punto de aplicación de esta torsión se encuentra sobre la línea de eje del cigüeñal.

Para calcular la fuerza que va a actuar sobre el elemento #8 Fig. 4-10 debido a la torsión, medimos la distancia entre el centro del cigüeñal en el lado del volante motor y el punto de fijación del elemento elástico en el miembro 8, esta distancia es 0,37m. Para obtener la fuerza dividimos el valor de la torsión para esta distancia y nos da el valor de la fuerza que se aplica de manera tangencial en el punto de fijación en el bastidor, esta fuerza es 66.89 N. en sentido negativo para el eje Z, Fig. 4-10 debido a que la reacción del bloque motor es contraria al sentido de rotación del motor; este valor lo redondeamos a 70 N.

$$M = 24.75Nm$$

$$M = F \times d$$

$$F = \frac{M}{d}$$

$$F = \frac{24.75Nm}{0.37m} = 66.89N \approx 70N$$

Para calcular la fuerza que va a actuar sobre el miembro 6 debido a la torsión, medimos la distancia entre el centro del cigüeñal en el lado del volante motor y el punto de fijación del elemento elástico en el elemento #6, esta distancia es 0,28m. Para obtener la fuerza dividimos el valor de la torsión para esta distancia, resultando la fuerza de 88.39 N, en sentido negativo para el eje Y, Fig. 4-10 debido a que la reacción del bloque motor es contraria al sentido de rotación del motor, este valor lo redondeamos a 90 N.

$$F = \frac{24.75Nm}{0.28m} = 88.39N \approx 90N$$

Para el cálculo de la resistencia del bastidor, utilizamos el programa para cálculo estructural SAP 2000 en el cual se deben seguir los siguientes pasos.

- Realizar un dibujo en 3 dimensiones del bastidor mediante líneas en el programa AUTOCAD
- Importar este dibujo al programa SAP 2000
- Asignar las capas a cada uno de los elementos de la estructura en el SAP 2000
- Colocar el tipo de material y perfil a los miembros del bastidor
- Poner las cargas en los puntos correspondientes
- Insertar los apoyos del bastidor
- Realizar los cálculos

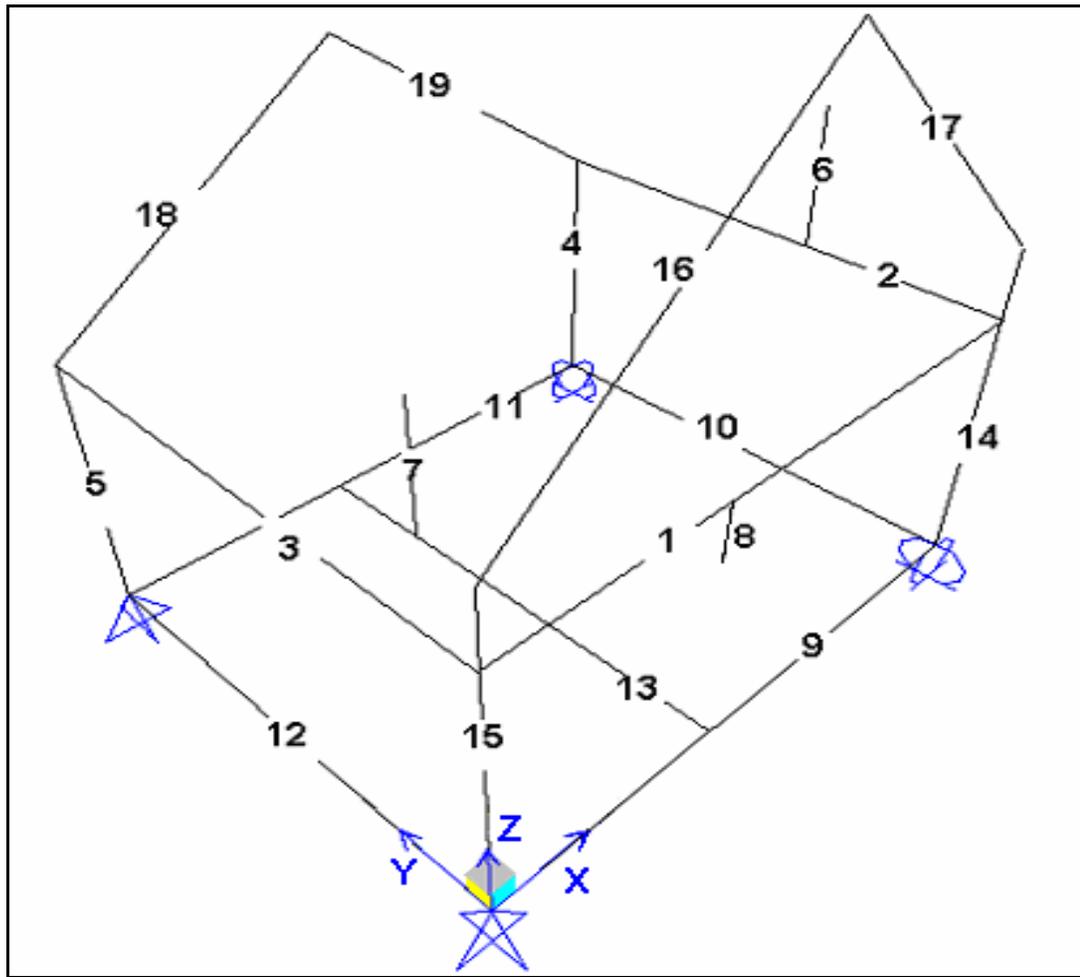
De los cálculos realizados, el programa SAP 2000 obtuvo respuesta en forma gráfica y además una tabla de valores. En la gráfica de esfuerzos a los que está sometido el bastidor los colores son rojos si el esfuerzo es positivo, y amarillos si es negativo.

El programa también realiza cálculos de diseño y chequeo de la estructura; antes debemos elegir la norma (Eurocode, AISC, entre otras) mediante la cual el programa basa sus resultados, para nuestro caso utilizamos la AISC LRFD93. Los resultados numéricos están asociados a cada uno de los elementos de la estructura mediante un color del espectro celeste – rojo, el color celeste representa a un elemento con adecuado dimensionamiento y que pasó las pruebas de diseño, en cambio el color rojo representan todo lo contrario. Como se puede notar en la Fig. 4-16, la estructura está adecuadamente diseñada ya que no existen elementos coloreados con rojo.

En el gráfico de trabajo virtual Fig. 4-17 se presenta una relación porcentual del trabajo de cada una de los elementos que conforman el bastidor con respecto a la barra que realiza el mayor trabajo –barra #11- cuyo valor es el 100% y sobre la cual se referencia porcentualmente el trabajo que realizan los otros elementos del bastidor.

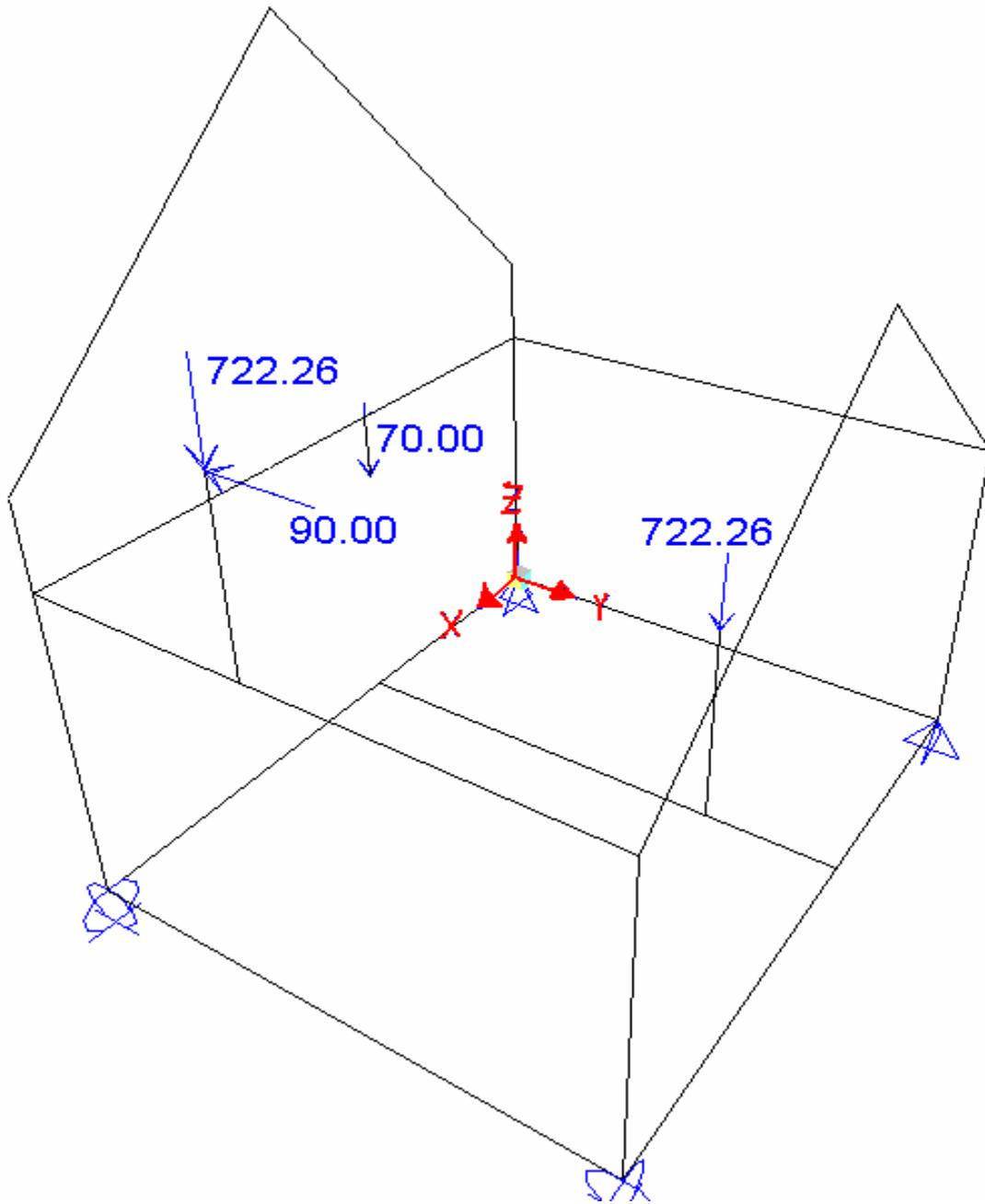
Los valores numéricos de los esfuerzos como: axial, torsión, esfuerzo cortante y momento flector a los que está sometida la –barra #11- se encuentran en las tablas de datos adjuntas en el Anexo 2.

Fig. 4-10 Nombres de los elementos



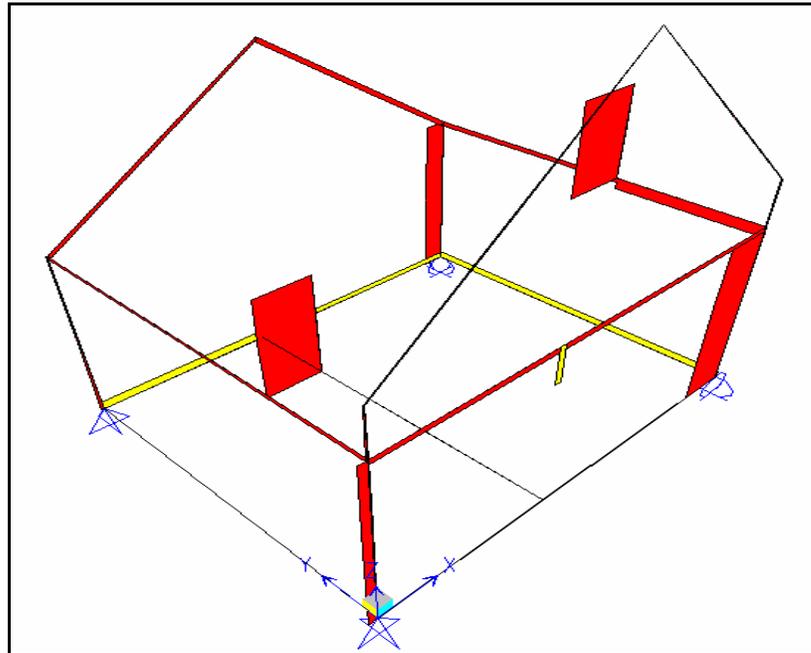
Fuente: Creación de los autores

Fig. 4-11 Asignación de cargas



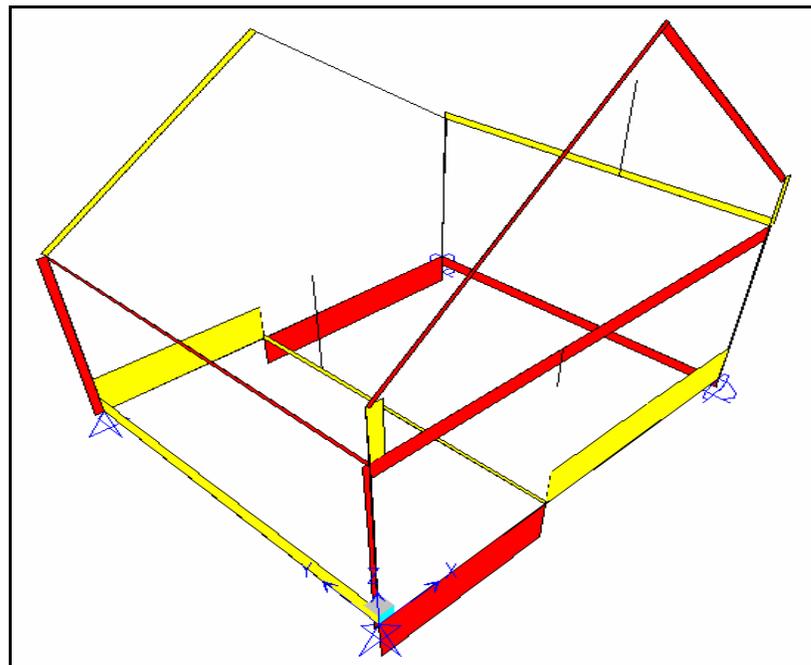
Fuente: Creación de los autores

Fig. 4-12 Diagrama de fuerza axial



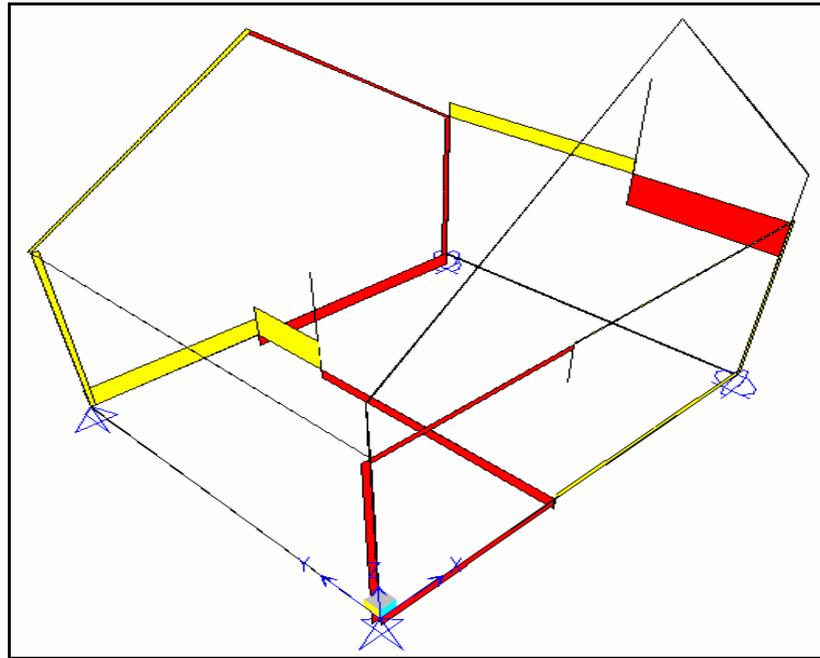
Fuente: Creación de los autores

Fig. 4-13 Diagrama de Torsión



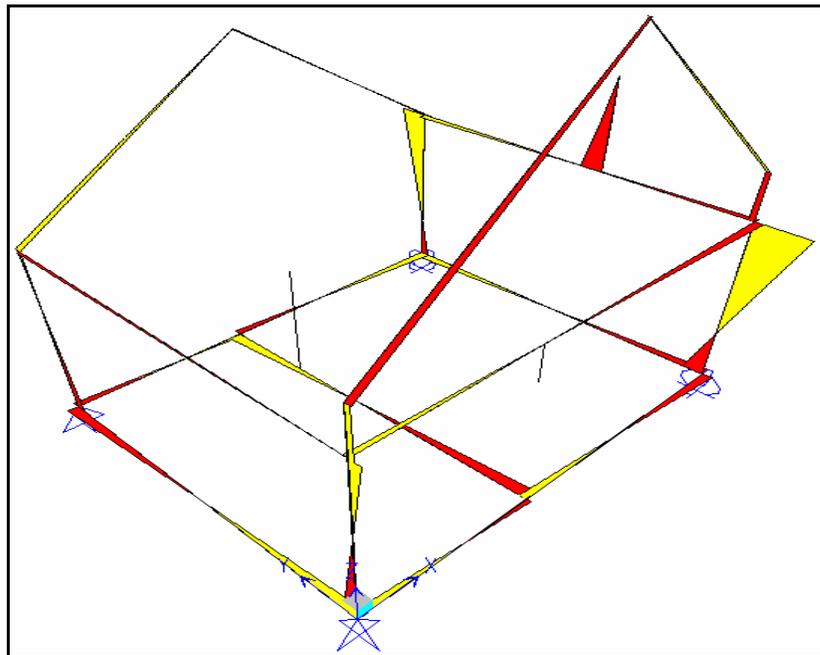
Fuente: Creación de los autores

Fig. 4-14 Diagrama de fuerza cortante



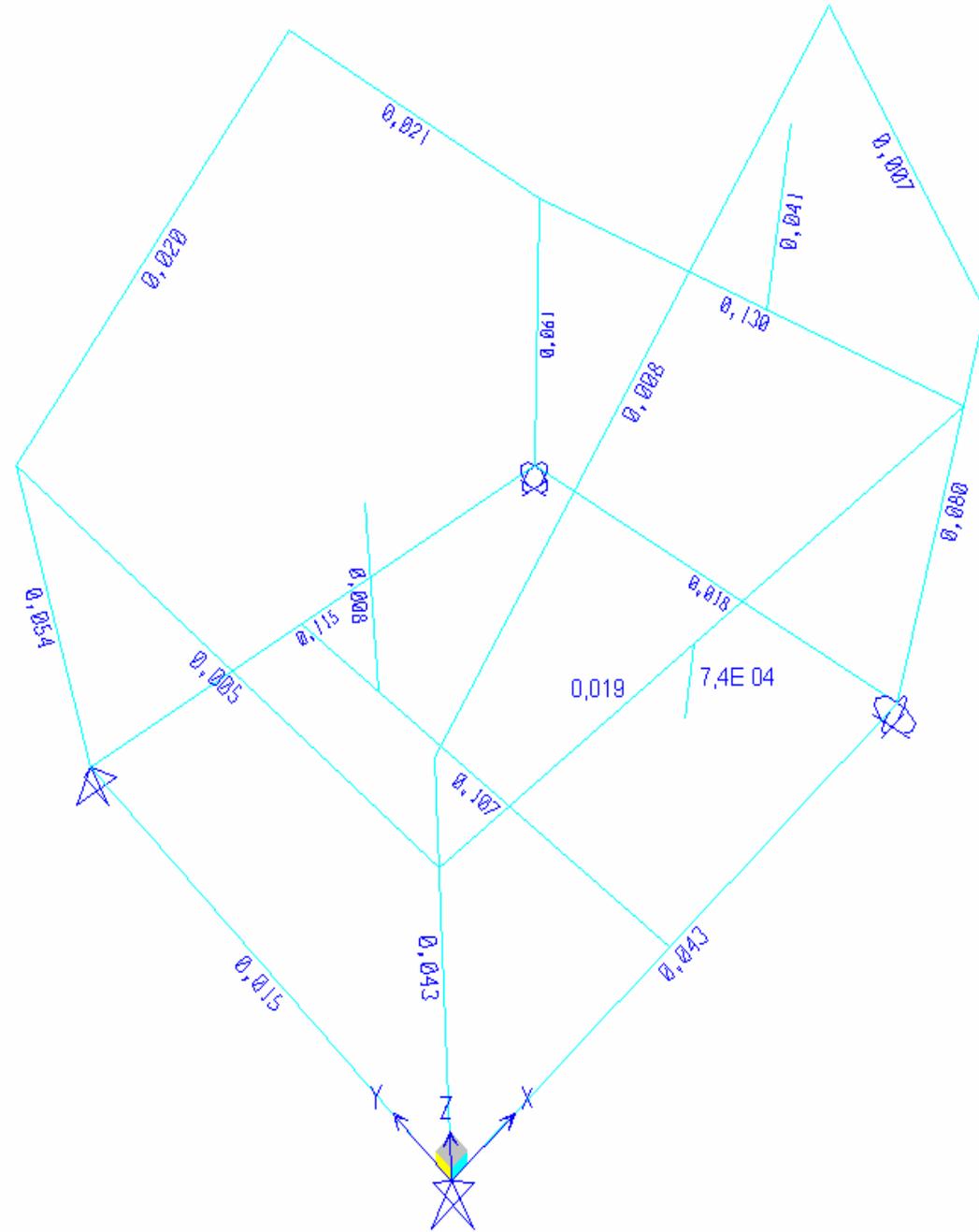
Fuente: Creación de los autores

Fig. 4-15 Diagrama de momento flector



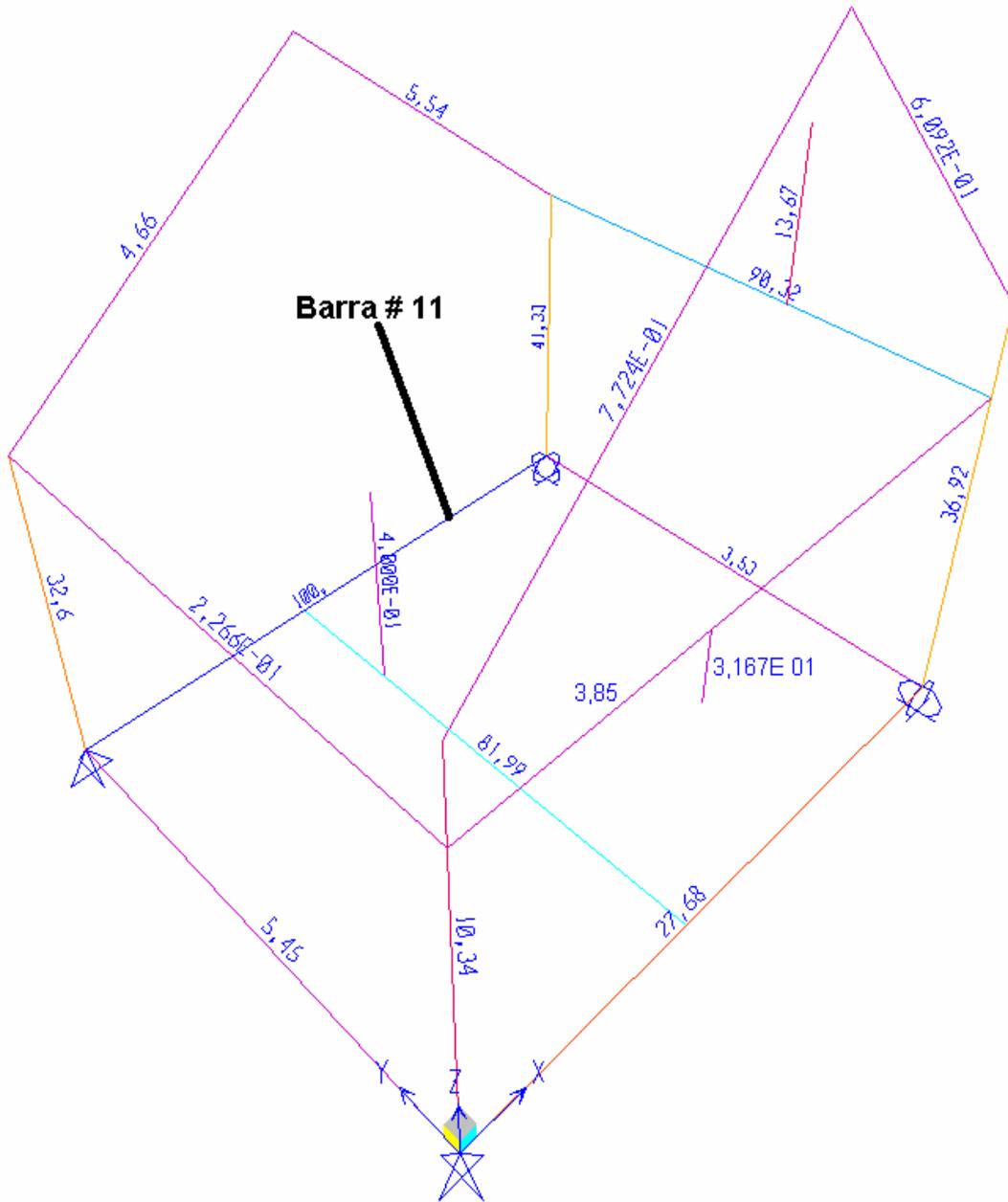
Fuente: Creación de los autores

Fig. 4-16 Factores de seguridad por elemento



Fuente: Creación de los autores

Fig.4-17 Gráfica de trabajo virtual



Fuente: Creación de los autores

## CAPÍTULO 5

### DIAGNÓSTICO

#### 5.1 Procedimiento de diagnóstico del sistema de alimentación.

##### 5.1.1 Verificación del circuito de la bomba de combustible

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Al conectar el interruptor de encendido la bomba de combustible suena?.		Ir a paso 9	Ir a paso 2.
2	Verifique si el fusible de la bomba está bien.		Ir a paso 3.	Ir a paso 6
3	El relé de la bomba de combustible funciona?.		Ir a paso 4.	Ir a paso 7
4	Constatar que llegue 12 V al conector.		Ir a paso 5.	Ir a paso 7.
5	Medir la resistencia interna del bobinado de la bomba de combustible.	1.7Ω	Realizar pruebas de presión de combustible	Ir a paso 8
6	Reemplace el fusible.			
7	Verificar el estado del relé o las líneas de alimentación.			
8	Sustituya la bomba de combustible.			
9	Circuito de la bomba de combustible en buen estado			

### 5.1.2 Verificación de la presión de combustible

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Conectar el interruptor de encendido.			
2	Verificar la presión de combustible.	2.5 a 3 bar.	Ir a paso 3.	Ir a paso 5
3	Se mantiene una presión mínima de 1.8 bar durante 1 minuto después de funcionar la bomba de combustible?.	1.8 bar	Ir a paso 4.	Ir a paso 6
4	Ponga a funcionar el motor en ralentí y verifique que la presión del combustible vaya de 2.5 a 3 bar.		Ir a paso 7	Ir a paso 8
5	Verificar el circuito de la bomba de combustible			
6	Inspección de presión de combustible			
7	Presión normal de combustible			
8	- Vacíos del regulador de presión de combustible obstruidos. -Regulador de presión dañado.		Verifique la reparación	

### 5.1.3 Inspección de presión de combustible - No hay presión-

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Si se presiona la manguera de retorno de combustible cuando la bomba está funcionando existe presión en el sistema?.		Ir a paso 2	Ir a paso 3
2	Regulador de presión de combustible en mal estado		Verifique la reparación	
3	Bomba o circuito de la bomba en mal estado.		Reemplazar y verificar la reparación	

#### 5.1.4 Inspección de presión de combustible - Tiene presión pero no se mantiene-

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Existen fugas en los conductos de alimentación?		Ir a paso 3	Ir a paso 2.
2	Colocar un nuevo conducto de retorno sustituyendo al que estaba, verificando si existe la presión especificada en el sistema. Regresa combustible por la manguera de retorno?		Ir a paso 4	Ir a paso 5
3	Reemplace mangueras o cañerías		Verifique la reparación	
4	El regulador de presión de combustible no funciona.		Verifique la reparación	
5	- Fugas de combustible por el regulador de presión. - Bomba de combustible en mal estado. - Inyectores abiertos		Verifique la reparación	

#### 5.1.5 Inspección de presión de combustible - La presión es baja-

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Con la bomba de combustible funcionando aplaste la manguera de retorno y verifique que la presión sea mayor a 3 bar.	3 bar	Ir a paso 2	Ir a paso 4
2	-Liberar el conducto y verificar la presión de funcionamiento. - La presión de funcionamiento es menor a la nominal?  <b>Nota: Si la presión de funcionamiento continua siendo menor a la nominal luego de cambiar el filtro de combustible, sustituir el regulador de presión</b>	<2.5 bar	Ir a paso 3	
3	Filtro de combustible obstruido		Verifique la reparación. Ir a paso 1	
4	-Bomba de combustible en mal estado.		Verifique la reparación	

### 5.1.6 Inspección de presión de combustible - La presión es alta-

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Colocar un nuevo conducto de retorno sustituyendo al que estaba y haga funcionar la bomba de combustible. La presión de combustible se mantiene entre 2,5 a 3 bar?	2,5 a 3 bar	Ir a paso 2	Ir a paso 3
2	Conducto de retorno de combustible obstruido.		Verificar la reparación	
3	El regulador de presión de combustible no sirve.		Cambiar y verificar la reparación	

## 5.2 Procedimiento de diagnóstico de sensores

### 5.2.1 Sensor MAP

#### 5.2.1.1 Verificación del funcionamiento

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Apagar el motor y mantenerlo así por 15 seg. 2. Conectar un multímetro o un osciloscopio en el terminal de señal del sensor MAP 3. Interruptor de encendido en ON. 4. El medidor mostrará el voltaje del sensor MAP ¿Está el voltaje dentro del rango de $3.3 \pm 0.5V$ ?	$3.3 \pm 0.5V$	Ir a paso 2	Ir a paso 4
2	1. Sacar el sensor MAP del motor y taponar el agujero en el múltiple de admisión 2. Usando una manguera de caucho conectar una bomba de vacío al sensor MAP 3. Interruptor de encendido en posición ON 4. Aplicar 34 Kpa -10Hg de vacío-, y note el cambio de voltaje. ¿El voltaje cambia entre 1.5 a 2.1 voltios menos que en el paso 1?  <b>Nota: Si la depresión cambia, reemplazar el o-rin o membrana del sensor defectuosa</b>		Ir a paso 4	Ir a paso 3
3	Reemplazar el sensor		Verificar reparación	
4	Sensor en buen estado			

### 5.2.1.2 Verificación de conexiones

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Conectar el multímetro entre referencia y masa. 3.Interruptor de encendido en ON  Se lee en el multímetro 5 V?	5V	Ir a paso 2	Ir a paso 4
2	1.Encender el motor 2.Conectar el voltímetro entre el terminal de señal y masa.  ¿Se producen cambios de voltaje al acelerar o desacelerar el motor?	Ralentí: 0.86 V Plena carga:3.3V	Ir a paso 3	Ir a paso 5
3	Sensor y conexiones en buen estado			
4	Revisar conexiones		Verifique reparación	
5	Realizar la prueba de funcionamiento del sensor			

### 5.2.2 Sensor TPS

#### 5.2.2.1 Verificación de la calibración

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Conectar el multímetro u osciloscopio entre el terminal de señal y masa. 3.Verificar el voltaje con la válvula de aceleración cerrada.	0.5 V	Ir a paso 2	Ir a paso 4
2	1.Motor apagado 2.Conectar el multímetro u osciloscopio entre el terminal de señal y masa. 3.Verificar el voltaje con la válvula de aceleración abierta totalmente.	4.6 V	Ir a paso 3	Ir a paso 4
3	Sensor TPS no necesita calibración			
4	Calibrar el sensor TPS		Verifique la reparación	

### 5.2.2.2 Verificación del funcionamiento

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Colocar el interruptor de encendido en ON. 3.Conectar un multímetro u osciloscopio entre el terminal de masa y señal. 4.Verificar los valores de voltaje o la curva de señal mientras se mueve la válvula de aceleración entre 0% y 100%  ¿Los valores de voltaje o la curva de señal cambian progresivamente?	Entre 0.5 a 4.6 V.	Ir a paso 3	Ir a paso 2
2	Sensor TPS dañado, cambie y calibre nuevamente		Verifique la reparación	
3	Sensor TPS en buen estado			

### 5.2.2.3 Verificación de voltaje de referencia

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Conectar el multímetro entre el terminal de referencia del sensor y masa. 3. El interruptor de encendido en posición ON.  ¿El multímetro muestra el valor de 5V?	5 V	Ir a paso 2	Ir a paso 4
2	1.Conectar el multímetro entre el terminal de señal del TPS y masa. 2.Operar la válvula de aceleración desde su posición cerrada hasta que este abierta.  ¿Cambian los valores de voltaje progresivamente?	0.5 a 4.6 V	Ir a paso 3	Ir a paso 4
3	Sensor y sus conexiones en buen estado			
4	Verificar las conexiones, las líneas de alimentación y señal.		Verifique la reparación	

### 5.2.3 Sensor CKP

#### 5.2.3.1 Verificación del funcionamiento

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor apagado 2. Conectar el multímetro u osciloscopio entre el terminal de señal y masa (Para obtener los terminales de señal, debemos introducir unos alambres en cada uno de los tres terminales del conector)		Ir a paso 2	-----
2	1. Interruptor de encendido en posición ON 2. Medir con el multímetro la tensión en cada uno de los terminales de la bobina del sensor  ¿Corresponden los valores de tensión de alimentación?	2.5V (1er terminal)  5V (2do terminal)	Ir a paso 3	Ir a paso 8
3	1. Encienda el motor ¿La onda que muestra el medidor es la correspondiente?	Ver Figura 2-15	Ir a paso 4	Ir a paso 8
4	¿La tensión entre límites superior e inferior corresponde a los valores indicados?	0 V y 12 V	Ir a paso 5	Ir a paso 8
5	¿La amplitud del tren de onda es constante? -la amplitud de la onda aumenta y disminuye periódicamente-		Ir a paso 6	Ir a paso 9
6	¿La forma de una o varias de las ondas presenta irregularidades?		Ir a paso 10	Ir a paso 7
7	¿La forma de todas las ondas presenta irregularidades?		Ir a paso 11	Ir a paso 12
8	1. Revisar las conexiones y el conector del sensor por: - conexiones falsas - oxidación de terminales 2. Verificar el estado de los fusibles de la UEC y cambiar según sea necesario		Verifique la reparación	
9	-Rueda fónica desalineada, verifique torcedura en el cigüeñal. -Cambie la rueda fónica o en su defecto la polea		Verifique la reparación	

Paso	Acción	Valor	Sí	No
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dientes de la rueda fónica con irregularidades</li> <li>- Si es posible repare los dientes con una lima o cambie la rueda fónica</li> </ul>		Verifique la reparación	
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sensor CKP contaminado con cuerpos metálicos, limpie el exterior del sensor (si la falla persiste, realice una prueba de estado del sensor)</li> </ul>		Verifique la reparación	
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sensor CKP en buen estado</li> <li>-Desarme el conector y limpie con aire comprimido</li> <li>-Limpie el exterior del sensor con aire comprimido</li> <li>-Ajuste la separación del sensor con respecto a los dientes de la rueda fónica a 1 mm.</li> <li>-Limpie la rueda fónica</li> </ul>		Verifique la reparación	

## 5.2.3.2 Prueba del estado del sensor

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor apagado 2. Desarme el conector y desmonte el sensor del motor 3. Con un multímetro mida la resistencia entre los terminales de la bobina ¿El valor de la resistencia del arrollamiento es de 15 a 20Ω?	15 a 20 Ω	Ir a paso 2	Ir a paso 4
2	1. Medir la resistencia entre el terminal del apantallado contra interferencia y cada uno de los terminales de bobina ¿El valor de la resistencia de aislamiento es correcto?	Varios MΩ o circuito abierto	Ir a paso 3	Ir a paso 4
3	-Sensor CKP en buen estado -Desarme el conector y limpie con aire comprimido -Limpie el exterior del sensor con aire comprimido -Ajuste la separación del sensor con respecto a los dientes de la rueda fónica a 1 mm. (si la falla persiste, realice una prueba de verificación del sensor)		Verifique la reparación	
4	-Sensor CKP en mal estado, cambie el sensor		Verifique la reparación	

## 5.2.4 Sensor de golpeteo

### 5.2.4.1 Verificación del sensor de golpeteo

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Arrancar el motor 2.Acelerar el motor ligeramente 3.Conectar el osciloscopio entre el terminal de señal y masa 4.Realizar un pequeño golpe con una llave en el bloque motor.  ¿Se observa un cambio en la onda generada por el sensor?	Ver Figura 2-20	Ir a paso 3	Ir a paso 2
2	Sensor en mal estado		Verifique la reparación	
3	Sensor de golpeteo en buen estado			

### 5.2.4.2 Prueba de funcionamiento

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Encender el motor 2.Mantenerlo en marcha mínima 3.Conectar una lámpara de tiempo y dirigirla hacia la polea del cigueñal 4.Realizar un pequeño golpe con una llave en el bloque motor.  ¿Se observa un atraso en el tiempo de ignición?		Ir a paso 3	Ir a paso 2
2	Sensor no funciona correctamente		Verifique la reparación	
3	Sensor de golpeteo trabaja correctamente			

## 5.2.5 Sensor de temperatura del refrigerante

### 5.2.5.1 Voltaje del sensor de temperatura del refrigerante bajo

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Conectar el multímetro entre el terminal de señal y masa. 3. Interruptor de encendido en la posición ON  ¿El valor de voltaje que indica el multímetro es cercano a 5 V?	5 Voltios	Ir a paso 2	Ir a paso 3
2	Recalentamiento del motor a más de 120 °C, circuito abierto del sensor de temperatura del refrigerante o verificar líneas del sensor.		Verifique la reparación	
3	¿El voltaje de señal está entre 1.5 a 2 voltios con el motor a temperatura de funcionamiento?  ¿Los voltajes son menores a 1.5 voltios con temperaturas de motor frías?		Ir a paso 4	Ir a paso 5
4	Sensor de temperatura del refrigerante en buen estado			
5	Realizar la prueba de temperatura-resistencia del sensor y reemplazar según sea necesario		Verifique la reparación	

### 5.2.5.2 Prueba del estado del sensor

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Sacar el sensor de temperatura del motor del cabezote. ¿El cuerpo del sensor de temperatura se encuentra con depósitos?		Ir a paso 2	Ir a paso 3
2	Limpiar con un cepillo de acero o lija las incrustaciones o depósitos.		Verifique la reparación	
3	Realizar la prueba de temperatura-resistencia del sensor y reemplazar según sea necesario		Verifique la reparación	

**Nota:** El sensor de temperatura del refrigerante por medio de la computadora del motor será capaz de controlar varios sistemas como:

7. Electro - ventilador
8. Marcha en ralentí
9. Mezcla de combustible
10. Regulación de encendido
11. Recirculación de los gases de escape

Cuando la señal que envía el sensor de temperatura del refrigerante a la computadora se pierde, esta enciende automáticamente el electroventilador evitando de esa manera que exista un recalentamiento del motor, y además se enciende la luz testigo - Check Engine-, indicando al conductor que existe una anomalía en el sistema de inyección electrónica del motor.

## 5.2.6 Sensor de oxígeno

### 5.2.6.1 Prueba del funcionamiento del sensor

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor encendido y a temperatura normal de funcionamiento, en ralentí y el sistema de control de emisiones en lazo cerrado 2. Conectar el multímetro u osciloscopio entre el terminal de señal y masa. ¿El valor de tensión que indica el multímetro esta cambiando continuamente a valores por encima y debajo de 0,45 V, y el voltaje medio que indica el medidor es de 0,45 V.?	0,45 V.	Ir a paso 8	Ir a paso 2
2	Se muestra el multímetro valores de tensión constantes de 0 V.?	0 V.	Ir a paso 5	Ir a paso 3
3	Se muestra en el multímetro valores de tensión constantes de > 0,45 hasta 0,8 V., o muestra en el voltaje medio valores de > 0,45 hasta 0,8 V.?	> 0,45 V.~ 0,8 V.	Ir a paso 6	Ir a paso 4

Paso	Acción	Valor	Sí	No
4	Se muestra el multímetro valores de tensión constantes de < 0.45 hasta 0,175 V., o muestra en el voltaje medio valores de < 0,45 hasta 0,175 V.?	< 0,45 V.~ 0, 175 V.	Ir a paso 7	
5	Verificar la línea de señal y repare según sea necesario. Sensor dañado, reemplace el sensor		Verifique la reparación	
6	Condición de mezcla rica, realizar reparaciones pertinentes por: - Goteo en el inyector - Alta presión de combustible en el sistema de alimentación - Sistema EVAP defectuoso - Sensor IAT fijo en frío - Filtro de aire obstruido - Termostato dañando en posición abierta		Verifique la reparación	
7	Condición de mezcla pobre, realizar reparaciones pertinentes por: - Inyectores sucios o tapados - Baja presión de combustible en el sistema de alimentación - Fuga de vacío - Condición del sensor MAP		Verifique la reparación	
8	Sensor de oxígeno en buen estado			

## 5.2.6.2 Prueba del estado del sensor

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor a temperatura normal de funcionamiento y apagado. 2. Desenroscar el sensor de oxígeno del múltiple de escape. ¿El protector del sensor de oxígeno esta de color amarillento opaco sin depósitos?		Ir a paso 5	Ir a paso 2
2	¿El sensor de oxígeno se encuentra con depósitos de color negro (carbonilla), podrían estar mezclados con aceite?		Ir a paso 6	Ir a paso 3
3	¿El sensor de oxígeno se encuentra con depósitos secos y duros (tal como vitrificación) de color negro brillante?		Ir a paso 7	Ir a paso 4
4	¿El sensor de oxígeno se encuentra con depósitos secos y duros (tal como vitrificación) de color amarillo o anaranjado brillante?		Ir a paso 8	
5	Sensor de oxígeno en buen estado y el motor esta funcionando en buenas condiciones, limpie es sensor y colóquelo nuevamente		Realice la prueba de funcionamiento	
6	El motor esta funcionando con una mezcla A/C muy rica o el motor necesita un acondicionamiento. Limpie el sensor, si no presenta una condición como en 4 o 5 reutilícelo		Realice la prueba de funcionamiento	
7	Sensor de oxígeno contaminado con depósitos de silicio, cambie el sensor		Verifique la reparación	
8	Sensor de combustible contaminado con depósitos de plomo, limpie todo el sistema de alimentación y utilice otro tipo de combustible o no utilice aditivos suplementarios. Cambie el sensor y también el convertidor catalítico ya que también esta averiado		Verifique la reparación	

### 5.3 Procedimiento de diagnóstico de actuadores

#### 5.3.1 Inyectores

##### 5.3.1.1 Prueba de alimentación al inyector

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor apagado. 2. Conecte la sonda + del multímetro al terminal del inyector y la sonda – a masa. 3. Cierre el interruptor de encendido y tome nota del comportamiento.  Tensión constante cercana a 12 V?	12 V.	Ir a paso 6	Ir a paso 2
2	Fusible de alimentación de la UEC Esta quemado el fusible?		Ir a paso 3	Ir a paso 4
3	Cambie el fusible de alimentación de la UEC. Se completo la acción?		Verifique la reparación.	
4	Conexión de alimentación de bobina e inyectores.  Esta el conector y la conexión en buen estado?		Ir a paso 6	Ir a paso 5
5	Cambie el conector o los terminales de la conexión.  Se completó la acción?		Verifique la reparación.	
6	1. Motor apagado 2. Conecte la sonda + del osciloscopio al terminal del inyector y la sonda – a masa 3. Encienda el motor y tome nota del comportamiento.  Hay el tren de pulsos característico del inyector?	Ver Figura 3-5	Ir a paso 8	Ir a paso 7
7	Verificar el circuito de alimentación del inyector.		Verifique la reparación.	
8	Inyector y su circuito de alimentación en funcionamiento normal.			

### 5.3.1.2 Prueba del circuito de control del inyector

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Utilizar un estetoscopio y verificar si se produce un sonido de funcionamiento de cada inyector. Los 4 inyectores producen un sonido de funcionamiento?		Ir a paso 7	Ir a paso 2
2	Verificar si está en cortocircuito o abierto la línea de control y alimentación del inyector.		Ir a paso 6	Ir a paso 3
3	Verificar la resistencia en los inyectores	12 $\Omega$ .	Ir a paso 4	Ir a paso 5
4	Conectar una nueva UEC y constatar si persiste la avería		Verifique la reparación	
5	Cambie el inyector		Verifique la reparación	
6	Revisar las línea de control y alimentación de los inyectores.		Verifique la reparación	
7	Circuito del inyector se encuentra en buen estado			

### 5.3.1.3 Pruebas de funcionamiento del inyector

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	Desmontar los inyectores y verificar la resistencia	12 $\Omega$	Ir a paso 2	Ir a paso 5
2	Colocarlos en el banco de pruebas por ultrasonido. Realizar la prueba de aporte La cantidad de combustible aportada por los inyectores es la misma?		Ir a paso 3	Ir a paso 4
3	Realizar la prueba de patrón de rociado. El patrón de rociado es el mismo en todos los inyectores?		Ir a paso 6	Ir a paso 4
4	Hacer una limpieza de inyectores por ultrasonido por 30 min, cambiando filtros y o-rines.		Verifique el funcionamiento	
5	Cambie el inyector		Ir a paso 2	
6	Los inyectores se encuentran en buen estado.			

### 5.3.2 Válvula IAC

#### 5.3.2.1 Prueba del funcionamiento

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	<p>1. Motor encendido y a temperatura normal de funcionamiento, en ralentí y el sistema de control de emisiones en lazo cerrado</p> <p>2. Conectar el multímetro u osciloscopio entre cada uno de los 4 terminales de señal (B1-1, B1-2, B2-1, B2-2) del actuador y masa.</p> <p>3. Acelere ligeramente y observe atentamente el comportamiento de las curvas de tensión</p> <p>¿El valor de tensión que indica el osciloscopio esta cambiando continuamente a valores de 12 V. y 0 V.?</p>		Ir a paso 2	Ir a paso 4
2	<p>¿Las señales que generan los terminales de una misma bobina del actuador presentan un comportamiento opuesto?</p> <p>-Si el un terminal esta cambiando desde 0 V. a 12 V. el otro estará cambiado de 12 V. a 0 V.-</p>		Ir a paso 3	Ir a paso 5
3	<p>Cuando el control de emisiones entra en ciclo cerrado, se regulan automáticamente las RPM de ralentí a un valor de 750RPM. +/-50 RPM.</p>	700RPM ~ 800RPM	Ir a paso 6	Ir a paso 7
4	<p>La señal del o los terminales del actuador nos indican un pico de tensión de alrededor de 30 V. antes de que el valor de tensión va a pasar a 0 V.</p>		Ir a paso 5	
5	<p>Verificar la línea de señal y repare según sea necesario. Actuador dañado, reemplace el actuador</p>		Verifique la reparación	
6	<p>Actuador de aire de ralentí en buen estado de funcionamiento</p>		Verifique la reparación	

Paso	Acción	Valor	Sí	No
7	Condición de velocidad alta de ralentí, verificar: -presión alta de combustible en el sistema de alimentación -sensor IAT fijo en frío -termostato fijo en posición abierta -fugas de vacío -obstrucción en el actuador IAC -daño o desgaste del obturador del actuador -posición de la válvula de aceleración		Verifique la reparación	

### 5.3.2.2 Prueba de estado de la válvula IAC

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor apagado 2. Desacople el conector de la válvula IAC 3. Con un desarmador TORX T-20 extraer los tornillos de retención de la válvula IAC, extraiga la válvula teniendo cuidado de que no se pierda el O-ring ¿Se encuentra la válvula IAC cubierta de polvo y materiales extraños?		Ir a paso 2	Ir a paso 7
2	1. Conecte la válvula IAC a un generador de pulsos 2. Distienda el émbolo obturador de la válvula hasta que se desenrosque, teniendo cuidado que no se golpee contra superficies duras 3. Realice un limpieza profunda de todos los componentes del actuador con fluido de limpieza o WD-40, teniendo cuidado de no deteriorar los componentes 4. Secar todos los componentes con aire comprimido 5. Revisar visualmente el estado de cada uno de los componentes		Ir a paso 6	Ir a paso 3

Paso	Acción	Valor	Sí	No
2	¿El embolo obturador presenta desgaste pronunciado en la zona de contacto con el asiento de válvula o daños en la zona del roscado helicoidal? Nota: <b>Si se encontrase desgaste en el obturador será necesario también revisar el asiento de la válvula y, de ser necesario se debe sustituir el alojamiento de la válvula IAC</b>			
3	¿El muelle tiene desgaste evidente en sus espiras debido a rozamiento con el cuerpo de la válvula?		Ir a paso 6	Ir a paso 4
4	1. Con la herramienta especial retire la tapa del rotor y extráigalo ¿Presenta desgaste excesivo o rotura de los hilos en la zona de roscado?		Ir a paso 6	Ir a paso 5
5	1. Con un multímetro medir la resistencia de los bobinados de la válvula ¿La resistencia de los bobinados de la válvula es correcta?	57Ω	Ir a paso 6	Ir a paso 7
6	Si es posible realice la sustitución individual de componentes de la válvula, continúe con la pruebas de funcionamiento.  ¿Funciona correctamente la válvula?		Ir a paso 7	-----
7	1. Lubrique la zona de roscado helicoidal con aceite de motor 2. Arme la válvula con el generador de pulsos 3. Realice una prueba de funcionamiento 4. Arme la válvula en su alojamiento lubricando con vaselina el o-ring de obturación 5. Encienda el motor y compruebe que el sistema de control de emisiones mantenga la velocidad de ralentí dentro de los límites que fija el fabricante 750RPM. +/-50 RPM.		Verifique la reparación	

### 5.3.3 Bobina

#### 5.3.3.1 Prueba de alimentación

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado, 2.Conectar el multímetro entre el terminal de 12 V de la bobina y masa 3. Cerrar el interruptor de encendido  Llega tensión de la batería en el multímetro?	12 V a 14 V	Ir a paso 3	Ir a paso 2
2	1. Revisar las línea de alimentación de la bobina. 2. Constatar que fusible de la UEC no esté quemado. 3.Falso contacto en el conector de la bobina 4.Relé quemado		Verifique la reparación	
3	Circuito de alimentación de la bobina está en buen estado			

#### 5.3.3.2 Prueba de control

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado. 2.Conectar el osciloscopio entre el terminal B0 o B1 y masa. 3.Encender el motor 4. Observar el oscilograma  ¿Es el oscilograma característico del funcionamiento de la bobina?	Ver figura 3-16	Ir a paso 3	Ir a paso 2
2	Revisar fusible de la UEC, línea de control y conectores de la bobina.		Verifique la reparación	
3	Circuito de control de la bobina en buen estado.			

### 5.3.3.3 Prueba de funcionamiento

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Conectar un probador de chispa entre el cable de encendido y la bujía # 1. 3. Arrancar el motor  ¿Se produce una luz intermitente en el probador de chispa.?		Ir a paso 3	Ir a paso 2
2	Revisar fusible de la UEC circuito de control, alimentación.		Verifique la reparación	
3	Funcionamiento del B0 está en buen estado.			
4	1.Motor apagado 2.Conectar un probador de chispa entre el cable de encendido y la bujía # 2. 3. Arrancar el motor  ¿Se produce una luz intermitente en el probador de chispa.?		Ir a paso 6	Ir a paso 5
5	Revisar fusible de la UEC circuito de control, alimentación.		Verifique la reparación	
6	Funcionamiento del B1 está en buen estado.			

### 5.3.3.4 Prueba del arrollamiento primario

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Conectar el milímetro entre B0 y B1 3.Revisar el valor de la resistencia	1.2 $\Omega$	Ir a paso 2	Ir a paso 5
2	1.Motor apagado 2.Conectar el milímetro entre B0 y 12 V 3.Revisar el valor de la resistencia	0.6 $\Omega$	Ir a paso 3	Ir a paso 5
3	1.Motor apagado 2.Conectar el milímetro entre B1 y 12 V 3.Revisar el valor de la resistencia	0.6 $\Omega$	Ir a paso 4	
4	Circuito primario de la bobina en buen estado			
5	Bobina dañada		Verifique la reparación.	

### 5.3.3.5 Prueba de los arrollamientos secundarios

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1.Motor apagado 2.Conectar el multímetro entre los bornes de salida a los cilindros 1 con 4 y 2 con 3 3.Revisar el valor de la resistencia	5 k $\Omega$	Ir a paso 3	Ir a paso 2
2	Bobina dañada		Cambiar y Verificar la reparación	
3	Arrollamiento secundario en buen estado			

### 5.3.3 Válvula de purga CANP (EVAP)

#### 5.3.4.1 Verificación de la válvula

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor apagado 2. Conectar el multímetro entre el terminal de tensión del solenoide y masa 3. Cierre el interruptor de encendido 4. Mida la tensión de alimentación del solenoide	12 V. ~14 V.	Ir a paso 2	Ir a paso 3
2	1. Arme el conector 2. Conectar el multímetro u osciloscopio entre el terminal de control y masa (Para obtener los terminales de señal, debemos introducir unos alambres en cada uno de los dos terminales del conector) 3. Encienda el motor 4. Acelere el motor a 3000 RPM. y desacelere  ¿Se produce el tren de onda característico para este sensor	Ver figura 3-18	Ir a paso 4	Ir a paso 3
3	- Revisar la línea de control y el conector por un falso contacto - Realizar la prueba de estado del actuador (5.3.4.2)		Verifique la reparación	
4	Solenoide y su circuito de control en buen estado			

### 5.3.4.2 Prueba de estado del actuador

Paso	Acción	Valor	Sí	No
1	1. Motor apagado 2. Desarme el conector de la válvula 3. Revisar el valor de la resistencia de la bobina del solenoide	40 $\Omega$	Ir a paso 2	Ir a paso 3
2	1. Conecte una bomba de vacío en el terminal de descarga de la válvula CANP 2. Conecte el terminal eléctrico de la válvula a un generador de pulsos 3. Aplicar 34 kPa. -10Hg de vacío- al puerto mediante la bomba 4. Envíe un tren de pulsos a la válvula  ¿Se produce la descarga de la depresión?		Ir a paso 4	Ir a paso 3
3	-Actuador CANP en mal estado, cambie el actuador		Verifique la reparación	
4	-Actuador CANP en buen estado -Ponga 2 gotas de aceite muy fluido en uno de los puertos del actuador -Limpie el conector eléctrico -Arme el actuador			

## 5.4 Procedimiento de diagnóstico de la UEC -Unidad Electrónica de Control-

La unidad electrónica de control UEC utilizada en el vehículo "Chevrolet Corsa Evolution 1.8", posee un tipo de memoria solo de lectura programable eléctricamente borrrable -EEPROM-. Esta memoria contiene información de programación y las calibraciones requeridas para el motor, la transmisión y la operación de diagnósticos del mismo. A diferencia de la memoria PROM -memoria programable solo de lectura- utilizada en otros vehículos, la EEPROM no es reemplazable. Cuando la UEC es reemplazada se requiere la actualización de la calibración, puede ser programada únicamente utilizando la herramienta TECH2 que es la computadora licenciada por la marca.

Dentro del sistema de diagnóstico pueden presentarse códigos desde el P0600 hasta el P0607 y el código P0614 que nos indican fallas internas de la UEC, la única acción posible para la reparación de estas fallas es cambiar la UEC del vehículo y realizar la reprogramación de la EPROM. También se realiza el procedimiento anterior cuando se mantiene encendida la luz -Check Engine-, y el motor no enciende.

## 5.5 Tablas de diagnóstico del motor por sus síntomas

### 5.5.1 Problema de encendido. El motor gira pero no arranca

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Salta chispa en las bujías	Fusible quemado	Reemplazar
	Cables de encendido en mal estado	Reemplazar
	Bobina de encendido en mal estado	Reemplazar
	Tapa del distribuidor dañada.	Secar, limpiar, o reemplazar
	Bujía dañada	Limpiar, calibrar o reemplazar
	Ajuste de tiempo de encendido incorrecto	Ajustar
	El motor pierde compresión	Revisar el punto 5.5.3
	Válvula de admisión o escape quemada	Reemplazar
	Pistón o rines gastados	Reemplazar
	Cilindros gastados	Rectificar
	Empaque de cabezote gastado o quemado	Reemplazar
	Sensor CKP no funciona	Reemplazar
	UEC en mal estado	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
No hay chispa en las bujías	Bujías en mal estado	Reemplazar
	Fusible de la bobina de encendido quemado	Reemplazar
	Mala conexión de los cables de encendido	Conectar bien
	Cables de encendido en mal estado	Reemplazar
	Rotor o tapa del distribuidor rota	Reemplazar
	Bobina de encendido defectuosa	Reemplazar
	Sensor CKP e mal estado	Reemplazar
	UEC en mal estado	Reemplazar

### 5.5.2 Problema en el sistema de alimentación de combustible

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
El motor de arranque gira y las bujías tiene chispa pero el motor no arranca	Depósito de combustible vacío	Llenar
	Presencia de agua en el sistema de combustible	Limpiar
	Filtro de combustible obstruido	Cambiar el filtro
	Conductos de combustible obstruidos	Limpiar y reemplazar
	Bomba de combustible dañada	Reemplazar
	Circuito de la bomba de combustible abierto	Corregir o reemplazar
	Sistema EVAP obstruido	Corregir o reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
La misma condición anterior pero la falla es debida a otras causas	Banda de distribución rota	Reemplazar
	Conexión floja	Conectar correctamente
	Sensor MAP defectuoso	Reemplazar
	Sensor TPS defectuoso	Reemplazar

### 5.5.3 El motor pierde compresión

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
El motor pierde compresión	Bujía floja	Apretar bien
	Calibración de válvulas defectuoso	Calibrar
	Empaque del cabezote desgastado	Cambiar
	Válvulas mal asentadas	Rectificar los asientos
	Resorte de válvula fatigado o roto	Reemplazar
	Cilindros o rines desgastados	Reparar el motor
	Rines pegados	Reparar el motor

## 5.5.4 Ralentí irregular o el motor se apaga

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problema en el sistema de inyección de combustible	IAC defectuosa	Reemplazar
	Cierre del TPS incompleto	Corregir o reemplazar
	Bajo nivel en el tanque de combustible	Llenar
	Circuito del TPS abierto o en corto.	Revisar y corregir
	Circuito del inyector de combustible abierto	Corregir o reemplazar
	Inyectores de combustible dañados	Cambiar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problemas en el sistema de control de emisiones	UEC defectuosa	Reemplazar
	Circuito de la válvula CANP	Corregir
	Válvula CANP defectuosa	Reemplazar
	Válvula de control de purga de emisiones evaporativas defectuosa	Reemplazar
	Problema en el sistema de encendido	Revisar el punto 5.5.2

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Otros	Bujías defectuosas	Reemplazar
	Cables de bujía defectuosas	Reemplazar
	Válvula EGR defectuosa	Reemplazar
	Componentes del distribuidor dañados o mojados	Limpiar o cambiar
	El motor pierde compresión válvula mal asentada	Rectificar el asiento de válvula o cambiar
	Guía de la válvula dañada	Reemplazar
	Vástago desgastado	Cambiar la válvula
	Empaque del cabezote desgastado	Reemplazar
	Filtro de combustible obstruido	Reemplazar
	Filtro de aire taponado	Reemplazar
	Banda de distribución desplazada	Sincronizar
	Válvula IAC averiada	Reemplazar
	Fugas de vacío en el múltiple de admisión	Corregir
	Baja compresión	Corregir

### 5.5.5 Operación irregular del motor

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
El motor falla constantemente	Devanado primario o secundario de la bobina en corto	Reemplazar
	Bujías sucias	Limpiar o instalar bujías de rango caliente
	Fugas en el aislante de la bujía	Reemplazar
	Inyector defectuoso	Reemplazar
	UEC defectuosa	Reemplazar
	Bujías operan demasiado calientes	Instalar bujías de rango mas frío

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
El motor pistonea constantemente	Bujías sucias	Limpiar
	Inyectores de combustible defectuosos	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
El motor pierde potencia	Sensor MAP o circuito del sensor defectuoso	Corregir o reemplazar
	Sensor ECT o circuito del sensor defectuoso	Corregir o reemplazar
	Unidad electrónica de control defectuosa	Reemplazar
	Sensor IAT o circuito del sensor defectuoso	Corregir o reemplazar
	Sensor TPS o circuito del sensor defectuoso	Corregir o reemplazar

### 5.5.6 Inestabilidad

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Inestabilidad durante la aceleración	Bujías defectuosas	Corregir o reemplazar
	Mal reglaje del sensor TPS	Calibrar
	Circuito del sensor TPS en abierto o en corto	Corregir o reemplazar
	Juego excesivo en el varillaje del acelerador	Ajustar o reemplazar
	Circuito del sensor MAP abierto o en corto	Corregir
	Sensor MAP defectuoso	Reemplazar
	Circuito del sensor IAT abierto o conexiones malas	Corregir o reemplazar
	Sensor IAT defectuoso	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Inestabilidad a alta velocidad (presión de combustible muy baja)	Bomba de combustible defectuosa	Reemplazar
	Cañerías tapadas	Limpiar o reemplazar
	Filtro de combustible tapado	Reemplazar
	Sistema de la bomba de combustible defectuoso	Inspeccionar o reemplazar
	Fuga de presión en la válvula reguladora	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Inestabilidad a alta velocidad (Inyector de combustible no trabaja normalmente)	Inyector de combustible defectuoso	Reemplazar
	Cable del circuito del sistema de inyección de combustible multipunto abierto o con malas conexiones	Corregir o reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Inestabilidad a alta velocidad	UEC defectuosa	Reemplazar
	Cable del TPS roto o con malas conexiones	Corregir o reemplazar
	Sensor TPS defectuoso	Reemplazar
	Circuito del sensor CTS abierto o en corto	Corregir o reemplazar
	Sensor CTS defectuoso	Reemplazar
	Circuito del sensor IAT abierto o con malas conexiones	Corregir o reemplazar
	Sensor IAT defectuoso	Reemplazar
	La mariposa de aceleración no abre completamente	Inspeccionar, corregir o reemplazar
	Filtro de aire taponado	Reemplazar el elemento filtrante
	Voltaje de alimentación de la batería demasiado bajo	Inspeccionar, corregir o reemplazar

### 5.5.7 El motor pierde potencia

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Cascabeleo del motor	Sensor de posición del árbol de levas	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problema en el sistema de combustible	válvula reguladora de presión de combustible no trabaja normalmente	Reemplazar
	Inyector de combustible tapado	Limpiar con ultrasonido
	Filtro de combustible tapado o sucio	Reemplazar
	Circuito de alimentación de la bomba de combustible no trabaja normalmente	Corregir o reemplazar
	El tanque de combustible no respira suficientemente debido a que el sistema EVAP esta tapado	Limpiar o reemplazar
	Agua en el sistema de alimentación	Limpiar
	Combustible de mala calidad en el sistema de combustible	Usar el combustible con el índice de octano especificado
	Cable del sensor TPS roto o con malas conexiones	Corregir o reemplazar
	Sensor TPS defectuoso	Reemplazar
	Sensor o circuito del sensor MAP defectuoso	Corregir o reemplazar
	Sensor IAT no trabaja normalmente	Reemplazar
	Circuito del sensor CTS abierto o en corto	Corregir reemplazar
	Sensor CTS defectuoso	Reemplazar
	Módulo de control del motor defectuoso	Reemplazar
	Módulo de control del motor proporciona bajo voltaje	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problemas en los sistemas de admisión o escape	Filtro de aire taponado	Reemplazar el elemento filtrante
	Conducto de aire de admisión deformado o aplastado	Corregir o reemplazar
	Convertidor catalítico defectuoso	Corregir o reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Falla de encendido	Sincronización incorrecta del encendido	Corregir
	Rango térmico de las bujías inadecuado	Reemplazar
	Bobina de encendido defectuosa	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Motor recalentado	Nivel del refrigerante del radiador bajo	Rellenar
	Ventilador defectuoso	Reemplazar
	Termostato defectuoso	Reemplazar
	Bomba de agua defectuosa	Reemplazar
	Radiador taponado o defectuoso	Limpiar o reemplazar
	Tapa del radiador defectuosa	Reemplazar
	Nivel de aceite en la bancada del cigüeñal muy bajo.	Cambiar o reemplazar
	Fugas de aceite	Corregir
	Filtro de aceite taponado o sucio	Reemplazar
	Bomba de aceite defectuosa	Reemplazar
	Aumento de la resistencia en el sistema de escape	Limpiar el sistema o reemplazar las piezas defectuosas
	Ajuste incorrecto del sensor TPS	Reparar
	Circuito abierto o en corto del sensor TPS	Reparar
	Banda conductora floja o rota	Ajustar o reemplazar
Empaque del cabezote dañado	Reemplazar	

## 5.5.8 Combustión anormal

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problema en el sistema de combustible	Válvula de control de presión de combustible defectuosa	Reemplazar
	Filtro de combustible taponado	Reemplazar
	Bomba de combustible taponada	Limpiar o reemplazar
	Tanque o tubo de combustible taponado	Limpiar o reemplazar
	Inyector de combustible taponado	Limpiar o reemplazar
	Relé de la bomba de combustible defectuoso	Reemplazar
	Cable de alimentación de la bomba de combustible roto o en malas condiciones	Reconectar, reparar o reemplazar
	Circuito del sensor de temperatura del refrigerante abierto o en corto	Corregir o reemplazar
	Sensor de temperatura del refrigerante defectuoso	Reemplazar
	Ajuste incorrecto del sensor TPS	Corregir
	Sensor TPS defectuoso	Reemplazar
	Conector del sensor TPS con malas conexiones	Reconectar
	Cable del sensor de velocidad con mala conexión o defectuoso	Reparar o reemplazar
	Sensor de velocidad del vehículo flojo	Fijarlo fuertemente
Cable de la UEC con malas conexiones o defectuoso.	Corregir o reemplazar	

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problema en el sistema de control de emisiones	Circuito abierto del sensor de oxígeno	Corregir o reemplazar
	Sensor de oxígeno defectuoso	Reemplazar
	Mangueras de señal de vacío flojas o defectuosas	Corregir o reemplazar
	Circuito del sensor de temperatura del refrigerante abierto o en corto	Corregir o reemplazar
	Circuito de la válvula de purga del canister abierto o en corto	Corregir o reemplazar
	Válvula de purga del canister defectuosa	Reemplazar
	Sensor de temperatura del refrigerante defectuoso	Reemplazar
	Válvula de ventilación positiva del carter y manguera taponada	Corregir o reemplazar
	Sistema del evaporador	

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Otros	Propulsor hidráulico dañado	Reemplazar
	Varilla del soporte del propulsor hidráulico dañada	Reemplazar
	Válvula de admisión con carbonilla o quemada	Corregir o reemplazar
	Resorte de la válvula fatigado o débil	Reemplazar
	Carbonilla en la cámara de combustión.	Limpiar

### 5.5.9 Consumo excesivo de combustible

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problema en el sistema de combustible	Mezcla demasiado rica o demasiado pobre	Revisar combustión anormal
	Inyector de arranque en frío con fugas	Reemplazar
	Desgaste en componentes del inyector	Reemplazar
	Fugas en el sistema de combustible	Corregir
	La función de corte de combustible no trabaja	Revisar combustión anormal

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Otros	Filtro de aire obstruido	Reemplazar
	Ralentí demasiado alto	Recalibrar la válvula IAC
	Retorno de control del acelerador demasiado lento	Corrija
	Deslizamiento o patinaje del embrague	Corrija
	Arrastre de los frenos	Corrija
	Selección del cambio de marcha de la transmisión incorrecta	Realizar una selección correcta de las marchas
	Sensor de oxígeno defectuoso	Reemplazar
	Baja presión de los neumáticos	Corregir
	Problemas en la válvula de ventilación positiva del carter	Reemplazar

### 5.5.10 Problemas de lubricación

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Presión de aceite demasiado baja	Aceite utilizado incorrecto	Reemplazar con aceite de motor especificado
	Válvula de descarga pegada	Reemplazar
	Bomba de aceite no opera adecuadamente	Corregir o reemplazar
	Colador de aceite taponado	Limpiar o reemplazar
	Bomba de aceite defectuosa	Reemplazar
	Indicador de presión de aceite defectuoso	Corregir o reemplazar
	Cojinetes de biela o cigüeñal desgastados	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Contaminación del aceite	Uso de aceite equivocado	Reemplazar con aceite de motor correcto
	Filtro de aceite taponado	Reemplazar
	Empaque del cabezote dañado	Reemplazar
	Fuga de gases quemados	Reemplazar el pistón y rines

### 5.5.11 Oscilación a velocidad constante

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problema en el sistema de control de emisiones	Circuito o sensor de oxígeno defectuoso	Reemplazar
	Sensor TPS mal ajustado o defectuoso	Ajustar, calibrar o reemplazar
	Circuito del sensor MAP defectuoso	Corregir

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Problema en el sistema de combustible	Fuga de vacío	Corregir
	Cables de los inyectores flojos	Apretar
	Presión de combustible incorrecta	Corregir
	Bomba de combustible defectuosa	Reemplazar

CONDICION	POSIBLE CAUSA	CORRECCIÓN
Otros	Filtro de aire obstruido	Reemplazar
	Fuga de aire en el conducto de admisión y/o escape	Corregir o reemplazar

## 5.6 Códigos de falla propios del fabricante

### CHEVROLET CORSA EVOLUTION OBDII DTC

- P1100** Sensor MAP - señal fuera de rango
- P1110** Circuito de control de entrada de aire del solenoide 1 al múltiple de admisión dañado
- P1111** Circuito de control de entrada de aire del solenoide 2 al múltiple de admisión dañado
- P1120** Sensor TPS o MAP - señal fuera de rango
- P1170** Control de mezcla, banco 1 - mal funcionamiento
- P1171** Control de mezcla, motor bajo carga- mezcla pobre
- P1173** Protección contra el sobrecalentamiento de motor activada – temperatura sobre el límite.
- P1195** Sensor de presión de aceite - mal funcionamiento
- P1220** Control de ajuste de cantidad de combustible - mal funcionamiento
- P1229** Relé de control del motor - voltaje alto
- P1230** Relé de control del motor - voltaje bajo
- P1231** Relé de la bomba de combustible
- P1300** Tanque de combustible vacío
- P1326** Sensor de golpeteo de cilindro 1 - límite de control alcanzado
- P1327** Sensor de golpeteo de cilindro 2 - límite de control alcanzado
- P1328** Sensor de golpeteo de cilindro 3 - límite de control alcanzado
- P1329** Sensor de golpeteo de cilindro 4 - límite de control alcanzado
- P1335** Módulo de mando de la bomba inyección – señal CKP anómala
- P1372** Sensor CKP - mal funcionamiento.
- P1481** Electro ventilador - mal funcionamiento
- P1501** Inmovilizador - error del programa
- P1502** Inmovilizador - no hay señal
- P1503** Inmovilizador - señal incorrecta
- P1508** Válvula IAC - circuito defectuoso
- P1509** Válvula IAC - circuito defectuoso
- P1515** Válvula IAC - circuito defectuoso
- P1555** Sensor TPS o MAF - señal fuera de rango
- P1560** Voltaje del sistema, batería - fuera de límites
- P1572** La UEC - unidad electrónica de control-, o módulo de control del inmovilizador - ninguna señal del inmovilizador
- P1573** La UEC - unidad electrónica de control-, o módulo de control del inmovilizador - inmovilizador incorrecto
- P1600** La UEC - unidad electrónica de control -, error del programa
- P1602** Sensor de golpeteo – malfuncionamiento de la RAM
- P1604** La UEC - unidad electrónica de control -, defectuosa
- P1605** La UEC - unidad electrónica de control -, codificación
- P1606** La UEC - unidad electrónica de control -, defectuosa
- P1610** Módulo de control del inmovilizador - error del programa
- P1611** Módulo de control del inmovilizador - el código de seguridad ingresado incorrecto
- P1612** Módulo de control del inmovilizador - no hay señal o incorrecta
- P1613** Módulo de control del inmovilizador - no hay señal o incorrecta

- P1614** Módulo de control del inmovilizador – señal
- P1615** Módulo de control del inmovilizador – comunicación del módulo de control de multifunciones incorrecto
- P1616** Módulo de control del inmovilizador – comunicación del módulo de control de instrumentación incorrecto
- P1618** La UEC - unidad electrónica de control -, funcionamiento defectuoso
- P1620** La UEC - unidad electrónica de control -, voltaje de suministro fuera de límite
- P1621** La UEC - unidad electrónica de control -, defectuoso
- P1622** Relé de la bomba de combustible
- P1625** La UEC - unidad electrónica de control -, mal funcionamiento
- P1635** La UEC - unidad electrónica de control -, defectuoso
- P1650** Testigo o lámpara MIL - funcionamiento defectuoso del circuito
- P1690** Testigo o lámpara MIL - funcionamiento defectuoso del circuito
- P1760** Voltaje de sistema, ignición - fuera de límites
- P1780** TPS - funcionamiento defectuoso del circuito
- P1800** Voltaje del sistema, ignición - fuera de límites
- P1842** Sensor TPS – señal fuera de rango
- P1843** Sensor de temperatura del refrigerante - señal fuera de rango
- P1890** Sensor TPS - funcionamiento defectuoso del circuito/ comunicación entre bus CAN y ECMITCM

## **5.7 Códigos estándar de los sistemas OBDII**

### OBDII DTC

- P0000** No se han encontrado códigos de diagnóstico
- P0068** Sensor MAP/MAF - correlación con la posición del acelerador
- P0105** Sensor MAP - malfuncionamiento del circuito
- P0106** Sensor MAP - problema de rendimiento
- P0107** Sensor MAP - baja entrada del circuito
- P0108** Sensor MAP - alta entrada del circuito
- P0109** Sensor MAP - circuito intermitente
- P0115** Sensor de temperatura del refrigerante - malfuncionamiento del circuito
- P0116** Sensor de temperatura del refrigerante - problema de rendimiento
- P0117** Sensor de temperatura del refrigerante - baja entrada del circuito
- P0118** Sensor de temperatura del refrigerante - alta entrada del circuito
- P0119** Sensor de temperatura del refrigerante - circuito intermitente
- P0125** Temperatura insuficiente para controlar el combustible en circuito cerrado
- P0126** Insuficiente temperatura del refrigerante para operación estable
- P0128** Termostato – temperatura del refrigerante bajo la temperatura de regulación del termostato
- P0130** Malfuncionamiento del circuito del sensor de oxígeno
- P0131** Bajo voltaje del circuito del sensor de oxígeno
- P0132** Alto voltaje del circuito del sensor de oxígeno
- P0133** Lenta respuesta del circuito del sensor de oxígeno
- P0134** No hay actividad detectada en el circuito del sensor de oxígeno
- P0200** Circuito de inyector - malfuncionamiento
- P0201** Inyector 1 - malfuncionamiento del circuito
- P0202** Inyector 2 - malfuncionamiento del circuito
- P0203** Inyector 3 - malfuncionamiento del circuito
- P0204** Inyector 4 - malfuncionamiento del circuito

- P0217** Condiciones de sobrecalentamiento del motor
- P0219** Condición de sobre velocidad del motor
- P0230** Relé de la bomba de combustible - malfuncionamiento del circuito
- P0231** Relé de la bomba de combustible - respuesta baja del circuito
- P0232** Relé de la bomba de combustible - respuesta alta del circuito
- P0233** Relé de la bomba de combustible - respuesta intermitente del circuito
- P0261** Inyector del cilindro 1 - respuesta baja
- P0262** Inyector del cilindro 1 - respuesta alta
- P0263** Cilindro 1 - contribución/balance
- P0264** Inyector del cilindro 2 - respuesta baja
- P0265** Inyector del cilindro 2 - respuesta alta
- P0266** Cilindro 2 - contribución/balance
- P0267** Inyector del cilindro 3 - respuesta baja
- P0268** Inyector del cilindro 3 - respuesta alta
- P0269** Cilindro 3 - contribución/balance
- P0270** Inyector del cilindro 4 - respuesta baja
- P0271** Inyector del cilindro 4 - respuesta alta
- P0272** Cilindro 4 - contribución/balance
- P0324** Error en el sistema de control de pistoneo
- P0325** Sensor de golpeteo 1 - malfuncionamiento del circuito
- P0326** Sensor de golpeteo - rango/rendimiento
- P0327** Sensor de golpeteo - baja entrada
- P0328** Sensor de golpeteo - alta entrada
- P0329** Sensor de golpeteo - entrada intermitente
- P0350** Bobina de encendido - circuito primario/secundario malfuncionamiento
- P0443** Sistema EVAP - circuito de control de la válvula de purga
- P0444** Sistema EVAP - circuito de control de la válvula de purga abierto
- P0448** Sistema EVAP - circuito de control de la válvula de purga cerrado
- P0513** Llave incorrecta del inmovilizador
- P0600** Bus CAN - malfuncionamiento
- P0601** UEC - unidad electrónica de control-, error en chequeo de memoria
- P0602** UEC - unidad electrónica de control-, error de programación
- P0603** UEC - unidad electrónica de control-, error en la memoria CAM
- P0604** UEC - unidad electrónica de control-, error en la memoria RAM
- P0605** UEC - unidad electrónica de control-, error en la memoria ROM
- P0606** UEC - unidad electrónica de control-, falla del procesador
- P0607** UEC - unidad electrónica de control-, rendimiento
- P0614** UEC - unidad electrónica de control-, incompatible
- P0615** Circuito del relé del motor de arranque
- P0616** Circuito bajo del relé del motor de arranque
- P0617** Circuito alto del relé del motor de arranque
- P0627** Control de la bomba de combustible - circuito abierto
- P0628** Control de la bomba de combustible - circuito bajo
- P0629** Control de la bomba de combustible - circuito alto

## CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES.

Los objetivos planteados al inicio en el proyecto de tesis se han cumplido en su totalidad, el soporte mecánico del motor al estar sobredimensionado soporta los requerimientos a los que le somete el motor en todos sus rangos de funcionamiento, además de poseer una gran funcionalidad y utilidad comprobadas al utilizarse este como material de apoyo en el curso de “Inyección 1”.

El sistema de control del vehículo “Chevrolet Corsa Evolution 1.8” es más complejo que en otras marcas y modelos debido a la interconexión de los controladores del motor, carrocería, tablero de instrumentos y cerradura electrónica a través de la red CAN, por lo que se debe tener precaución en la manipulación de los componentes.

El texto de diagnóstico y fallas que acompaña a este banco didáctico es un manual de comprobación de funcionamiento y reparación, cuya estructura es similar a un manual de reparaciones del fabricante, siendo de gran utilidad para la ejecución de las prácticas.

Para el uso correcto del banco didáctico funcional se recomienda, consultar el manual de usuario en donde se indican las conexiones de los medidores de alta impedancia para obtener las señales idóneas de cada sensor. Además no realizar puentes entre todos los terminales del banco didáctico ya que debido a la baja impedancia se produciría un corto circuito que podría dañar fusibles o la UEC.

También evítese realizar aceleraciones que sobrepasen las 4.000 rpm debido a razones de seguridad e integridad de los usuarios del banco didáctico funcional, ya que la estructura no ha sido concebida para soportar esfuerzos que puede generar el motor a elevados regímenes de funcionamiento.

**GLOSARIO DE SIGLAS**

<b>SIGLA</b>	<b>SIGNIFICADO EN INGLES</b>	<b>SIGNIFICADO EN ESPAÑOL</b>
MPI	Multi point injection	Inyección multipunto
TBI	Trottle body injection	Inyección en el cuerpo de aceleración
UEC	Electronic control unit	Unida electrónica de control
MAP	Manifold absolute pressure	Medidor de presión absoluta
TPS	Throttle position sensor	Sensor de posición de mariposa
IAC	Idle air control	Válvula de control de ralentí
CKP	Crankshaft position	Posición del cigüeñal
KS	Knock sensor	Sensor de golpeteo
PMS	Top dead center	Punto muerto superior
ECT	Engine coolant temperature	Sensor de temperatura del refrigerante
NTC	Negative temperature coeficient	Coeficiente de temperatura negativa
DIS	Direct ignition system	Sistema de ignición directa
EVAP	Evaporative emissions	Emissiones evaporativas
PWM	Pulse width modulation	Modulación de ancho de pulso
	Check Engine	Revisión del motor
EGR	Exhaust gases recirculation	Recirculación de gases de escape
UAL	-----	Unidad aritmética lógica
RAM	Random acces memory	Memoria de acceso aleatorio
ROM	Read only memory	Memoria solo de lectura
PROM	Programable read only memory	Memoria programable solo de lectura

DTC	Diagnostic trouble code	Código de diagnóstico de problemas
MIL	Malfunction indicator light	Luz indicadora de malfuncionamiento
EEPROM	Electrically erasable programable read only memory	memoria programable eléctricamente borrrable solo de lectura
KAM	Keep alive memory	Memoria mantenida viva
CAN	Controlled area network	Red de área controlada

## BIBLIOGRAFÍA.

- BOSCH, Robert, *Sistemas de inyección electrónica*. Campinas, Brasil: Robert Bosch Ltda, 2006. 18p.
- Centro de transferencia tecnológica para la capacitación e investigación en control de emisiones vehiculares, *Manual de motores endotermicos* [Cd-ROM]. Quito: Escuela Politecnica nacional, Septiembre 2004.[ 9 Octubre 2008]
- COELLO, Efrén, *Sistemas de inyección electrónica de gasolina*. Quito: America, 2002
- Edelmann STANT®, *Edelmann® Automotive Fittings, Hoses, Lines and Tubing Catalog*, [Cd-ROM]. Dixon, Illinois, Abril 2002 .[ 9 Octubre 2008]
- Gerschler, H *et al*, *Tecnología del Automóvil tomo 2*. Besante, Francisco (trad.); Jubera, Miguel (trad.). 20ª ed. Barcelona: Reverté. 1985. 573p.
- Sistemas de inyeccion de combustible:  
[http://www.bertonformacion.com/libros/Extracto\\_Libro2\\_berton.pdf](http://www.bertonformacion.com/libros/Extracto_Libro2_berton.pdf) [ 11 de octubre 2007]
- Sensores y actuadores: <http://www.redtecnicautomotriz.com> [ 20 de noviembre del 2007]
- Sistemas de inyeccion: <http://www.mecanicadeautos.info> [ 20 de noviembre del 2007]
- Tipos de sistemas de alimentación y elementos filtrantes:  
<http://www.bosch.com.co/divisiones/.htm> [ 15 de septiembre del 2007]
- Toyota Motor Corporation, *Emission Control System Service training information*, Octubre 2005 [Cd-ROM]. [10 Noviembre 2007]

## ANEXOS

### Anexo 1: Fotografías de la construcción del banco didáctico funcional



Desmontaje del motor



Desmontaje del arnés de cables



Construcción del banco didáctico funcional



Motor desmontado



Armado del tablero de instrumentos externo



Masillado de la estructura



Pintado de la estructura



Pintado de la estructura

**Anexo 2:** Gráficos y tablas de resultados de cálculos estructurales en la barra # 11, obtenidas en el SAP 2000

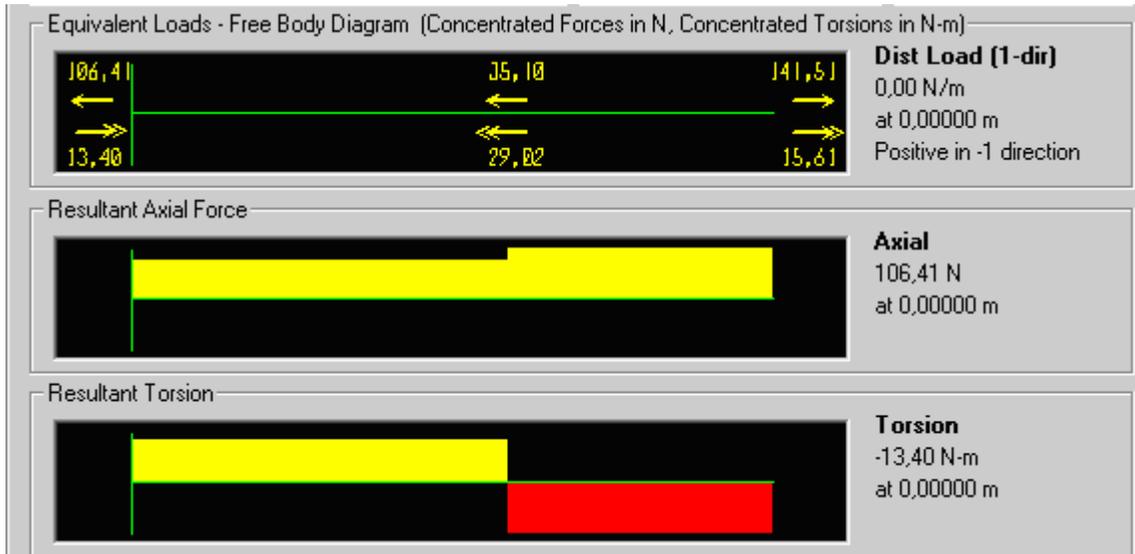


Tabla de datos para la barra # 11					
Distancia	Axial	Torsión	Cortante	Momento Flector	
m	N	N-m	N	M-m	
0	106,46	-13,4	-237,31	10,31	
0,1	106,46	-13,4	-234,95	7	
0,2	106,46	-13,4	-232,59	3,68	
0,3	106,46	-13,4	-230,23	0,36	
0,4	106,46	-13,4	-227,87	-2,96	
0,56	106,46	-13,4	-224,09	-8,28	
0,57	141,5	15,16	-223,86	-8,65	
0,6	141,5	15,16	329,99	4,38	
0,7	141,5	15,16	332,35	1,09	
0,8	141,5	15,16	334,71	-2,19	
0,9	141,5	15,16	337,07	-5,48	
0,96	141,5	15,16	338,49	-7,78	