

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería Automotriz

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Implementación de un Banco Simulador de Fallas de un Sistema de Inyección Electrónica
de Combustible (gasolina) en un Motor Corsa de Cuatro Cilindros 1.6L MPFI**

Francisco Xavier Paredes Echeverría

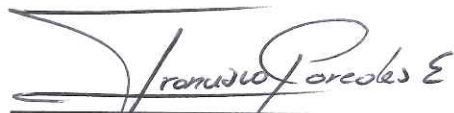
Director: Ing. Raymond Suarez

2011

Quito, Ecuador

CERTIFICACIÓN

Yo, Francisco Xavier Paredes Echeverría declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que esta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la siguiente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.



Francisco Xavier Paredes Echeverría

CI: 1713340402

Yo, Ing. Raymond Suárez, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, Francisco Paredes, es el autor exclusivo de la presente investigación y que esta es original, auténtica y personal suya.



Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado

Ing. Raymond Suárez

Director

AGRADECIMIENTO

En la vida todos tenemos metas que deseamos alcanzar, pero que solos, difícilmente lo lograríamos. Mi meta fue ser ingeniero y grandes amigos y profesores estuvieron en mi camino para ayudarme.

Agradezco al Ing. Andrés Castillo que desde el principio me demostró que el esfuerzo vale la pena siempre, a mi director de Tesis Ing. Raymond Suárez que supo guiarme y ayudarme en el desarrollo de mi proyecto.

Quiero agradecer a mis grandes amigos Jairo y Luis por su amistad y apoyo.

Finalmente agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador por darme la oportunidad de continuar con mis estudios.

DEDICATORIA

El camino que día a día recorro está guiado por el mejor de los amigos, el cual me ha dado todo lo hermoso que tengo en la vida por eso te doy gracias DIOS y te dedico mi esfuerzo.

Mi Familia, sin duda, es mi vida, por eso les dedico con todo amor a mis dos hermosos hijos, Nicolás y Felipe que con su alegría llenan mi corazón. A mi preciosa esposa Bane que con su amor, sabiduría y sacrificio me dio fuerzas para seguir adelante.

A mis padres César y Miriam a quienes amo mucho, y gracias a que desde pequeño me inculcaron sus valores de amor y respeto.

A mis suegros Luís y Martha, mis cuñadas Dali y Marcelia por su apoyo incondicional.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO DE TESIS

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
ESCUELA DE “MECÁNICA AUTOMOTRIZ”

TÍTULO: Implementación de un Banco Simulador de un Sistema de Inyección Electrónica de Combustible (gasolina) en un Motor Corsa de Cuatro Cilindros 1.6L MPFI.

AUTOR: Francisco Xavier Paredes Echeverría.

DIRECTOR: Ing. Raymond Suárez

ENTIDAD QUE AUSPICIO LA TESIS: Ninguna

FINANCIAMIENTO: No **PREGRADO:** Si

FECHA DE ENTREGA DE LA TESIS: 8 de Febrero del 2011.

GRADO ACADEMICO OBTENIDO: Ingeniero en Mecánica Automotriz.

No. Págs.: 143

No. Ref. Bibliográficas: 7 Libros, 8 páginas de Internet, 1 manual.

No Anexos: 2

SÍNTESIS

La tesis Implementación de un Banco Simulador de Fallas de un Sistema de Inyección Electrónica de Combustible (gasolina) en un Motor Corsa de Cuatro Cilindros 1.6L MPFI está constituido de tres capítulos, los dos primeros capítulos se refiere a la parte teórica y conceptos generales, mientras que el tercer capítulo es práctico y teórico, centrándose en el tipo de motor y su sistema de inyección a gasolina.

En el primer capítulo realizamos un recuento de la evolución de los sistemas de inyección desde sus inicios hasta los que se utilizan hoy en día. También está detallada la clasificación de los distintos tipos de inyección y finalmente las emisiones de gases y sus sistemas de control.

En el segundo capítulo se realiza un estudio general del Sistema de Inyección, ahí podremos ver sus componentes y funcionamiento, así como la estructura de los mismos.

En el capítulo tercero y final, se encuentra el desarrollo del banco simulador de fallas, ahí podremos observar todos los componentes del sistema de inyección del motor corsa ubicaciones y funcionamiento. Además en este capítulo realizaré actividades prácticas reales de diferentes verificaciones y medidas con la utilización de equipos comprobatorios.

Este proyecto de grado, implementa un equipo didáctico para el estudio del funcionamiento de los motores con sistema de inyección electrónica de combustible, basado principalmente en el desarrollo de las actividades prácticas el uso de equipos de medición y la ayuda del profesor guía.

Finalmente, con cada práctica realizada con el banco simulador de fallas, los nuevos estudiantes ampliarán sus conocimientos, que previamente los recibieron teóricamente y así con el complemento teórico-práctico su formación será exitosa.

PALABRAS CLAVES:

- 1.6 litros
- MPFI
- Inyección
- Electrónica
- Actuadores
- Sensores
- Motor corsa
- Panel de Mandos
- Cuatro Cilindros

FIRMAS:

Ing. Raymond Suárez

DIRECTOR TESIS

Sr. Francisco Paredes

GRADUADO

INTERNATIONAL UNIVERSITY OF ECUADOR
THESIS BIBLIOGRAPHY REGISTRATION FORM

DEPARTMENT OF AUTOMOTIVE POWER MECHANICS

TITLE: Implementation of a Fault Simulator Bank of Fuel Injection (gasoline) in a Corsa Engine 1.6L MPFI Four Cylinder.

AUTHOR: Francisco Xavier Paredes Echeverría.

DIRECTOR: Engineer Raymond Suárez

DATE OF THESIS PRESENTATION: February 8th 2011

No. Pgs: 143

No. of Bibliographical References: 7 books, 8 web pages, 1 manual.

No. Appendix: 2

SYNTHESIS

The implementation thesis of a Fault Simulator Bank of Fuel Injection (gasoline) in a Corsa Engine 1.6L MPFI Four Cylinder is made up of three chapters. The first two chapters refer the theoretical and general concepts, while the third chapter refers practical and theoretical and focuses on the type of engine and injection system of gasoline that we use in the thesis.

In the first chapter, we provide the evolution of the injection system from its beginnings to those used today. We also detail the classification of different types of injection as well as emissions and their control systems.

In the second chapter, we do a general study of injection system where we can see the components and operation, as well as their structure.

The third and final chapter is developed in the Bank Faul Simulator where we can see all components of the engine injection system as well as their locations and functions. Additionally, this chapter will have real practical activities of different checks and measures and the utilization of evidentiary equipment.

This project implements an educational instrument for the study of running engines with fuel electronic injection system based primarily on the

development of practical activities, the use of measuring equipment and the help of the professor.

Finally, with each completed practice with the simulator bank failures, new students will be able to expand their knowledge, which they previously received only theoretically, and be able to complement this previous knowledge with theoretical-practical training which will give them a successful training.

KEY WORDS:

- 1.6 litres
- MPFI
- Injection
- Electronic
- Actuatores
- Sensors
- Corsa Engine
- Control Panel
- Four cylinder

SIGNATURES:

Engineer. Raymond Suárez

THESIS DIRECTOR

Mr. Francisco Paredes

GRADUATE

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	1
1 GENERALIDADES	1
1.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES.....	1
1.1.1 Clasificación de los Sistemas de Inyección	5
1.1.1.1 Según el Lugar Donde Inyectan	5
1.1.1.2 Según el Número de Inyectores	7
1.1.1.3 Según el Número de Inyecciones.....	10
1.1.2 Según las Características de Funcionamiento	11
1.1.2.1 Inyección Mecánica k-jetronic.....	11
1.1.2.2 Inyección Electromecánica Ke-jetronic.....	12
1.1.2.3 Inyección Electrónica Motronic	13
1.2 SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES (DISPOSITIVOS)	16
1.2.1 Catalizadores.....	16
1.2.2 Canister	17
1.2.3 Válvula EGR	19
1.3 TIPOS DE GASES EMITIDOS POR EL ESCAPE	20
1.3.1 Hidrocarburos (HC)	20
1.3.2 Óxidos de Nitrógeno (NOx)	20
1.3.3 Monóxido de Carbono (CO).....	21
1.3.4 Dióxido de Carbono (CO ₂).....	21
CAPÍTULO 2	22
2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA....	22

2.1	MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECU)	22
2.1.1	Concepto General	22
2.1.1.1	Estructura	22
2.1.1.2	Procesamiento de Datos	23
2.1.2	Memoria ROM	26
2.1.3	Memoria EPROM	26
2.1.4	Memoria RAM.....	27
2.2	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	27
2.2.1	Funcionamiento	27
2.2.1.1	Funcionamiento Mecánico.....	27
2.2.1.2	Funcionamiento Electrónico (ECU)	28
2.2.2	Componentes del Sistema.....	29
2.3	SENSORES.....	30
2.3.1	Sensor de Temperatura del Aire.....	30
2.3.2	Sensor de Masa del Aire	31
2.3.3	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración.....	32
2.3.4	Sensor de Detonación	33
2.3.5	Sensor de Presión Absoluta	34
2.3.6	Sensor de Posición Del Cigüeñal	36
2.3.7	Sensor Sonda lambda	36
2.3.8	Sensor de temperatura del refrigerante	38
2.3.9	Sensor del árbol de levas	40
2.4	ACTUADORES.....	41
2.4.1	IAC	41
2.4.2	Inyectores.....	41

CAPÍTULO 3	43
3 BANCO SIMULADOR DE FALLAS	43
3.1 IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	43
3.1.1 Sensores	46
3.1.1.1 Sensor de Temperatura del Aire (ACT)	47
3.1.1.2 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)	48
3.1.1.3 Sensor de Presión en el Colector (MAP).....	49
3.1.1.4 Sensor de Oxígeno (EGO)	50
3.1.1.5 Sensor de Rotación/ref	52
3.1.1.6 Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento (CTS).....	53
3.1.2 Actuadores	54
3.1.2.1 Inyectores.....	54
3.1.2.2 Válvula de Ajuste del Relantí (IAC)	55
3.1.3 ECM.....	56
3.1.4 Sistema de Alimentación de Combustible	58
3.1.4.1 Bomba de Combustible	59
3.1.4.2 Distribuidor de Combustible.....	59
3.1.4.3 Regulador de Presión.....	60
3.1.5 Panel de Mandos.....	61
3.1.5.1 Características Técnicas	61
3.1.5.2 Funcionamiento Normal Sensores	63
3.1.5.3 Funcionamiento Normal Actuadores	63
3.1.5.4 Funcionamiento para realizar fallas las en los Sensores.....	64
3.1.5.5 Funcionamiento para realizar fallas en los Actuadores	65

3.2	VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	65
3.2.1	Sensores	68
3.2.1.1	Sensor De Temperatura del Líquido Refrigerante (CTS).....	68
3.2.1.2	Sensor Sonda Lambda (EGO).....	72
3.2.1.3	Sensor de Posición de la Mariposa (TPS).....	76
3.2.1.4	Sensor de Presión Absoluta (MAP).....	79
3.2.1.5	Sensor de Temperatura de Aire (ACT).....	83
3.2.1.6	Sensor de Rotación (CKP)	86
3.2.2	Actuadores	88
3.2.2.1	Inyectores.....	88
3.2.2.2	Motor de Pasos (IAC)	90
3.2.3	ECM.....	92
3.2.4	Análisis de Circuito del Panel de Mandos Sensores	94
3.2.4.1	Funcionamiento del Circuito Cuando se Realiza la Falla (Alto Voltaje) .	96
3.2.4.2	Funcionamiento del Circuito Cuando se Realiza la Falla (Bajo Voltaje)	97
3.2.4.3	Funcionamiento de los Leds.....	98
3.2.5	Análisis de Circuito del Panel de Mandos Actuadores	98
3.2.5.1	Simulación de Falla para Inyectores.....	99
3.2.5.2	Simulación de Falla para Motor de Pasos IAC	99
3.2.6	Simulación de Fallas y Reconocimiento de Síntomas	100
3.2.6.1	Simulación de Fallas Sensores	100
3.2.6.2	Simulación de Fallas Actuadores	111
3.2.7	Manejo de Instrumentos para Verificación y Diagnosis	113
3.2.7.1	Multímetro.....	113

3.2.7.2	Escáner	114
3.2.8	Diagnosis.....	114
3.3	MANUAL DEL USUARIO.....	118
3.3.1	Normas de Utilización del Equipo.....	118
3.3.2	Características.....	119
3.3.3	Mantenimiento.....	120
3.4	MANUAL DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS	121
3.4.1	Actividades Prácticas Sensores	121
3.4.1.1	Guía de Práctica No. 1	122
3.4.1.2	Guía de Práctica No. 2	125
3.4.2	Actividades Prácticas Actuadores	129
3.4.2.1	Guía de Práctica No. 3	129
	CONCLUSIONES	132
	RECOMENDACIONES	133
	GLOSARIO	134
	BIBLIOGRAFÍA	136
	ANEXOS	138

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No.- 1.1 Tipos de Inyección	5
Gráfico No.- 1.2 Inyección Directa.....	6
Gráfico No.- 1.3 Inyección Multipunto	7
Gráfico No.- 1.4 Esquema Básico de un Sistema de Inyección Monopunto	9
Gráfico No.- 1.5 Inyección Monopunto	9
Gráfico No.- 1.6 Diagrama de un Sistema Motronic	14
Gráfico No.- 1.7 Componentes del Sistema Motronic	15
Gráfico No.- 1.8 Canister en un Sistema de Inyección Electrónica Motronic de Bosch	18
Gráfico No.- 1.9 Válvula de Recirculación de Gases EGR.....	19
Gráfico No.- 2.1 Estructura Interna de una unidad de Control.....	23
Gráfico No.- 2.2 Señal MID	25
Gráfico No.- 2.3 Inyección Electrónica de Combustible	29
Gráfico No.- 2.4 Componentes del Sistema de Alimentación de Combustible.....	29
Gráfico No.- 2.5 Sensor de Temperatura del Aire	30
Gráfico No.- 2.6 Sensor de Masa de Aire.....	31
Gráfico No.- 2.7 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración	32
Gráfico No.- 2.8 Sensor de Detonación.....	33
Gráfico No.- 2.9 Sensor de Presión Absoluta.....	35
Gráfico No.- 2.10 Sensor de Posición del Cigüeñal	36
Gráfico No.- 2.11 Sensor Sonda Lambda	36
Gráfico No.- 2.12 Sensor de Temperatura del Refrigerante.....	38
Gráfico No.- 2.13 Sensor del Árbol de Levas	40

Gráfico No.- 2.14 Inyector	42
Gráfico No.- 3.1 Componentes del Sistema de Inyección MULTEC- MPFI.....	43
Gráfico No.- 3.2 Ubicación de los Componentes en el Motor.....	44
Gráfico No.- 3.3 Sensor de Temperatura del Aire (ACT).....	47
Gráfico No.- 3.4 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración	48
Gráfico No.- 3.5 Sensor de Presión en el Colector.....	49
Gráfico No.- 3.6 Sensor de Oxígeno	50
Gráfico No.- 3.7 Sensor de Rotación.....	52
Gráfico No.- 3.8 Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento.....	53
Gráfico No.- 3.9 Componentes de un Inyector	54
Gráfico No.- 3.10 Componentes del IAC	55
Gráfico No.- 3.11 ECM	56
Gráfico No.- 3.12 Componentes del ECM	57
Gráfico No.- 3.13 Distribuidor de Combustible	59
Gráfico No.- 3.14 Componentes del Regulador de Presión	60
Gráfico No.- 3.15 Panel de Mandos	62
Gráfico No.- 3.16 Diagrama Eléctrico Sistema de Inyección Motor Corsa 1.6L .	66
Gráfico No.- 3.17 Sensor de Temperatura	68
Gráfico No.- 3.18 Verificación del Voltaje de Retorno Sensor de Temperatura....	69
Gráfico No.- 3.19 Comportamiento Voltajes de Salida Sensor CTS.....	70
Gráfico No.- 3.20 Verificación de Resistencia Sensor Temperatura	71
Gráfico No.- 3.21 Comportamiento Resistencia Sensor Temperatura	72
Gráfico No.- 3.22 Verificación EGO.....	72
Gráfico No.- 3.23 Verificación de Voltaje de Referencia Sonda Lambda	73
Gráfico No.- 3.24 Verificación de la tierra Sonda Lambda	74

Gráfico No.- 3.25 Verificación del Voltaje de Retorno Sonda	75
Gráfico No.- 3.26 Verificación del Voltaje de Entrada (TPS)	77
Gráfico No.- 3.27 Verificación de la Tierra (TPS)	78
Gráfico No.- 3.28 Ciclo de Apertura y Cierre de la Mariposa	79
Gráfico No.- 3.29 Diagrama del Sensor de Presión Absoluta	79
Gráfico No.- 3.30 Verificación del Voltaje de Entrada Sensor MAP	80
Gráfico No.- 3.31 Verificación de la Tierra del Sensor (MAP)	81
Gráfico No.- 3.32 Variación del Voltaje de Retorno Sensor (MAP)	82
Gráfico No.- 3.33 Verificación de la tierra del Sensor de Temperatura	83
Gráfico No.- 3.34 Verificación del Voltaje de Retorno Sensor de Temperatura....	84
Gráfico No.- 3.35 Variación de Voltaje de Retorno Sensor ACT	85
Gráfico No.- 3.36 Verificación de la Resistencia Eléctrica del Sensor.....	85
Gráfico No.- 3.37 Comportamiento de la Resistencia Eléctrica del Sensor ACT..	86
Gráfico No.- 3.38 Verificación del Sensor de Rotación CKP	86
Gráfico No.- 3.39 Verificación de la Tierra del Sensor de Rotación	87
Gráfico No.- 3.40 Verificación de la Distancia y Posición Angular.....	87
Gráfico No.- 3.41 Verificación Resistencia Eléctrica de los Inyectores	89
Gráfico No.- 3.42 Verificación de la Alimentación Positiva	89
Gráfico No.- 3.43 Terminales de la ECU de los Inyectores	90
Gráfico No.- 3.44 Diagrama Motor de Pasos IAC.....	91
Gráfico No.- 3.45 Verificación de las Resistencias de las Bobinas	92
Gráfico No.- 3.46 Panel de Mandos	94
Gráfico No.- 3.47 Diagrama Eléctrico del Panel de Mandos Sensores	95
Gráfico No.- 3.48 Diagrama Eléctrico del Panel de Mandos Actuadores	98
Gráfico No.- 3.49 Simulador de Fallas	100

Gráfico No.- 3.50 Panel de Simulación de Fallas (Inyectores e IAC)	111
Gráfico No.- 3.51 Multímetro	113
Gráfico No.- 3.52 Conector de Diagnóstico (ALDL).....	115
Gráfico No.- 3.53 Luz de Anomalías	115
Gráfico No.- 3.54 Lectura de los Códigos de Fallas mediante destellos	116
Gráfico No.- 3.55 Motor de 4 Cilindros en Línea	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.- 3.1 Especificaciones Técnicas del Motor Corsa 16nE	45
Tabla No.- 3.2 Características del Regulador de Voltaje.....	61
Tabla No.- 3.3 Terminales de la ECU.....	67
Tabla No.- 3.4 Voltajes de Salida con Respecto a Temperatura.....	70
Tabla No.- 3.5 Resistencias del sensor CTS.....	71
Tabla No.- 3.6 Voltaje con Respecto a la Posición de la Mariposa	76
Tabla No.- 3.7 Ciclo de Apertura y Cierre de la Mariposa	78
Tabla No.- 3.8 Variación del Voltaje de Retorno Sensor MAP	82
Tabla No.- 3.9 Voltaje de Retorno Sensor ACT.....	84
Tabla No.- 3.10 Resistencia del sensor ACT.....	85
Tabla No.- 3.11 Códigos de Fallas	117

CAPÍTULO 1

1 GENERALIDADES

1.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES

Los motores de combustión a gasolina utilizan un carburador o un sistema de inyección para realizar la mezcla, siendo el carburador un medio mecánico, pero ya en desuso gracias al avance de la tecnología.

El sistema de inyección a gasolina empieza primero por la necesidad de reducir la cantidad de combustible y mejorar la potencia en los motores así como también reducir la emisión de gases contaminantes del escape.

El Carburador como se dijo anteriormente era un sistema totalmente mecánico y tenía el fin de realizar la mezcla de gasolina combustible, esta mezcla estaba lejos de ser la óptima, es así como nace el sistema de inyección a gasolina, que en sus primeras etapas fue considerado principalmente para uso de la aviación y posteriormente para vehículos.

Así en 1967 aparece el primer sistema de inyección de gasolina llamado **D-Jetronic** un sistema que no tenía gran ventaja respecto al carburador, este sistema ya poseía los primeros sensores y actuadores que eran controlados por la ECU, lo cual fue la principal novedad ya que utilizaba la electrónica, en este

sistema se utiliza un sensor de presión el cual medirá el volumen de aire que aspiran los cilindros hacia el colector de admisión, también poseía sensores de temperatura del aire, del motor y de la posición de la aleta de aceleración, pero su principal problema radicaba en que la medición de la cantidad de aire era defectuosa y le hacía difícil de cumplir con la mezcla óptima ya que en todo el proceso de medición se utilizaba la mecánica mediante un plato sonda, el mismo que se desplazaba por medio de las corrientes de aire que aspiraba los cilindros del motor, es por eso que no presentaba ninguna ventaja frente al carburador, con lo cual rápidamente se deja este sistema y aparece el **L. JETRONIC** en el año de 1973, este sistema era similar a su predecesor D-jetronic pero contaba con la gran ventaja que la medición del caudal de aire se la realizaba con un dosificador de aire, también llamado caudalímetro de aire, este caudal de aire aspirado por el motor sirve como magnitud principal para la dosificación del combustible cuya cantidad de volumen a inyectar se calcula con el régimen de giro del motor y el caudal de aire.

Este caudalímetro ya contaba con la ventaja de proporcionar señales eléctricas al módulo de control, es decir su exactitud era mayor, su funcionamiento era basado en la fuerza que ejercía la corriente de aire sobre la aleta sonda para vencer la acción de un muelle es así como la aleta se desplazaba, este desplazamiento hacía que se tenga un desplazamiento angular, el mismo que se transformaba en una tensión eléctrica por medio de un potenciómetro.

Es así con este avance en la medición de caudal más eficiente que empiezan el arranque de los sistemas de inyección ya controlados por medio de un modulo de

control electrónico, los mismos que ya no utilizaban la mecánica como forma de medición, sino señales eléctricas que se las enviaba a un modulo de control electrónico.

Con este avance de la tecnología aparece el sistema **MOTRONIC** en el cual ya existe una interacción entre todos sus componentes mediante la electrónica, es decir una señales de todas las funciones del motor e integra el control de sincronización de la chispa y medición del combustible en un mismo microprocesador. Con esto se contribuye en gran medida para mantener al motor muy bien ajustado en todas las condiciones posibles de carga y velocidad. Esto también permite que el motor se ajuste continuamente con relación a la combustión eficiente.

Sistema de Control Electrónico (ECU): Todos los componentes del sistema de inyección son controlados por la ECU, ya que esta tiene un software grabado con las características de operación para el motor, la ECU se divide en dos tipos de señales que son de entrada y salida siendo la señales de entrada todas aquellas que los sensores las recogen y señales de salida todas aquellas que van hacia los actuadores.

Control De Emisiones Contaminantes: En los automóviles, el control de la contaminación empezó por la necesidad de reducir las emisiones contaminantes, con los catalizadores se mejoró, pues se reconvertía los gases salientes del motor en emisiones bajas que podían ser favorables para el medio ambiente.

El control de emisiones contaminantes en automóviles cubre todas las tecnologías que son empleadas para reducir las causas de la contaminación del aire producida por los automóviles.

Los controles sobre las emisiones han reducido exitosamente las emisiones producidas por los automotores en términos de cantidad por distancia recorrida; sin embargo, aumentos sustanciales en las distancias entre destinos por cada vehículo, así como aumento de los números de vehículos en circulación han hecho que la disminución total de las emisiones sea cada vez menor. Las emisiones producidas por un vehículo se clasifican en categorías distintas:

1) Emisiones a través del sistema de escape: Son aquellos residuos de la combustión que se realiza en el interior del motor y que salen por el tubo de escape a manera de gases, pero que visiblemente no se los puedes detectar y son los siguientes:

1. Hidrocarburos (HC).
2. Óxidos de nitrógeno (NO_x).
3. Monóxidos de carbono (CO).
4. Dióxido de carbono (CO₂).

2) Emisiones evaporadas: Estos son producidas por la evaporación del combustible, y son también factor para la creación del smog urbano puesto que sus moléculas son de un peso molecular alto y tienden a estar más

cerca del nivel del suelo. La gasolina puede evaporarse de las siguientes maneras:

a) *Ventilación del tanque de gasolina*: el proceso de calentamiento del vehículo y aumento de temperatura, desde las bajas temperaturas de la noche hacia las más altas durante el día hacen que la gasolina en el tanque se evapore, aumentando la presión dentro del tanque para igualar la presión atmosférica. Esta presión debe ser liberada y antes de los controles de emisión de gases, estos gases eran simplemente liberados a la atmósfera.

b) *Pérdidas y fugas*: El escape de los vapores de la gasolina desde el motor caliente.

1.1.1 Clasificación de los Sistemas de Inyección

1.1.1.1 Según el Lugar Donde Inyectan

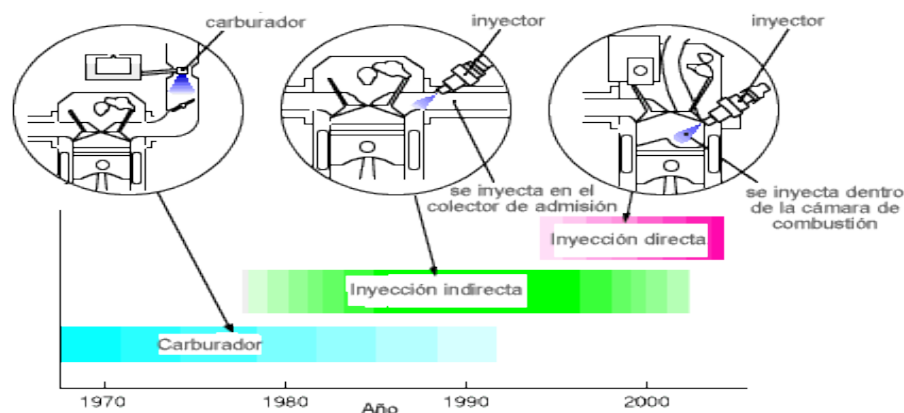


Gráfico No.- 1.1 Tipos de Inyección ¹

¹ <http://www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro.htm>

a) Inyección Directa

El combustible es inyectado directamente en la cámara de combustión por medio del inyector. Este sistema de inyección es el más nuevo y se está empezando a utilizar hoy en día en los motores de inyección a gasolina, se lo conoce como el GDI.

Pero la mezcla de aire y de combustible inyectado no permite su perfecta detonación en el cilindro si no está de acuerdo a una exacta relación estequiometrica comprendida de 14.7 a 1.

La relación de aire/combustible tiene que ser ajustada durante cada uno de los ciclos del motor cuando la inyección tiene lugar en el colector de admisión

Es aquí donde este tipo de inyección tiene grandes virtudes, ya que los inyectores se encuentran ubicados en sitios estratégicos con un determinado desplazamiento lateral por encima de la cámara de combustión.

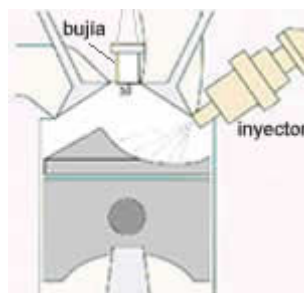


Gráfico No.- 1.2 Inyección Directa²

² <http://debates.coches.net/showthread.php?t=36014>

Su grado de efectividad termodinámica es más alto comparado con un sistema de inyección indirecta (MPI), y se consigue ventajas como menor consumo de combustible y reducción de gases contaminantes, todo esto gracias a la eliminación de la citada estrangulación.

b) Inyección Indirecta

Inyección Indirecta (MPI): El combustible es inyectado en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión. Es la más usada actualmente en la gran mayoría de vehículos.

1.1.1.2 Según el Número de Inyectores

a) Multipunto MPFI



Gráfico No.- 1.3 Inyección Multipunto³

³ http://www.volkswagen.es/es/es/experiencia_vw/innovacion/Technik_Lexikon/multipoint-einspritzung.index.html

El sistema de inyección multipunto (MPI), tiene un inyector por cada cilindro y cada inyector es el encargado de dosificar el combustible en el colector de admisión.

El sistema de inyección electrónica de combustible asegura una mezcla casi estequiometrica de 14.7 a 1.

Así se puede cumplir con los requisitos de potencia del motor, un menor consumo de combustible y finalmente la reducción de gases contaminantes.

b) Monopunto TBI

⁴Este sistema se diseño para abaratar los costos y por la necesidad de eliminar el carburador en los coches utilitarios de menor precio.

El sistema monopunto consiste en único inyector colocado antes de la mariposa de gases.

Su diseño es parecido al de un carburador, la diferencia es que un sólo inyector dosifica el combustible a una presión de 0,5 bares de acuerdo a los impulsos recibidos por la ECU.

⁴ CASTRO, Miguel. Inyección de Gasolina Sistema Monopunto. Ed.Ceac, 2001

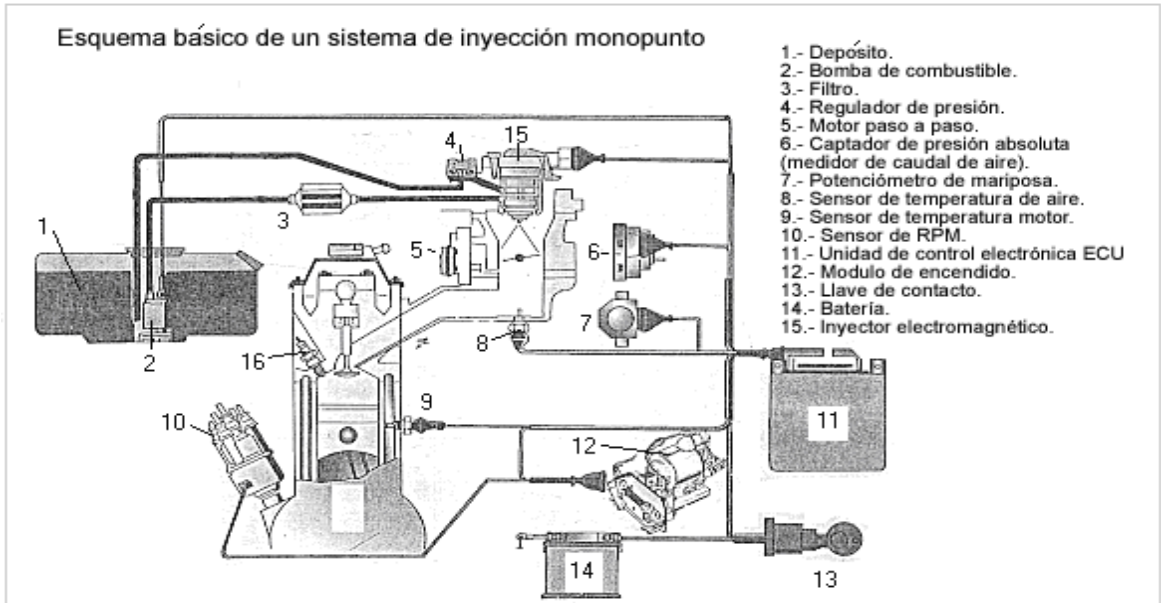


Gráfico No.- 1.4 Esquema Básico de un Sistema de Inyección Monopunto⁵

Los tres componentes básicos que forman el esquema de un sistema de inyección monopunto son el inyector que sustituye a los inyectores en el caso de una inyección multipunto, los sensores que informarán características como temperatura, posición del acelerador, etc. Y la unidad de control electrónico ECU.

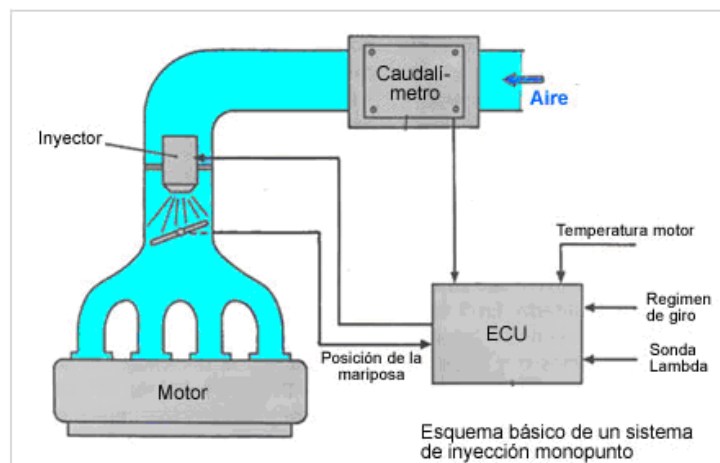


Gráfico No.- 1.5 Inyección Monopunto⁴

⁵ http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion_monopunto.htm

1.1.1.3 Según el Número de Inyecciones

a) ⁶Inyección continua

Los inyectores dosifican el combustible de forma continua en los colectores de admisión, a presión, la cual puede ser constante o variable, (CIS K-JETRONIC)

b) Inyección intermitente

Los inyectores dosifican el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la centralita de mando.

La inyección intermitente se clasifica a su vez en tres tipos:

1. Secuencial

El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

2. Semisequencial

El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

⁶ CODESIS. Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz Tomo Dos. Ed.Codesis, 2002.

3. Simultánea El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez; se abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

1.1.2 Según las Características de Funcionamiento

1.1.2.1 Inyección Mecánica k-jetronic

⁷El sistema K-jetronic fue un sistema totalmente mecánico, de hecho es uno de los sistemas más sencillos y se lo llamaba con frecuencia sistema de inyección continua, o CIS.

El CIS es un sistema mecánico que rocía continuamente combustible a través de los inyectores, y aunque parezca que eso era un desperdicio este sistema rociaba la gasolina con una relación mínima para proporcionar solo lo que era necesario para cada cilindro y con esto se mantenía la relación adecuada de aire combustible.

El sistema mecánico, **K-Jetronic**, se basa en que un platillo al elevarse por el efecto de la depresión que se genera al bajar los pistones, va a levantar el émbolo del dosificador de combustible y, según su posición, va a dejar pasar más o menos gasolina hacia los inyectores.

⁷ NORBYE, Jan P. Manual de Sistemas de Fuel Injection. Ed. Prentice Hall, 2004.

Para que la mezcla de aire-gasolina sea la correcta, se añaden ciertos elementos que actúan en función de la temperatura, tensión y depresión.

1.1.2.2 Inyección Electromecánica Ke-jetronic

El sistema KE-Jetronic, también conocido como sistema CIS-E fue introducido durante los primeros años de la década de lo 80 en respuesta a las grandes necesidades de reducción de emisiones.

Su diseño se logra con la aparición de una unidad de control la cual ya recibe ciertas señales de sensores como el de la mariposa de aceleración, sonda lambda, sensor de temperatura y otros. Los mismos que se encuentran interconectados para realizar una mejor función.

El **KE-Jetronic** de Bosch es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con una unidad de control electrónica (ECU). La diferencia principal entre los dos sistemas es que en el sistema KE se controlan eléctricamente todas las correcciones de mezcla. La corrección de la mezcla la realiza un actuador de presión electromagnético que se pone en marcha mediante una señal eléctrica variable procedente de la unidad de control.

Los circuitos eléctricos de esta unidad reciben y procesan las señales eléctricas que transmiten los sensores, como el sensor de la temperatura del refrigerante y el sensor de posición de mariposa. El medidor del caudal de aire del sistema KE difiere ligeramente del que tiene el sistema K. El del sistema KE está equipado de un potenciómetro para detectar eléctricamente la posición del plato-sonda. La

unidad de control procesa la señal del potenciómetro, principalmente para determinar el enriquecimiento para la aceleración.

1.1.2.3 Inyección Electrónica Motronic

⁸El Motronic reúne los sistemas de inyección ya antes mencionados pero con la diferencia que en este sistema se utiliza la electrónica como enlace entre la ECU y los componentes del sistema.

Gracias al procesamiento digital de datos y la aplicación de microprocesadores es posible transformar un gran número de datos de servicio en datos de inyección y encendido controlados por campo de características.

En el sistema MOTRONIC se han combinado el sistema de encendido y el de inyección de combustible de un vehículo moderno, y se controla electrónicamente a ambos.

La pieza fundamental es la unidad de control electrónica dotada de microcontrolador.

El microcontrolador recibe continuamente los datos del sensor con la información del estado de operación momentáneo del motor, y controla el tiempo de inyección de las válvulas a partir de los resultados.

⁸ CODESIS. Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz Tomo Dos. Ed.Codesis, 2002.

La diferencia fundamental entre un Sistema mecánico de Inyección y un sistema electrónico es que este último tiene concentrados los circuitos en una ECU en lugar de tener muchos circuitos independientes que harían las mismas funciones pero que serían más complejos, más caros y más difíciles de reparar por la enorme cantidad de cables.

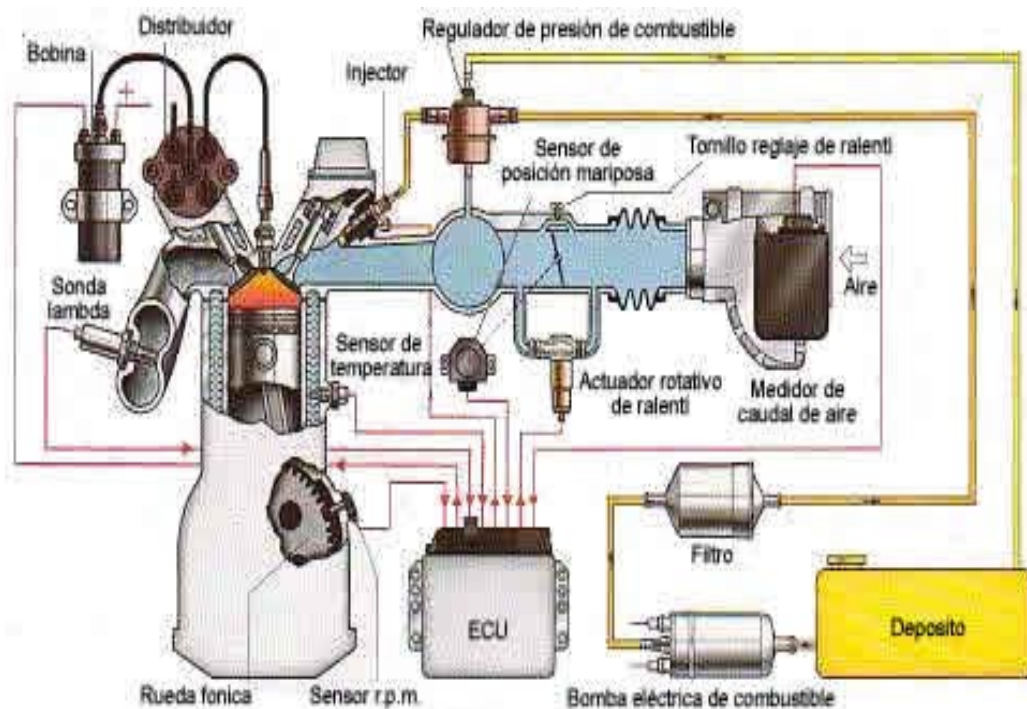


Gráfico No.- 1.6 Diagrama de un Sistema Motronic⁹

- 1 • Electro bomba de combustible.
- 2 • Filtro de combustible.
- 3 • Regulador de presión de combustible.
- 4 • Válvula de inyección.
- 5 • Medidor de caudal de aire.

⁹ http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion_gasolina1.htm

- 6 • Sonda térmica del motor.
- 7 • Actuador de giro de ralentí.
- 8 • Interruptor de mariposa.
- 9 • Transmisor de número de revoluciones y marca de referencia.
- 10 • Sonda Lambda.
- 11 • Unidad de mando.
- 12 • Distribuidor de alta tensión.



Gráfico No.- 1.7 Componentes del Sistema Motronic¹⁰

- 1.- Medidor de caudal de aire.
- 2.- Actuador rotativo de ralentí.
- 3.- ECU.
- 4.- Bomba eléctrica de combustible.
- 5.- Distribuidor (Delco).
- 6.- Detector de posición de mariposa; (TPS).

¹⁰ http://www.mecanicavirtual.org/inyeccion_gasolina1.htm

- 7.- Bobina de encendido.
- 8.- Sonda lambda.
- 9.- Sensor de r.p.m.
- 10.- Sensor de temperatura.
- 11.- Inyectores electromagnéticos.
- 12.- Filtro.
- 13.- Regulador de presión de combustible.

1.2 SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES (Dispositivos)

1.2.1 Catalizadores

Los catalizadores son dispositivos que se colocan en el sistema de escape para reducir las emisiones tóxicas. Entre los elementos usados como catalizadores se incluyen platino, paladio y rodio. Los convertidores catalizadores han sido mejorados constantemente con los años.

Los catalizadores de hoy en día son incompatibles con el uso de gasolina con plomo lo cual hace que la polución disminuya ostensiblemente.

Las emisiones de plomo son altamente dañinas para la salud humana y su eliminación virtual ha sido uno de los éxitos más grandes en la reducción en el control de las emisiones de polución en el aire.

El trabajo del catalizador es proporcionar un medio donde pudiera generarse el suficiente calor para permitir la combustión posterior de HC y CO. El convertidor se calienta por la reacción química entre el platino y los gases de escape.

La temperatura mínima de operación del catalizador es de 600°F (315°C) y la temperatura óptima de operación está entre 1200°F (650°C) y 1400°F (760°C).

1.2.2 Canister

El canister de emisión de vapores está lleno de carbón activado. Las mangueras de vapor de combustible son dirigidas al canister desde el tanque de combustible y del canister al múltiple de admisión del motor. Cuando el vehículo está estacionado el vapor proveniente del tanque de combustible se relaciona en el canister bajo condición de aceleración, admisión y consumidos durante la combustión.

En la mayoría de los vehículos la purga del canister es controlada por un solenoide controlado por la ECM (la computadora), el cual permite que el vacío del motor purgue el canister.

Para evitar la purga en ralentí (marcha mínima) o cuando el motor está frío no se aplica vacío al canister. Para realizar esto, el solenoide puede ser energizado o desenergizado por la ECU, dependiendo del tipo de solenoide (normalmente abierto o normalmente cerrado) la purga del canister es controlada por una señal modulada por ancho de pulso.

La purga del canister se realiza cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Está arriba de un valor específico.
- Está arriba de determinada velocidad.
- El acelerador parcialmente abierto.

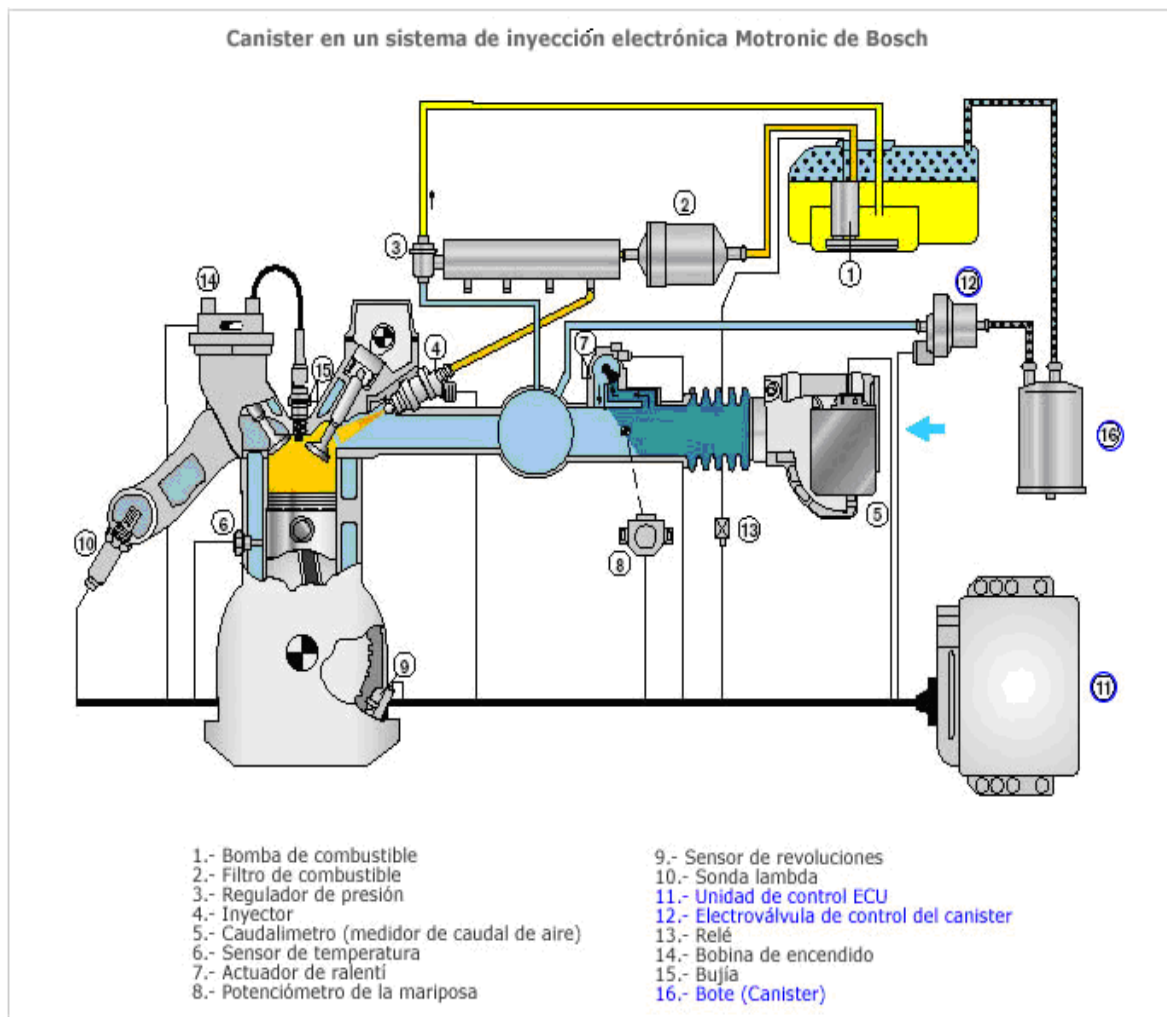


Gráfico No.- 1.8 Canister en un Sistema de Inyección Electrónica Motronic de Bosch¹¹

¹¹ <http://www.scribd.com/doc/8721020/Sistemas-Inyeccion-Electronic-A-Bosch>

1.2.3 Válvula EGR

La válvula de recirculación de gases de escape está diseñada para reducir la producción de óxidos de nitrógeno, la válvula EGR lleva los gases de escape del múltiple de escape hacia el múltiple de admisión con la finalidad de diluir la mezcla de aire-combustible que se entrega a la cámara de combustión y así reducir la temperatura de la combustión.

El nitrógeno, que constituye el 78% del aire, se mezcla con oxígeno, a temperaturas superiores a 1400°C. Durante este proceso de combustión, la temperatura en el cilindro subirá por encima de 1900°C. Creando la condición ideal para la formación de NOx.

Para eso la válvula de recirculación de gases disminuirá la velocidad de combustión, permitiendo que los gases de escape entren en la cámara de combustión, así se bajan las temperaturas elevadas y los compuestos de NOx.

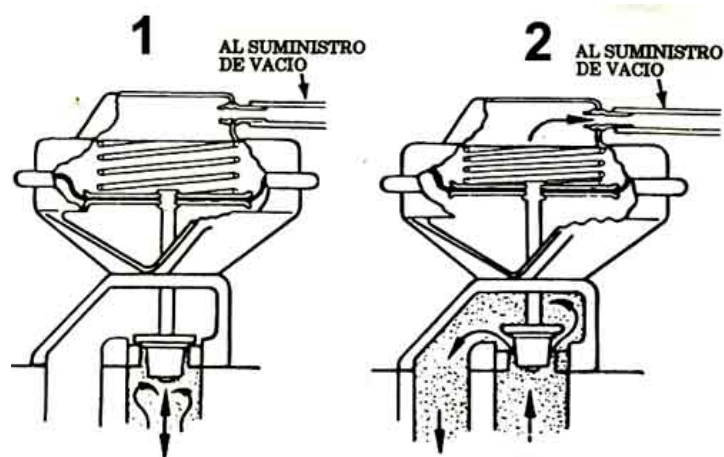


Gráfico No.- 1.9 Válvula de Recirculación de Gases EGR¹²

¹² <http://automecanico.com/auto2002/Egrval.html>

1.3 TIPOS DE GASES EMITIDOS POR EL ESCAPE

1.3.1 Hidrocarburos (HC)

¹³Los hidrocarburos (HC) se llama así a un amplio rango de compuestos químicos tóxicos y cancerígenos que se producen durante la combustión de la gasolina está conformada de partículas que no fueron partes de la combustión o lo fueron de forma parcial, y es el mayor contribuyente a lo que se conoce como el smog y este elemento es el causante de irritaciones a nivel respiratorio.

Pueden causar también daños y problemas en el hígado así como cáncer si se está continuamente expuesto a este.

1.3.2 Óxidos de Nitrógeno (NOx)

Los óxidos de nitrógeno son generados cuando el nitrógeno reacciona con el oxígeno del aire a altas temperaturas (2500°F o 1371.11°C) y las condiciones de presión que se presentan dentro del motor.

Las emisiones de este gas contribuyen para la creación del smog así como para la formación de la lluvia ácida.

¹³ NORBYE, Jan P. Manual del Fuel Injection Ford. Ed. Prentice Hall, 2004.

1.3.3 Monóxido de Carbono (CO)

El monóxido de carbono es el resultado de una combustión incompleta, este gas es incoloro, inodoro y sin sabor. Este gas es el resultado de la falta de oxígeno (aire), lo cual hace que no se pueda proporcionar dos moléculas de oxígeno por una de carbón, entonces algunas moléculas de carbón se combinarán con una molécula de oxígeno y así se produce el CO.

1.3.4 Dióxido de Carbono (CO₂)

Las emisiones del dióxido de carbono son un tema de mayor preocupación dentro de todo el tema del calentamiento global puesto que es un gas que produce efecto invernadero, cada vez más común.

CAPÍTULO 2

2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

2.1 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECU)

2.1.1 Concepto General

La ECU es un computador diseñado para que controle las señales de entrada provenientes de los sensores del sistema de operación del motor y a la vez comande la mejor secuencia de salida hacia sus actuadores.

2.1.1.1 Estructura

La ECU se encuentra protegida por un cuerpo metálico. Los sensores, los actuadores y la alimentación de corriente, están conectados a la unidad de control a través de un arnés multipolar. Los componentes de potencia para la activación directa de los actuadores están integrados en la carcasa de la unidad de control, de tal forma que se garantiza una buena disipación térmica hacia la carcasa. En caso de montaje de la unidad de control, adosada al motor el calor de la carcasa se puede disipar a través de una placa integrada de refrigeración, colocada sobre la unidad de control. (Refrigeración de la unidad de control solo en vehículos industriales).

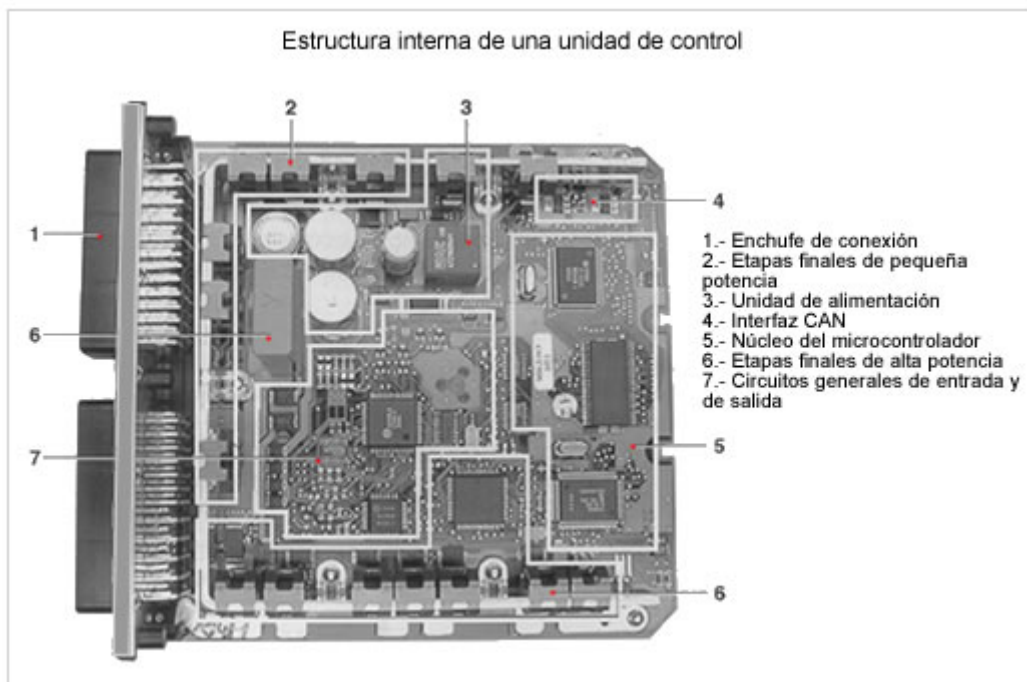


Gráfico No.- 2.1 Estructura Interna de una unidad de Control¹⁴

2.1.1.2 Procesamiento de Datos

Señales de entrada: Los sensores y los actuadores son los intermediarios entre el vehículo y la unidad de control. Las señales eléctricas de los sensores son conducidas a la unidad de control a través del mazo de cables y conectores. Estas señales pueden tener diferentes formas:

- a) Señales de entrada analógicas: Estas señales pueden adoptar cualquier valor de tensión dentro de una gama determinada. Ejemplos de magnitudes físicas disponibles como valores de medición analógicas son la masa de aire aspirada, la tensión de la batería, la presión en el tubo de admisión y de sobrealimentación, la temperatura del agua refrigerante y del

¹⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/curso-bomba-inyector7.htm>

aire de admisión. Son transformadas por un convertidor/analógico (A/D) en el microcontrolador de la unidad de control, convirtiéndolas en valores digitales, con los que puede operar el microprocesador. La resolución de la señal depende de la cantidad de escalones (muestreo de la señal del sensor) al efectuarse la conversión.

- b) Señales de entrada digitales: Estas señales tienen solamente dos estados: "High" y "Low" o lo que es lo mismo "1" y "0" como los computadores. Ejemplos de señales de entrada digitales son las de conmutación (conexión/desconexión) o señales de sensores digitales como impulsos de revoluciones de un sensor Hall. Pueden ser procesadas directamente por el microcontrolador.

- c) Señales de entrada pulsatorias: Estas señales procedentes de sensores inductivos con informaciones sobre el número de revoluciones del motor y la marca de referencia (PMS), son preparadas en una parte propia del circuito de la unidad de control. A su vez se suprimen impulsos parásitos, y las señales pulsatorias son transformadas en señales digitales rectangulares.

Señales de salida: Con estas señales la ECU controla unas etapas finales que normalmente suministran suficiente potencia para la conexión directa de los elementos actuadores, las etapas finales están protegidas contra cortocircuitos a masa o a tensión de batería, así como contra la destrucción debida a sobrecarga eléctrica. Estas averías, así como cables interrumpidos o averías de sensores,

son reconocidas por los controladores de etapas finales y son retransmitidas al microcontrolador.

Señales de conmutación: Por medio de estas señales es posible conectar y desconectar los elementos actuadores (como ejemplo: el ventilador de refrigeración del motor).

Señales MID: Las señales de salida digitales se pueden emitir también como señales MID (modulación por Impulsos en duración). Estas señales tienen forma rectangular con frecuencia constante pero tiempo de conexión variable. Mediante estas señales es posible activar las electro válvulas neumáticas (como ejemplo: electro válvula de control de recirculación de gases de escape EGR, electro válvula de control de presión del turbo).

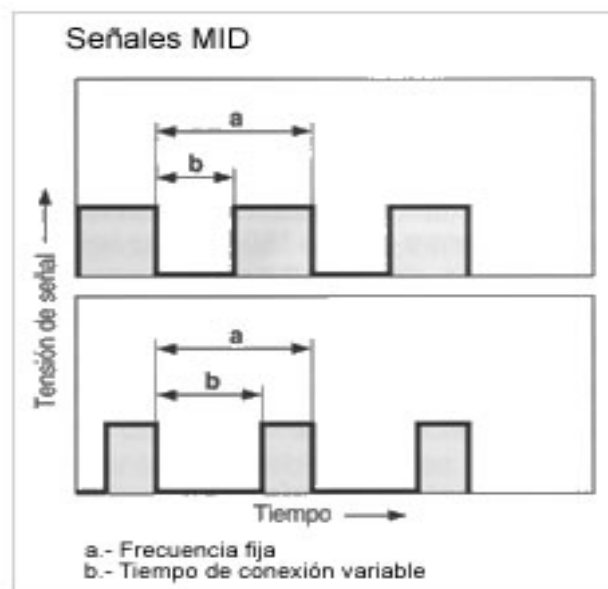


Gráfico No.- 2.2 Señal MID¹⁵

¹⁵ <http://www.mecanicavirtual.org/curso-bomba-inyector7.htm>

2.1.2 Memoria ROM

Memoria de programa: El microcontrolador necesita de un programa (software) que este almacenado en una memoria de valor fijo (no volátil) como las memorias ROM o EPROM.

ROM significa una memoria solo de lectura, este microprocesador contiene el programa básico de la ECU, en esta memoria están datos individuales, curvas características y campos característicos. Se trata, en este caso, de datos invariables que no pueden ser modificados durante el servicio del vehículo.

2.1.3 Memoria EPROM

EPROM al igual que la ROM es también no volátil, este chip contiene información acerca de las especificaciones del auto en el cual se instala la ECU.

El tipo de información incluye lo siguiente:

- a) Tamaño del vehículo.
- b) Resistencia aerodinámica.
- c) Clase y peso.
- d) Tamaño del motor.
- e) Tipo de transmisión.
- f) Dispositivos utilizados para el control de emisiones.

2.1.4 Memoria RAM

Es una memoria de datos, de escritura/lectura (RAM) es necesaria para almacenar datos variables, como por ejemplo. Valores de cálculo y valores de señal. Para su funcionamiento la memoria RAM necesita un abastecimiento continuo de corriente. Al desconectar la unidad de control por el interruptor de encendido, esta memoria pierde todos los datos almacenados (memoria volátil). Los valores de adaptación (valores aprendidos sobre estados del motor y de servicio) tienen que determinarse de nuevo en este caso al conectar otra vez la unidad de control.

Los datos que no se deben perder (por ejemplo: códigos para el inmovilizador y datos de la memoria de averías) se tienen que almacenar de forma duradera en una EEPROM. Los datos almacenados en este acumulador no se pierden, ni siquiera al desenchufarse la batería.

2.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

2.2.1 Funcionamiento

2.2.1.1 Funcionamiento Mecánico

Una bomba eléctrica aspira el combustible desde el depósito o tanque y lo envía a presión hacia el filtro de combustible donde es filtrado, la presión del sistema debe estar entre 3 y 4 bares (44 y 59 PSI) esta presión se mantiene constante

gracias a un regulador de presión incorporado en la rampa de inyección, este regulador permite el retorno del exceso de combustible hacia el tanque.

La presión de combustible ya regulada, es decir, constante circula hacia los inyectores que finalmente suministran de combustible al cilindro.

2.2.1.2 Funcionamiento Electrónico (ECU)

Al ser un sistema de alimentación electrónica, la bomba, los inyectores son accionados por la ECU, y además la inyección en el arranque en frío depende de la temperatura del motor, por ende un sensor de temperatura mandará la señal para que este funcione.

El funcionamiento se basa en la medición de ciertos parámetros de funcionamiento del motor, como son: el caudal de aire, la temperatura del aire y del refrigerante, el estado de carga (sensor PAM), cantidad de oxígeno en los gases de escape (sensor EGO o Lambda), revoluciones del motor, estas señales son procesadas por la unidad de control, dando como resultado señales que se transmiten a los accionadores (inyectores) que controlan la inyección de combustible y a otras partes del motor para obtener una combustión mejorada.

INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE

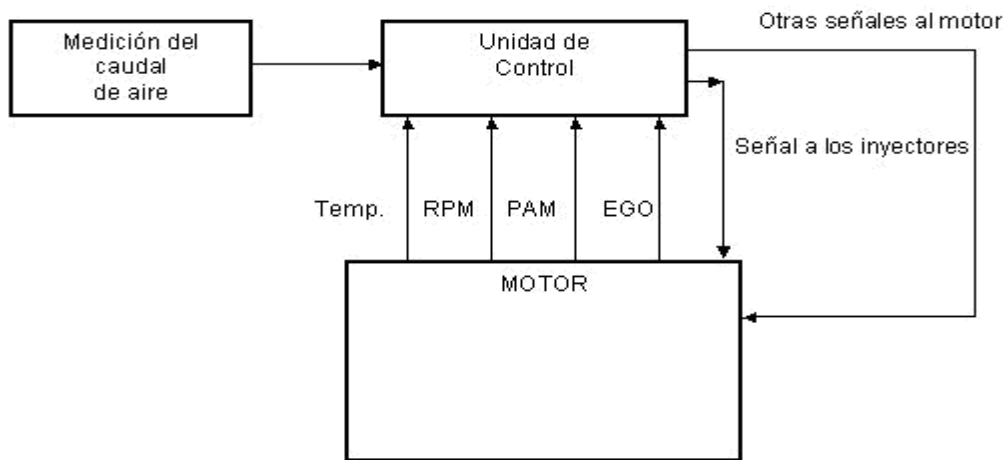


Gráfico No.- 2.3 Inyección Electrónica de Combustible¹⁶

2.2.2 Componentes del Sistema

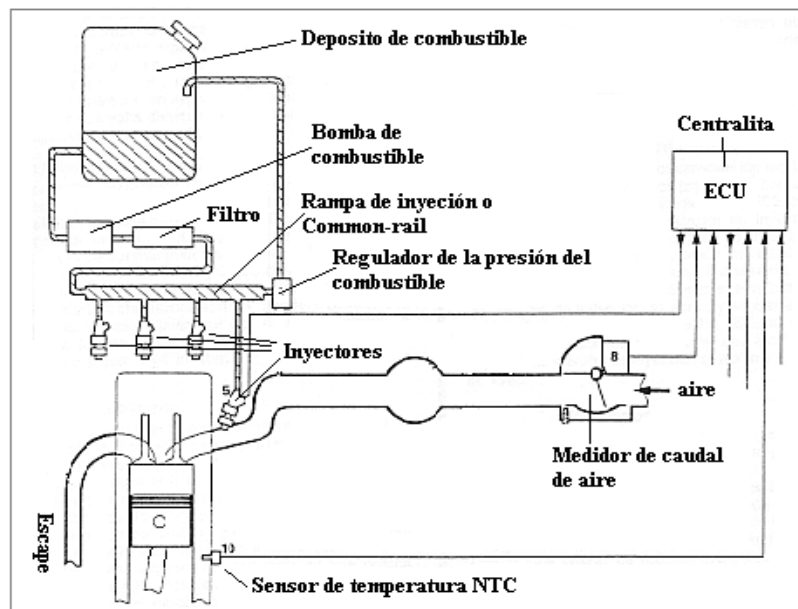


Gráfico No.- 2.4 Componentes del Sistema de Alimentación de Combustible¹⁷

¹⁶ http://imagenes.mailxmail.com/cursos/imagenes/9/8/sistema-de-inyeccion-electronica-de-combustible_6689_18_1.jpg

¹⁷ http://afinautos.over-blog.com/pages/Inyeccion_Gasolina-1452008.html

La estructura básica del sistema de alimentación está compuesta por el depósito de combustible, la bomba de combustible, el filtro de combustible, cañerías, rampa de inyección, regulador de presión y finalmente los inyectores.

2.3 SENSORES

¹⁸Un sensor es un dispositivo capaz de medir magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad.

2.3.1 Sensor de Temperatura del Aire

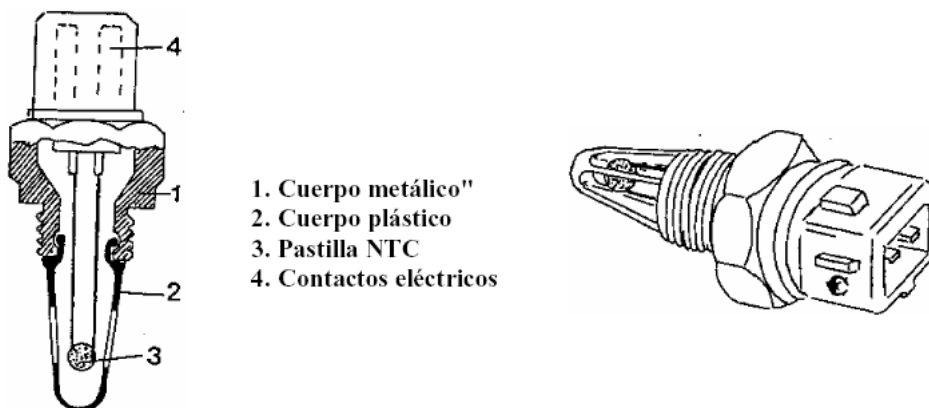


Gráfico No.- 2.5 Sensor de Temperatura del Aire¹⁹

¹⁸ NORBYE, Jan P. Manual del Fuel Injection Chevrolet. Ed.Prentice Hall, 2004.

¹⁹ <http://www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos/>

Este sensor, mide la temperatura del aire aspirado por el motor y así se puede ajustar la mezcla con mayor precisión, este sensor es de los que tiene poca incidencia en la realización de la mezcla, pero su mal funcionamiento ocasiona fallas en el motor.

Los problemas del mal funcionamiento de este sensor son: emisiones de monóxido de carbono demasiado elevadas, problemas para arrancar el coche cuando está frío y un consumo excesivo de combustible. También se manifiesta una aceleración elevada.

Su estructura es similar a la del sensor de temperatura del refrigerante, pero su estructura es más fina, pudiendo ser plástico y está solamente protegida por un sencillo "enrejado", el cual permita al aire chocar directamente sobre el sensor; los valores de medición son iguales o similares al del sensor de temperatura del refrigerante.

2.3.2 Sensor de Masa del Aire



Gráfico No.- 2.6 Sensor de Masa de Aire²⁰

²⁰ http://www.manualmecanicadeautos.info/Capitulo_1_MAF,_MAP,_IAT.html

Está ubicado entre el filtro de aire y la mariposa, la función de este sensor radica en medir la cantidad de aire aspirada que ingresa al motor.

El funcionamiento consiste en una resistencia conocida como hilo caliente, el cual recibe un voltaje constante siendo calentada por éste llegando a una temperatura de aproximadamente 200°C con el motor en funcionamiento, la resistencia está ubicada en la corriente de aire o en un canal del flujo de aire. La resistencia del hilo varía al producirse un enfriamiento provocado por la circulación del aire aspirado

Con la información que este sensor envía a la unidad de control, y otros factores como son la temperatura y humedad del aire, puede determinar la cantidad de combustible necesaria para los diferentes regímenes de funcionamiento del motor. Así si el aire aspirado es de un volumen reducido la unidad de control reducirá el volumen de combustible inyectado.

2.3.3 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración



Gráfico No.- 2.7 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración

El sensor de la posición de la mariposa de aceleración se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración, unido a la mariposa, su trabajo es detectar la posición (ángulo) y el movimiento de la mariposa de aceleración a través de cambios de voltaje para mandar esta información a la computadora (ECU) y calcular junto con otros datos la cantidad de adecuada de combustible que será inyectado al motor.

El sensor tiene una estructura interna de un potenciómetro que recibe una señal de referencia de 5 voltios desde la ECU, y que conforme este se mueve (cambia de ángulo) un cursor de metal se desliza sobre una película de carbón haciendo cambiar el voltaje de salida hacia la ECU con esto se conoce la posición de la mariposa de aceleración.

2.3.4 Sensor de Detonación



Gráfico No.- 2.8 Sensor de Detonación²¹

El sensor de detonación se encuentra ubicado en el block del motor, y su trabajo es detectar las vibraciones que se producen por las detonaciones

²¹ <http://www.repuestoschevrolet.com/repuestos/33.jpg>

(autoencendido), cuando se escucha una detonación por medio del sensor, el tiempo de encendido se retarda tres o cuatro grados cada segundo hasta que desaparece la detonación, luego empieza a avanzar lentamente hasta que la carga del motor se encuentre estacionaria.

Para esto el computador de este sistema tiene la facultad de adelantar el punto de encendido para obtener la mayor potencia posible.

Para contrarrestar este pistoneo, se debe corregir, retardando el punto de encendido. Justamente esta función de determinar un punto de encendido idóneo la debe cumplir el computador y el sensor de pistoneo.

En algunos motores de doble fila de cilindros, como son por ejemplo los casos de motores en "V" o motores de pistones antagónicos u opuestos se instalan dos sensores, los cuales informan individualmente de cada lado del motor.

2.3.5 Sensor de Presión Absoluta

Para mediar la cantidad corriente de aire que ingresa al motor, tenemos otra forma, distinta a la ya antes mencionada, y es a través de captadores de presión absoluta. El sensor de presión absoluta envía una señal eléctrica a la unidad de control (ECU) de acuerdo a la depresión que existe en el múltiple de admisión del motor.

El sistema de inyección de gasolina utiliza un sensor de presión absoluta que permite junto con el valor de temperatura de aire saber el peso del aire que entra en el colector de admisión y así poder establecer con exactitud la cantidad de gasolina a inyectar para conseguir una determinada relación de mezcla.

El sensor esta constituido por un diafragma realizado en materia aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de medida. El puente de resistencias esta formado por sensores piezoeléctricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas.

El diafragma esta unido mediante una manguera al múltiple de admisión de manera que las variaciones de presión actúan directamente sobre el diafragma provocando su deformación.

Esta deformación actúa sobre el puente de resistencias variando la tensión de salida. La tensión de salida del puente es ajustada a las escalas de trabajo deseadas de manera que se obtiene una tensión final de salida comprendida entre 0 y 5 V. siguiendo de manera lineal las variaciones de presión.



Gráfico No.- 2.9 Sensor de Presión Absoluta

2.3.6 Sensor de Posición Del Cigüeñal



Gráfico No.- 2.10 Sensor de Posición del Cigüeñal

Este sensor monitorea la posición del cigüeñal y manda la señal al modulo de encendido indicando el momento exacto en que cada pistón alcanza el máximo de su recorrido (PMS). Frecuentemente se encuentra ubicado en la parte baja del motor, al lado derecho cerca de la polea del cigüeñal.

2.3.7 Sensor Sonda lambda



Gráfico No.- 2.11 Sensor Sonda Lambda²²

²² <http://www.carburacionantonio.com.ar/imagenes/66-701.jpg>

El sensor de Oxígeno tiene como su función principal detectar la presencia de menor o mayor cantidad de este gas en los gases de escape, de tal forma que cualquier cambio en el número de moléculas calculadas como perfectas o tomadas como referenciales, será un indicador de mal funcionamiento y por lo tanto de falta o exceso de combustible en la combustión.

Este sensor es un inspector de calidad del sistema, ya que todo el tiempo está monitoreando la calidad de la combustión, tomando como referencia al Oxígeno que encuentra en los gases quemados, informando al computador, para que este corrija la falta o el exceso de combustible inyectado, logrando la mezcla aire-combustible ideal.

Este sensor está constituido de una cerámica porosa de Bióxido de Circonio y de dos contactores de platino, alojados dentro de un cuerpo metálico. El contactor está conectado al cuerpo, mientras que el segundo es el contacto aislado, el cual entregará la señal de salida hacia el computador.

El sensor está a su vez localizado convenientemente en la salida del múltiple de escape del motor, lugar en el cual puede medir la variación de la combustión del mismo.

Entre los dos contactos se genera una tensión eléctrica de aproximadamente 1 Voltio, cuando la cantidad de Oxígeno es abundante, que significa que la combustión posee mucho combustible.

En cambio la generación de esta tensión eléctrica será menor si la cantidad de combustible inyectado es muy pobre. Por lo tanto durante el funcionamiento del motor se tendrán valores de generación entre décimas de voltio hasta aproximadamente 1 Voltio, dependiendo de la presencia del Oxígeno en los gases combustión hados.

Como el computador está recibiendo esta información permanentemente, puede en cuestión de milésimas de segundo modificar la cantidad de combustible que inyecta el sistema, permitiendo que el motor obtenga una gran exactitud en su combustión, que significa entonces una óptima potencia de entrega y una emisión mínima de gases contaminantes en el ambiente.

2.3.8 Sensor de temperatura del refrigerante

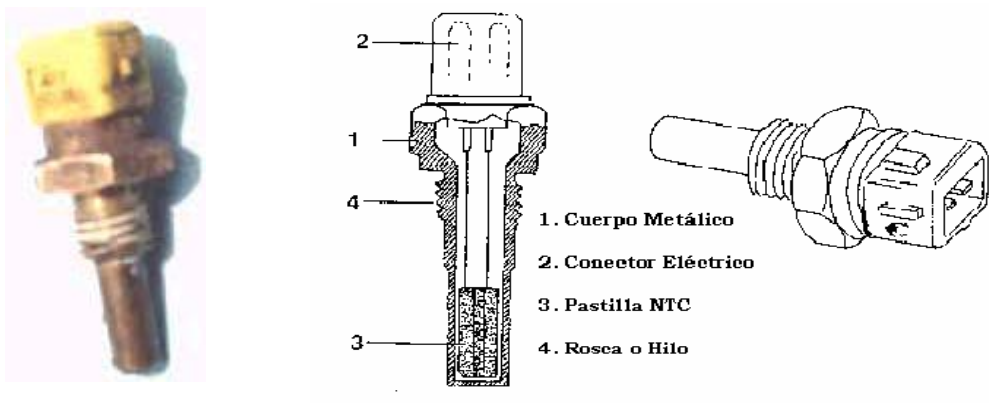


Gráfico No.- 2.12 Sensor de Temperatura del Refrigerante²³

²³ <http://html.rincondelvago.com/000482090.png>

El sensor de temperatura del refrigerante (CTS) es un resistor conocido como termistor con coeficiente negativo (NTC). Este tipo de sensor responde drásticamente a los cambios de temperatura

Este sensor se encuentra ubicado cerca de la conexión de la manguera superior del radiador, su trabajo es monitorear la temperatura dentro del refrigerante en el motor, de esta forma, la computadora al recibir la señal de que el motor alcanzó la temperatura de trabajo; procede a ajustar la mezcla y el tiempo de encendido. Para ello se utiliza una resistencia NTC (coeficiente de temperatura negativo).

Esto quiere decir que la resistencia del sensor irá disminuyendo con el incremento de la temperatura, o lo que es lo mismo, que su conductibilidad irá aumentando con el incremento de temperatura, ya que cuando está frío el sensor, su conductibilidad es mala y aumenta con el incremento de temperatura.

El sensor está dentro de un cuerpo de bronce, para que pueda resistir los agentes químicos del refrigerante y tenga además una buena conductibilidad térmica.

Está ubicado generalmente cerca del termostato del motor, lugar que adquiere el valor máximo de temperatura de trabajo y entrega rápidamente los cambios que se producen en el refrigerante.

En su parte anterior tiene un conector con dos pines eléctricos, aislados del cuerpo metálico.

2.3.9 Sensor del árbol de levas



Gráfico No.- 2.13 Sensor del Árbol de Levas²⁴

Sensor de Posición Del Árbol de Levas (CAMSHAFT SENSOR) monitorea a la computadora, la posición exacta de las válvulas. Opera como un Hall-effect switch, esto permite que la bobina de encendido genere la chispa de alta tensión.

Este sensor se encuentra ubicado frecuentemente en el mismo lugar que anteriormente ocupaba el distribuidor (Recuerde que este es un componente del sistema de encendido directo- DIS;- lo que quiere decir que el motor no puede estar usando los dos componentes) Se podría decir que este sensor reemplaza la función del distribuidor.

²⁴ <http://www.mecanicavirtual.org/images-sensores/sensor-hall-foto.jpg>

2.4 ACTUADORES

2.4.1 IAC

El IAC, válvula de control de marcha mínima, controla la velocidad de la marcha mínima y evita que este se apague, el IAC, usualmente es un motor reversible, que se mueve en incrementos o pasos, el motor se mueve para atrás y para adelante, para controlar una válvula que a su vez controla el paso de aire al interior del motor, incrementando con esto la velocidad del motor.

Durante la marcha mínima o desaceleración, La ECU calcula la posición necesaria del IAC, basado en los siguientes factores:

- a) Voltaje de la batería.
- b) Velocidad del vehículo.
- c) Temperatura del motor.
- d) Carga del motor.
- e) Revoluciones del motor

2.4.2 Inyectores

Son dispositivos controlados eléctricamente por la ECU que inyectan combustible más o menos pulverizado en algún punto de la admisión. La ubicación en la que se colocan depende principalmente del tipo de inyección.

Están conectadas al circuito de la gasolina y la ECU manda impulsos eléctricos a la bobina integral que posee el inyector, que levanta la aguja, que se mantiene en su posición de cierre por acción de un muelle, dejando que la gasolina a una cierta presión salga pulverizada, el tiempo de apertura es de unos milisegundos pero es variado, de acuerdo a la información que recibe de los sensores para ajustar el consumo y maximizar las prestaciones, una vez que deja de circular corriente, el muelle hace que la aguja vuelva a su posición y cierra el paso de combustible.



Gráfico No.- 2.14 Inyector²⁵

De dónde reciben corriente: El positivo se recibe directamente del relé de inyección 12 voltios, mientras que la puesta a masa se realiza a través de la ECU, determinando este el momento y duración de la puesta a masa y por lo tanto la cantidad de gasolina inyectada.

²⁵ <http://www.todoautos.com.pe/attachments/f17/115688d1218841556-inyectores-electronicos-6c54be3f1404fb5503f878e1f7e4fb9c.gif>

CAPÍTULO 3

3 BANCO SIMULADOR DE FALLAS

3.1 IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los componentes del sistema de inyección MULTEC- MPFI son los siguientes:

1. Luz de anomalía.
2. Enchufe ALDL.
3. Inyectores.
4. Regulador de presión.
5. Mariposa de aceleración.
6. Válvula reguladora de aire en ralentí.
7. Sensor de la posición de la mariposa.
8. Sensor de temperatura del aire de Admisión.
9. No utilizado.
10. Sensor de presión del colector.
11. Sensor de oxígeno.
12. Sensor de temperatura del liquido De enfriamiento
13. Interruptor del aire acondicionado
14. No utilizado
15. Bomba de combustible
16. Relé de la bomba de combustible
17. Canister
18. Sensor de rotación
19. Módulo de encendido DIS
20. Sensor de velocidad tablero de Instrumentos

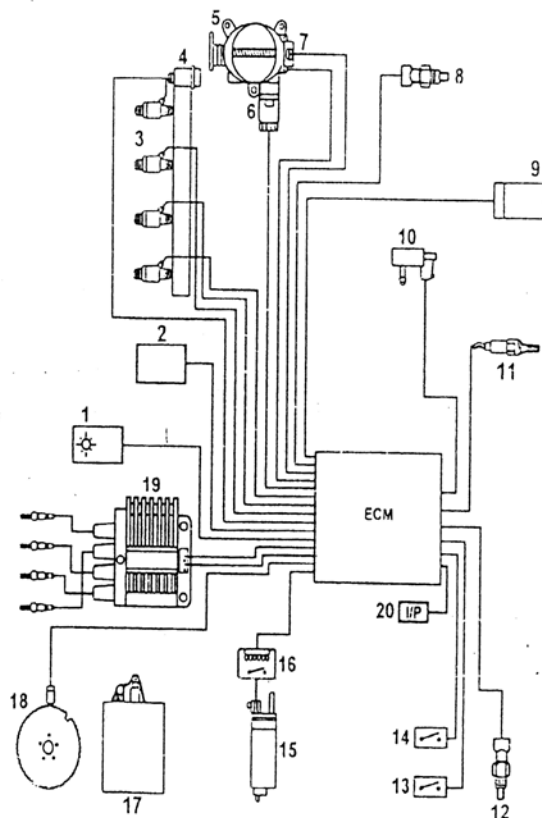
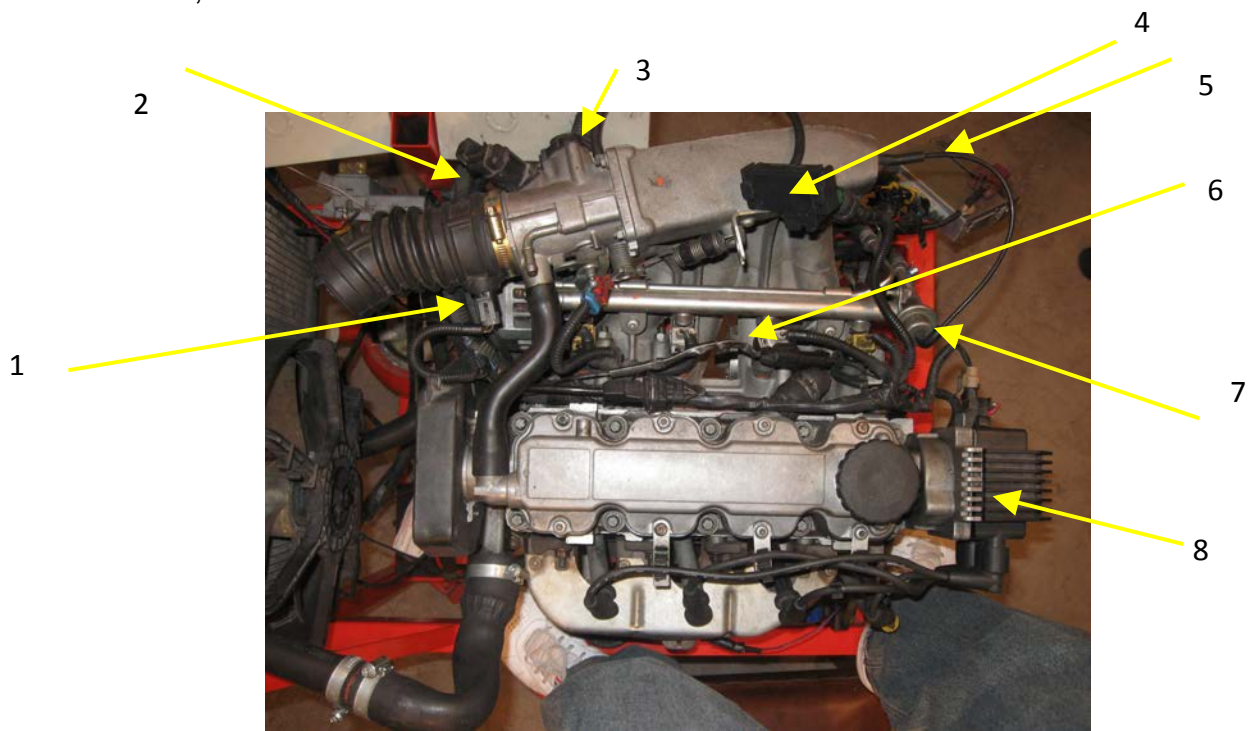


Gráfico No.- 3.1 Componentes del Sistema de Inyección MULTEC- MPFI²⁶

²⁶ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (1998), 4 p.

En el gráfico podemos identificarlos por la posición normal en la que se encuentra en el motor, ahí está claramente definida su ubicación.



1. Sensor ACT
2. Actuador IAC
3. Sensor TPS
4. Sensor MAP
5. ECU
6. Inyectores
7. Regulador de presión
8. Módulo de encendido DIS
9. Sensor EGO
10. Sensor CTS
11. Relé bomba combustible
12. Sensor de rotación CKP
13. Enchufe ALDL

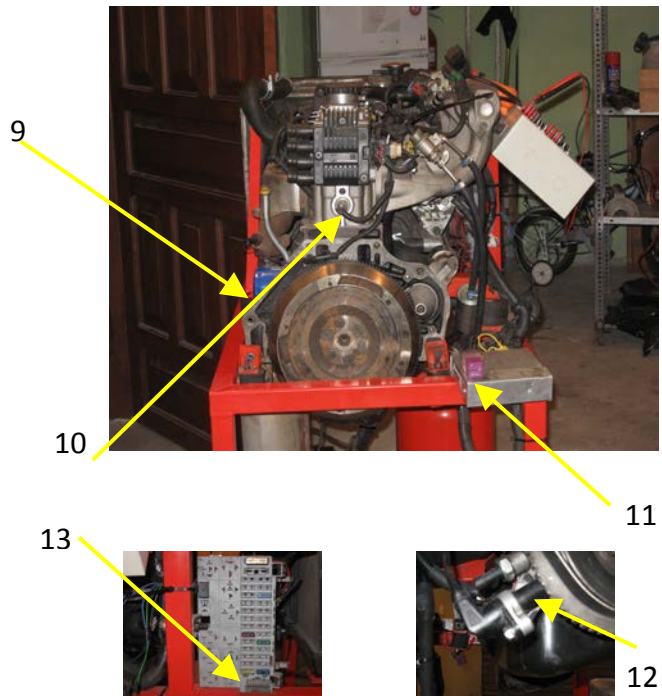


Gráfico No.- 3.2 Ubicación de los Componentes en el Motor

Características Técnicas Motor Corsa 16nE: El motor CORSA 16NE es del tipo OHC (Árbol de levas en la culata), posee 4 cilindros, capacidad volumétrica (cilindrada) de 1.6 litros (1600cc).

El sistema de inyección utilizado es el del tipo M.P.F.I (inyección de gasolina multipunto) donde hay un inyector por cada cilindro.

Tabla No.- 3.1 Especificaciones Técnicas del Motor Corsa 16nE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR	
MOTOR	16NE
Tipo	Transversal delantero
Nº de cilindros	4
Nº de cojinetes	5
Orden de encendido	1-3-4-2
Diámetro del cilindro	79 mm
Recorrido del embolo	81.5 mm
Relación de compresión	9.4 : 1
Cilindrada	1598 cm. ³
Rotación Máxima	950 ± 50 rpm

Identificación del código del Motor: Se utilizan los 5 dígitos para la identificación del motor es así que para el motor 16NE tenemos:

16 - Indica la cilindrada del motor en litros.

N - Indica la relación de compresión del motor (N = 9,0 a 9,5: 1).

E - Indica el tipo de inyección utilizada (E = sistema multipunto MPFI).

Nota: Se debe recalcar que este motor fue desarrollado para funcionar con combustible sin plomo.

Características Técnicas Sistema de Inyección: Este sistema de inyección utiliza un inyector por cada cilindro (MPFI), además posee un sistema alternado de inyección (MULTEC), lo que quiere decir que el módulo de control electrónico (ECU) energiza los inyectores en pares, inyección intermitente semisecuencial), los inyectores 1-4 y 2-3 son accionados alternadamente, a cada 180° de rotación.

Este sistema tiene como características:

- a) Quema eficiente de combustible.
- b) Tensión máxima en bajas revoluciones del motor.
- c) Reducción de la emisión de gases.

3.1.1 Sensores

A continuación se detalla todos los sensores que posee este sistema, su identificación, ubicación en el motor y característica principal.

3.1.1.1 Sensor de Temperatura del Aire (ACT)

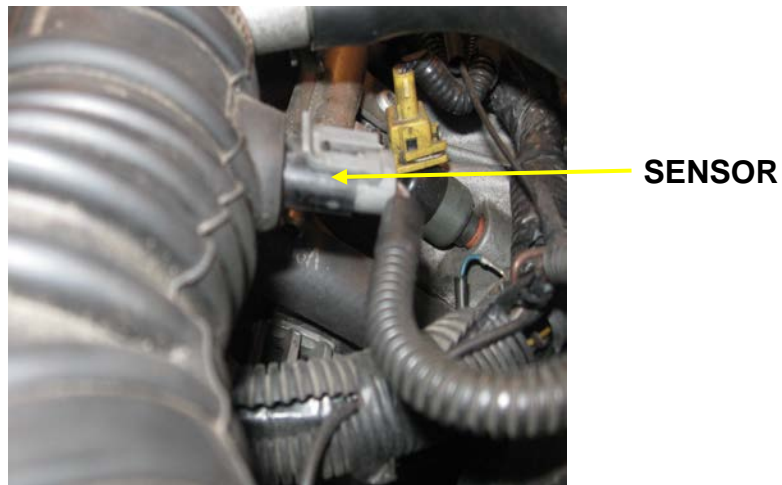


Gráfico No.- 3.3 Sensor de Temperatura del Aire (ACT)

Este sensor se encuentra ubicado en el colector de admisión que se encuentra entre el filtro de aire y el cuerpo de aceleración, su función es calcular la masa de aire admitido y enviar una señal a la ECU.

Su característica principal es que este sensor es un termistor de coeficiente negativo (NTC).

Esto quiere decir que la resistencia del sensor irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida, o lo que es lo mismo, que su conductibilidad irá aumentando con el incremento de temperatura, ya que cuando está frío el sensor, su conductibilidad es mala y aumenta con el incremento de temperatura.

3.1.1.2 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)



Gráfico No.- 3.4 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración

Este sensor se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración a un costado y consiste en un potenciómetro que está conectado al eje de la de la mariposa de aceleración.

La característica principal es que es un potenciómetro que recibe una señal de referencia de 5 voltios desde la ECU, y que conforme este se mueve (cambia de ángulo) un cursor de metal se desliza sobre una película de carbón haciendo cambiar el voltaje de salida hacia la ECU, con esto se conoce la posición de la mariposa de aceleración.

Cuando la mariposa de aceleración esta cerrada, la señal de salida del TPS es bajo (0,45 a 0,55 voltios). El voltaje aumenta en proporción a la abertura de la mariposa de aceleración, hasta alcanzar aproximadamente 4,8 voltios en la condición totalmente abierta (100% aceleración)

El TPS es una de las entradas del ECM utilizadas para el cálculo de liberación de combustible, y también una de las salidas controladas por el ECM.

3.1.1.3 Sensor de Presión en el Colector (MAP)

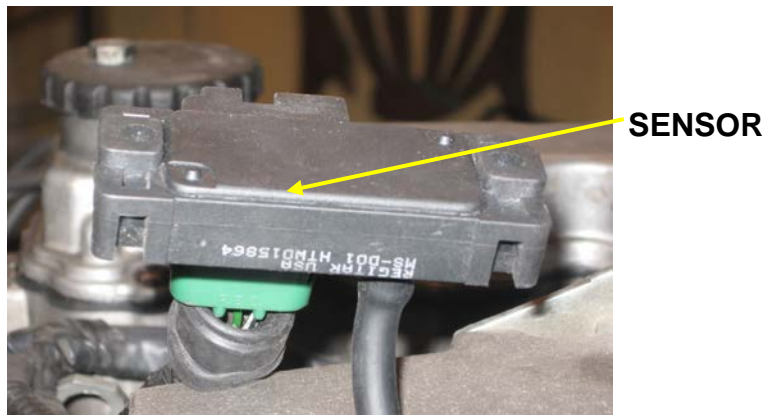


Gráfico No.- 3.5 Sensor de Presión en el Colector

Este sensor se encuentra ubicado cerca del colector de admisión y está unido a este por una manguera la cual conduce el vacío, su función es medir las variaciones de presión en el colector de admisión que resulta de las variaciones de carga y rotación del motor.

Este sensor se utiliza también para medir la presión barométrica en ciertas condiciones, lo cual permite que la ECU efectúe automáticamente compensaciones en diversas altitudes.

Su característica principal es que esta constituido por un diafragma realizado en material aislante dentro del cual están emplazadas unas resistencias que forman un puente de medida.

El puente de resistencias está formado por sensores piezoeléctricos que son sensibles a las deformaciones mecánicas.

3.1.1.4 Sensor de Oxígeno (EGO)

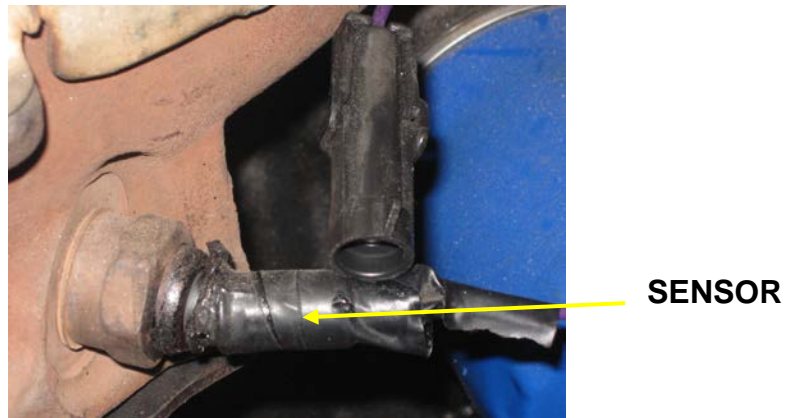


Gráfico No.- 3.6 Sensor de Oxígeno

El sensor está ubicado próximo a la culata del motor, en el múltiple de escape, su función principal es la de monitorear el contenido de oxígeno en el escape.

Este sensor está compuesto de un elemento de circonio posicionado entre dos placas de platino, cuando entra en contacto con el oxígeno, el circonio se torna en un conductor eléctrico (electrolito), a su vez en las placas de platino ocurre una reacción química, haciendo que se formen iones de oxígeno en dichas placas (Un ion es un átomo o moléculas con exceso o falta de electrones).

Como vemos en las placas de platino hay formaciones de iones de oxígeno, pero en el lado de referencia del aire del sensor hay formación de mayor cantidad de iones de oxígeno que en el lado de los gases de escape.

El exceso de iones de oxígeno formado en el lado de referencia del aire produce un potencial eléctrico en relación al lado de los gases de escape, es por eso que la placa en el lado de referencia del aire es positivamente cargada en relación al lado de los gases de escape.

Es así que cuando la mezcla de aire/combustible es rica, aparecen menores iones de oxígeno en la placa de gases de escape, y es así que esta placa de platino se tornara más negativa, la carga eléctrica en la placa de referencia del aire permanecerá la misma, pues no hay alteración del contenido de oxígeno del aire externo, es así que el voltaje del sensor de oxígeno es alto.

Si la mezcla de aire/combustible estuviera pobre el voltaje del sensor de oxígeno será bajo.

El voltaje de las placas en este sensor varía entre aproximadamente 50 milivoltios (mezcla pobre) y 900 milivoltios (mezcla rica), de acuerdo al contenido de oxígeno en el escape.

Para determinar si es mezcla pobre o rica el ECM evalúa las diferencias entre las placas de platino.

3.1.1.5 Sensor de Rotación/ref

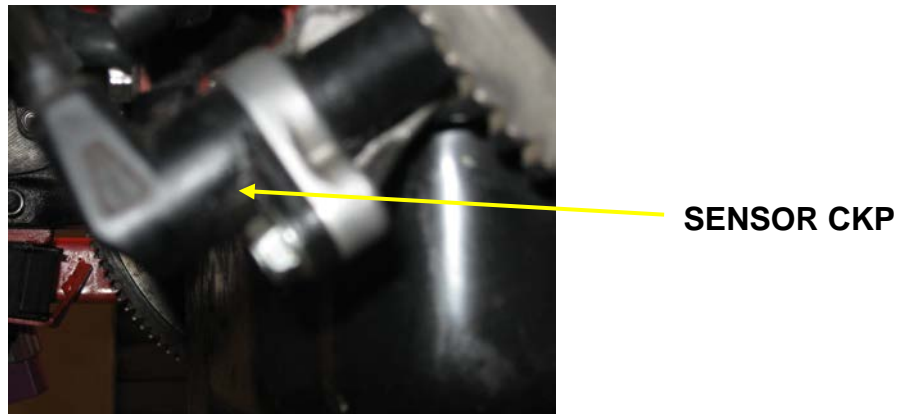


Gráfico No.- 3.7 Sensor de Rotación

Este sensor se encuentra ubicado en la parte inferior del motor, cerca de la polea del cigüeñal y su principal función es la de mantener la referencia directa con el ECM y así controlar el encendido y el punto de liberación de combustible.

El sensor de rotación posee referencia en alta y referencia en baja, su cableado está blindado para limitar las interferencias, en este caso la polea dentada del cigüeñal posee 58 dientes, con un espacio donde faltan dos dientes, este espacio indica el punto muerto superior (PMS).

Este sensor consiste en un colector de resistencia variable que genera voltaje AC, este voltaje es relacionado con la rotación del motor, en 200 milivoltios AC cuando la rotación está bajo 600 rpm y 120 voltios AC cuando la rotación está por encima de 6000 rpm.

Este sensor también se caracteriza porque el tipo de onda será senoidal, pero el ECM transformará en ondas rectangulares las señales de posición del cigüeñal.

La onda rectangular es usada para el punto de encendido y punto de liberación de combustible.

3.1.1.6 Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento (CTS)

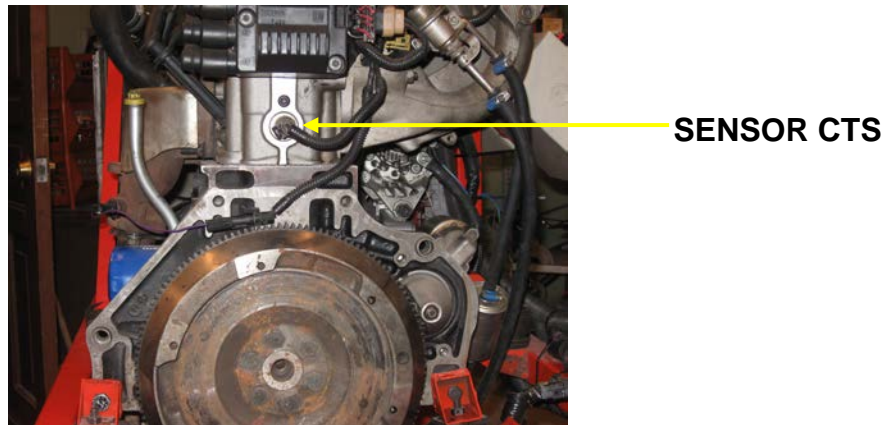


Gráfico No.- 3.8 Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento

Este sensor se encuentra ubicado justo debajo de la bobina de encendido (DIS) su principal función es la de medir la temperatura del líquido de enfriamiento.

La característica de este sensor es que es un termistor ubicado en el flujo del líquido de enfriamiento y que al igual que el sensor IAT es un termistor de coeficiente negativo (NTC), es decir su resistencia ira disminuyendo conforme aumente la temperatura.

Su resistencia cuando el líquido de enfriamiento está a una temperatura baja será muy alta (100.000 Ohmios a 40 °C) y al contrario a temperatura alta será baja (70 Ohmios a 130 °C).

La temperatura del líquido de enfriamiento afecta la mayor parte de los sistemas controlados por el ECM.

3.1.2 Actuadores

Los actuadores son todos aquellos que obedecerán órdenes del ECM a través de señales de salida, su función será netamente mecánica, a continuación tenemos los siguientes en este sistema de inyección del corsa:

3.1.2.1 Inyectores

1. Solenoide
2. Separador y guía
3. Núcleo
4. Válvula de Bolilla
5. Pulverizador
6. Placa direccionadora
7. Carcasa del pulverizado
8. Resorte del núcleo
9. Carcasa del solenoide
10. Solenoide
11. Filtro de entrada de combustible

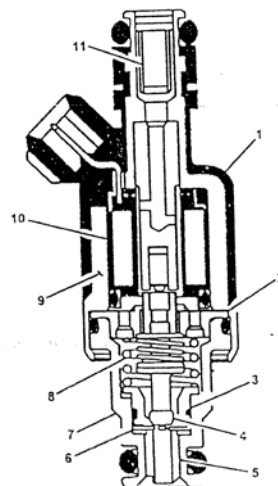


Gráfico No.- 3.9 Componentes de un Inyector²⁷

Los inyectores están ubicados en la parte superior del motor junto al colector de admisión, su característica principal es la de inyectar combustible dentro del múltiple de admisión.

²⁷ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 11 p.

El inyector es un solenoide controlado por el ECM, es decir es activado para abrir una válvula de bolilla normalmente cerrada.

La cantidad de combustible dependerá de la amplitud del pulso, es decir a una mayor amplitud del pulso mayor será la cantidad de combustible inyectada y por el contrario a menor amplitud menor combustible.

El ECM cambia la amplitud de pulso para corresponder a las alternaciones en la demanda de combustible del motor (ejemplo: arranque en frío, altitud, aceleración, desaceleración)

3.1.2.2 Válvula de Ajuste del Relantí (IAC)

1. Cono de la válvula
2. Flange de la empaquetadura
3. Rodamiento trasero
4. Anillo de sellante
5. Engranaje sin fin
6. Conector

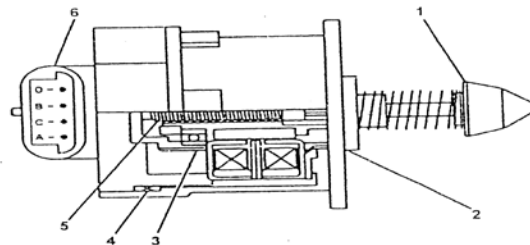


Gráfico No.- 3.10 Componentes del IAC²⁸

La válvula IAC está ubicada en el cuerpo de aceleración y su función es la de controlar el pasaje de aire entre el cuerpo de la válvula de la mariposa y el colector de admisión.

²⁸ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 16 p.

La válvula IAC altera la rotación en ralentí e impide que el motor pare, ajustando la derivación del aire.

Esta válvula de ajuste de ralentí funciona retrayendo el émbolo cónico para aumentar el flujo de aire o desplazándolo para reducir el flujo de aire. Esto permitirá el aumento o reducción de la rotación del motor.

Si la rotación en ralentí estuviese excesivamente baja, habrá mayor paso de aire alrededor de la válvula de la mariposa de aceleración, haciendo aumentar la marcha en ralentí.

El ECM graba en la memoria las informaciones sobre la posición mandada de la válvula IAC, el ECM ajusta la válvula IAC asentándola completamente extendida, y de esta forma establece la posición cero, y luego contraerla a la posición deseada.

3.1.3 ECM



Gráfico No.- 3.11 ECM

El módulo electrónico de control (ECM) es el punto central del sistema de inyección del motor. Este módulo monitorea constantemente los datos recibidos de los sensores y controles. Su ubicación física en el vehículo como se puede apreciar en la figura está bajo el tablero en el lado del acompañante bajo la tapicería del parante de la puerta.

1. Relé de la bomba
2. Módulo de control electrónico
3. Puerta del pasajero

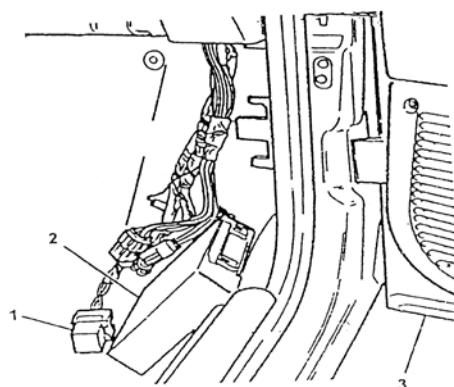


Gráfico No.- 3.12 Componentes del ECM²⁹

Las informaciones son usadas para controlar la operación del motor (control de combustible, punto de encendido, rotación en ralentí y operación del compresor A/C).

El ECM es capaz de permitir el desempeño y conducir en forma ideal con el mínimo de emisiones nocivas.

El módulo de control consiste de dos partes: un calibrador llamado PROM (Memoria de lectura Única Programable) y un controlador (ECM sin PROM).

²⁹ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 38 p.

La PROM es programada con información sobre el vehículo (peso, tipo de motor, tipo de combustible).

Esto permite a la PROM calibrar el control del ECM para desempeño más eficiente del vehículo.

3.1.4 Sistema de Alimentación de Combustible

El Motor CORSA 16NE como se describió anteriormente utiliza un sistema de inyección multipunto es decir tendrá un inyector para cada cilindro además podrá utilizar gasolina que contenga plomo pues su sensor de oxígeno es apropiado para este tipo de combustible.

Con la descripción anterior podemos describir brevemente el sistema de alimentación de combustible.

Este sistema empieza por el tanque de combustible, dentro del tanque se encuentra la bomba de combustible, esta bomba es del tipo eléctrica y envía flujo de combustible, a través del filtro hacia la rampa de inyección.

La bomba suministra combustible en una mayor presión que lo necesario para los inyectores, pero para eso tenemos un regulador de presión que se encuentra ubicado en la rampa de inyección y controla la presión de alimentación de los inyectores, el combustible no utilizado regresa al tanque.

3.1.4.1 Bomba de Combustible

La bomba de combustible esta ubicada dentro del deposito de combustible, esta bomba es del tipo eléctrico y su funcionamiento comienza cuando el motor empieza a girar, durante, este tiempo el ECM recibe señales del sensor de rotación/REF y el relé de la bomba recibirá energía, esto hará que la bomba de combustible empiece a suministrar gasolina hacia las cañerías y el filtro de gasolina.

3.1.4.2 Distribuidor de Combustible

El distribuidor de combustible está montado en el colector de admisión y tiene las siguientes funciones:

1. Entrada de combustible
2. Salida de combustible
3. Regulador de presión
4. Línea de vacío
5. Distribuidor de combustible
6. Inyectores
7. Válvula para medición de presión

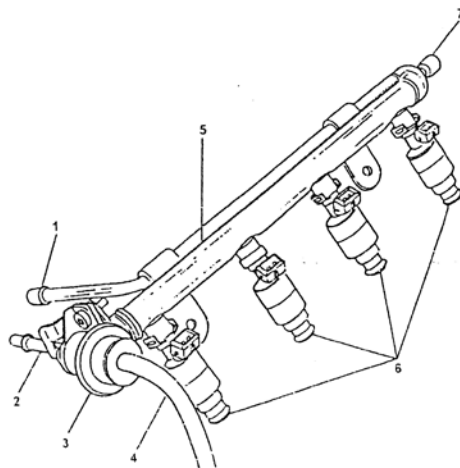


Gráfico No.- 3.13 Distribuidor de Combustible³⁰

- a) Posiciona adecuadamente los inyectores en el colector de admisión.
- b) Auxilia en el direccionamiento correcto del chorro atomizado del inyector.

³⁰ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 9 p.

c) Soporta el regulador de presión de combustible.

3.1.4.3 Regulador de Presión

El regulador de presión es una válvula de descarga del tipo de diafragma y su función es de mantener una presión constante en los inyectores.

1. Vacío del colector
2. Conexión con el distribuidor de Combustible
3. Salida de combustible

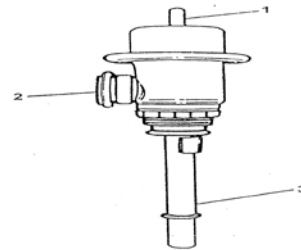


Gráfico No.- 3.14 Componentes del Regulador de Presión³¹

El punto de equilibrio de presión será cuando hubiera un equilibrio entre la tensión del resorte calibrado y la presión de combustible.

El regulador compensa la carga del motor aumentando la presión del combustible así que la presión en el colector de admisión aumenta.

Si la presión de combustible fuera muy baja, el motor disminuirá su desempeño, si la presión fuera excesiva tendremos olor excesivo de combustible.

³¹ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 10 p.

3.1.5 Panel de Mandos

3.1.5.1 Características Técnicas

El panel de mandos consiste en un circuito que integra un regulador de voltaje 7805, 9 leds tricolor, 18 resistencias de 330 Ω , 5 selectores de tres posiciones con retención /6 pines, 6 selectores de dos posiciones, 2 capacitores de 10 μ F, 14 borneras (7 rojas 7 negras). Se utilizó un regulador de voltaje 7805 para mantener la tensión a 5 voltios y así evitar que el ECM sufra algún daño al momento del funcionamiento del panel, ya que este modificará las señales de referencia de los sensores.

Tabla No.- 3.2 Características del Regulador de Voltaje

CI	V. Salida	V.Entrada(min)	V.Entrada(Max)
7805	5V	7.3V	20V

Se utilizaron los leds tricolores para darle una ayuda visual al operador del panel, es así que mediante su coloración indicar la falla, las resistencias son para los leds que funcionan con 25mA y como el regulador envía 5 voltios se necesitan resistencias de 330 Ω a continuación cálculos para las resistencias:

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{5V}{25mA}$$

$$R = 200\Omega$$

$$R = 330\Omega$$

Nota: se utiliza resistencias de 330 Ω ya que en el mercado no venden de 200 Ω

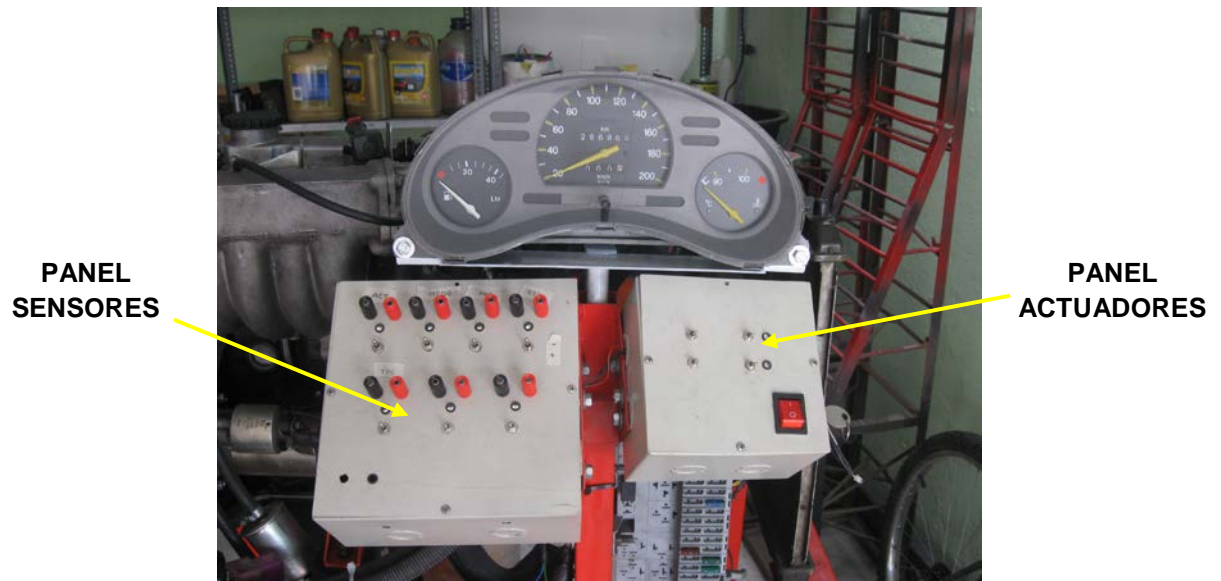


Gráfico No.- 3.15 Panel de Mandos

Los 5 selectores de tres posiciones son para los sensores (ACT-TPS-CTS-EGO-MAP), 2 selectores de dos posiciones para el CKP A y CKP B y 4 selectores de dos posiciones son para los actuadores.

Cada una de las posiciones del selector tiene una función específica, los 2 capacitores de 10 uF nos ayudan a mantener un voltaje constante y así evitar sobresaltos en la tensión.

La borneras están conectadas al circuito del panel es decir reciben los mismos voltajes de cada posición de los selectores, y se colocaron para realizar las mediciones con instrumentos de medida (Multímetro).

3.1.5.2 Funcionamiento Normal Sensores

El panel de mandos para simular fallas funciona cuando se pone la llave en contacto, ya que la alimentación de la tarjeta está conectado al swich de encendido, el panel funciona normalmente, es decir, sin producir ninguna falla cuando los selectores de tres posiciones de cada sensor (ACT-TPS-CTS-EGO-MAP) están en la posición central, los 2 selectores del CKP A y CKP B hacia abajo. Los leds de los sensores cuyo selector es de tres posiciones, se encontraran apagados, los leds del sensor CKP A y CKP B cuyos selectores son de dos posiciones estarán encendidos de color verde, en esta posición el motor arrancara normalmente y ninguna falla será grabada en la ECU.

Este panel también consta de borneras para comprobación de voltajes de referencia, como se ve en el gráfico No 3.16 son de color negro y rojo, siendo el negro la masa y rojo la señal de referencia, con esto se puede utilizar un multímetro o frecuencímetro dependiendo del sensor que deseemos medir.

3.1.5.3 Funcionamiento Normal Actuadores

Al igual que el panel de los sensores este también es energizado al poner la llave en contacto, así cuando los selectores están en la posición normal (selector hacia abajo) no existirá ninguna falla. En este panel tenemos 4 selectores 2 para los inyectores y 2 para el IAC, gracias a eso también se pueden realizar las pruebas de los actuadores y así verificar su funcionamiento correcto.

Funcionamiento Inyectores

Cuando los selectores de los inyectores se encuentran en posición hacia abajo y el led en verde funciona normalmente, cabe indicar que se tomaron dos selectores porque este sistema es semisecuencial, es decir un selector controla los inyectores 1 y 4, el otro sector controla los inyectores 2 y 3.

Funcionamiento del Motor de pasos IAC

Cuando los selectores del motor de pasos IAC se encuentran en posición hacia abajo, las bobinas funcionan normalmente, y el motor de pasos realiza su trabajo sin ningún problema, manteniendo el relantí del motor.

3.1.5.4 Funcionamiento para realizar fallas las en los Sensores

Cuando se requiera realizar una falla, ya sea esta de voltaje alto o voltaje bajo para cualquier sensor el selector debe estar colocado en una posición diferente a la central, la luz del led es verde para una posición y roja para la otra, lo que indica en el panel que existe la falla y por ende el motor empezará a tener problemas de funcionamiento dependiendo del sensor que haya sido activado con falla.

Los valores que muestren los sensores podrán ser medidos como se dijo anteriormente en las borneras de cada uno, cabe indicar que hay dos tipos de

mediciones, con voltímetro para los sensores TPS – CTS – MAP – EGO - ACT y con frecuenciómetro para los sensores CKP A Y CKP B.

3.1.5.5 Funcionamiento para realizar Fallas en los Actuadores

Falla en Inyectores

Se coloca el selector en posición hacia arriba, el led mostrara el color rojo indicando el fallo, esto hará que los inyectores que correspondan al selector dejen de funcionar provocando el fallo en el motor.

Falla en Motor de Pasos IAC

Se coloca los dos selectores en posición hacia arriba, esto hará que las bobinas del motor dejen de funcionar, el ralentí en el motor variará.

3.2 VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

En la gráfica que se muestra a continuación podemos observar todos los componentes del sistema de inyección del motor Corsa 16NE, ahí está el diagrama de conexiones de masas, señales de los sensores hacia la ECU y demás componentes del sistema.

También en este circuito podemos apreciar el número de terminal al cual cada sensor y actuador va conectado hacia la ECU, el circuito nos muestra como desde la llave de encendido la corriente fluye hacia un fusible y es repartida hacia los distintos elementos que necesitan alimentación de 12 V (Inyectores, ECM, lámpara de verificación motor, relé de la bomba de combustible).

El diagrama muestra la conexión del relé de la bomba, el fusible y la batería:

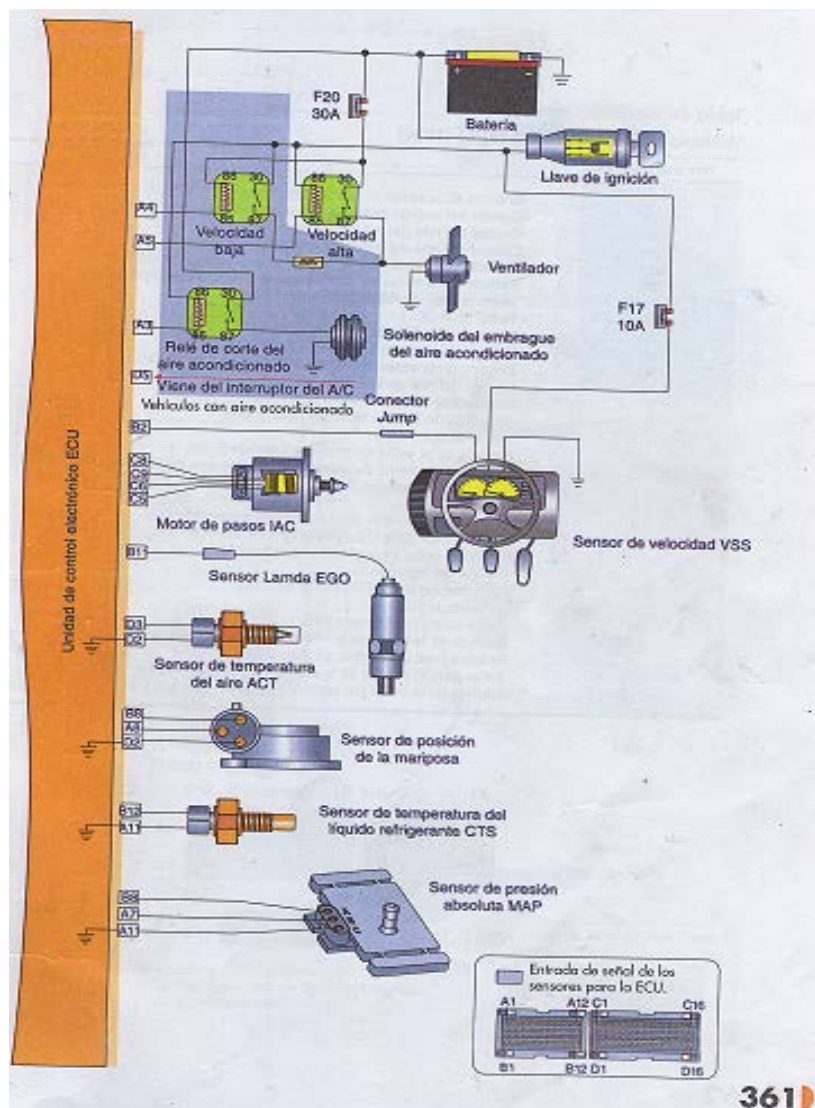


Gráfico No.- 3.16 Diagrama Eléctrico Sistema de Inyección Motor Corsa 1.6L ³²

³² SANTANDER Rueda, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection Tomo Dos. 1^{ra} Ed. Diesel Editores, 2005. 361 p.

Tabla No.- 3.3 Terminales de la ECU

Terminal de la ECU	Descripción
A2	Entrada de la señal del sensor de rotación ESS, CKP
A3	Control del relé de corte de aire acondicionado
A4	Control del relé del ventilador(velocidad baja)
A5	Control del relé del ventilador(velocidad alta)
A7	Entrada de la señal del sensor de presión absoluta MAP
A8	Entrada de la señal del sensor de posición de la mariposa TPS
A11	Tierra (masa) de los sensores MAP y CTS
A12	Tierra ECU
B1	Alimentación de la ECU (de la batería)
B2	Entrada de la señal del sensor de velocidad VSS
B3	Entrada de la señal del sensor de rotación ESS, CKP
B6	Control del relé de la bomba de combustible
B7	Intercambio de datos (ECU/Scanner)
B8	Alimentación(+5 voltios) del MAP y TPS
B10	Tierra ECU
B11	Entrada de la señal de la sonda lambda EGO
B12	Entrada de la señal del sensor de temperatura del líquido refrigerante CTS
C1	Control de la lámpara de verificación del motor SES
C2	Al tacómetro
C3	Señal para el control de la bobina de encendido DIS
C4	Alimentación de la ECU (de la batería)
C5,C6,C8,C9	Señal de pulsos para el motor de pasos IAC
C11	Control de los inyectores de los cilindros 2y3
C15	Control de los inyectores de los cilindros 1y4
C16	Alimentación de la ECU (de la batería)
D1	Tierra ECU
D2	Tierra(masa) de los sensores ACT Y TPS
D3	Entrada de la señal del sensor de temperatura del aire ACT
D8	Entrada para la solicitud de diagnóstico
D11	Entrada para el control de la bobina de ignición DIS

En esta parte podremos analizar paso a paso a los componentes del sistema de inyección del motor Corsa 16NE, realizar las verificaciones tanto con instrumentos de medida como al comparar tablas fijas de valores para este tipo de sistema, también se observará curvas y gráficas.

El análisis también nos mostrará sensor por sensor que pasa con las distintas fallas, es decir como la ECU activa mecanismos de defensa cuando ciertos sensores no funcionan.

3.2.1 Sensores

3.2.1.1 Sensor De Temperatura del Líquido Refrigerante (CTS)



Gráfico No.- 3.17 Sensor de Temperatura

En el gráfico tenemos representado al sensor, este sensor nos muestra que tiene una masa que sale de la ECU (A11) y una referencia de 5 voltios que igualmente la envía la ECU (B12), en base a esto nosotros podemos realiza 2 verificaciones que son:

a) Verificación de la Tierra del Sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra (A11) del sensor. La polaridad debe ser negativa, si no lo es verificar los contactos o cable interrumpido (no hay continuidad) entre el sensor y la ECU.

Si todo esta bien, revisar la alimentación de la ECU, finalmente si la falla persiste será necesario verificar la ECU.

b) Verificación del voltaje de retorno

Damos encendido al motor, medimos la temperatura del refrigerante en la carcasa del termostato. Seleccionamos el multímetro en la escala de voltaje DC, y medimos el voltaje en la bornera del sensor, comparamos con la tabla.



Gráfico No.- 3.18 Verificación del Voltaje de Retorno Sensor de Temperatura

Tabla de voltajes de salida sensor CTS con respecto a temperatura (valores aproximados).

Tabla No.- 3.4 Voltajes de Salida con Respecto a Temperatura

Temperatura(°C)	18	26	43	50	80	85	95	100
Voltaje (V)	2.58	1.93	1.21	1.00	2.38	2.15	1.79	1.85
				3.60				1.60

En este punto hay un cambio brusco de voltaje (De 1 a 3.6 voltios) indicando a la ECU el punto De transición de frío a caliente.



Intervalo de temperatura del motor con temperatura de operación

VOLTAJE DE SALIDA SENSOR CTS

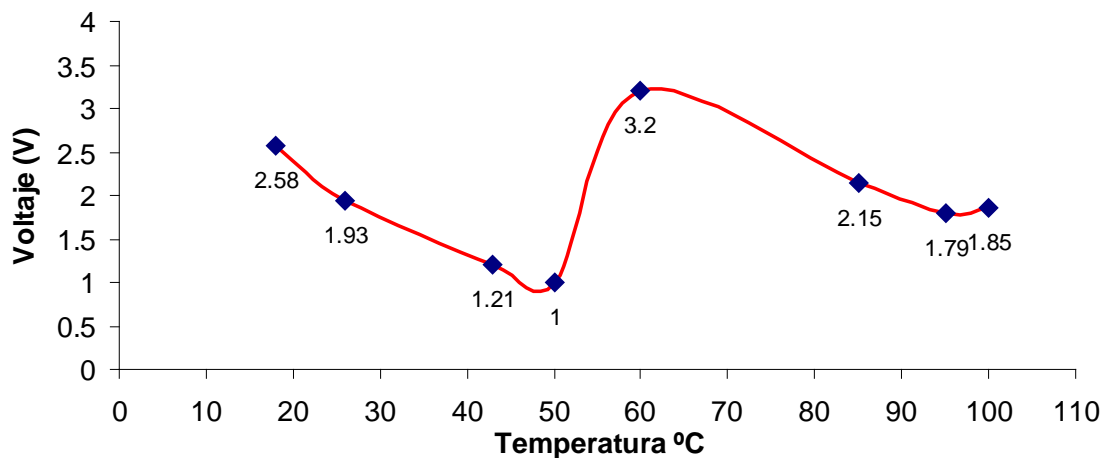


Gráfico No.- 3.19 Comportamiento Voltajes de Salida Sensor CTS

Al verificar los valores con los de la tabla y si estos están bien el circuito del sensor de temperatura CTS está bien. Si estos valores no coinciden con los de la tabla, se procede a verificar los contactos, continuidad (cable de retorno y terminal B12 de la ECU).

c) Verificación de la resistencia eléctrica del sensor

Desconectar el conector eléctrico del sensor, retirar la llave del encendido y medir la temperatura del agua, con el multímetro seleccionar la escala de ohmios, medir la resistencia eléctrica del sensor y comparar la medida con la tabla.



Gráfico No.- 3.20 Verificación de Resistencia Sensor Temperatura

Tabla No.- 3.5 Resistencias del sensor CTS

Temperatura (°C)	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Resistencia(KΩ)	4.30	2.2	1.4	0.85	0.62	0.48	0.32	0.23	0.20	0.18



Intervalo de temperatura del motor con temperatura de operación

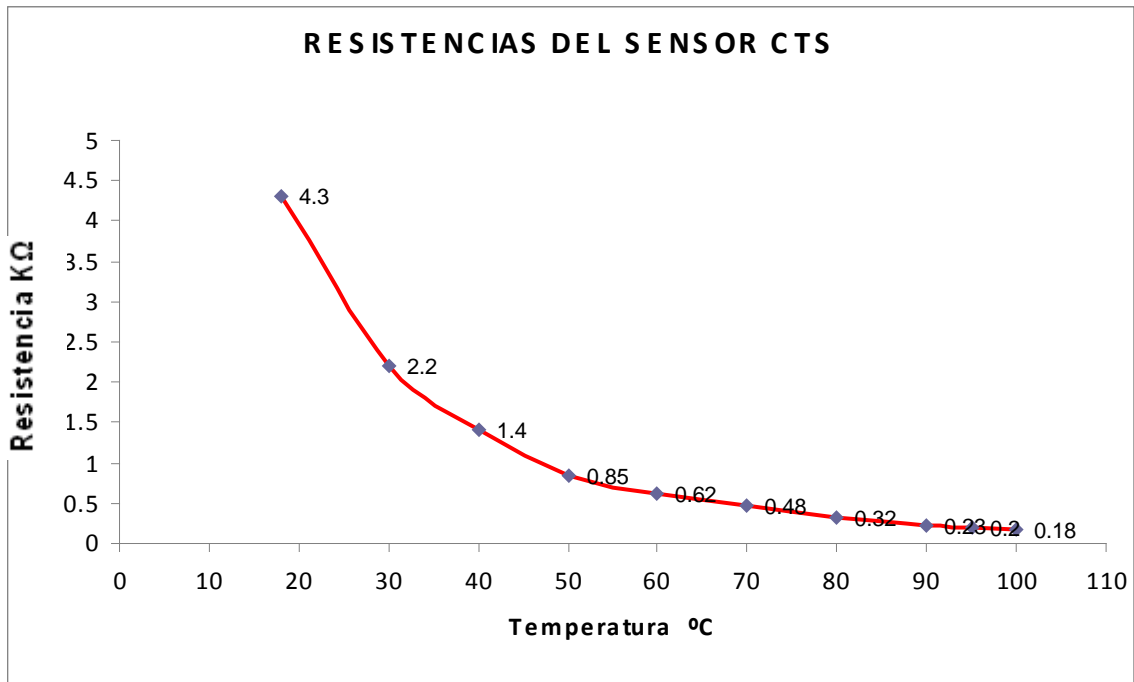


Gráfico No.- 3.21 Comportamiento Resistencia Sensor Temperatura

3.2.1.2 Sensor Sonda Lambda (EGO)



Gráfico No.- 3.22 Verificación EGO

La sonda lambda o sensor de oxígeno consiste en un elemento de circonio colocado entre dos platinas y para que este comience a actuar debe alcanzar una temperatura de trabajo de 360 °C, este sensor es alimentado por la ECU con un voltaje de referencia de aproximadamente 0.370 voltios.

a) Verificación del voltaje de referencia



Gráfico No.- 3.23 Verificación de Voltaje de Referencia Sonda Lambda

Desconectar el conector eléctrico del sensor, con la llave poner en contacto, sin prender el motor medir el voltaje (DC) en el cable que va del sensor a la terminal B11 de la ECU.

El voltaje debe estar aproximadamente entre 0.350 a 0.450 voltios si no lo esta, verificar un mal contacto o cable sin continuidad entre el sensor y el terminal de la ECU.

Revisar la alimentación de la ECU, si todo está bien y persiste la falla es necesario verificar la ECU.

b) Verificación de la tierra de la sonda lambda

Conectar el analizador de polaridad a la carcasa de la sonda. La polaridad debe ser negativa.



Gráfico No.- 3.24 Verificación de la tierra Sonda Lambda

Si no hay polaridad negativa, retirar la sonda del escape y efectuar una limpieza en la rosca, volver a instalarla.

c) Verificación del Voltaje de Retorno

Retirar la llave de encendido y reconectar el conector del sensor, encender el motor hasta que llegue a la temperatura normal de trabajo y prenda el ventilador.

Con un multímetro mida el voltaje en la bornera del sensor, con el motor frío el sensor envía un voltaje fijo entre 0.350 y 0.550 voltios (DC) con pequeñas oscilaciones.



Gráfico No.- 3.25 Verificación del Voltaje de Retorno Sonda

Con motor caliente el voltaje debe oscilar rápidamente entre aproximadamente 0.100 voltios (mezcla pobre) y 0.900 voltios (mezcla rica)

Cuando la señal esta prácticamente fija por debajo de los 0.45 voltios (mezcla pobre), se debe provocar un enriquecimiento de la mezcla (ejemplo: inyectando una pequeña cantidad de spray de carburador en el colector de admisión).Enseguida del enriquecimiento de la mezcla, la señal enviada por el sensor deberá sobrepasar los 0.50 voltios y volver al valor inicialmente medido, si esto sucede el sensor esta trabajando correctamente.

Cuando la señal esta prácticamente fija por encima de los 0.45 voltios (mezcla rica), se debe provocar un empobrecimiento de la mezcla (ejemplo: por un corto tiempo provocar una entrada falsa de aire), esto hará que las señal enviada por el sensor disminuya por debajo de los

0.45 voltios, volviendo rápidamente al inicial medido, si esto sucede el sensor funciona correctamente.

En caso de que no existan oscilaciones, la falla se encuentra en el sensor por lo que toca cambiarlo.

3.2.1.3 Sensor de Posición de la Mariposa (TPS)

El sensor de la posición de la mariposa (TPS) es un potenciómetro que esta conectado al eje de la placa en el cuerpo de la mariposa de aceleración. El TPS es una de las entradas de la ECU utilizadas para el cálculo de liberación de combustible y también una de las salidas controladas por la ECU.

La ECU aplica un voltaje de referencia de 5 voltios a la terminal B8, y suministra una tierra (masa) en la terminal D2. El sensor devuelve una señal de voltaje en la terminal A8, esta señal es diferente en relación con la posición de la placa de la mariposa del acelerador. La señal de voltaje cambia entre 0.45 y 0.85 voltios (DC) en marcha mínima hasta 4.5 voltios cuando la placa de la mariposa está totalmente abierta.

Tabla No.- 3.6 Voltaje con Respecto a la Posición de la Mariposa

Mariposa de aceleración	Cerrada marcha mínima	Totalmente abierta
Voltaje	0,31	4,5

Con la señal que recibe la ECU del TPS, esta compara los valores de rotación y carga del motor, si la señal está fuera de rango, la ECU identifica una falla.

a) Verificación del Voltaje de Entrada



Gráfico No.- 3.26 Verificación del Voltaje de Entrada (TPS)

En el gráfico se puede observar que con un multímetro en escala de voltaje (DC) se mide el voltaje en el cable de entrada (B8), este debe estar entre aproximadamente 4.60 y 5.20 voltios (DC). Si no se encuentra en este rango se debe verificar los contactos o cable que puede estar sin continuidad entre el sensor y el terminal de la ECU.

b) Verificación de la Tierra del Sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra del sensor. La polaridad debe ser negativa.



Gráfico No.- 3.27 Verificación de la Tierra (TPS)

Si la polaridad no es negativa verificar los contactos o cable que puede estar sin continuidad entre el sensor y la terminal de la ECU.

c) Verificación del Voltaje de Retorno

Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno del sensor (A8). Abrir lentamente la mariposa del acelerador y comparar los valores de apertura por voltaje de acuerdo a la tabla.

Tabla No.- 3.7 Ciclo de Apertura y Cierre de la Mariposa

Aceleracion	0%	5%	10%	20%	50%	71%	99%
Voltaje	0.31	0.49	0.70	1.03	2.09	2.83	4.39

CICLO DE APERTURA Y CIERRE SENSOR TPS

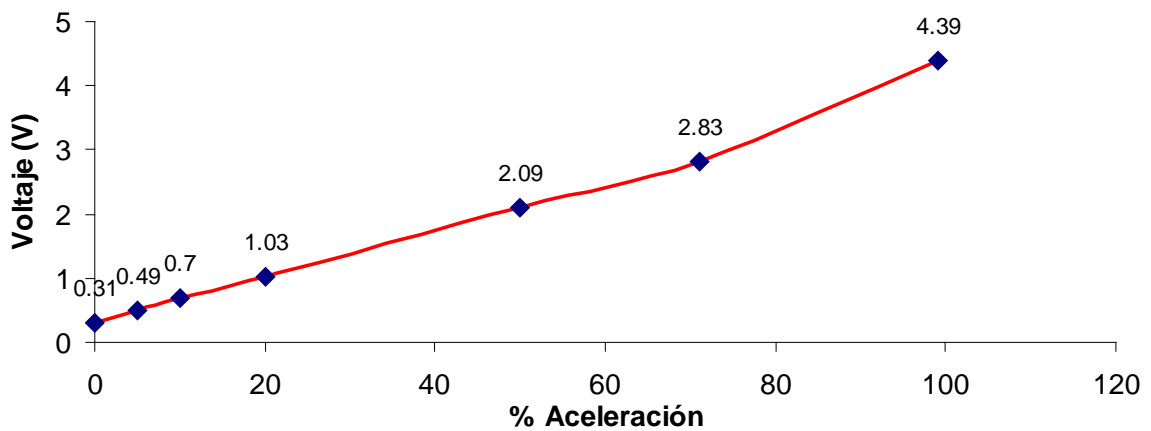


Gráfico No.- 3.28 Ciclo de Apertura y Cierre de la Mariposa

Si el voltaje no cambia de acuerdo con la tabla, verificar un mal contacto del conector del sensor, si todo está bien será necesario cambiar al sensor.

3.2.1.4 Sensor de Presión Absoluta (MAP)

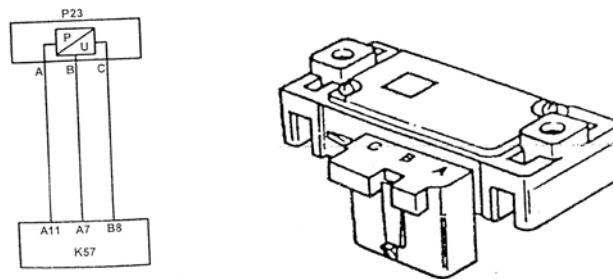


Gráfico No.- 3.29 Diagrama del Sensor de Presión Absoluta³³

- B8 referencia de 5 voltios
- A7 señal MAP
- A11 Masa del sensor

³³ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 21 p

La ECU envía una señal de referencia de 5 voltios cable (B8) al sensor MAP y a medida que se modifica la presión en el colector, también se modifica la resistencia eléctrica del sensor MAP. Por medio del monitoreo del voltaje de salida del sensor, la ECU es informada de la presión del colector.

La ECU utiliza el sensor MAP para controlar la dosificación del combustible y el punto de encendido.

En marcha mínima, con el motor caliente, la señal enviada por el MAP debe estar entre 0.8 y 1.8 voltios (DC) a nivel del mar.

a) Verificación del Voltaje de Entrada (MAP)



Gráfico No.- 3.30 Verificación del Voltaje de Entrada Sensor MAP

Con la llave, colocar en contacto, seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC). Medir el voltaje del cable de entrada del sensor MAP el voltaje debe ser de aproximadamente 5 voltios.

Si el voltaje no esta aproximadamente 5 voltios, se debe verificar los contactos o la continuidad entre el sensor y el terminal de la ECU. Sí todo esta bien revisar la alimentación de la ECU.

b) Verificación de la Tierra del Sensor

Conectar el analizador de polaridad en el cable de tierra del sensor. La polaridad debe ser negativa.



Gráfico No.- 3.31 Verificación de la Tierra del Sensor (MAP)

Si no hay polaridad negativa se debe verificar los contactos o la continuidad entre el sensor y el terminal de la ECU. Sí todo esta bien, verificar la alimentación de la ECU.

c) Verificación del voltaje de retorno

Conectar el multímetro midiendo el voltaje (DC) en el cable de retorno, desconectar la manguera de vacío del sensor que está conectada al colector de admisión y conectar una bomba de vacío.

El voltaje de retorno debe variar en función del vacío aplicado con la bomba de vacío.

Si el voltaje no cambia de acuerdo a la tabla se debe verificar los contactos o la continuidad entre el sensor y la terminal de la ECU, si todo está bien será necesario cambiar al sensor.

Tabla No.- 3.8 Variación del Voltaje de Retorno Sensor MAP

Bares	0.32	0.53	0.60	0.66	0.69	0.73
Voltaje	1.13	2.26	2.61	2.94	3.10	3.30

VARIACIÓN DE VOLTAJE DE RETORNO SENSOR MAP

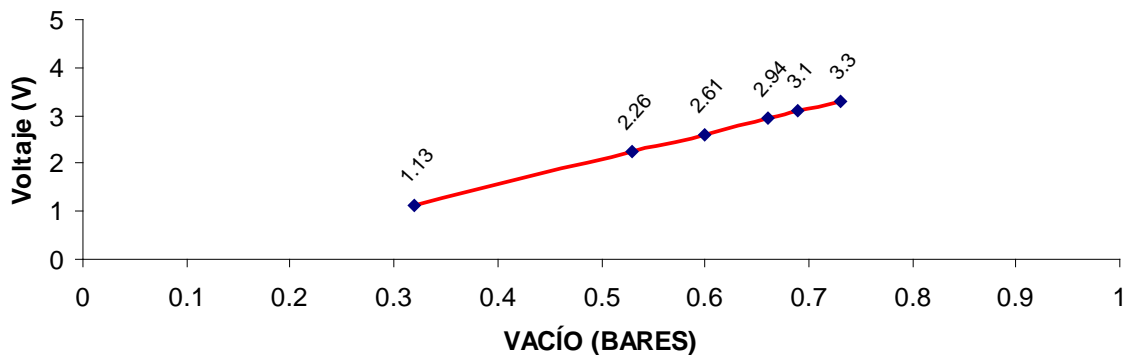


Gráfico No.- 3.32 Variación del Voltaje de Retorno Sensor (MAP)

La señal del sensor MAP cambia de acuerdo con la altitud, cuanto mayor sea la altitud, menor es la señal enviada por el sensor MAP a la ECU.

Otras variaciones que pueden presentarse en la señal son a causa de:

- a) Entradas falsas de aire (servofreno, toma de vacío del canister, etc.)
- b) Falta de sincronización de la correa dentada, calibración de válvulas.
- c) Catalizador tapado.

3.2.1.5 Sensor de Temperatura de Aire (ACT)

Este sensor al igual que de temperatura de l refrigerante utilizan un termistor para controlar el voltaje de la señal en la ECU y esta, a su vez, aplica al sensor un voltaje de referencia a la terminal D3. Cuando el aire de admisión está frío, la resistencia del sensor termistor es alta; por lo tanto el voltaje de la terminal D3 de la ECU es elevado. La temperatura del aire de admisión es utilizada por la ECU para calcular la masa de aire admitido.

- a) Verificación de la tierra del sensor

Conectar el analizador de polaridad al cable de tierra (masa) del sensor.

La polaridad debe ser negativa.



Gráfico No.- 3.33 Verificación de la tierra del Sensor de Temperatura

Si no hay polaridad negativa verificar los contactos o cable que puede esta sin continuidad desde el sensor hasta el terminal de la ECU, si todo esta bien revisar la alimentación de la ECU.

b) Verificación del voltaje de retorno



Gráfico No.- 3.34 Verificación del Voltaje de Retorno Sensor de Temperatura

Con la llave poner en contacto, medir la temperatura del aire (con un multímetro). Seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC). Medir el voltaje en la bornera designada para el sensor.

Tabla No.- 3.9 Voltaje de Retorno Sensor ACT

Temperatura (°C)	19	20	23	25	27	35
Voltaje (v)	2.34	2.28	2.11	2.03	1.97	1.52

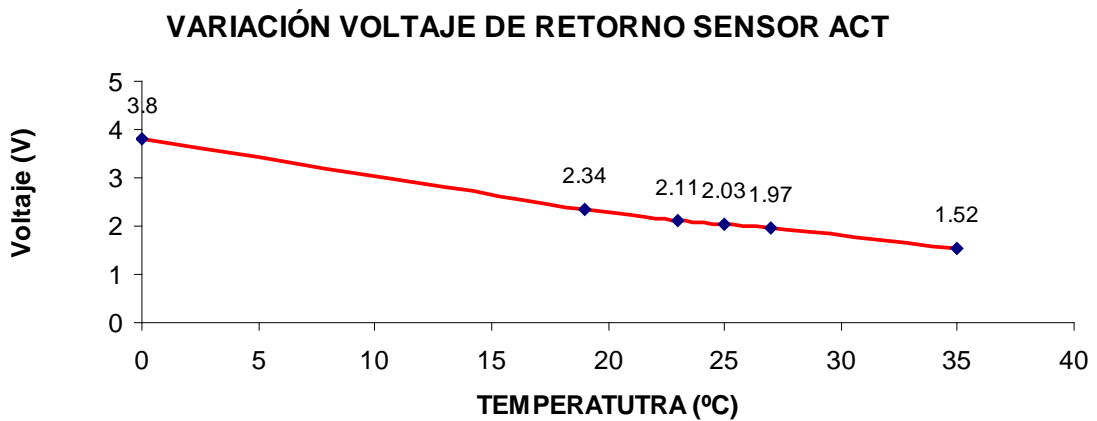


Gráfico No.- 3.35 Variación de Voltaje de Retorno Sensor ACT

c) Verificación de la Resistencia Eléctrica del Sensor



Gráfico No.- 3.36 Verificación de la Resistencia Eléctrica del Sensor

Retirar la llave del encendido, desconectar el conector eléctrico del sensor. Medir la temperatura del aire (con multímetro). Seleccionar el multímetro en escala de ohmios. Medir la resistencia eléctrica del sensor.

Tabla No.- 3.10 Resistencia del sensor ACT

Temperatura (°C)	19	23	25	30	33	35
Resistencia (kΩ)	3.58	2.95	2.54	2.21	1.86	1.76

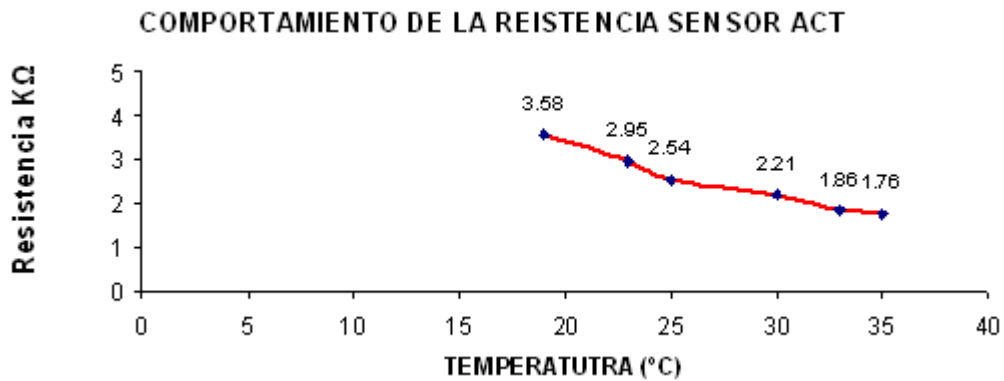


Gráfico No.- 3.37 Comportamiento de la Resistencia Eléctrica del Sensor ACT

3.2.1.6 Sensor de Rotación (CKP)



Gráfico No.- 3.38 Verificación del Sensor de Rotación CKP

- a) Verificación de la Resistencia Eléctrica de la Bobina del Sensor de Rotación.

Desconectar el conector eléctrico del sensor de rotación. Seleccionar el multímetro en escala ohmios. Medir la resistencia eléctrica entre las terminales 1 y 2 o A y B del sensor de rotación. La resistencia debe estar entre 430 y 600 ohmios. Si la resistencia no esta entre este rango, se debe cambiar el sensor.

b) Verificación de la Tierra (masa) de la Malla de Blindaje



Gráfico No.- 3.39 Verificación de la Tierra del Sensor de Rotación

Conectar el analizador de polaridad al cable conectado a la terminal C o 3 del sensor. La polaridad debe ser negativa. Si no hay polaridad negativa verificar un mal contacto o cable interrumpido entre el sensor y un punto de conexión a tierra.

c) Verificación de la Distancia y Posición Angular



Gráfico No.- 3.40 Verificación de la Distancia y Posición Angular

Verificar la distancia y posición angular entre el sensor y la polea dentada del cigüeñal, la distancia debe estar entre 0.6 y 1,1 mm. El centro del

sensor debe estar en paralelo con el centro del diente. Si esta distancia no mide el rango anterior, se debe efectuar el ajuste respectivo.

3.2.2 Actuadores

En el Motor Corsa 16NE existe dos actuadores que de acuerdo a información de los sensores que recibe la ECU estos son activados para mantener las condiciones normales de funcionamiento del motor.

Estos dos actuadores son los inyectores y el motor de pasos IAC.

3.2.2.1 Inyectores

El inyector es un solenoide que es activado por el ECM, cuando el ECM activa el solenoide este deja pasar una cierta cantidad de combustible, es por eso que este solenoide debe estar funcionado correctamente, a continuación veremos las pruebas que se le realiza para verificar su buen funcionamiento.

a) Verificación Resistencia Eléctrica de los Inyectores

Desconecte los conectores eléctricos de los inyectores. Seleccione el multímetro en la escala de Ohmios, medimos la resistencia eléctrica del enrollamiento de los cuatro inyectores, esta deberá estar entre 2 y 3 ohmios cada inyector.

Nota: Si la resistencia no está en el rango, sustituya el inyector.



Gráfico No.- 3.41 Verificación Resistencia Eléctrica de los Inyectores

b) Verificación de la Alimentación Positiva



Gráfico No.- 3.42 Verificación de la Alimentación Positiva

Colocar el analizador de polaridad en el cable negro de los inyectores. Con la llave, abrir el encendido sin prender el motor. La polaridad debe ser positiva y el voltaje de ser el de la batería (12 voltios).

Si no hay polaridad es decir tampoco voltaje, revisar el fusible de alimentación del inyector, si este esta bien revisar un mal contacto o

cable sin continuidad entre el conector del inyector y el polo positivo de la batería.

c) Verificación del Circuito Eléctrico de los Inyectores

Para medir la resistencia eléctrica de todos los inyectores sin necesidad de desconectarlos de sus respectivos conectores eléctricos, desconectar el conector eléctrico de la ECU y seleccione el multímetro en la escala de ohmios. Retire la llave del encendido, mida la resistencia eléctrica entre las terminales C11 y C15 de la ECU, esta deberá ser de 2 y 3 ohmios.



Gráfico No.- 3.43 Terminales de la ECU de los Inyectores

3.2.2.2 Motor de Pasos (IAC)

El motor de pasos IAC altera la rotación de marcha mínima e impide que el motor se apague, aguatando la derivación de aire, de tal modo que compense las variaciones de carga del motor.

El ECM envía a la primera bobina (terminales C8 y C9 del ECM) a la segunda bobina (terminales C5 y C6 del ECM) una señal de 6 voltios, que moverá hacia delante o hacia atrás el embolo cónico.

Durante el relantí la posición del embolo es calculada basada en señales de voltaje de la batería, temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) y carga del motor (MAP).

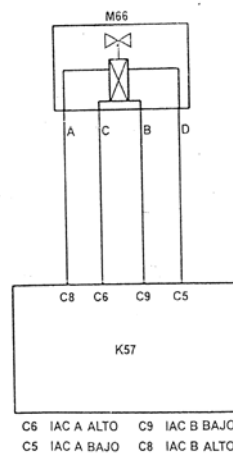


Gráfico No.- 3.44 Diagrama Motor de Pasos IAC³⁴

a) Verificación de las Resistencias de las Bobinas

Apagar el motor, desconectar el conector eléctrico del motor de pasos IAC, medir la resistencia entre los pines A-B y C-D.

La resistencia debe estar aproximadamente entre 40 y 60 ohmios.

³⁴ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 17 p



Gráfico No.- 3.45 Verificación de las Resistencias de las Bobinas

3.2.3 ECM

Cuando se detecta un código de falla 51 o 55 no hay encendido. Por lo tanto, se debe verificar:

- a) Alimentación de la ECU.
- b) Mal contacto en el conector de la ECU.
- c) Borrar los códigos de falla existentes en la memoria de la ECU (desconectar la alimentación o los cables de la batería por unos minutos).
- d) Reconectar todo y repetir el test.
- e) Si la falla persiste es necesario el cambio de la ECU.

Funcionamiento: La ECU posee dos módulos Quad Drive Module (QDM). Un QDM consiste en un circuito integrado para conectar y desconectar componentes.

Los circuitos QDM son utilizados en vez de transistores independientes.

El QDM 8 controla:

- a) La electroválvula EGR.
- b) La lámpara de verificación del motor.
- c) La señal del tacómetro.

Cuando se presenta el código de falla 93, se procede de la siguiente manera:

- a) Medir la continuidad de los cables positivos y negativo de la electroválvula.
- b) Medir la resistencia eléctrica de la electroválvula (debe estar entre 20 y 50 ohmios).
- c) Observar si cuando esta abierto el encendido la lámpara se prende.
- d) Observar si cuando se prende el motor la lámpara se apaga.
- e) Verificar se hay pulsos en el pin C2 de la ECU con el motor funcionando.

El QDM 9 controla:

- a) El relé del aire acondicionado.
- b) El relé del ventilador, velocidad alta.
- c) El relé del ventilador, velocidad baja.

Cuando se presenta el código de falla 94, se procede de la siguiente manera:

- a) Verificar el circuito eléctrico del relé del aire acondicionado.
- b) Verificar el circuito eléctrico del ventilador.

Si no enciende la falla se encuentra en el circuito de la lámpara de verificación del motor.

3.2.4 Análisis de Circuito del Panel de Mandos Sensores

El panel de mandos como controlador central de todas las fallas de los distintos sensores nace principalmente del arnés de la ECU, es decir, del cableado de cada uno de los sensores y actuadores que van hacia la ECU.

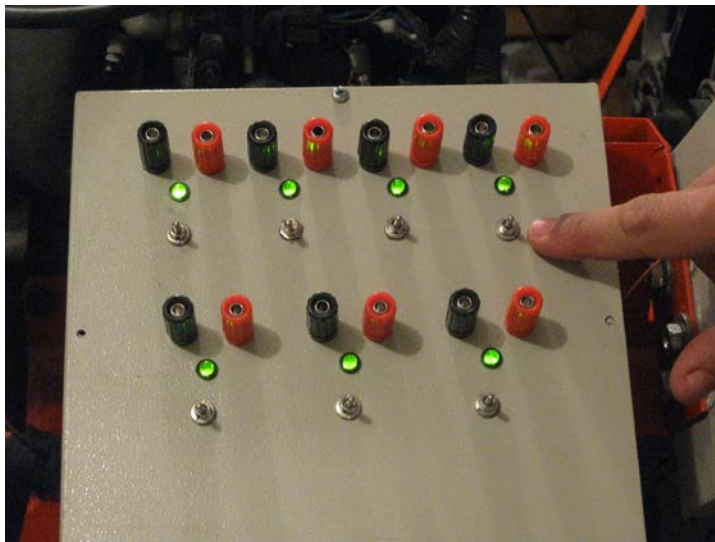


Gráfico No.- 3.46 Panel de Mandos

Cada sensor y actuador tiene un cable que va hacia la ECU que puede ser masa, voltaje de referencia y alimentación de voltaje (5 voltios) dependiendo del sensor y actuador.

Para el panel de mandos hemos tomado una masa en común para todos los sensores a excepción de los inyectores y el IAC que funcionan

independientemente, el otro terminal del panel será la señal de entrada de cada uno de los sensores.

Es así que el circuito empieza a construirse, observemos la gráfica del circuito para la explicación.

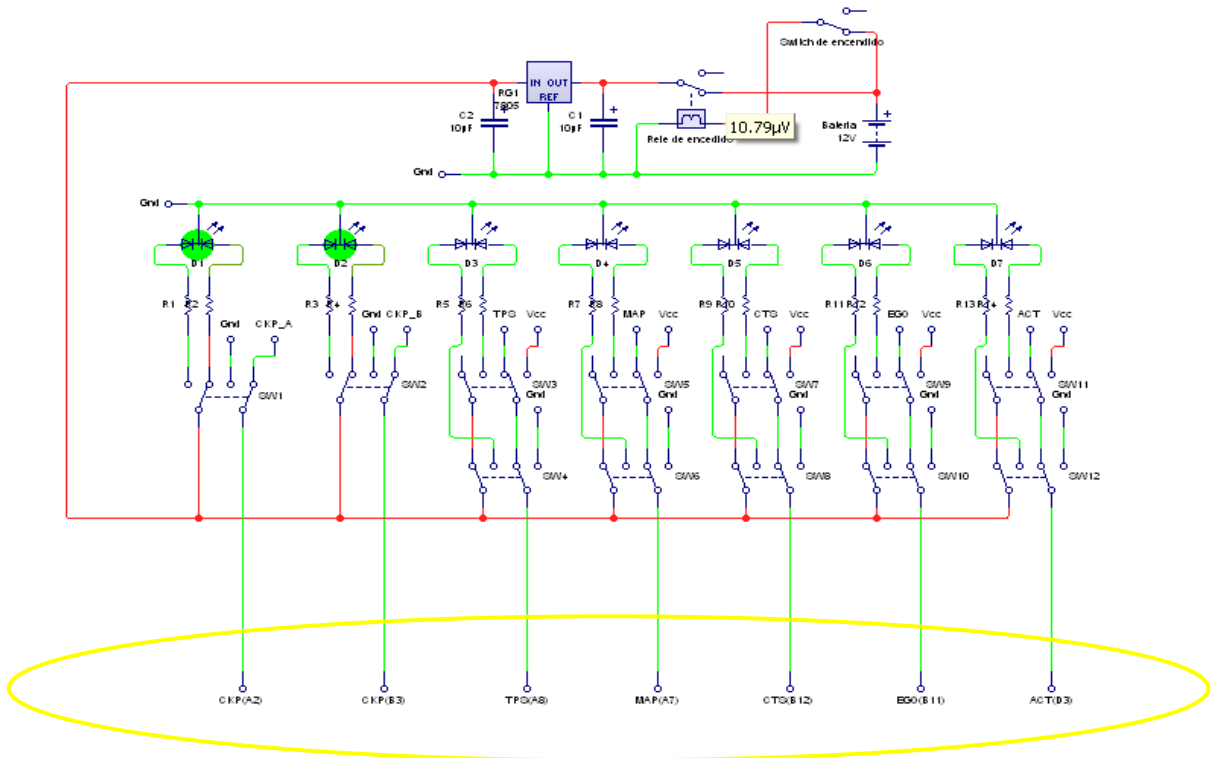


Gráfico No.- 3.47 Diagrama Eléctrico del Panel de Mandos Sensores

En este circuito está representado principalmente el panel de mandos para seleccionar el modo de falla, ya sea en alto o bajo voltaje, que son las fallas de los sensores y que la ECU las graba, también está representado la ayuda visual, es decir, el led que con su coloración verde o roja nos mostrará la falla según la misma, alto o bajo voltaje.

En el circuito empezamos por tomar de cada señal de entrada de los sensores hacia la ECU un cable hacia el panel, como vemos en la gráfica del circuito esta

representado por las siglas de cada sensor (ejemplo MAP), es decir, sensor de presión absoluta del múltiple de admisión y terminal A7 en el conector de la ECU.

Veamos el circuito, si la condición es normal, es decir no existe falla, la señal enviada por el sensor hacia la ECU seguirá su ruta normal, en la grafica del circuito esta marcada con amarillo. Esta señal será la que el sensor este mandando normalmente hacia la ECU.

En las borneras de cada uno de los sensores podremos observar con la ayuda de un multímetro o frecuencímetro dependiendo el sensor, la señal normal de funcionamiento.

3.2.4.1 Funcionamiento del Circuito Cuando se Realiza la Falla (Alto Voltaje)

En el gráfico del circuito esta representado la señal de entrada que cada sensor tiene, (ejemplo TPS), esta señal ya no será la que envíe el sensor, sino que será tomada desde la tarjeta de mando para fallas, su funcionamiento empezará desde el momento que ponemos en contacto la llave, el switch de encendido envía 12 voltios hacia un relé de encendido el mismo que se energiza y deja pasar los 12 voltios hacia el regulador de voltaje (RG27805), este regulador cambia el voltaje a 5 voltios con el propósito de simular un voltaje máximo de 5 voltios como falla de voltaje alto y así no dañar a la ECU, se puede observar en el circuito la presencia de 2 capacitores, estos sirven para mantener un voltaje sin variaciones.

Esta señal de 5 voltios será enviada al selector el cual ya tiene en uno de sus pines el cable que anteriormente fue enviado al panel y que es la de señal de entrada hacia la ECU, es así que cuando este selector se lo coloca en posición para realizar la falla de voltaje alto los 5 voltios de la tarjeta son enviados directamente a la ECU. El led que sirve para ayuda visual se prenderá en verde, indicando la falla en ese sensor. En la bornera de ese sensor podremos medir el voltaje de entrada hacia la ECU, lógicamente este será 5 voltios.

3.2.4.2 Funcionamiento del Circuito Cuando se Realiza la Falla (Bajo Voltaje)

El funcionamiento del circuito cuando se genera una falla de voltaje bajo será diferente al de voltaje alto, ya que en este caso enviaremos una señal de 0 voltios hacia la ECU.

En el circuito podemos observar que al poner en contacto el switch se energiza la el relé de encendido, pero en este caso tomaremos la señal de tierra como entrada para la ECU, el selector se coloca en la posición de voltaje bajo, 0 voltios (masa) será enviada como señal de entrada, el led de color rojo se encenderá en ese sensor, lo cual indicará la falla.

En la bornera de ese sensor podremos medir la señal que será enviada a la ECU. Lógicamente esta será 0 voltios.

3.2.4.3 Funcionamiento de los Leds

Los leds en el panel fueron diseñados para mostrar con una luz de color la falla simulada, esta depende del tipo de falla que generemos.

Todos los leds del panel están conectados a masa en el cátodo y en el ánodo a los 5 voltios que son enviados desde el regulador, su funcionamiento depende del selector, es decir que cuando se escoge una falla de alto voltaje (luz verde) el selector será colocado en posición para tomar los 5 voltios, estos fluirán a través de la resistencia de 330Ω hacia el led, cabe indicar que los leds son tricolores por lo que depende en cual de los terminales este conectado para la coloración de la luz en este caso voltaje alto será el terminal que nos muestre la luz verde. Para la falla de voltaje bajo el led se prenderá de color rojo, ya que el selector enviara 5 voltios al terminal del led rojo.

3.2.5 Análisis de Circuito del Panel de Mandos Actuadores

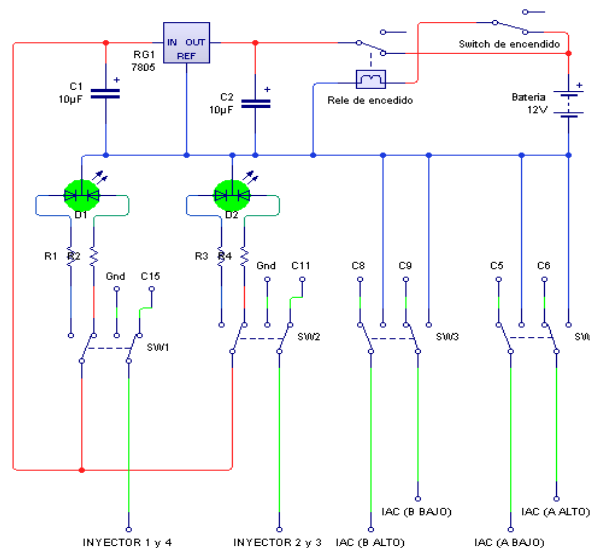


Gráfico No.- 3.48 Diagrama Eléctrico del Panel de Mandos Actuadores

3.2.5.1 Simulación de Falla para Inyectores

En el panel mas pequeño se encuentra el circuito que simula las fallas en los inyectores, este circuito se diferencia del panel central antes descrito en que toma los 12 voltios directamente del switch de encendido como positivo para todos los inyectores, la masa será diferente para cada par de inyectores, debido a su funcionamiento semisecuencial (C11 inyectores 2y3 y C15 inyectores 1y4).

El funcionamiento del circuito empieza al poner en contacto, 12 voltios van directamente al positivo de los inyectores, la masa que depende directamente de la señal de salida que envíe la ECU será dividida para cada par de inyectores, así funciona normalmente el circuito sin ninguna falla, el led se enciende de color verde, la posición del selector es hacia abajo.

Cuando se realiza la falla, colocamos el selector en posición hacia arriba (el selector desconecta la masa como señal enviada por la ECU) los inyectores de ese selector dejaran de trabajar el led se enciende de color rojo y el motor empieza a funcionar incorrectamente. En este panel como se dijo anteriormente tenemos dos selectores para cada par de inyectores.

3.2.5.2 Simulación de Falla para Motor de Pasos IAC

EL funcionamiento normal de este motor esta dado por cada uno de sus bobinas, en esta caso los terminales C8 y C9 será una bobina y C5 y C6 la otra, así la una

bobina retrae el embolo mecánico y la otra expande el embolo, todo depende de la señales que envié la ECU.

En el circuito que se diseño tomamos la una bobina en un selector y la otra en otro selector, así cuando ambos selectores están en la posición hacia abajo (normal) su funcionamiento es normal, no existe falla.

Cuando ponemos los dos selectores a la vez hacia arriba, ambas bobinas quedan sin energía, esto provocara que el motor de pasos no funcione, provocando la falla.

3.2.6 Simulación de Fallas y Reconocimiento de Síntomas

3.2.6.1 Simulación de Fallas Sensores

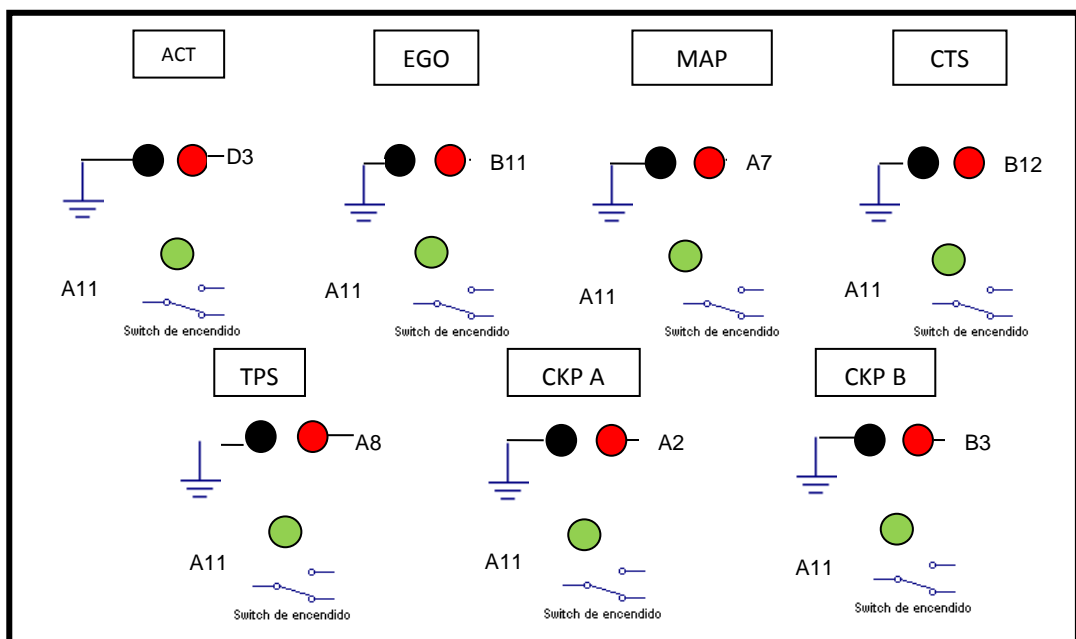


Gráfico No.- 3.49 Simulador de Fallas

Como observamos en el gráfico del panel, existen 5 sensores (ACT-EGO-MAP-CTS-TPS) controlados directamente por el selector de fallas y el sensor CKP controlado por 2 selectores (A y B).

a) Sensor de Temperatura del Refrigerante (ACT)

- 1) Colocamos en contacto el switch de encendido.
- 2) El selector en posición central no genera ninguna falla.
- 3) Para generar la falla se debe mover el selector hacia arriba o abajo.
- 4) El led se prendera rojo o verde según la falla.
- 5) En la bornera podemos tomar medidas de señales estáticas y dinámicas.

Cuando el selector cambia de la posición central (normal) generamos la falla, veamos como funciona la simulación.

Alto Voltaje Código de Falla 69: El selector debe estar colocado en posición hacia abajo, lo cual hará que 5 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prendera al led de color verde, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código

69.

Bajo Voltaje Código de Falla 71: El selector debe estar colocado en posición hacia arriba, lo cual hará que 0 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prendera al led de color rojo, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **71**.

De igual manera como la falla anterior el motor empieza a fallar, caen las revoluciones debido a que la señal de temperatura del aire es utilizada por la ECU para controlar la liberación de combustible, el punto de encendido electrónico y el relantí.

b) Sensor de Oxígeno O₂ (EGO)

- 1) Colocamos en contacto el switch de encendido.
- 2) El selector en posición central no genera ninguna falla.
- 3) Para generar falla se debe mover el selector hacia arriba o abajo.
- 4) El led se prendera rojo o verde según la falla.
- 5) En la bornera podemos tomar medidas de señales estáticas y dinámicas.

Cuando el selector cambia de la posición central (normal) generamos la falla, veamos como funciona la simulación.

Mezcla Rica Código de Falla 45: El selector debe estar colocado en posición hacia abajo lo cual hará que 5 voltios pasen directamente como señal a la ECU(**El valor es mayor que 0.45 voltios es mezcla rica**), la simulación de esta falla prenderá al led de color verde, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **45**.

También podremos observar en la salida del escape que los gases son de coloración negra lo cual podrá indicarnos que deberemos verificar los siguientes puntos:

- 1) Señal de los sensores MAP,ACT,CTS Y TPS.
- 2) Filtro obstruido.
- 3) Cables de alta tensión (bujías).
- 4) Presión en la línea de combustible mayor (regulador de presión desajustado).
- 5) Motor quemando aceite.
- 6) Correa dentada fuera de punto.
- 7) Catalizador obstruido.
- 8) Inyectores sucios o desgastados.
- 9) Combustible de mala calidad.

Mezcla Pobre Código de Falla 44 : El selector debe estar colocado en posición hacia arriba, lo cual hará que 0 voltios pasen directamente como señal a la ECU(**El valor es menor que 0.45 voltios es mezcla pobre**), la simulación de esta falla prenderá al led de color rojo, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **44**.

También podremos observar en la salida del escape que los gases son de coloración un poco blanca lo cual podrá indicarnos que deberemos verificar los siguientes puntos:

- 1) Señales de los sensores MAP,ACT,CTSy TPS.
 - 2) Presión en la línea de combustible (filtros obstruidos, bomba eléctrica de combustible, regulador de presión desajustado).
 - 3) Uno o más inyectores tapados o dañados.
 - 4) Entradas falsas de aire en el colector de admisión o del escape.
 - 5) Combustible de mala calidad.
 - 6) Correa dentada fuera de punto.
- c) Sensor de Presión Absoluta
- 1) Colocamos en contacto el switch de encendido.

- 2) El selector en posición central no genera ninguna falla.
- 3) Para generar falla se debe mover el selector hacia arriba o abajo.
- 4) El led se prendera rojo o verde según la falla.
- 5) En la bornera podemos tomar medidas de señales estáticas y dinámicas.

Cuando el selector cambia de la posición central (normal) generamos la falla, veamos como funciona la simulación.

Alto Voltaje-Presión Alta Código de Falla33: El selector debe estar colocado en posición hacia abajo, lo cual hará que 5 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prendera al led de color verde, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **33**.

Otro síntoma por esta falla es que el motor empieza a tener problemas al acelerar rápidamente ya que esta señal es utilizada por la ECU para controlar la dosificación de combustible y el punto de encendido (ángulo de avance de la ignición).

Un voltaje alto quiere decir que existe alta presión por lo tanto bajo vacío el motor requiere de mayor cantidad de combustible, esto se transformara como mayor consumo de combustible y mezcla rica en los gases de escape.

Bajo Voltaje-Presión Baja Código de Falla 34: El selector debe estar colocado en posición hacia arriba, lo cual hará que 0 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prendera al led de color rojo, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **34**.

Otro síntoma por esta falla es que el motor empieza a tener problemas al acelerar rápidamente ya que esta señal es utilizada por la ECU para controlar la dosificación de combustible y el punto de encendido (ángulo de avance de la ignición)

Un voltaje bajo quiere decir que existe baja presión por lo tanto alto vacío el motor requiere de menor cantidad de combustible, lo que hace que la mezcla sea pobre y el motor no tenga buen desempeño.

d) Sensor de Temperatura del Refrigerante (CTS).

1) Colocamos en contacto el switch de encendido.

- 2) El selector en posición central no genera ninguna falla.
- 3) Para generar falla se debe mover el selector hacia arriba o abajo.
- 4) El led se prendera rojo o verde según la falla.
- 5) En la bornera podemos tomar medidas de señal estáticas y dinámicas.

Cuando el selector cambia de la posición central (normal) generamos la falla, veamos como funciona la simulación.

Alto Voltaje Temperatura Baja Código de Falla15: El selector debe estar colocado en posición hacia abajo lo cual hará que 5 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prendera al led de color verde, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **15**.

Cuando la ECU detecta una falla en este sensor acciona de manera inmediata el electro ventilador, esto lo hace como defensa para evitar que se sobrecaliente el motor.

Se debe tomar en cuenta que la temperatura del refrigerante afecta la mayor parte de los sistemas controlados por la ECU.

En la falla de voltaje alto (temperatura baja), la ECU como respuesta incrementa la dosificación de combustible ya que asume un arranque en frío, esto hará que exista una mezcla rica en los gases de escape identificándolo por la coloración negra.

Bajo Voltaje Temperatura Alta Código de Falla 14: El selector debe estar colocado en posición hacia arriba, lo cual hará que 0 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prenderá el led de color verde, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que está fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrará el código **14**.

Cuando la ECU detecta una falla en este sensor acciona de manera inmediata el electro ventilador, esto lo hace como defensa para evitar que se sobrecaliente el motor.

Se debe tomar en cuenta que la temperatura del refrigerante afecta la mayor parte de los sistemas controlados por la ECU.

En la falla de voltaje bajo (temperatura alta), la ECU como respuesta mantendrá la dosificación de combustible y no la enriquecerá a pesar de que el motor esté frío, esto hará que exista dificultad del arranque frío y posteriormente hasta que el motor alcance su temperatura normal de trabajo.

e) Sensor de la Posición de la Mariposa (TPS)

- 1) Colocamos en contacto el switch de encendido.
- 2) El selector en posición central no genera ninguna falla.
- 3) Para generar falla se debe mover el selector hacia arriba o abajo.
- 4) El led se prendera rojo o verde según la falla.
- 5) En la bornera podemos tomar medidas de señal estática y dinámica.

Cuando el selector cambia de la posición central (normal) generamos la falla, veamos como funciona la simulación.

Alto Voltaje Mariposa Abierta Código de Falla 21: El selector debe estar colocado en posición hacia abajo, lo cual hará que 5 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prendera al led de color verde, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía.

El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **21**.

La ECU utiliza esta señal de entrada para el calculo de liberación del combustible es así que al estar esta falla (mariposa abierta) dosificara mayor cantidad de combustible o también la ECU no será capaz de ajustar la liberación de combustible con la rapidez suficiente, ocasionando fallos en la aceleración.

Bajo Voltaje Mariposa Cerrada Código de Falla 22: El selector debe estar colocado en posición hacia arriba, lo cual hará que 0 voltios pasen directamente como señal a la ECU, la simulación de esta falla prendera al led de color rojo, también el check engine será accionado en el tablero, indicando alguna anomalía. El primer síntoma de que esta fallando el sensor será la luz de anomalía (check engine) y al hacer la prueba manual de lectura de códigos nos mostrara el código **22**.

La ECU utiliza esta señal de entrada para el calculo de liberación del combustible es así que al estar esta falla (mariposa cerrada) dosificara menor cantidad de combustible, la ECU no será capaz de ajustar la liberación de combustible con la rapidez suficiente, ocasionando fallos en la aceleración o marcha mínima irregular.

f) Sensor de la Posición del Cigüeñal (CKP)

- 1) Colocamos en contacto el switch de encendido.
- 2) El selector en posición central no genera ninguna falla.
- 3) Para generar falla se debe mover el selector hacia arriba o abajo.
- 4) El led se prendera rojo o verde según la falla.
- 5) En la bornera podemos tomar medidas de señal.

Cuando el selector cambia de la posición hacia abajo (normal) generamos la falla, veamos como funciona la simulación.

Este sensor se diferencia ya que tiene dos señales que envía a la ECU, referencia baja y referencia alta, es así que cuando la referencia es baja, el motor esta por debajo de 60 rpm el voltaje es de 200 milivoltios AC y cuando la referencia es alta, motor sobre las 6000 rpm, el voltaje será de 120 voltios AC.

Falla del Sensor CKP Código 19: Para simular la falla de este sensor colocaremos los 2 selectores en posición hacia arriba lo cual hará que 0 voltios sean enviados hacia la ECU, el led se prendera de color rojo indicando la falla .En el tablero de instrumentos se encenderá la luz de anomalía (check engine), indicando la falla.

Al realizar la prueba manual de lectura de códigos obtendremos el código 19. El síntoma de esta falla es que el motor no encenderá.

3.2.6.2 Simulación de Fallas Actuadores

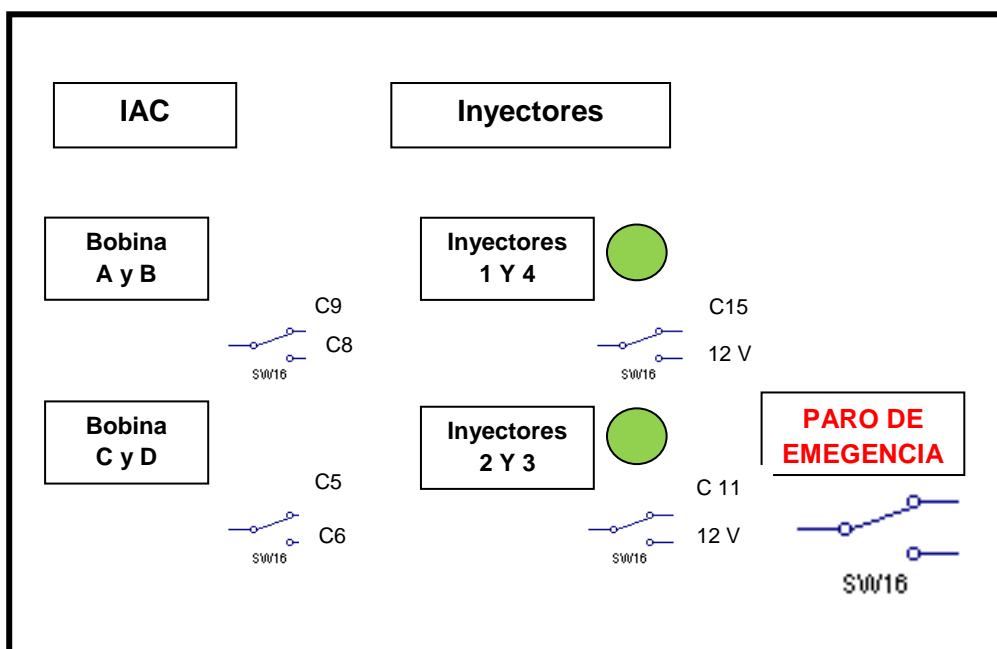


Gráfico No.- 3.50 Panel de Simulación de Fallas (Inyectores e IAC)

a) Simulación de Fallas Inyectores

- 1) Colocamos en contacto el switch de encendido.
- 2) El selector en posición hacia abajo no genera ninguna falla.
- 3) Para generar falla se debe mover el selector hacia arriba.
- 4) El led se prendera rojo para indicar la falla.

Cuando el selector se lo coloca hacia arriba, la falla será generada, los inyectores de ese selector dejaran de trabajar, debido a que le estamos quitando la señal que el ECM envía.

EL síntoma mas claro que presentara es la falla en el motor (motor inestable), también cuando se acelere, el motor no desarrollara normalmente, esta falla será parecida a la de bujías.

b) Simulación de Fallas Válvula IAC

- 1) Colocamos en contacto el switch de encendido.
- 2) Los dos selectores en posición hacia abajo no genera ninguna falla.
- 3) Para generar falla se debe mover ambos selectores hacia arriba.

Cuando ambos selectores se encuentren hacia arriba simultáneamente, generamos la falla en la Válvula IAC ya que ambas bobinas dejan de funcionar.

El síntoma que presentara esta falla será la inestabilidad en relantí, principalmente cuando se arranque el motor, este no mantendrá su relantí.

3.2.7 Manejo de Instrumentos para Verificación y Diagnosis

Para poder realizar las diferentes mediciones (resistencia, continuidad, voltaje, frecuencia, temperatura), se necesita un multímetro digital.

El escáner nos servirá como un instrumento mas avanzado, en el cual podremos verificar el funcionamiento de los sensores y actuadores, realizando directamente fallas o modificaciones en sistema de inyección.

3.2.7.1 Multímetro



Gráfico No.- 3.51 Multímetro

Cuando se utilice el multímetro como instrumento para la verificación debemos saber que vamos a medir, la escala y si es corriente alterna o directa, así, podremos colocar la perilla selectora en la medida que necesitemos.

El multímetro podemos utilizarle para medir:

- a) Resistencia en los sensores(TPS-ACT-CTS)
- b) Resistencia en los actuadores(Inyectores-Válvula IAC)
- c) Voltaje en todos los sensores y actuadores
- d) Continuidad entre los sensores –actuadores y la ECU
- e) Temperatura del refrigerante y del aire
- f) Frecuencia en el CKP

3.2.7.2 Escáner

La conexión del escáner al ECM se lo realiza a través del enchufe ALDL (conector interfase), con esta conexión se pueden acceder a los códigos de falla almacenados en la memoria RAM de la unidad de control electrónico RAM.

EL escáner previamente nos pedirá algunos datos de identificación (año, cilindrada, vin, código del motor, etc.) para poder realizar las pruebas y reconocimiento de fallas, es por eso que en el principio del capítulo 3 se encuentran estos datos.

3.2.8 Diagnosis

El conector de diagnosis ALDL es una interfase por la cual la ECU envía datos al scanner. A través de este pueden ser conectados los códigos de falla almacenados en la memoria RAM de la unidad de control electrónico (ECU).

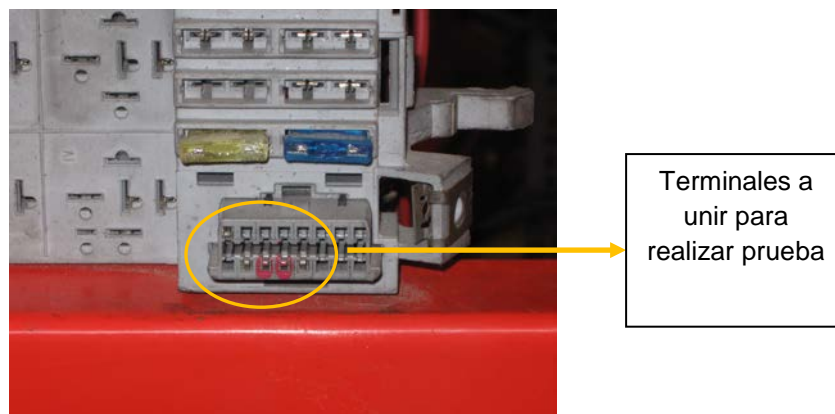


Gráfico No.- 3.52 Conector de Diagnósis (ALDL)

Luz de Verificación del Motor (Check engine).

Se encuentra en el panel de instrumentos, tiene la función de informar al conductor de la existencia de una falla en el sistema de inyección electrónica de combustible.

El testigo de anomalía es controlado por la ECU, cuando se pone en contacto, la ECU enciende el testigo de verificación, al encender el motor esta luz se apaga.

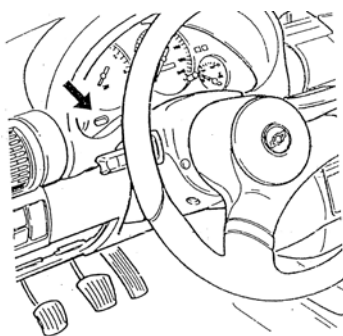


Gráfico No.- 3.53 Luz de Anomalías³⁵

³⁵ MANUAL DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CORSA-MOTOR. General Motors. (2000), 45 p

Si al encender el motor la lámpara permanece encendida, esto indica al conductor de la existencia de algún fallo en el sistema de inyección electrónica, cuando la falla es solucionada, la lámpara de verificación será apagada por la ECU automáticamente en 10 segundos.

La ECU informa los códigos de falla a través de la lámpara de verificación del motor con señales de secuencia luminosa. Cada código esta formado por los dígitos (unidades y decenas)

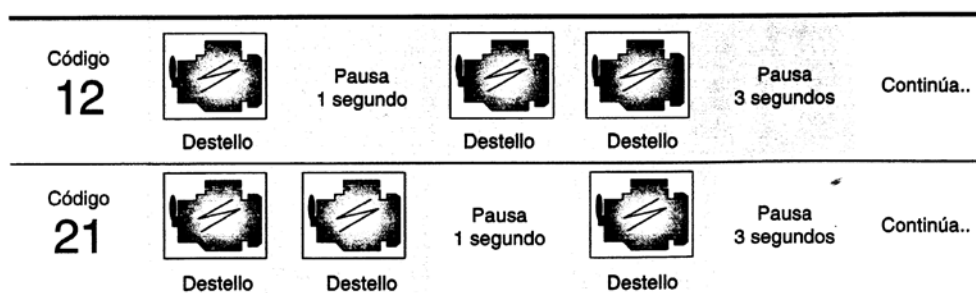


Gráfico No.- 3.54 Lectura de los Códigos de Fallas mediante destellos³⁶

La parte de las decenas corresponde a la primera intermitencia la misma que tardara un poco mas, la parte de las unidades corresponde al segundo destello que vendrá seguido rápidamente de otros destellos dependiendo de la unidad que sea.

Los códigos de falla son separados uno de otro por una pausa larga (aproximadamente 3 segundos) y serán presentados en orden ascendente. Para verificar los códigos de falla, se debe primero retirar la llave del encendido, luego

³⁶ SANTANDER Rueda, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection Tomo Dos. 1^{ra} .Ed. Diesel Editores, 2005. 291 p

realizar la conexión de los terminales del conector ALDL. Coloque la llave en el encendido y ponga en contacto (no encienda), cuente los destellos de la luz de anomalía, de acuerdo al numero de destellos según explicación anterior se tendrá el código. El código 12 en este motor siempre será mostrado al principio, este código se mostrara solo cuando el sistema se encuentra funcionando correctamente.

Tabla No.- 3.11 Códigos de Fallas

Código	Descripción	Terminal ECU
12	Sistema OK , se muestra siempre al principio	
13	Sensor de oxígeno O2 - Circuito abierto	B11, B10
14	Sensor de temperatura del liquido de enfriamiento - Voltaje bajo	B12,A11
15	Sensor de temperatura del liquido de enfriamiento - Voltaje alto	B12,A11
19	Señal incorrecta de rpm	A2, B3
21	Sensor de posición de la mariposa de aceleración - Voltaje alto	B8,A8,D2
22	Sensor de posición de la mariposa de aceleración - Voltaje bajo	B8,A8,D2
24	Ninguna señal de velocidad del vehículo	B2,D1
25	Válvula del inyector - Voltaje Bajo	C11
29	Relé de la bomba de combustible -Voltaje bajo	B6, D1
32	Relé de la bomba de combustible -Voltaje alto	B6, D1
33	Sensor MAP - Voltaje alto	B8,A7,A11
34	Sensor MAP - Voltaje bajo	B8,A7,A11
35	Falla en el control del aire en relantí	C9, D1
44	Escape Pobre	B11, B10
45	Escape Rico	B11, B10
49	Batería - Voltaje alto	C4, D1
51	Falla EPROM	
55	Falla EPROM	
69	Temperatura del aire del colector - Voltaje Alto	D2, D3
55	Temperatura del aire del colector - Voltaje bajo	D2, D3
81	Válvula Inyectora - Voltaje Alto	C11, C15
93	Falla del Modulo QUAD Drive U8	C1, A10
94	Falla del Modulo QUAD Drive U9	A3,A4,A5,D1

3.3 MANUAL DEL USUARIO

El manual del usuario está diseñado para que las personas que estén utilizando este banco simulador de fallas, conozcan las normas básicas de utilización del banco, así evitar accidentes y daños en el banco simulador de fallas.

3.3.1 Normas de Utilización del Equipo

Debemos tomar en cuenta lo siguiente:

- a) El banco simulador de fallas está diseñado con un motor Corsa 16NE y un sistema de inyección electrónica MPFI. Este motor puede utilizar gasolina de más de 85 octanos con plomo gracias a que su sensor de oxígeno es apropiado para este tipo de combustible y el sistema de escape no utiliza catalizador.
- b) Verificar el nivel de combustible antes de encender el motor, la bomba de gasolina es refrigerada por el combustible y puede quemarse
- c) Verificar el nivel de carga de la batería antes de encender el motor
- d) Verificar la posición de los selectores de fallas (posición central normal, leds no encienden) en el panel de mandos de los sensores, así garantizamos que el motor encenderá sin ninguna falla.
- e) Verificar el nivel del refrigerante antes de encender el motor
- f) Observar que los testigos de temperatura, presión de aceite y anomalías de enciendan al poner en contacto.

- g) Observar que los testigos se apaguen cuando el motor ya esta en marcha.
- h) Revisar las conexiones de la batería (bornes) para evitar falsos contactos y daños eléctricos –electrónicos(ECM).
- i) Desconecte el borne negativo si el banco permanecerá sin utilizar largos periodos.

3.3.2 Características



Gráfico No.- 3.55 Motor de 4 Cilindros en Línea

- a) El equipo incorpora un motor de 4 cilindros en línea (1.6 L MPFI - 8 V - 92CV) montado sobre una estructura móvil funcional y en estado de marcha, dotado de todos los componentes y accesorios necesarios para su funcionamiento en condiciones similares a la del vehículo.
- b) Su estructura es totalmente movable gracias a sus 4 garruchas, a demás, posee 2 garruchas con freno para poder ser fijada en cualquier lugar.

- c) Posee un tanque de combustible de 3 galones para su funcionamiento.
- d) El panel de mandos para simular las fallas es totalmente electrónico.
- e) Este panel incorpora un sistema en el cual podemos realizar mediciones estáticas y dinámicas de los sistemas de inyección (sensores), a demás tiene la capacidad de generar fallas a cada sensor (2 tipos de falla) y mostrar con una luz led el tipo de falla.
- f) Posee un swich de encendido similar al de un vehiculo convencional.
- g) Una batería de 12 voltios.
- h) Un sistema de seguridad (botón de paro de emergencia).
- i) Un tablero de instrumentos.
- j) El conector ALDL.

3.3.3 Mantenimiento

Para que este banco simulador de fallas opere de manera eficiente se recomienda realizar el siguiente mantenimiento:

- a) Revisar el estado de carga de la batería cada mes.
- b) Revisar el nivel de refrigerante cada mes.
- c) Revisar el nivel de aceite.
- d) Realizar el cambio de aceite y filtro.
- e) Revisar posibles fugas de refrigerante mensualmente.
- f) Realizar el cambio de la banda de distribución.
- g) Lubricar las garruchas mensualmente.
- h) Realizar el cambio de bujías.

- i) Realizar el cambio del filtro de gasolina.

3.4 MANUAL DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS

En este manual vamos a detallar las diferentes prácticas que podemos realizar con este banco simulador de fallas:

3.4.1 Actividades Prácticas Sensores

- 1) Identificación visual de los sensores.
- 2) Ubicación visual de los sensores.
- 3) Comprobación de los sensores.
- 4) Comprobación de señales de entrada a la ECU (estática).
- 5) Comprobación de señales de entrada a la ECU (dinámica).
- 6) Reproducción de fallas (alto voltaje) en los sensores.
- 7) Reproducción de fallas (bajo voltaje) en los sensores.
- 8) Identificación de los códigos de falla de los sensores.
- 9) Búsqueda y localización de la avería.
- 10) Lectura de código de fallas gravadas en la ECU.

3.4.1.1 Guía de Práctica No. 1

Tema: Simulación de falla sensor temperatura del aire ACT (Voltaje alto).

Introducción: Al estudiar los sistemas de inyección electrónica de combustible entendemos de una manera teórica su funcionamiento, pero la necesidad de realizar una práctica y simular fallas nos hará comprender de mejor manera.

Objetivo: Simular la falla del sensor para reconocer los cambios en el funcionamiento del motor, observar la identificación de la anomalía en el tablero de instrumentos, realizar el puenteo para mostrar el código de falla manualmente y realizar mediciones estáticas y dinámicas del sensor.

Simulación:

Los materiales que se necesitan son:

- a) Banco simulador de fallas.
- b) Multímetro.
- c) Termómetro.

Procedimiento: Primero debemos observar que en el panel de los sensores, los selectores del ACT-TPS-CTS-MAP-EGO se encuentren en la posición central y sus leds no estén encendidos; los selectores del CKP A y CKP B se encuentren en la posición hacia abajo y sus leds encendidos en color verde.

En el panel de los actuadores, los selectores de los inyectores deberán estar en la posición hacia abajo y sus leds encendidos de color verde; los selectores del IAC deben estar hacia abajo.

Esto garantiza que el motor encenderá normalmente sin presentar ninguna falla.

Con el motor funcionando normalmente, ubicaremos el selector del sensor ACT en la posición hacia abajo el led se encenderá de color verde, esto nos indicará que se ha generado la falla en el panel. La luz testigo de anomalía se encenderá inmediatamente en el tablero de instrumentos.

La falla generada hará cambiar el normal funcionamiento del motor, y se notará pequeñas desestabilizaciones.

AL realizar la medición con un multímetro en escala de voltaje (DC) en la bornera del sensor, observaremos que su voltaje será de 5 voltios, lo cual indicará un voltaje alto, ya que los sensores de este motor tienen un rango superior de hasta 4.5 voltios.

Con la falla ya grabada en la memoria RAM de la ECU procedemos a apagar el motor, y realizamos la lectura de los códigos.

Con el motor apagado procedemos a realizar el puenteo en el conector ALDL, luego ponemos en contacto la llave y observamos en el tablero la luz testigo de anomalía. Esta empezara a realizar intermitencias (las mismas que ya fueron

explicadas antes) que serán traducidas a un código, en este caso nos mostrará el número 69.

Así según la tabla de códigos, observaremos que se trata de falla en el sensor ACT (Voltaje alto).

Finalmente las pruebas estáticas y dinámicas se las realizará en la bornera del sensor ACT y se procederá de la siguiente manera:

Prueba Estática: Voltaje/temperatura

Ponemos en contacto, con el termómetro digital medimos la temperatura del aire, ubicamos el multímetro en escala de voltaje (DC) y medimos en la bornera del sensor, hay observaremos una medida de acuerdo a la temperatura del aire.

Prueba Dinámica: Voltaje/temperatura

Encendemos el motor, con el termómetro digital medimos la temperatura del aire, ubicamos el multímetro en escala de voltaje (DC) y medimos en la bornera del sensor, hay observaremos una medida de acuerdo a la temperatura del aire, cabe indicar que este sensor variará su temperatura de acuerdo a la cantidad de aire aspirado por lo que su medida será diferente al del motor apagado.

En la tabla debemos ir llenado los datos conforme se realiza la práctica, la tabla esta diseñada para tomar datos de temperatura del aire/voltaje y temperatura del aire/resistencia, a demás, se puede anotar los códigos de falla presentados.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR			
TABLA PARA DATOS			
No Practica:	Sensor :		Fecha:
TEMPERATURA (°C)	VOLTAJE (V)	TEMPERATURA (°C)	RESISTENCIA (KΩ)
FALLA	CODIGO DE FALLA		
VOLTAJE ALTO			
VOLTAJE BAJO			

3.4.1.2 Guía de Práctica No. 2

Tema: Simulación de falla sensor temperatura del refrigerante CTS (Voltaje Bajo).

Introducción: Al estudiar los sistemas de inyección electrónica de combustible entendemos de una manera teórica su funcionamiento, pero la necesidad de realizar una práctica y simular fallas nos hará comprender de mejor manera.

Objetivo: Simular la falla del sensor para reconocer los cambios en el funcionamiento del motor, observar la identificación de la anomalía en el tablero de instrumentos, realizar el puenteo para mostrar el código de falla manualmente y realizar mediciones estáticas y dinámicas del sensor.

Simulación:

Los materiales que se necesitan son:

- a) Banco simulador de fallas.
- b) Multímetro.
- c) Termómetro.

Procedimiento: Primero debemos observar que en el panel de los sensores, los selectores del ACT-TPS-CTS-MAP-EGO se encuentren en la posición central y sus leds no estén encendidos; los selectores del CKP A y CKP B se encuentren en la posición hacia abajo y sus leds encendidos en color verde.

En el panel de los actuadores, los selectores de los inyectores deberán estar en la posición hacia abajo y sus leds encendidos de color verde; los selectores del IAC deben estar hacia abajo.

Esto garantiza que el motor encenderá normalmente sin presentar ninguna falla.

Con el motor funcionando normalmente, ubicaremos el selector del sensor CTS en la posición hacia arriba el led se encenderá de color rojo, esto nos indicara que se ha generado la falla en el panel. La luz testigo de anomalía se encenderá inmediatamente en el tablero de instrumentos.

La falla generada hará cambiar el normal funcionamiento del motor, el electroventilador se accionara de inmediato como medida preventiva de defensa del motor.

AL realizar la medición con un multímetro en escala de voltaje (DC) en la bornera del sensor, observaremos que su voltaje será de 0 voltios, lo cual indicara un voltaje bajo por ende el sensor no funciona.

Con la falla ya grabada en la memoria RAM de la ECU procedemos a apagar el motor, y realizamos la lectura de los códigos.

Con el motor apagado procedemos a realizar el puenteo en el conector ALDL, luego ponemos en contacto la llave y observamos en el tablero la luz testigo de anomalía. Esta empezara a realizar intermitencias (las mismas que ya fueron explicadas antes) que serán traducidas a un código, en este caso nos mostrara el numero 14.

Así según la tabla de códigos, observaremos que se trata de falla en el sensor CTS (Voltaje bajo).

Finalmente las pruebas estáticas y dinámicas se las realizara en la bornera del sensor CTS y se procederá de la siguiente manera:

Prueba Estática: Voltaje/temperatura

Ponemos en contacto, con el termómetro digital medimos la temperatura del refrigerante, ubicamos el multímetro en escala de voltaje (DC) y medimos en la bornera del sensor, hay observaremos una medida de acuerdo a la temperatura del refrigerante.

Prueba Dinámica: Voltaje/temperatura

Encendemos el motor y aceleramos hasta que adquiera mayor temperatura con el termómetro digital medimos la temperatura del refrigerante en la carcasa del termostato, ubicamos el multímetro en escala de voltaje (DC) y medimos en la bornera del sensor, hay observaremos una medida de acuerdo a la temperatura del refrigerante, esta medida será cambiante según vaya aumentando la temperatura del refrigerante por lo que su medida será diferente al del motor apagado.

En la tabla debemos ir llenado los datos conforme se realiza la práctica, la tabla esta diseñada para tomar datos de temperatura del refrigerante/voltaje y temperatura del refrigerante/resistencia, a demás, se puede anotar los códigos de falla presentados.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR			
TABLA PARA DATOS			
No Practica:	Sensor :		Fecha:
TEMPERATURA (°C)	VOLTAJE (V)	TEMPERATURA (°C)	RESISTENCIA (K Ω)
FALLA	CODIGO DE FALLA		
VOLTAJE ALTO			
VOLTAJE BAJO			

3.4.2 Actividades Prácticas Actuadores

- 1) Identificación visual de los actuadores.
- 2) Comprobación de los actuadores.
- 3) Reproducción de fallas.

3.4.2.1 Guía de Práctica No. 3

Tema: Simulación de falla en los inyectores.

Introducción: Al estudiar los sistemas de inyección electrónica de combustible entendemos de una manera teórica su funcionamiento, pero la necesidad de realizar una práctica y simular fallas nos hará comprender de mejor manera.

Objetivo: Simular la falla del actuador (Inyector) para reconocer los cambios en el funcionamiento del motor, reconocer el funcionamiento semisecuencial de inyección.

Simulación:

El material que se necesitan es un Banco simulador de fallas.

Procedimiento: Primero debemos observar que en el panel de los sensores, los selectores del ACT-TPS-CTS-MAP-EGO se encuentren en la posición central y sus leds no estén encendidos; los selectores del CKP A y CKP B se encuentre en la posición hacia abajo y sus leds encendidos en color verde.

En el panel de los actuadores, los selectores de los inyectores deberán estar en la posición hacia abajo y sus leds encendidos de color verde; los selectores del IAC deben estar hacia abajo.

Esto garantiza que el motor encenderá normalmente sin presentar ninguna falla.

Con el motor funcionando normalmente, ubicaremos uno de los selectores de los inyectores en la posición hacia arriba, enseguida notaremos el cambio en el motor

ya que dos inyectores dejaran de funcionar. Si ubicamos el otro selector en posición hacia arriba dejaran de trabajar los cuatro inyectores, lo que ocasionará que el motor se apague.

CONCLUSIONES

- a) El banco simulador permite generar fallas de alto o bajo voltaje, para lo cual utiliza las señales de entrada de los sensores hacia la ECU.

- b) Al realizar la práctica en las borneras de los sensores se verificó de forma real el funcionamiento de las señales de entrada, concluyendo que cada medición de voltaje cambia de acuerdo a la condición estática o dinámica del motor.

- c) Las distintas fallas generadas ocasionan que el motor emita gases contaminantes, siendo los sensores de oxígeno, MAP, TPS, CTS y los actuadores (inyectores) los que contribuyen para que esto suceda.

RECOMENDACIONES

- a) Para construir los paneles de mando se debe tener un diagrama eléctrico del sistema de inyección electrónica, esto nos dará una gran ayuda en el momento de realizar las conexiones de los componentes del panel, y así evitar daños en la ECU.

- b) La construcción del banco simulador de fallas del sistema electrónico de combustible se lo hizo con la ayuda de diagramas es por eso que un conocimiento básico de electrónica es muy necesario.

- c) El banco simulador de fallas es un motor con todos sus componentes originales al de un vehículo por eso al realizar cada práctica debemos aplicar normas de seguridad para evitar accidentes y daños en los componentes.

- d) Para realizar las pruebas en el banco simulador de fallas es recomendable que sean en campo abierto o conectar una manguera de desfogue que envíe los gases al exterior.

GLOSARIO

- MPFI.-** Inyección de gasolina multipunto
- cc.-** Centímetros cúbicos
- ECU.-** Unidad de Control Electrónico
- HC.-** Hidrocarburos
- NOx.-** Óxidos de nitrógeno
- CO.-** Monóxido de Carbono
- CO₂.-** Dióxido de Carbono
- GDI.-** Inyección Directa de Gasolina
- TBI.-** Inyección Monopunto
- EGR.-** Recirculación de gases de escape
- PMS.-** Punto muerto superior
- PMI.-** Punto muerto Inferior
- MID.-** Señales de salida digitales
- ROM.-** Memoria solo de lectura
- RAM.-** Memoria de datos de escritura y lectura
- NTC.-** Termistor de coeficiente Negativo
- TPS.-** Sensor de posición del acelerador
- CTS.-** Sensor de temperatura del refrigerante
- ACT.-** Sensor de temperatura del aire
- MAP.-** Sensor de presión Absoluta
- CKP.-** Sensor de posición del Cigüeñal
- EGO.-** Sensor de oxígeno
- MAF.-** Sensor de Flujo de aire
- IAC.-** Válvula de control de marcha mínima (relantí)

DC.- Corriente Continua

V.Entrada.- Voltaje de entrada

V.Salida.- Voltaje de salida

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

SANTANDER Rueda, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection Tomo Dos. 1^{ra}. Ed. Diesel Editores, 2005.

GENERAL MOTORS. Manual del Sistema de Inyección Corsa Motor, 2000.

JARAMA, Wilson. Manual del Corsa. Ed. America, 2006.

NORBYE, Jan P. Manual de Sistemas de Fuel Injection. Ed. Prentice Hall, 2004.

NORBYE, Jan P. Manual del Fuel Injection Ford. Ed. Prentice Hall, 2004.

NORBYE, Jan P. Manual del Fuel Injection Chevrolet. Ed. Prentice Hall, 2004.

CASTRO, Miguel. Inyección de Gasolina Sistema Monopunto. Ed. Ceac, 2001.

CODESIS. Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz Tomo Dos. Ed. Codesis, 2002.

Paginas de Internet:

http://www.volkswagen.es/es/es/experiencia_vw/innovacion/Technik_Lexikon/multi-point-einspritzung.index.html

<http://automecanico.com/auto2002/Egrval.html>

<http://www.scribd.com/doc/8721020/Sistemas-Inyeccion-Electronic-A-Bosch>

<http://www.mecanicavirtual.org/curso-bomba-inyector7.htm>

http://afinautos.over-blog.com/pages/Inyeccion_Gasolina-1452008.html

<http://www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/sensores-electricos/>

http://www.manualmecanicadeautos.info/Capitulo_1_MAF,_MAP,_IAT.html

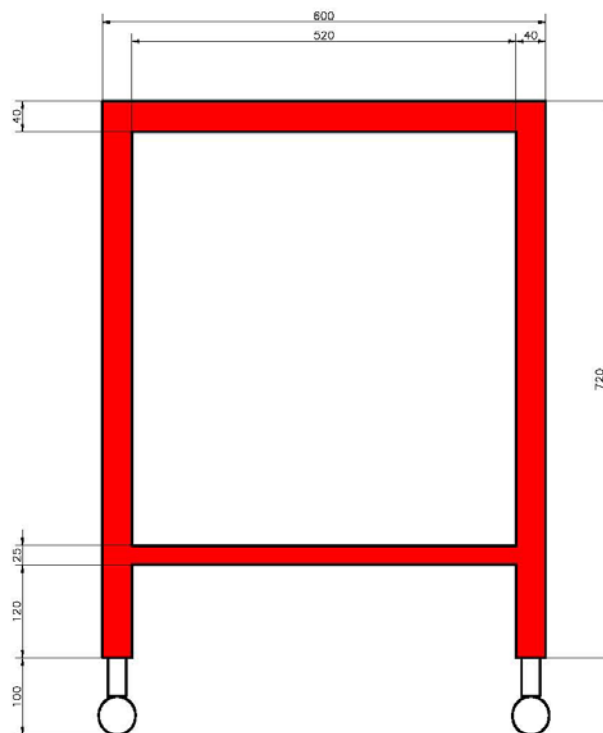
<http://pedroblog1986.blogspot.com/2009/08/como-funciona-el-sistema-fuel-injection.html>

ANEXOS

ANEXO 1

DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA DE LA MESA

VISTA FRONTAL



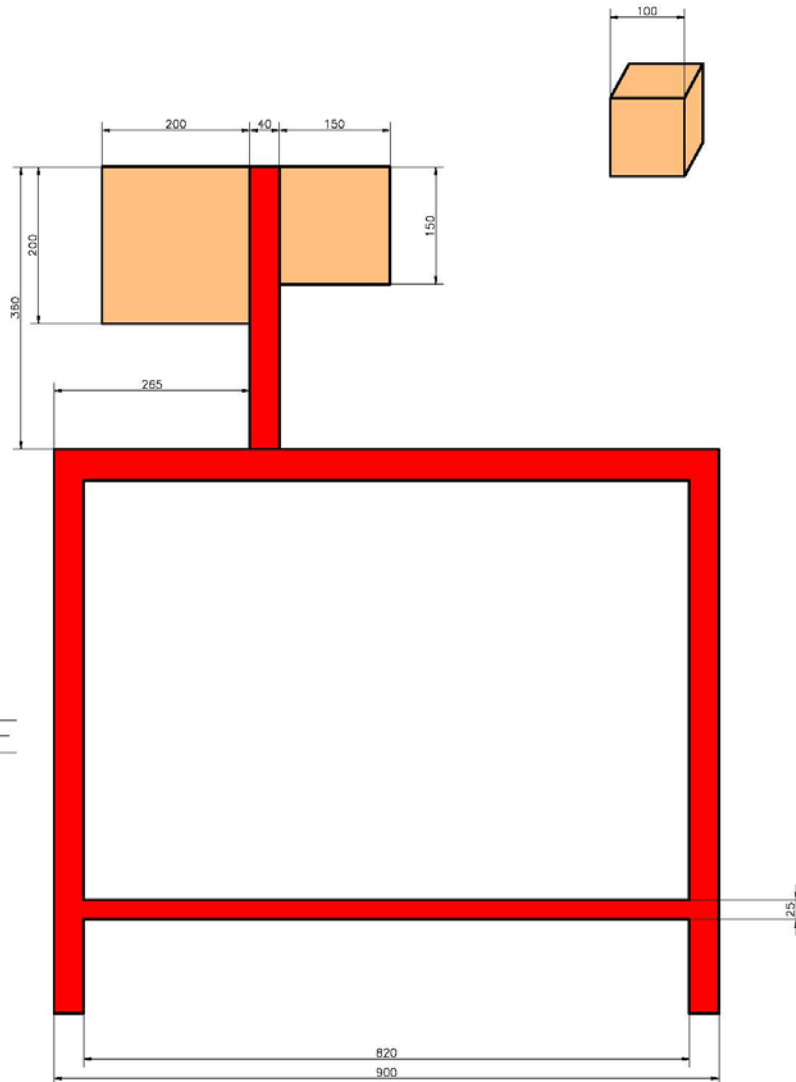
NOTA:

La unidad de medida para la mesa está en mm.

MATERIALES

Hierro de 1.5 pulgadas y espesor de 3mm
Suelda MIG
4 garuchas
Pintura esmalte rojo

VISTA LATERAL

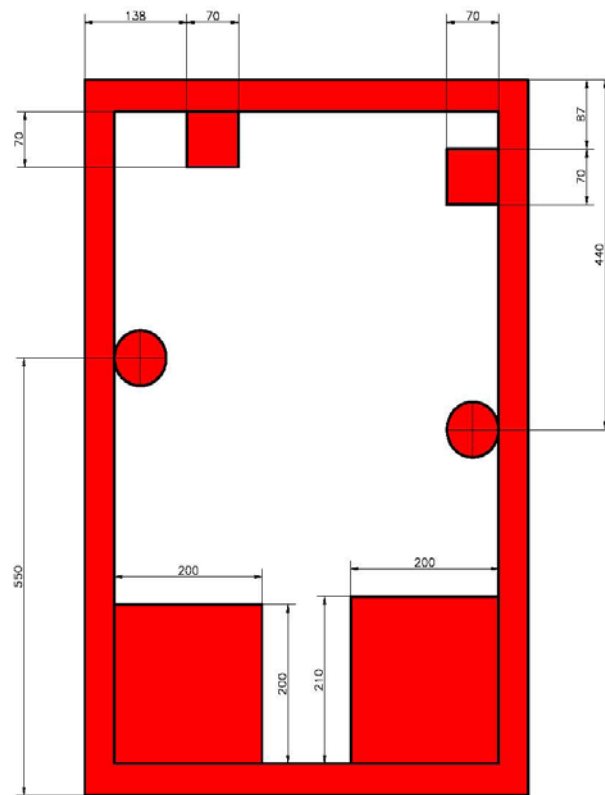


FRENTE

NOTA:

La unidad de medida para la mesa está en mm.

VISTA SUPERIOR



FRENTE

NOTA:

La unidad de medida para la mesa está en mm.

ANEXO 2

DIAGRAMA ELÉCTRICO CON LEDS ENCENDIDOS DEL PANEL DE MANDOS SENSORES

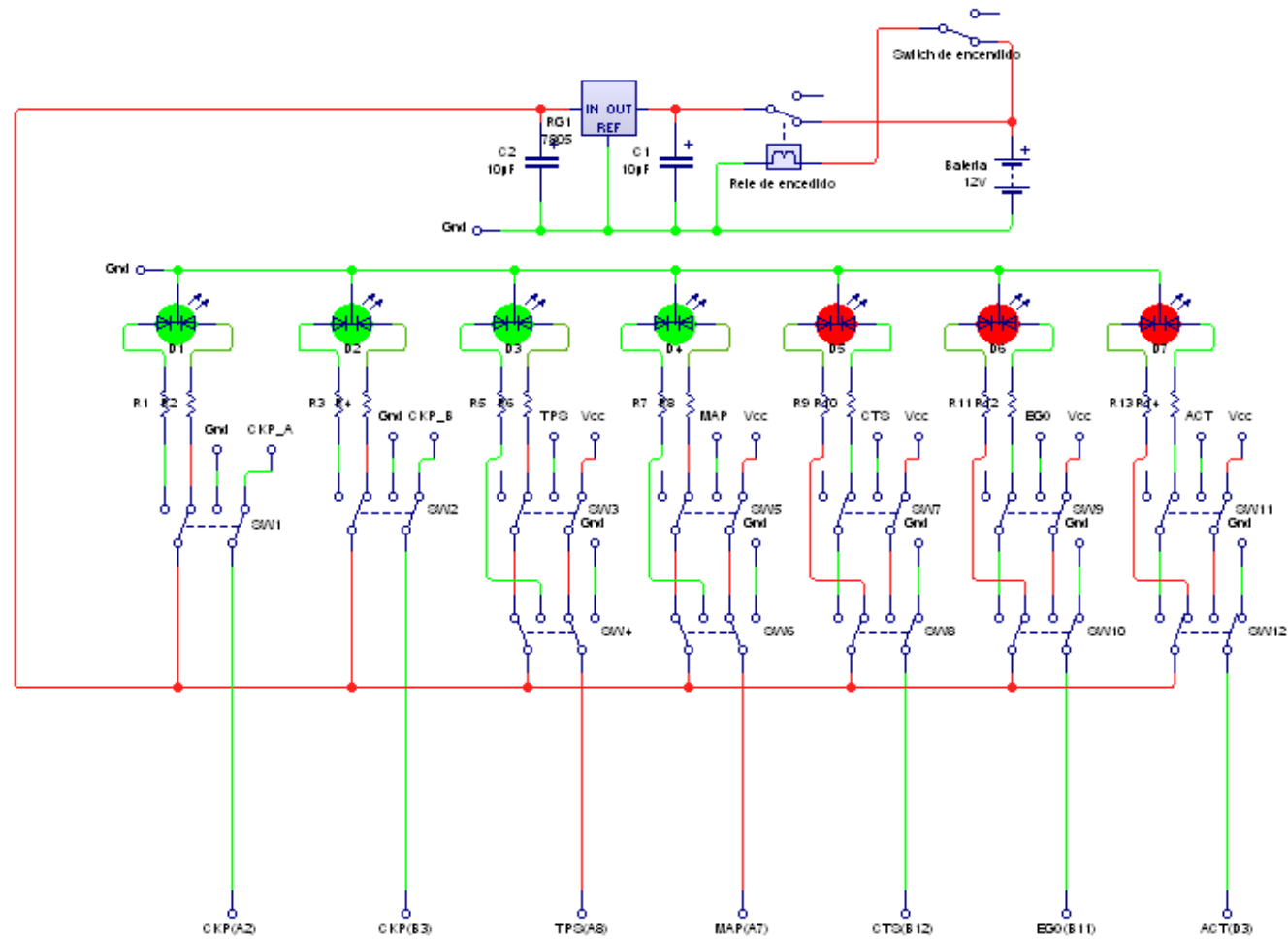


DIAGRAMA ELÉCTRICO CON LEDS ENCENDIDOS DEL PANEL DE MANDOS ACTUADORES

