



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE  
SENSORES DEL VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND  
M.P.F.I. PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ  
DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**

**AUTOR: CBOS. DE COM. DE LA CRUZ YUGLA WILSON  
DAVID**

**DIRECTOR: ING. JONATHAN VÉLEZ**

**LATACUNGA**

**2017**



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DEL VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND M.P.F.I. PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** realizado por el señor **CBOS. DE COM. DE LA CRUZ YUGLA WILSON DAVID**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar al señor **CBOS. DE COM. DE LA CRUZ YUGLA WILSON DAVID** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Agosto de 2017

-----  
ING. JONATHAN VÉLEZ  
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CBOS. DE COM. DE LA CRUZ YUGLA WILSON DAVID**, con cédula de identidad **0503509226** declaro que este trabajo de titulación “**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DEL VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND M.P.F.I. PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, Agosto de 2017

-----  
CBOS. DE COM. DE LA CRUZ YUGLA WILSON DAVID

C.I. 0503509226



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **CBOS DE COM. DE LA CRUZ YUGLA WILSON DAVID**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DEL VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND M.P.F.I. PARA LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, Agosto de 2017

-----  
CBOS. DE COM. DE LA CRUZ YUGLA WILSON DAVID

C.I. 0503509226

## **DEDICATORIA**

Todo es posible con la bendición de DIOS. El presente trabajo lo dedico con eterna gratitud a mis Padres Antonio y Beatriz, sus palabras guiaron mis pasos, quienes son y serán el pilar fundamental, de mi diario vivir y profesional, a mi hermana Maribel que siempre compartimos momentos de alegrías, éxitos y tristezas.

De La Cruz David  
Cbos. De Com.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco hoy y siempre:

Al ser supremo: DIOS, por guiar mi camino día a día, por darme la salud, mucha fortaleza y sabiduría para poder llegar al éxito.

A mis grandiosos padres que con su humildad me han sabido guiar por el camino del bien, su esfuerzo diario para darme lo mejor, sus consejos que llenan de fortaleza mi vida diaria, a pesar de las adversidades su apoyo siempre es incondicional convirtiendo así el pilar fundamental para llegar al éxito.

A mi hermanita que siempre hemos compartido cada éxito alcanzado, sus palabras de aliento que siempre lo llevo presenté.

A mi Director Ing. Jonathan Vélez siempre estuvo dispuesto a compartir sus conocimientos, así poder culminar el proyecto con éxito.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, glorioso templo del saber, al cuerpo de docentes quienes han sabido compartir sus conocimientos en las aulas, y a todos mis compañeros y amigos que hallé en este arduo camino.

De La Cruz David  
Cbos. De Com.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xv
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix

### CAPÍTULO I

<b>1. GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Alcance .....	4

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1. Sistema de inyección electrónica de combustible M.P.F.I. ....	5
2.1.1. Introducción .....	5
2.1.2. Descripción de la inyección electrónica .....	5
2.1.3. Clasificación de los sistemas de inyección electrónica de combustible .....	6
A. Por el número de inyectores .....	6

B.	Por la ubicación del inyector .....	7
C.	Por el sincronismo de la inyección .....	8
D.	Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.....	9
2.1.4.	Principio de funcionamiento .....	10
2.1.5.	Ventajas y desventajas .....	11
2.2.	Módulo de control electrónico .....	11
2.2.1.	Circuito fuente .....	12
2.2.2.	Circuito control .....	12
2.2.3.	Circuito driver .....	12
2.2.4.	Periferia SMD (Dispositivo de Montaje Superficial).....	13
2.3.	Memorias del módulo de control electrónico .....	13
2.3.1.	RAM (Random Access Memory).....	13
2.3.2.	ROM (Read Only Memory) .....	14
2.3.3.	PROM (Program Read Only Memory) .....	14
2.3.4.	EPROM (Erase Program Read Only Memory).....	14
2.3.5.	EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory).....	14
2.4.	DTC (Diagnostic Trouble Codes) .....	14
2.4.1.	Estructura de un código DTC .....	16
2.5.	Subsistemas de la inyección electrónica.....	17
2.5.1.	Subsistema electrónico .....	17
A.	Sensores.....	17
B.	Clasificación de los sensores .....	18
B1.	Función y aplicación.....	18
B2.	Según la señal de salida .....	19
C.	ECM (Módulo de Control Electrónico).....	20
D.	Actuadores .....	21
2.5.2.	Subsistema de alimentación .....	21
2.5.3.	Subsistema de aire .....	22
2.6.	Subsistema de diagnóstico y autodiagnóstico .....	23
2.6.1.	OBD (On Board Diagnostic - Diagnostico a Bordo).....	23



2.6.2.	OBD I (Diagnostico a Bordo Primera Generación).....	23
A.	Conector de diagnosis OBD I.....	24
2.6.3.	OBD II (Diagnostico a Bordo Segunda Generación).....	25
2.6.4.	OBD III (Diagnostico a Bordo Tercera Generación).....	27
2.7.	MIL (Lámpara indicadora de mal funcionamiento).....	27
2.7.1.	Accesos a códigos de falla.....	28
2.8.	Sensores del sistema de inyección electrónica M.P.F.I. ....	29
2.8.1.	Condiciones de funcionamiento.....	29
2.8.2.	Tipos de sensores.....	29
A.	Medidores de voltaje.....	29
B.	Generadores.....	30
2.8.3.	Sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 M.P.F.I. ....	31
A.	Sensor de Temperatura de Aire de Admisión (IAT).....	31
B.	Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP).....	32
C.	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS).....	34
D.	Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT).....	35
E.	Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP).....	36
F.	Sensor de Oxígeno (EGO).....	38

### **CAPÍTULO III**

#### **3. CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DEL VEHÍCULO CHEVROLET CORSA**

	<b>WIND MPFI.....</b>	<b>40</b>
3.1.	Generalidades.....	40
3.2.	Adquisición de elementos.....	40
3.3.	Construcción del bastidor.....	41
3.3.1.	Elaboración del bastidor.....	41
3.4.	Pintura.....	42
3.5.	Ubicación de los elementos (sensores).....	42
3.5.1.	Ubicación del ECM.....	43
3.5.2.	Ubicación del sensor (IAT).....	43
3.5.3.	Ubicación del sensor (MAP).....	44

3.5.4.	Ubicación del sensor (TPS) .....	44
3.5.5.	Ubicación del sensor (ECT) .....	45
3.5.6.	Ubicación del sensor (CKP) .....	45
3.5.7.	Ubicación del sensor (EGO) .....	46
3.6.	Instalación del sistema de inyección electrónica.....	46
3.7.	Puesta a punto del banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I. ....	47
3.8.	Banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.....	47
3.9.	Especificaciones del módulo de control electrónico (ECM).....	48
3.9.1.	Calibre del cable usado para la instalación eléctrica .....	49
3.10.	Diagrama eléctrico del vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 M.P.F.I. ....	50
3.10.1.	Diagrama de flujo de conexión de los componentes (sensores) del vehículo Chevrolet Corsa Wind .....	51
3.10.2.	Identificación de los bornes de enchufe del Módulo de Control Electrónico.....	52
3.11.	Designación de colores de conexión.....	52
3.12.	Descripción de los pines del vehículo Chevrolet Corsa Wind .....	53
3.13.	Mediciones y gráficos de los sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I. ....	55
3.13.1.	Sensor de Temperatura de Aire de Admisión (IAT) .....	55
A.	Diagrama de conexión del sensor (IAT).....	56
B.	Número y color de los cables .....	56
C.	Rango de medición de voltaje .....	56
D.	Rango de medición de resistencia .....	57
E.	Curvas del osciloscopio .....	57
F.	Fallas del sensor (IAT).....	58
3.13.2.	Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP) .....	58
A.	Diagrama de conexión del sensor (MAP).....	59
B.	Número y color de los cables .....	59

C.	Rango de medición de voltaje .....	59
D.	Rango de medición de resistencia .....	60
E.	Curvas del osciloscopio .....	60
F.	Fallas del sensor (MAP).....	61
3.13.3.	Sensor de Posición del Acelerador (TPS).....	61
A.	Diagrama de conexión del sensor (TPS) .....	62
B.	Número y color de los cables .....	62
C.	Rango de medición de voltaje .....	62
D.	Rango de medición de resistencia .....	63
E.	Curvas del osciloscopio .....	63
F.	Fallas del sensor (TPS).....	64
3.13.4.	Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT) .....	64
A.	Diagrama de conexión del sensor (ECT) .....	64
B.	Número y color de los cables .....	65
C.	Rango de medición de voltaje .....	65
D.	Rango de medición de resistencia .....	65
E.	Curvas del osciloscopio .....	66
F.	Fallas del sensor (ECT) .....	66
3.13.5.	Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP).....	67
A.	Diagrama de conexión del sensor (CKP).....	67
B.	Número y color de los cables .....	68
C.	Rango de medición de voltaje .....	68
C1.	Cálculo constante inductiva del sensor CKP a 1800 RPM.....	68
D.	Rango de medición de resistencia .....	71
E.	Curvas del osciloscopio .....	71
F.	Fallas del sensor (CKP) .....	73
3.13.6.	Sensor de Oxígeno (EGO).....	73
A.	Diagrama de conexión del sensor (EGO) .....	73
B.	Número y color de los cables .....	74
C.	Rango de medición de voltaje .....	74
D.	Curvas del osciloscopio .....	74
E.	Fallas del sensor (EGO).....	75

**CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
4.1.	Conclusiones .....	76
4.2.	Recomendaciones .....	77
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>		<b>78</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>		<b>78</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>79</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>81</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción de los pines del conector OBD I.....	24
Tabla 2.	Códigos de falla OBD I Chevrolet Corsa Wind .....	28
Tabla 3.	Valores del sensor (IAT) .....	32
Tabla 4.	Valores del sensor (MAP) a nivel del mar.....	33
Tabla 5.	Valores del sensor (ECT).....	36
Tabla 6.	Elementos (eléctricos, electrónicos y mecánicos) .....	40
Tabla 7.	Especificaciones del ECM .....	48
Tabla 8.	Calibre de alambres para instalación del ECM .....	49
Tabla 9.	Leyenda de instalación del diagrama de flujo del ECM .....	51
Tabla 10.	Designación de colores.....	53
Tabla 11.	Conectores Pin A.....	53
Tabla 12.	Conectores Pin B .....	54
Tabla 13.	Conectores Pin C.....	54
Tabla 14.	Conectores Pin D.....	55
Tabla 15.	Número y color de cables .....	56
Tabla 16.	Valor medido Temperatura (°C) vs Voltaje (V).....	57
Tabla 17.	Valor medido Temperatura (°C) vs Resistencia (kΩ).....	57
Tabla 18.	Número y color de cables .....	59
Tabla 19.	Valor medido Presión (atm) vs Voltaje(v).....	60
Tabla 20.	Medición Resistencia KΩ.....	60
Tabla 21.	Número y color de cables .....	62
Tabla 22.	Medición de voltaje según la apertura del (TPS) .....	62
Tabla 23.	Medición de la Resistencia (KΩ) del sensor (TPS).....	63
Tabla 24.	Número y color de cables .....	65
Tabla 25.	Medición de voltaje .....	65
Tabla 26.	Medición de resistencia .....	65
Tabla 27.	Número y color de cables .....	68
Tabla 28.	Medición de voltaje en función a las RPM .....	68
Tabla 29.	Medición resistencia KΩ .....	71
Tabla 30.	Número y color de cables .....	74

Tabla 31. Medición de voltaje ..... 74

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Esquema monopunto .....	6
Gráfico 2. Esquema multipunto.....	7
Gráfico 3. Inyección directa .....	7
Gráfico 4. Inyección indirecta.....	8
Gráfico 5. Esquema tipo: Simultánea - Semisecuencial y Secuencial .....	9
Gráfico 6. Inyección electrónica de combustible .....	10
Gráfico 7. E.C.M. ....	12
Gráfico 8. Arquitectura del ECM .....	13
Gráfico 9. <i>DTCH(alto)</i> .....	15
Gráfico 10. <i>DTCL(bajo)</i> .....	15
Gráfico 11. Descripción del código DTC .....	16
Gráfico 12. Procesamiento de señales del E.C.M.....	20
Gráfico 13. Diagrama de funcionamiento del E.C.M. ....	21
Gráfico 14. Subsistema de combustible.....	22
Gráfico 15. Subsistema de admisión aire .....	22
Gráfico 16. Scanner Tech 1 .....	24
Gráfico 17. Conector OBD I .....	24
Gráfico 18. G-Scan2 .....	25
Gráfico 19. Conector de diagnostico OBDII .....	26
Gráfico 20. Lámpara (MIL).....	28
Gráfico 21. Sensor (IAT) .....	31
Gráfico 22. Sensor (MAP).....	32
Gráfico 23. Sensor (TPS).....	34
Gráfico 24. Sensor (ECT) .....	35
Gráfico 25. Sensor (CKP) .....	36
Gráfico 26. Ubicación del (PMS).....	37
Gráfico 27. Distancia del (CKP) .....	38
Gráfico 28. Sensor (EGO).....	38
Gráfico 29. Construcción del bastidor - ensamble .....	41
Gráfico 30. Proceso de pintura.....	42

Gráfico 31. Ubicación de elementos .....	42
Gráfico 32. E.C.M. ....	43
Gráfico 33. Sensor (IAT) .....	43
Gráfico 34. Sensor (MAP) .....	44
Gráfico 35. Sensor (TPS).....	44
Gráfico 36. Sensor (ECT) .....	45
Gráfico 37. Sensor (CKP) .....	45
Gráfico 38. Sensor (EGO).....	46
Gráfico 39. Instalación eléctrica (sensores) .....	46
Gráfico 40. Banco de pruebas (sensores) .....	47
Gráfico 41. (ECM) Corsa Wind 1.6 .....	48
Gráfico 42. Diagrama eléctrico Vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 M.P.F.I. .....	50
Gráfico 43. Diagrama de flujo de conexión .....	51
Gráfico 44. Bornes de enchufe del E.C.M.....	52
Gráfico 45. Sensor (IAT) .....	55
Gráfico 46. Diagrama sensor (IAT) .....	56
Gráfico 47. Curva del sensor (IAT) .....	57
Gráfico 48. Sensor (MAP) .....	58
Gráfico 49. Diagrama sensor (MAP) .....	59
Gráfico 50. Curva del sensor (MAP) .....	60
Gráfico 51. Sensor (TPS).....	61
Gráfico 52 Diagrama sensor (TPS).....	62
Gráfico 53. Curva del sensor TPS .....	63
Gráfico 54. Sensor (ECT) .....	64
Gráfico 55. Diagrama sensor (ECT).....	65
Gráfico 56. Curva del sensor (ECT).....	66
Gráfico 57. Sensor (CKP) .....	67
Gráfico 58. Diagrama sensor (CKP) .....	67
Gráfico 59. Curva del sensor (CKP) control de inyección .....	71
Gráfico 60. Curva del sensor (CKP) tomada del pin A.....	72
Gráfico 61. Curva del sensor (CKP) tomada del pin B.....	72



Gráfico 62. Sensor (EGO).....	73
Gráfico 63. Diagrama sensor (EGO).....	73
Gráfico 64. Curva del sensor (EGO).....	74

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la construcción de un banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 M.P.F.I. para realizar tareas de diagnóstico y autodiagnóstico del sistema de inyección electrónica utilizando instrumentos de medición.

Las exigencias dentro del campo de la electrónica automotriz deben satisfacer las necesidades de conducción a condiciones extremas produciendo menor contaminación al medio ambiente, mayor seguridad y confort de los usuarios.

El capítulo I abarca el desarrollo del presente proyecto, basándose en su problemática que es la producción de contaminantes, para ello el desarrollo de nuevas tecnologías en la actualidad es la inyección electrónica a gasolina tomando en cuenta que la línea Chevrolet es la más vendida y cotizada en el País.

En el capítulo II se obtiene toda la información necesaria de los sensores del sistema de inyección electrónica a gasolina del vehículo Chevrolet Cosa Wind recopilada de libros, revistas, manuales y documentos de páginas web.

El capítulo III explica la construcción del banco de sensores mediante el diagrama de conexión de los circuitos eléctricos de los elementos, pruebas, instalación y guías de pruebas para cada sensor.

Este proyecto es una herramienta de vital importancia para el desempeño y formación del alumno en el campo de la electrónica automotriz, para entender la función y comportamiento de los sensores mediante pruebas exhaustivas, permitiendo al técnico automotriz actualizarse día tras día.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **AUTODIAGNÓSTICO**
- **INYECCIÓN ELECTRÓNICA**
- **SENSORES**

## ABSTRACT

This Titling work is focused on the construction of a sensor test bench of the Chevrolet Corsa Wind 1.6 vehicle with M.P.F.I. in order to carry out diagnostic tasks and self-diagnosis of the electronic injection system using measurement tools.

The requirements within the field of automotive electronics must satisfy the needs of driving on extreme conditions producing less pollution to the environment, greater security and comfort of users.

Chapter I includes the development of this project, based on its problematic which is the production of pollutants, this requires the development of new technologies nowadays is the electronic fuel injection taking into account that the Chevrolet line is the most sold and quoted in the country.

Chapter II contains all the necessary information about the sensors of electronic fuel injection system of the Chevrolet Corsa Wind vehicle compiled from books, magazines, manuals and web pages.

Chapter III explains the construction of the sensor bench through the electrical wiring diagram, testing, installation and test guides for each sensor.

This project is a vital tool for student achievement and academic training in the field of automotive electronics, in order to understand the sensor function and behavior through exhaustive tests, in this way the automotive technician can update day to day.

### KEYWORDS:

- **SELF-DIAGNOSIS**
- **ELECTRONIC INJECTION**
- **SENSORS**

*Revisado por:*

---

LIC. YOLANDA SANTOS

**DOCENTE UGT**

# CAPÍTULO I

## 1. GENERALIDADES

Construcción de un banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I. para la Carrera de Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

### 1.1. Antecedentes

El presente proyecto técnico de grado se lo realiza tomando en cuenta que en la actualidad la línea Chevrolet es una de las marcas más vendidas y cotizadas en el País, dicho proyecto se lo realiza como una herramienta de vital importancia para el conocimiento teórico-práctico de los alumnos de la Carrera de Mecánica Automotriz, mediante el desarrollo de pruebas de funcionamiento y comportamiento de los sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I. en un banco de pruebas.

*Quiroz J. & Quiroz L. (2005) "Diseño y construcción de un módulo de entrenamiento del sistema de inyección electrónica de gasolina del vehículo Corsa Wind"*

*Aimacaña D. & Tapia A. (2010) "Investigación y monitoreo de códigos de falla en un motor Chevrolet Corsa Wind 1.6"*

Se puede manifestar que de las dos citas de investigación antes mencionadas hay un gran aporte al avance de los sistemas a inyección electrónica y al comportamiento de los sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind.

El Tecnólogo Automotriz debe estar siempre inmerso a una capacitación permanente, para fortalecer el conocimiento electrónico automotriz con el

propósito de estar inmerso con los avances e innovaciones que se generan en el vehículo.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El carburador permite una mezcla más o menos fija, establecido de fábrica que durante su funcionalidad van alterando lo que permite la producción de contaminantes, mientras que la inyección a gasolina usan elementos (sensores) que ajusta automáticamente la mezcla de forma estequiométrica, manteniendo dentro de las normas establecidas a no ser que se produzca una avería en el sistema.

La exigencia cada vez mayor de que los vehículos emitan bajos niveles de contaminación, es uno de los factores más importantes para el desarrollo de nuevas tecnologías es por eso que en la actualidad la inyección a gasolina tiene un gran avance en los sistemas electrónicos de control y regulación, constantemente los sistemas electrónicos son más complejos en sensores, actuadores y códigos de fallas lo cual implica tener un amplio conocimiento para llevar a cabo una tarea completa de diagnóstico de cada elemento electrónico y conocer la falla, el no saber el tipo de averías de los sensores las consecuencias sería: pérdida de potencia, mayor consumo de combustible, mayor contaminación y reducción de la vida útil del motor.

Para determinar el funcionamiento y comportamiento de sensores en un banco de pruebas se utilizarán instrumentos de medición altamente tecnificados como son: multímetro, osciloscopio y scanner, así poder encontrar las posibles averías en el sistema.

## **1.3. Justificación**

El sistema de inyección a gasolina en los automóviles utiliza sensores y actuadores comandado por el E.C.M. (Módulo de Control Electrónico) lo cual

brinda mayor eficiencia de consumo de combustible, mayor potencia, reducción de emisiones contaminantes lo que permite la dosificación precisa y homogénea de combustible. En la actualidad el tecnólogo automotriz requiere de un amplio conocimiento en el campo de la electrónica.

El contar con un banco de pruebas de sensores hace posible el entendimiento teórico-práctico del funcionamiento y comportamientos de los elementos electrónicos comandados por el módulo de control (E.C.M.) de esta manera los tecnólogos Automotrices podrán localizar y conocer las posibles averías del vehículo así surge la necesidad de implementar el banco de pruebas para un estudio integro.

Para comprobar el estado, funcionamiento y comportamiento de los elementos (sensores) es posible utilizar herramientas o instrumentos adecuados como: scanner, osciloscopio y multímetro lo que permite una solución rápida y con eficiencia de las averías.

El enfoque de este proyecto se basa en la implementación de un banco de pruebas para el estudio teórico-práctico del funcionamiento y comportamiento de los sensores de un vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Construir un banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I., mediante el uso de un manual técnico de inyección de combustible para conocer el funcionamiento y averías en el sistema de inyección electrónica.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar el funcionamiento y comportamiento de cada uno de los elementos (sensores) del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.
- Determinar el comportamiento de los sensores utilizando instrumentos de medición en el sistema de inyección electrónica a gasolina.
- Desarrollar un protocolo de pruebas para localizar averías en el sistema de inyección a gasolina.
- Realizar una guía de laboratorio para el desarrollo de la práctica de los alumnos de la carrera de mecánica automotriz.

### **1.5. Alcance**

El presente proyecto trata a profundidad sobre cada uno de los componentes (sensores) del sistema de inyección electrónica, fundamentación científica y comprobación práctica que se pueden aplicar en dichos componentes, así poder relacionar la teoría con la práctica de este modo poder dar solución inmediata y eficaz a los diferentes diagnósticos en el vehículo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Sistema de inyección electrónica de combustible M.P.F.I.

##### 2.1.1. Introducción

En el presente capítulo se estudiará el sistema de inyección electrónica de combustible lo que permitirá comprender el funcionamiento teórico-práctico de los equipos de inyección.

(Paredes, 2011, pág. 51) Menciona que:

*Los sistemas de inyección surgieron previamente con la inyección mecánica, luego de éstos aparecieron los llamados sistemas electromecánicos basando su funcionamiento en una inyección mecánica asistida electrónicamente, pasando una última etapa por los sistemas totalmente electrónicos.*

*La inyección electrónica se basa en la preparación de la mezcla por medio de la inyección, regulando las dosis de combustible electrónicamente. En la inyección electrónica si se presenta un inyector en cada cilindro (sistema M.P.F.I.), es para proporcionar la cantidad exacta de combustible muy próxima a la estequiometrica (14,7:1) que el cilindro requiere, lo que se evidencia también en una mejor utilización del combustible y un mejor consumo, reduciendo así los porcentajes de gases tóxicos a la atmosfera.*

##### 2.1.2. Descripción de la inyección electrónica

*Los vehículos modernos cada día incorporan más componentes electrónicos basado en un método para controlar las emisiones nocivas del medio ambiente, entregando una mezcla aire/combustible ideal a una presión constante y volumen variable*



de gasolina en el múltiple de admisión, ajustando el avance de encendido, la admisión de aire, el control de emisiones de escape, para ello se han incorporado múltiples sensores los cuales registran un amplio espectro de señales lo que permite al usuario optar de beneficios que proporciona estos sistemas como calidad, seguridad y confort (Robert, 2008).

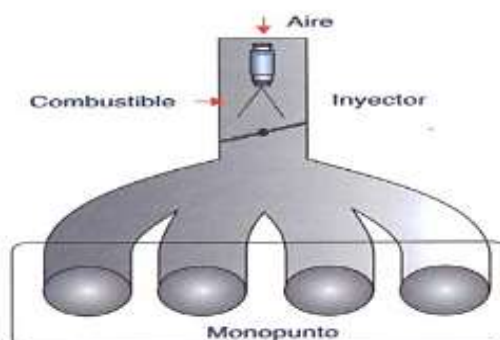
### 2.1.3. Clasificación de los sistemas de inyección electrónica de combustible

Según el estudio de (Rueda, 2005) los sistemas de inyección para su estudio en los motores de los vehículos lo aplica en cuatro clasificaciones:

- Por el número de inyectores.
- Por la ubicación del inyector.
- Por el sincronismo de la inyección.
- Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.

#### A. Por el número de inyectores

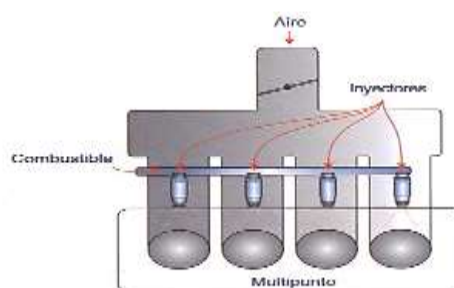
**Monopunto:** Existe un solo inyector que introduce el combustible en el colector de admisión en una posición similar a la que tendría un carburador. La principal diferencia con el carburador es que la cantidad de combustible no depende de la depresión del colector, como indica el grafico 1.



**Gráfico 1. Esquema monopunto**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

**Multipunto:** Cuenta con un inyector por cada cilindro la gran diferencia, reside en que la inyección del combustible puede ser tanto directa como indirecta. Pudiéndose ubicar en la parte final de colector de admisión, para que el flujo vaya directo a la cámara del motor, o colocarse en los colectores de admisión en una zona próxima, en la que se mezcle con el aire antes de entrar en la zona interior donde están los cilindros como se muestra en el gráfico 2. Este sistema lo incorporan la mayoría de los vehículos de gama media y alta.

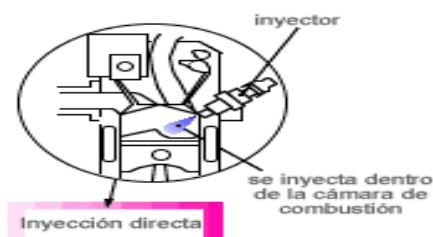


**Gráfico 2. Esquema multipunto**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

## B. Por la ubicación del inyector

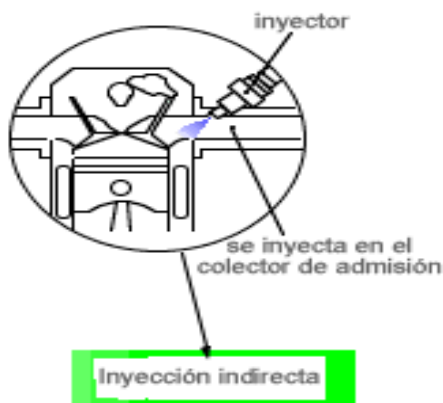
**Directa en el cilindro:** El inyector se encuentra en contacto con la cámara de combustión y lanza el combustible al interior de esta, como indica el gráfico 3. Este sistema se utiliza un poco debido al corto tiempo para realizarse la mezcla y por los problemas tecnológicos del inyector (altas presiones y temperatura).



**Gráfico 3. Inyección directa**

**Fuente:** (Parada, 2016)

**Indirecta en el colector de admisión:** Los inyectores están situados muy cerca de la válvula de admisión, en colector de admisión como indica el gráfico 4.



**Gráfico 4. Inyección indirecta**

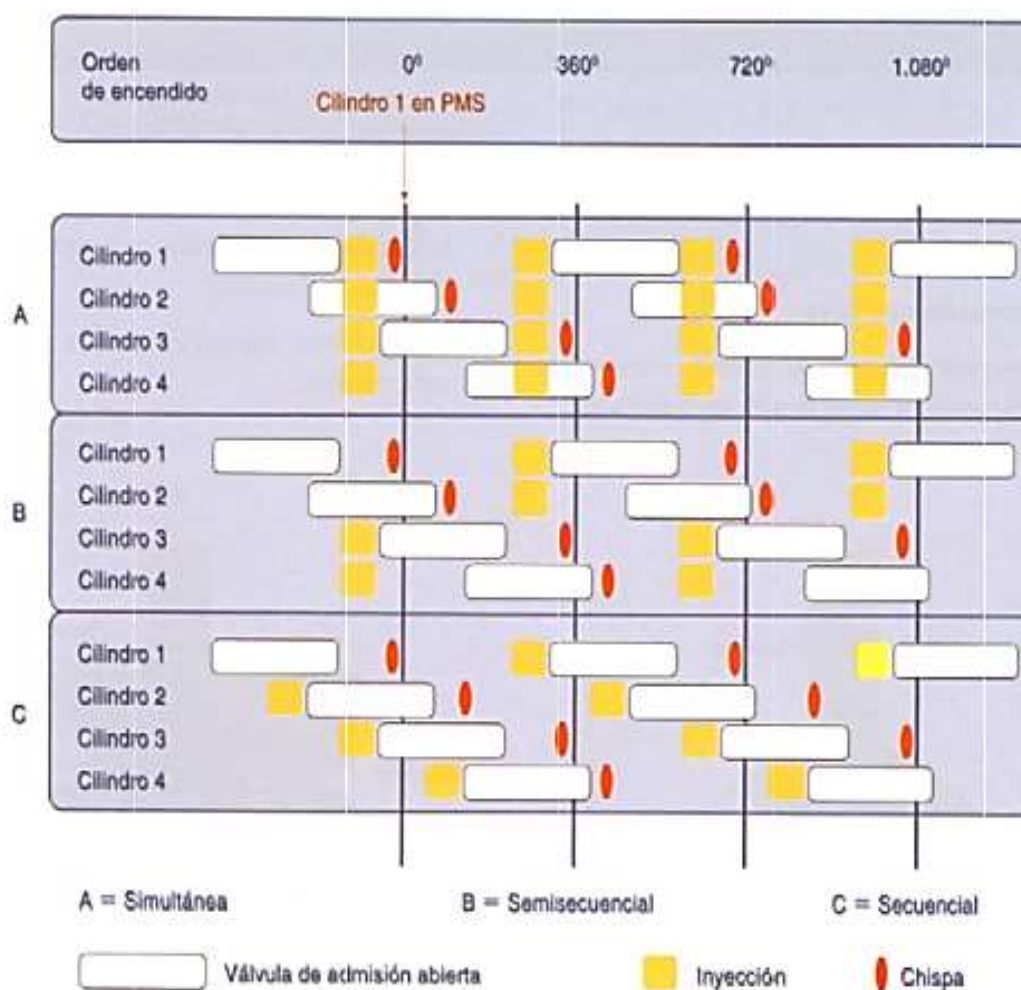
**Fuente:** (Parada, 2016)

### C. Por el sincronismo de la inyección

**Simultánea:** Debe ser indirecta, y se basa en inyectar el combustible simultáneamente en todos los inyectores a cierta frecuencia, que no coincide con la apertura de la válvula de un determinado cilindro, de modo que el combustible inyectado se acumula en el colector de admisión, mientras la válvula de admisión permanece cerrada. Cuando se abre la válvula se produce la entrada de la mezcla acumulada y de la nueva que se forma como indica el gráfico 5.

**Semisecuencial:** El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos ver gráfico 5.

**Secuencial:** La inyección se produce solo en el momento de apertura de la válvula de admisión ver gráfico 5. El inyector regula la cantidad de combustible por el tiempo que permanece abierto, y la frecuencia de apertura depende directamente del régimen de giro del motor.



**Gráfico 5. Esquema tipo: Simultánea - Semisecuencial y Secuencial**

Fuente: (Rueda, 2005)

#### D. Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores

**Mecánica:** Control y accionamiento mecánico de los inyectores (K-Jetronic).

**Mecánica electrónica:** Control electrónico y accionamiento mecánico de los inyectores (KE-Jetronic).

**Electrónica:** Control y accionamiento electrónico de los inyectores (L-Jetronic, LE-Jetronic, Motronic, Digifant) ver gráfico 6.



cantidad de combustible ideal para el volumen de aire admitido, generando la perfecta relación aire/combustible, que es llamada la mezcla. Cuanto más adecuada la mezcla, mejor el rendimiento y la economía, con una menor emisión de gases contaminantes.

*Los sistemas de inyección son constituidos básicamente por sensores y actuadores. (Robert, 2008, pág. 2).*

### **2.1.5. Ventajas y desventajas**

*Según Bosch (2015) afirma que “Los sistemas de inyección electrónica a gasolina tienen la particularidad de permitir que el motor reciba solamente la cantidad necesaria de la relación aire-combustible que necesita con esta mezcla y de esta manera permite proporcionar”:*

- Mejor aprovechamiento de combustible
- Menor contaminación
- Mayor potencia
- Mejor rendimiento
- Arranque más rápido
- Mayor torque
- Mayor duración de los componentes
- Menor costo de mantenimiento

Las desventajas en el sistema de inyección son: mayor coste en las reparaciones y componentes y una ligera pérdida de rendimiento.

### **2.2. Módulo de control electrónico**

*“Es el cerebro del sistema, determina el volumen ideal de combustible a ser pulverizado con base en las informaciones que recibe los sensores del sistema, además posee una placa donde se montan una serie de componentes electrónicos” ver gráfico 7 (Robert, 2008, pág. 14).*



**Gráfico 7. E.C.M.**

La Arquitectura Electrónica del ECM está compuesta de cuatro circuitos fundamentales para su correcto funcionamiento como son: ver gráfico 8

### **2.2.1. Circuito fuente**

Está diseñado para regular la tensión proveniente de la batería (12 V) a un valor constante de 5v, está compuesto principalmente por un circuito integrado 7805, un capacitor y un diodo los cuales buscan mantener estabilidad a la entrada de tensión del E.C.M.

### **2.2.2. Circuito control**

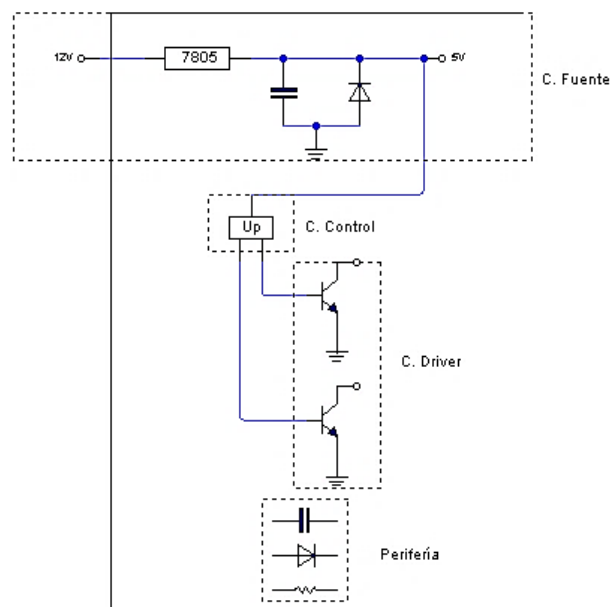
Está diseñado para operar toda la parte lógica del E.C.M., es el encargado de solventar qué se debe hacer a cada instante de operación y funcionamiento del vehículo, cuenta con un procesador y una memoria, la misma que almacena toda la información de operación del E.C.M.

### **2.2.3. Circuito driver**

Consta de un conjunto de transistores que están diseñados para operar las salidas de comandos hacia los actuadores, su misión es controlar la masa de inyectores, bobinas, relés, y todos los elementos que tengan un consumo importante de amperaje.

### 2.2.4. Periferia SMD (Dispositivo de Montaje Superficial)

“Esta parte del E.C.M., está diseñada principalmente para preparar señales de entrada y comunicación con la red, gran parte de estos circuitos está diseñada para filtrar muchas señales (sensores) que manejan en el módulo de control”. (JJimenez, 2012)



**Gráfico 8. Arquitectura del ECM**

## 2.3. Memorias del módulo de control electrónico

Son dispositivos que poseen una forma de almacenamiento de datos o información ya sean de forma permanente o temporal.

### 2.3.1. RAM (Random Access Memory)

La RAM es una memoria volátil en la que se almacenan los datos que proporcionan todos los sensores y actuadores que hasta el momento son requeridos por el microprocesador, en cuyo momento son sobregrabados con los nuevos datos que se reciben de los sensores. Este trabajo se repite de manera constante durante el funcionamiento del E.C.M.



### **2.3.2. ROM (Read Only Memory)**

La ROM es una memoria fija, mantiene grabados los parámetros de funcionamiento del vehículo con los que funciona el sistema, es decir una memoria solo de lectura.

### **2.3.3. PROM (Program Read Only Memory)**

La PROM es una memoria programable, permite leer información por parte del usuario, pero además es programable, tiene borrado y grabado por rayos ultravioletas.

### **2.3.4. EPROM (Erase Program Read Only Memory)**

La EPROM es una memoria programable y borrrable la información, es decir podemos grabar varias veces por medios eléctricos y borrar por rayos ultravioletas.

### **2.3.5. EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)**

La EEPROM es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente, a diferencia de la EPROM que se borra mediante un aparato que emite rayos ultravioleta.

## **2.4. DTC (Diagnostic Trouble Codes)**

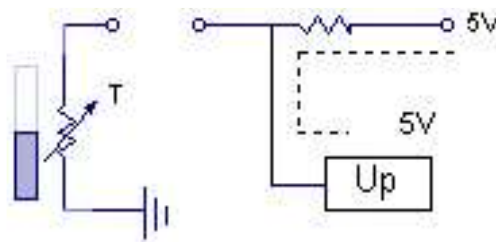
Los DTC (Diagnostic Trouble Codes), es Códigos de Problemas de Diagnóstico). Al escanear el Módulo de Control de Motor ECM (Engine Control Module), si el vehículo presenta una falla, arrojará un código denominados códigos DTC.

Los vehículos actuales cuentan con diferentes módulos de control electrónico que permiten gestionar las diferentes condiciones de conducción y desempeño del vehículo, además de gestionar las condiciones de seguridad y confort. Al realizar el monitoreo de las condiciones del vehículo, los códigos DTCs se almacenan en la memoria RAM y podemos leer utilizando un scanner automotriz.

Los DTC que se almacenan en el E.C.M. son:

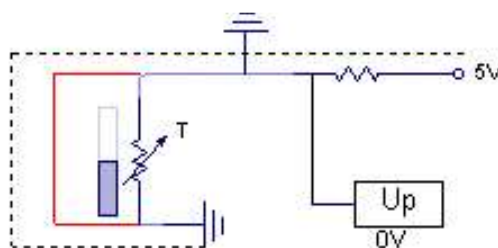
**Continuo:** Aquellos que no necesita confirmación pero aquí se generan dos tipos de DTC como son:

$DTC_H(alto)$  = Se genera cuando se encuentra un circuito abierto como se observa en el gráfico 9.



**Gráfico 9.  $DTC_H(alto)$**

$DTC_L(bajo)$  = Se genera cuando se produce un corto circuito, masas ver gráfico 10.



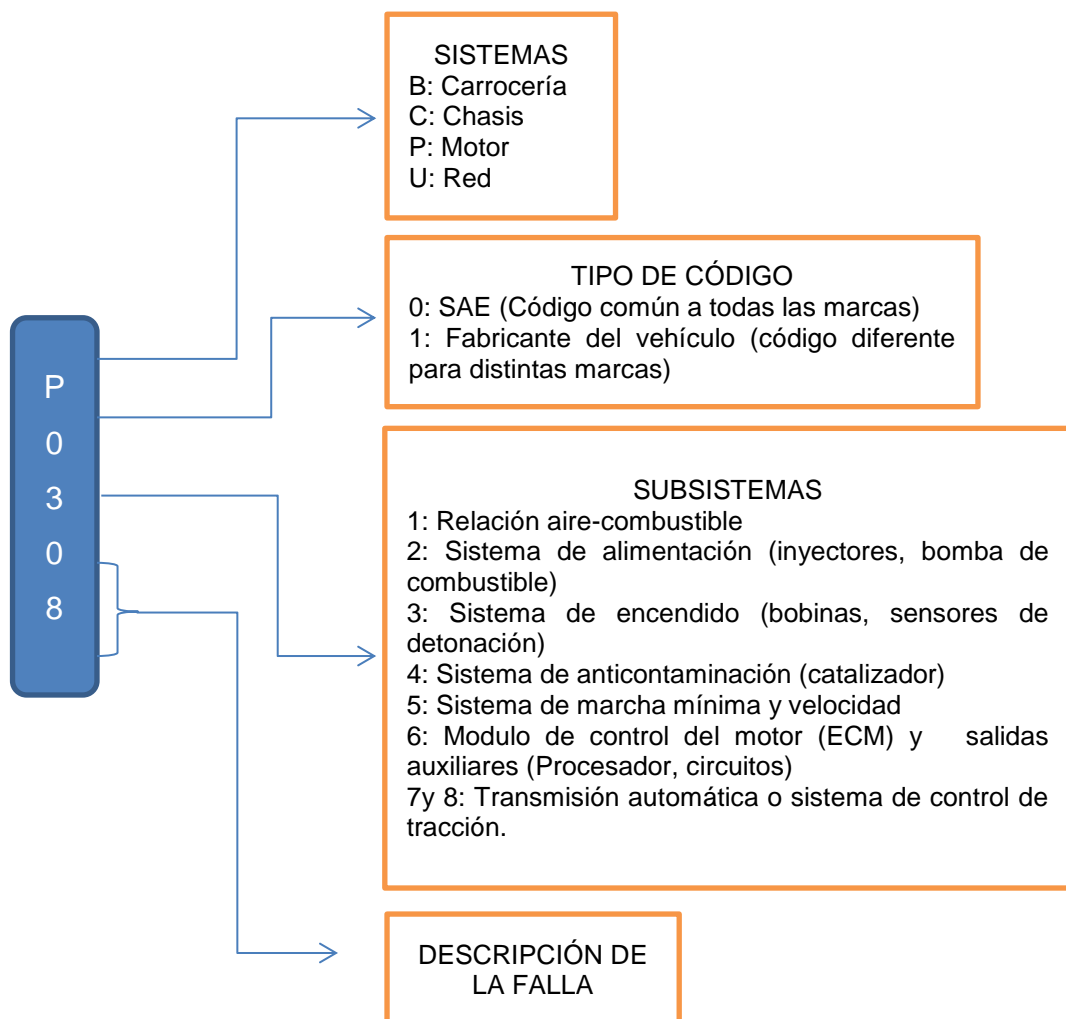
**Gráfico 10.  $DTC_L(bajo)$**

**Pendiente:** Aquellos que necesitan ser verificados entre los valores de la memoria RAM y ROM.

**Histórico:** Cuando no se borra una vez corregido el código.

### 2.4.1. Estructura de un código DTC

El estándar SAE J2Q12 define códigos de 5 dígitos en el cual cada dígito representa un valor predeterminado recomendado por la normativa SAE ver gráfico 11. Todos los códigos son presentados de igual forma para facilidad del mecánico.



**Gráfico 11. Descripción del código DTC**

**Fuente:** (Mecánica, 2013)

## **2.5. Subsistemas de la inyección electrónica**

La inyección electrónica de combustible basa su funcionamiento en cuatro subsistemas que se detallan a continuación:

- Control electrónico (sensores – ECU - actuadores)
- Alimentación
- Aire
- Diagnóstico y Autodiagnóstico

### **2.5.1. Subsistema electrónico**

El subsistema electrónico está compuesto de tres componentes que interactúan y procesan la información entre sí:

#### **A. Sensores**

El sensor (también llamado sonda o transmisor) convierte una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) que generalmente no son señales eléctricas, en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control.

La señal eléctrica de salida del sensor no es considerada solo como una corriente o una tensión, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el periodo, la fase o asimismo la duración de impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos resistencia, capacidad e inductancia que informan el estado de las condiciones de funcionamiento del motor y del medio ambiente. Son entradas de datos de los procesos físicos del motor con señales en voltaje monitoreados por el E.C.M.

El E.C.M. posee un circuito integrado que regula el voltaje de 12 a 5V.

**Voltaje de alimentación:** Es el voltaje de la batería que alimenta al E.C.M. y los actuadores.

**Voltaje de referencia:** Es el voltaje que entrega el E.C.M. al sensor (12v o 5v) para que estos funcionen.

**Voltaje de señal:** Es el voltaje que entregan los sensores al E.C.M.

**Voltaje de masa:** Es el voltaje que existe entre la masa del sensor y la carrocería. Esta medición debe estar entre los (0,030 a 0,080 voltios).

Existe un gran número de sensores ajustado a los vehículos y cada uno de ellos a diferentes centralitas o módulos que permite establecer seguridad y confort para los usuarios de los vehículos como son:

- Sensores del motor y transmisión
- Sensores de seguridad
- Sensores de confort

## **B. Clasificación de los sensores**

Los sensores para automóviles pueden clasificarse teniendo en cuenta distintas características entre estas pueden ser:

### **B1. Función y aplicación**

Según esta característica los sensores se dividen en:

- Sensores funcionales, destinados principalmente a tareas de mando y regulación
- Sensores para fines de seguridad y aseguramiento (protección antirrobo)

- Sensores para la vigilancia del vehículo (diagnóstico de a bordo, magnitudes de consumo y desgaste) y para la información del conductor y de los pasajeros.

## **B2. Según la señal de salida**

Teniendo en cuenta esta característica los sensores se pueden dividir en:

**Los que proporcionan una señal analógica son:** Sensores de tipo potenciómetro, termistor y piezoeléctricos.

- TPS: Sensor de Posición de la Mariposa del Acelerador
- APP: Sensor de Posición de Pedal del Acelerador
- LF: Sensor de Nivel de Combustible
- IAT: Sensor de Temperatura del Aire de Admisión
- EOT: Sensor de Temperatura del Aceite del Motor
- ATE: Sensor del Aceite de Transmisión
- CHT: Sensor de Temperatura de Cabeza de Cilindros
- ECT: Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor
- MAP: Sensor de Presión Absoluta del Múltiple
- MAF: Sensor de Flujo de Masa de Aire

**Los que proporcionan una señal digital son:** Sensores de efecto Hall, óptico e interruptores.

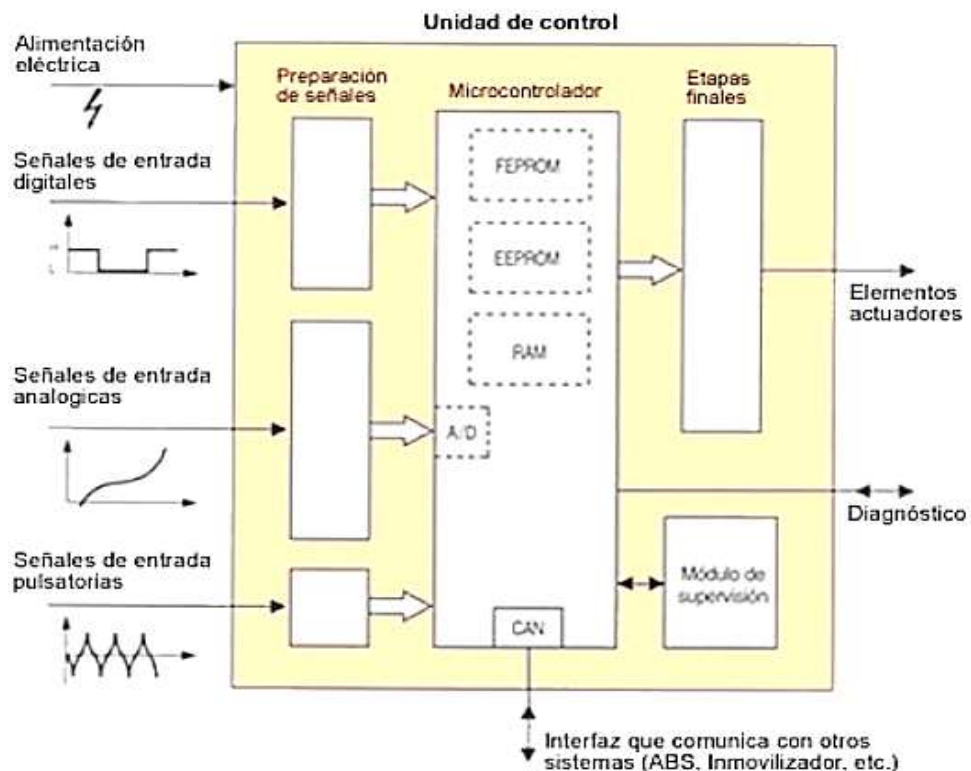
- CMP: Sensor de Posición del Árbol de Levas
- CKP: Sensor de Posición del Cigüeñal

**Los que proporcionan señales pulsatorias son:** Sensores inductivos

- CMP: Sensor de Posición del Árbol de Levas

- CKP: Sensor de Posición del Cigüeñal
- VSS: Sensor de Velocidad del Vehículo

En el gráfico 12 se observa el procesamiento de señales dentro del módulo de control electrónico.



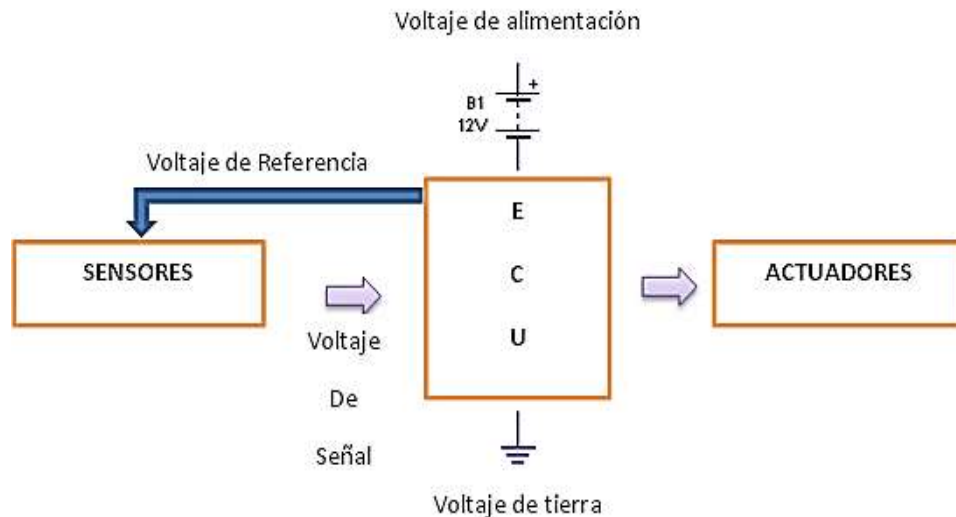
**Gráfico 12. Procesamiento de señales del E.C.M.**

**Fuente:** (Mecanica, 2013)

### C. ECM (Módulo de Control Electrónico)

*Es la unidad que procesa decisiones lógicas o programas simulados del motor para manejar el sistema de control electrónico de motor, su trabajo determina la condición del motor, comparar la información en las memorias y toma decisiones de actuación, es llamado procesador CPU, PCM, ECM, se halla dentro de una caja metálica con circuitos integrados e impresos que van unidos por sus entradas y sus salidas a un arnés a los sensores y actuadores, ver gráfico 13. La PCM se encuentra*

*dentro del vehículo, resguardada para protegerla de la humedad, la vibración y la alta temperatura. (Villamizar, 2012, pág. 22)*



**Gráfico 13. Diagrama de funcionamiento del E.C.M.**

#### **D. Actuadores**

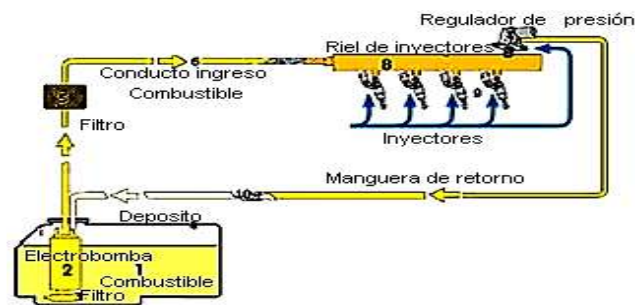
*Son componentes que reciben comandos de la PCM según la programación para controlar los sistemas encargados de corregir los parámetros físicos en el motor inyectado. La ECM posee un transistor alimentado por 12V desde la batería o el alternador, los controles de salida son para el sistema de combustible, incluye la bomba de gasolina, el sistema de encendido, el avance de chispa de las bobinas DIS, el sistema de admisión de aire, la válvula de mínima IAC, el sistema evaporativo contiene la válvula EVAP, el sistema de gases recirculación de escape utiliza la válvula EGR. (Villamizar, 2012, pág. 59)*

#### **2.5.2. Subsistema de alimentación**

Este subsistema se encarga de entregar el combustible a cada uno de los cilindros a través de los inyectores, los elementos que forman el circuito de alimentación consta del depósito de combustible, una bomba eléctrica sumergible, filtro, regulador de presión de combustible, cañería de ingreso y retorno de combustible ver gráfico 14.



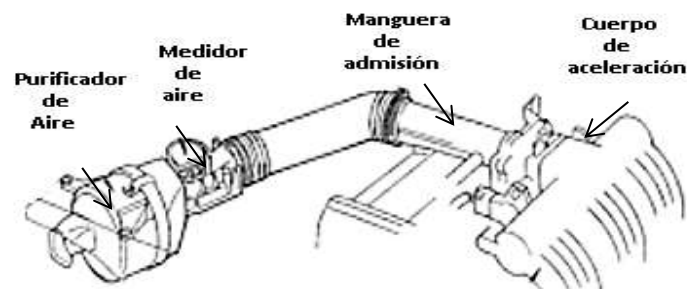
Los vehículos de procedencia Americana la presión de la bomba puede oscilar entre 100 – 120 PSI, y presión regulada de 75 – 90 PSI; Los vehículos de procedencia Europeos y Asiáticos la presión de la bomba oscila entre 40 – 60 PSI, y presión regulada de 38 – 40 PSI, el sistema monopunto son de baja presión la bomba oscila entre 30 – 40 PSI, y presión regulada de 15 – 25 PSI.



**Gráfico 14. Subsistema de combustible**

### 2.5.3. Subsistema de aire

Este subsistema es el encargado de suministrar el ingreso correcto de aire desde la atmosfera hacia los cilindros en cantidades correctas los componentes que conforman este sistema es el filtro de aire, depurador, múltiple de admisión, se debe tomar en cuenta que en todo el circuito no debe haber fuga o ingreso adicional de aire, ya que este sistema tienen sensores como él (IAT, MAP, TPS) que son los que permiten estabilizar la relación aire – combustible para un óptimo funcionamiento del motor ver gráfico 15.



**Gráfico 15. Subsistema de admisión aire**

## **2.6. Subsistema de diagnóstico y autodiagnóstico**

### **2.6.1. OBD (On Board Diagnostic - Diagnostico a Bordo)**

Es un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos, es decir, permite detectar componentes o mal funciones del sistema monitoreadas por el Modulo de Control Electrónico. Actualmente se emplean los estándares como son OBD II (Estados Unidos), EOBD (Europa) y JOBD (Japón) que aportan un monitoreo y control completo del motor y otros dispositivos del vehículo.

*“En 1988 la "California Air Resources Board" (CARB) con motivo de reducir la contaminación del aire, determinó que todos los automóviles a gasolina contaran con OBD, que controlara los límites máximos de emisiones y además un autocontrol del vehículo a través de dispositivos de mando electrónicos.”  
(Automotriz, 2016)*

### **2.6.2. OBD I (Diagnostico a Bordo Primera Generación)**

La primera norma implantada fue la OBD I en 1988, por Junta de Recursos del Aire de California donde se monitorizaban los parámetros de algunas partes del sistema como:

- La sonda lambda
- El sistema EGR y
- ECM (Modulo de control).

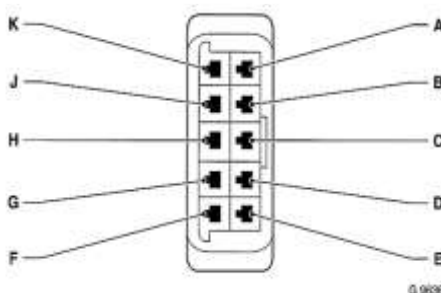
Para reconocer las fallas dentro del sistema OBD I monitoreado dispone de una lámpara indicadora reconocida con las siglas MIL (Malfunction indicator lamp o lámpara indicadora de mal funcionamiento), entregan pulsos eléctricos de larga duración denominados códigos por intermitancia estos códigos son leídos por los destellos de una luz o con un scanner Tech 1 ver gráfico 16.



**Gráfico 16. Scanner Tech 1**

### A. Conector de diagnóstico OBD I

Este es un dispositivo que permite realizar la interfaz entre el E.C.M. y el scanner automotriz (ver gráfico 17) y así poder verificar el estado del motor y poder dar solución para que trabaje a condiciones normales de operación.



**Gráfico 17. Conector OBD I**

**Fuente:** (Verdaguer, 2004)

**Tabla 1.**

#### Descripción de los pines del conector OBD I

Nº	Leyenda	Nº	Leyenda
A	Masa (Terminal 31)	F	Tensión de sistema (Terminal 30)
B	K57 Módulo Multec Línea de solicitud de diagnosis	G	K31 Módulo del sistema airbag K50 Módulo del sistema ABS K57 Módulo Multec K94 Módulo del sistema de alarma antirrobo K117 Módulo del inmovilizador Línea de datos de diagnosis
C	K85 Módulo del cambio automático	H	Libre
D	Libre	J	Libre
E	K85 Módulo del cambio automático Línea de datos de diagnosis	K	U4 Conjunto del hidroggrupo ABS Línea de datos de diagnosis

**Fuente:** (Verdaguer, 2004)

### 2.6.3. OBD II (Diagnostico a Bordo Segunda Generación)

OBD II es un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnóstico de averías y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos.

La normativa del OBD II es:

- Monitoreo de todas las emisiones.
- Las fallas deben ser detectadas y corregidas antes de que las emisiones excedan a las estandarizadas por el fabricante.

Monitoreo requeridos por OBD II

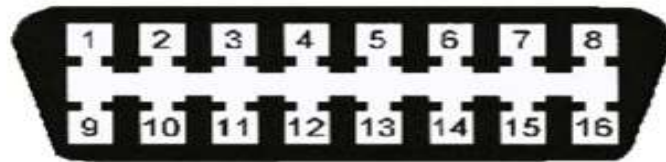
- Eficiencia del catalizador
- Control de combustible
- Respuesta del sensor de oxígeno
- Calefactor del sensor de oxígeno
- Detallado de componentes
- Emisiones evaporativas
- EGR.

Para reconocer las fallas dentro del sistema monitoreado se dispone de una lámpara indicadora reconocida con las siglas MIL (Malfunction indicator lamp o lámpara indicadora de mal funcionamiento), entregan flujo de datos y son leídos con un scanner ver gráfico 18.



**Gráfico 18. G-Scan2**

El conector para diagnóstico de OBDII o EOBD, debe de estar situado en el compartimento de los pasajeros, cerca del asiento del conductor. El sistema OBD II utiliza un conector de 16 pines. Ver gráfico 19.



**Gráfico 19. Conector de Diagnostico OBDII**

**Fuente:** (Meganeboy, 2013)

#### **Descripción de los pines:**

- 1 – Sin uso
- 2 – J1850 Bus positivo
- 3 – Sin uso
- 4 – Tierra del vehículo
- 5 – Tierra de la señal
- 6 – CAN High
- 7 – ISO 9141-2 – Línea K
- 8 – Sin uso
- 9 – Sin uso
- 10 – J1850 Bus negativo
- 11 – Sin uso
- 12 – Sin uso
- 13 – Tierra de la señal
- 14 – CAN Low
- 15 – ISO 9141-2 – Línea L
- 16 – Batería positivo

*“Los fabricantes han escogido que protocolo utilizar y todos los vehículos que salen de su fábrica salen con el mismo protocolo, por tanto es fácil saber qué tipo de protocolo funcionan las comunicaciones de nuestro coche”. (Dani, 2013)*

- ISO 9141-2 en vehículos Europeos, Asiáticos y Chrysler con variantes (comunicación serial)
- SAE J1850 VPW que significa Ancho de Pulso Variable (Variable Pulse Width) y lo utiliza GM USA (General Motors)
- SAE J1850 PWM que indica Modulación Ancho de Pulso (Pulse Width Modulation) utilizado por Ford USA.

#### **2.6.4. OBD III (Diagnostico a Bordo Tercera Generación)**

Un programa para minimizar el borrado entre la detección de una mal función de emisiones por el sistema OBD II y la reparación del vehículo.

Tres caminos para enviar y recibir datos:

- Lector de camino (roadside); red de estación local (local station network); satélite.
- Las ventajas serán: el conductor podrá saber cuándo hubo una mal función y podrá solicitar ayuda vía satélite, celular y le dirán la mal función que presenta y su solución.
- Este sistema podrá auto diagnosticarse desde el arranque del motor hasta el apagado del mismo.

Esta tecnología permitirá que el E.C.M. pase a modo seguro o auto calibración de componentes al suscitar la falla en memoria viva para después revisarla con el scanner.

#### **2.7. MIL (Lámpara Indicadora de mal Funcionamiento)**

Esta luz le permite al usuario saber que hay fallas en el sistema que detecta automáticamente el mal funcionamiento de (averías) de alguno de los componentes que integran el sistema de inyección electrónica, se

encuentra ubicado en el panel de instrumentos o también conocido como check engine observar gráfico 20.



**Gráfico 20. Lámpara (MIL)**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

### 2.7.1. Accesos a códigos de falla

*“La ECM incluye un sistema de autodiagnóstico que le permite alertar al conductor en caso de anomalía, estos códigos de avería se almacenan en la memoria RAM. Comunicándose con el usuario a través de la luz MIL (CHECK ENGINE)”. (Arellano, 2016)*

Son las alertas de fallas eléctricas del motor que rigieron hasta el año 1995, cada fabricante tenían cada uno sus propios códigos de fallas DTC, se podían obtener con un escáner o con un puente en el conector de diagnóstico DLC.

**Tabla 2.**

#### **Códigos de falla OBD I Chevrolet Corsa Wind**

<b>Código</b>	<b>Falla</b>
<b>12</b>	Siempre es mostrado y significa que el sistema está bien.
<b>13 ,44 y 45</b>	Revisar el circuito eléctrico de la sonda Lambda EGO.
<b>14 y 15</b>	Revisar el circuito eléctrico del sensor de temperatura del agua ECT
<b>19 y 85</b>	Revisar el circuito eléctrico del sensor de rotación CKP
<b>21 y 22</b>	Revisar el circuito del sensor de posición de la mariposa del acelerador TPS.
<b>25 y 81</b>	Revisar el circuito eléctrica del inyector
<b>29 y 32</b>	Revisar el circuito eléctrica de la bomba de combustible
<b>33 y 34</b>	Revisar el circuito del sensor de presión absoluta MAP.
<b>35</b>	Revisar el circuito eléctrico del motor de pasos IAC
<b>41 ,42, 63 y 64</b>	Revisar el circuito eléctrico del sistema de ignición DIS.
<b>49</b>	Batería con voltaje alto
<b>51 y 55</b>	Falla de la ECM
<b>69 y 71</b>	Revisar el circuito eléctrico del sensor de temperatura de aire IAT

**Fuente:** (Rueda, 2005)

## **2.8. Sensores del sistema de inyección electrónica M.P.F.I.**

En el sistema de inyección electrónica se encontraran dispositivos (sensores) mecánicos, eléctricos, electrónicos que detectan una magnitud y las transforman en energía eléctrica para una correcta operatividad del motor.

### **2.8.1. Condiciones de funcionamiento**

Los sensores se hallan en puntos particularmente expuestos del vehículo. Están sometidos por tanto a cargas extremas y han de resistir toda clase de esfuerzos:

- Mecánicos (vibraciones, golpes)
- Climáticos (temperatura, humedad)
- Químicos (salpicaduras de agua, niebla salina, combustible, aceite motor, acido de batería)
- Electromagnéticos (irradiaciones, impulsos parásitos procedentes de cables, sobretensiones, inversión de polaridad).

### **2.8.2. Tipos de sensores**

#### **A. Medidores de voltaje**

Estos sensores no pueden generar voltaje, solo pueden modificarlo, existiendo algunas variedades:

**Potenciómetros:** Varían de acuerdo a la posición del elemento.

- Sensor TPS
- Sensor LF
- Sensor APP



**Termistores:** Varían el valor de resistencia de acuerdo a las condiciones térmicas a las que se encuentre sometido, la mayoría de estos sensores son de tipo NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura).

- Sensor EOT
- Sensor CHT
- Sensor IAT
- Sensor ECT

## B. Generadores

Son aquellos sensores que por diferentes medios, generan una señal de voltaje, existiendo algunas variedades:

**Piezoeléctricos:** Desarrollan un voltaje a través de sus superficies cuando se le aplica una presión.

- Sensor MAP
- Sensor MAF

**Bobina captadora:** Son aquellos que están hechos de un imán y una bobina variable, que generan voltaje de acuerdo a la posición del elemento captando impulsos magnéticos.

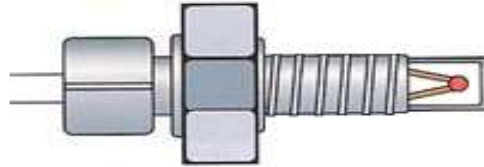
- Sensor CKP
- Sensor CMP

**Electroquímicos:** Son aquellos que su señal es generada de acuerdo a una cantidad determinada de oxígeno.

- Sensor EGO
- Sensor HEGO

### 2.8.3. Sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 M.P.F.I.

#### A. Sensor de Temperatura de Aire de Admisión (IAT)



**Gráfico 21. Sensor (IAT)**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

El sensor de temperatura de admisión (IAT) es un elemento eléctrico de tipo termistor NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura) es decir su resistencia cambia en función al cambio de temperatura la resistencia del sensor varía inversamente proporcional a la temperatura, es decir, mientras sube la temperatura baja la resistencia y el voltaje que recibe la computadora; y viceversa esta señal la registra un circuito divisor de voltaje al ECM con valores entre 0,5 y 4,5V.

*Su función es determinar la masa de aire medida para que la ECM decida el valor exacto de combustible que deba ser inyectado, para que la mezcla sea en condiciones normales de funcionamiento del motor. (Bernal, 2012, pág. 61)*

Posee dos terminales eléctricos un positivo que lleva la señal al ECM y recibe la señal de voltaje variable, el terminal negativo hace masa en la ECM. Se encuentra ubicado en el colector de admisión de aire.

Valor referencial de operación del sensor (IAT)

$$V_{ref} = 5v$$

$$V_s = (0,5 - 4,5)v$$

$$V_m = (30 - 80)mV$$

$$DTC_L = 0V$$

$$DTC_H = 5V$$

Tabla 3.

**Valores del sensor (IAT)**

Temperatura (°C)	0	20	30	40 a 50	60
Voltaje (vts)	4,80	3,20	2,50	2,00 a 1,50	1,30

Fuente: (Rueda, 2005)



Intervalo de temperatura del motor con temperatura de operación.

**B. Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)****Gráfico 22. Sensor (MAP)**

Fuente: (Rueda, 2005)

*El estudio de (Rueda, 2005) menciona que el sensor (MAP) es un elemento eléctrico de tipo Piezoeléctrico es decir mide las variaciones de presión en el colector de admisión, que resulta de la variación de carga y rotación del motor, y convierte este valor en salida de voltaje. La condición de la mariposa del acelerador cerrada, resultante de una desaceleración del motor, genera una salida relativamente baja en el sensor MAP, la condición de la mariposa del acelerador abierta genera una salida alta.*

El valor del sensor MAP es opuesta al valor medido en un medidor de vacío, cuando la presión en el colector es alta, el vacío es bajo. El sensor de presión absoluta en el colector MAP también se utiliza para medir la presión barométrica en ciertas condiciones, lo cual permite al ECM efectuar automáticamente las compensaciones en diversas altitudes.

El ECM envía una señal de referencia de 5 voltios 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 de monitoreo del voltaje de salida del sensor, la ECU es informada de la presión del colector.

Un valor más elevado de presión, bajo vacío (alto voltaje) requiere mayor cantidad de combustible, mientras que una presión más baja, vacío alto (bajo voltaje) requiere menor cantidad de combustible.

En marcha mínima, con el motor caliente, la señal enviada por el sensor MAP debe estar aproximadamente entre 0,8 y 1,8 voltios (DC) a nivel del mar. Su función es establecer la dosificación de combustible y establecer el avance del encendido.

Posee tres terminales eléctricos un positivo (voltaje de referencia) procedente de la ECM 5 voltios, terminal de señal de información con voltaje variable a la ECM y el terminal de masa al ECM

Se encuentra ubicado en el colector de admisión de aire.

Valor referencial del sensor (MAP)

$$V_{ref} = 5v$$

$$V_s = (0,5 - 4,5)V \text{ Analógico}$$

$$V_s = (0 - 5)V \text{ Digital}$$

#### Tabla 4.

##### Valores del sensor (MAP) al nivel del mar

Vacío	0	100	200	300	400	500	600
Voltaje	4,80	4,10	3,40	2,70	2,00	1,20	0,60

Fuente: (Rueda, 2005)



Valores operacionales en marcha mínima con el motor con temperatura de operación.

### C. Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)



**Gráfico 23. Sensor (TPS)**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

*Según (Rueda, 2005) describe el sensor (TPS) como un elemento eléctrico de tipo potenciómetro es decir informa al ECM los movimientos rápidos de la mariposa de aceleración y desaceleración. Al fallar el sensor TPS, el ECM no es capaz de ajustar la mezcla aire / combustible con rapidez, lo que da como resultado un giro incorrecto del motor en ralentí.*

Cuando la mariposa de aceleración está 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 4.8 voltios en la condición totalmente abierta (100 % de abertura del TPS). Su función informar al ECM la posición de la mariposa de aceleración calculando el pulso del inyector, la curva de avance de encendido y el funcionamiento del sistema de control de emisiones.

Posee tres terminales eléctricos un terminal de alimentación (voltaje de referencia) de 5 voltios un terminal de masa al ECM y terminal de voltaje variable (voltaje de señal al ECM) Se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración.

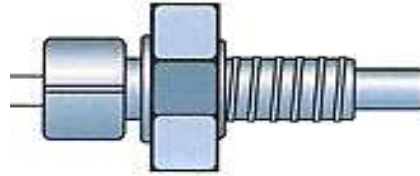
Valor referencial del sensor (TPS)

$$V_{ref} = 5v$$

$$V_s = (0,5 - 4,5)v$$

$$V_m = (30 - 80)mV$$

#### D. Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT)



**Gráfico 24. Sensor (ECT)**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

El estudio de (Rueda, 2005) afirma que:

*El sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT) es un elemento eléctrico de tipo termistor NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura) es decir que a baja temperatura del líquido da como resultado una resistencia alta (100000 ohmios a 40 °C) y en alta temperatura del líquido produce baja resistencia (70 ohmios a 130°C).*

La ECM suministra una señal de 5 voltios al sensor de temperatura del líquido refrigerante a través de una resistencia del ECM y mide el voltaje. El voltaje es alto cuando el motor está frío y es bajo cuando el motor está caliente; la temperatura del líquido refrigerante afecta la mayor parte de los sistemas controlados por el ECM.

Cuando el ECM detecta una falla, graba el código de defecto correspondiente en la memoria, acciona el ventilador y asume los siguientes valores de temperatura del motor:

0°C: En el encendido

80°C: Después de 8 minutos de funcionamiento del motor.

Estos valores son corregidos en función de la temperatura del aire admitido, cuando la falla es detectada con el motor funcionando, la ECU pasa a considerar el último valor de la temperatura del líquido refrigerante.

Su función es activar y desactivar el ventilador del radiador. Posee dos terminales eléctricos un terminal de comportamiento NTC y el terminal positivo lleva la señal al ECM y este recibe la señal de voltaje variable y este recibe la señal de voltaje variable, se encuentra ubicado en la culata del motor.

Valor referencial del sensor (ECT)

$$V_{ref} = 5v$$

$$V_s = (0,5 - 4,5)v$$

$$V_m = (30 - 80)mV$$

$$DTC_L = 0V$$

$$DTC_H = 5V$$

**Tabla 5.**

**Valores del sensor (ECT)**

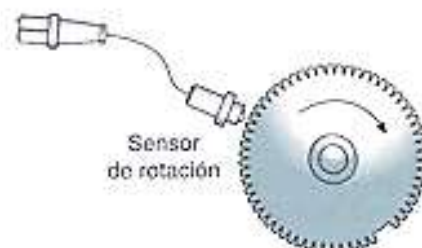
Temperatura (C)	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Voltaje (vts)	2,40	1,80	1,40	1,00	3,20	2,80	2,40	2,00	1,85

Fuente: (Rueda, 2005)



Accionamiento del ventilador

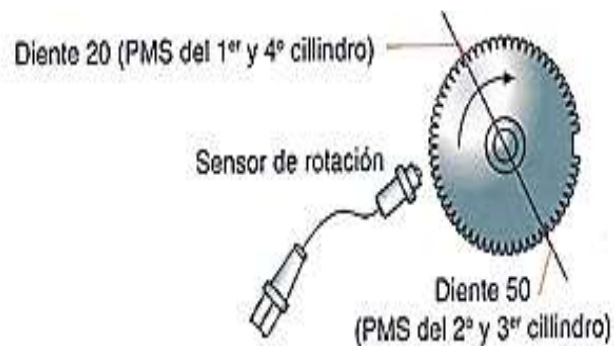
**E. Sensor de Rotación del Cigüeñal (CKP)**



**Gráfico 25. Sensor (CKP)**

Fuente: (Rueda, 2005)

(Rueda, 2005) Expone que el sensor de rotación posee una referencia alta y una referencia baja directas con la ECU, el cable posee una malla de blindaje con la tierra (masa) en la ECU, para limitar las interferencias. En el árbol de levas hay una rueda reluctora dentada de 58 dientes, con un espacio vacío donde faltan dos dientes. El sensor de rotación presenta una posición de referencia muy exacta para el control del encendido de la ECU, para el punto de liberación de combustible. En la rueda dentada el vigésimo (20) diente indica el punto muerto superior (PMS). El sensor consiste en un colector de reluctancia variable que produce voltaje AC.



**Gráfico 26. Ubicación del (PMS)**

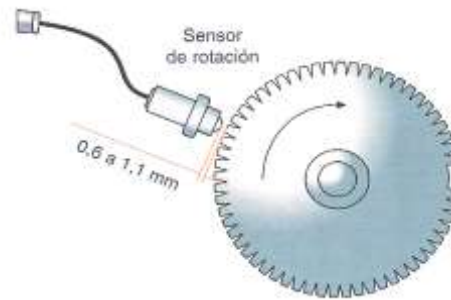
**Fuente:** (Rueda, 2005)

Se relaciona con la rotación del motor 200 milivoltios (AC) cuando la rotación del motor está por debajo de 60 rpm y 120 voltios (AC) cuando la rotación del motor está sobre las 6.000.

Es semejante a una onda sinusoidal, en el vacío de los dientes faltantes hay picos de adelantamiento alto y bajo. La ECU transforma la señal del sensor de rotación en una onda rectangular, la cual se utiliza para el punto de encendido y punto de liberación de combustible.

La distancia del sensor CKP debe estar entre 0.6 y 1.1mm. El centro del sensor debe estar en paralelo con el centro del diente de la rueda reluctora.





**Gráfico 27. Distancia del (CKP)**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

#### **F. Sensor de Oxígeno (EGO)**



**Gráfico 28. Sensor (EGO)**

**Fuente:** (Rueda, 2005)

*El sensor de oxígeno determina el tipo de mezcla estequiométrica según (Rueda, 2005) (EGO) es un elemento eléctrico de tipo electroquímico es decir informa a la ECM las variaciones en la concentración de oxígeno en los gases de escape. Permite a la ECM hacer las correcciones en la mezcla de aire – combustible, manteniendo la ideal. La sonda Lambda comienza actuar cuando alcanza una temperatura de trabajo de 360°C.*

La sonda Lambda o sensor de oxígeno consiste en un elemento de circonio colocado entre dos placas de platino, al entrar en contacto con el oxígeno el circonio se hace conductor eléctrico (electrolito); en las placas de platino ocurre una reacción química, que hace que haya formación de iones de oxígeno en las placas.

Al detectar una falla en el circuito de la sonda Lambda, el ECM deja de considerar la señal de la sonda y asume un voltaje fijo de 0,450 voltios (mezcla estequiometrica) como señal.

Su función es de emitir una señal eléctrica para que el ECM pueda variar la cantidad de combustible inyectado, garantizando una mezcla aire / combustible ideal. Posee un terminal eléctrico que es alimentada por la ECM con un voltaje de referencia de aproximadamente 0,450 voltios. Se encuentra ubicado en el colector de escape.

Valor referencial del sensor (EGO)

$$V_{ref} = 5v$$

$$V_s = (0,5 - 4,5)v$$

$$V_m = (30 - 80)mV$$

## CAPÍTULO III

### 3. CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DEL VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND M.P.F.I.

#### 3.1. Generalidades

La construcción del banco de pruebas de sensores correspondiente al vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 MPFI, permite analizar el funcionamiento y comportamiento de cada uno de los elementos (sensores) usando instrumentos de medición para el diagnóstico correcto y así poder solventar fallas dentro del sistema de inyección electrónica.

El Módulo de Control Electrónico (ECM) que fue escogido para la construcción del banco de pruebas es del automóvil Chevrolet Corsa Wind 1.6 modelo 2002 con un sistema de inyección multipunto. El banco de pruebas consta de un tablero donde esta distribuidos los sensores, cada socket consta de salida a conectores jacks lo que permite y facilita un mejor estudio.

#### 3.2. Adquisición de elementos

Para la construcción del banco de pruebas de sensores se realizó una investigación de campo para obtener un listado definitivo de los elementos utilizados.

**Tabla 6.**

#### **Elementos (eléctricos, electrónicos y mecánicos)**

<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>
01	Módulo de control Electrónico(ECM)
01	Arnés de cableado para el (ECM)
01	Fusiblera

**CONTINÚA** →

01	Switch de encendido
01	Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)
01	Manguera de admisión de aire
01	Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)
01	Sensor de posición de la mariposa (TPS)
01	Cuerpo de Aceleración
01	Sensor de Temperatura del motor (ECT)
01	Calentador de agua (110v)
01	Contenedor para refrigerante
01	Sensor de Rotación (CKP)
01	Rueda reluctora
01	Motor eléctrico (110v)
01	Sensor de oxígeno (EGO)
20	Jacks
01	Bomba manual de vacío (Vacuometro)
01	Batería (12v)
01	Extensión
01	Secadora
03	Switch

### 3.3. Construcción del bastidor

#### 3.3.1. Elaboración del bastidor

Para la construcción del bastidor se utilizó tubo estructural rectangular con dimensiones  $\frac{3}{4} \times 1.5$ . Con el material obtenido se procedió a cortar y a ensamblar para ello se aplicó el proceso de soldadura MIG (Metal Inerte Gas) que es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible.



**Gráfico 29. Construcción del bastidor - ensamble**

### 3.4. Pintura

Se realizó una pulida en los puntos de ensamble con la finalidad de remover el grosor de la soldadura. El tipo de pintura utilizada fue Negro Mate de alta durabilidad y anticorrosión



**Gráfico 30. Proceso de Pintura**

### 3.5. Ubicación de los elementos (sensores)

Una vez cortado el tablero de pruebas se procedió a dividir los espacios para ubicar el ECM y todos los elementos (sensores).



**Gráfico 31. Ubicación de elementos**

### 3.5.1. Ubicación del ECM

El módulo de control electrónico está ubicado en la parte superior central firmemente sujeta al tablero con dos láminas de acero inoxidable, cada extremo esta perforado para asegurarlo con cuatro pernos, el ECM es el elemento principal y fundamental para el funcionamiento del sistema de inyección electrónica, ya que este procesara las señales que envían los sensores.

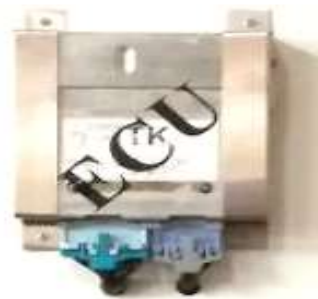


Gráfico 32. E.C.M.

### 3.5.2. Ubicación del sensor (IAT)

El sensor de temperatura de aire de admisión está ubicado en la parte superior izquierda, situada en el conducto de admisión de aire y sellada con silicona fría en la parte posterior del tablero, se colocó una secadora con un switch en la parte lateral superior, su función es enviar aire a temperatura variable para realizar el estudio y comportamiento del sensor (IAT), además tiene dos jacks los cuales facilitan las diferentes mediciones del sensor.



Gráfico 33. Sensor (IAT)

### 3.5.3. Ubicación del sensor (MAP)

El sensor de presión absoluta del múltiple está ubicado en la parte izquierda, sujeta con dos pernos que permite fijar el sensor, además disponen de tres jacks lo cual permite realizar diferentes mediciones, usando una bomba de vacío manual.



Gráfico 34. Sensor (MAP)

### 3.5.4. Ubicación del sensor (TPS)

El sensor de posición de la mariposa está ubicado en el cuerpo del acelerador sobre el eje de la mariposa de aceleración, el sensor está directamente conectada al módulo de control electrónico, sujeta con cuatro pernos en cada extremo, además disponen de tres jacks lo cual permite realizar diferentes mediciones.



Gráfico 35. Sensor (TPS)

### 3.5.5. Ubicación del sensor (ECT)

El sensor de temperatura del refrigerante del motor está ubicado en la parte izquierda del tablero, el contenedor del refrigerante está construida de acero inoxidable con medidas 8x10x8cm dentro del contenedor esta una resistencia que permite calentar el refrigerante, para su activación hay un switch en la parte lateral izquierda, se realizó una perforación del contenedor para ubicar el sensor y además posee dos jacks para realizar diferentes mediciones.

SENSOR DE TEMPERATURA  
DEL  
REFRIGERANTE



Gráfico 36. Sensor (ECT)

### 3.5.6. Ubicación del sensor (CKP)

El sensor de posición del cigüeñal está ubicado en la parte inferior izquierda del tablero, para que genere una señal se instaló una rueda fónica o rueda dentada acoplada a un motor eléctrico en su eje, para la activación del motor posee un switch en la parte lateral izquierda además dispone tres jacks para realizar diferentes mediciones.



Gráfico 37. Sensor (CKP)



### 3.5.7. Ubicación del sensor (EGO)

El sensor de oxígeno está instalado en la parte inferior izquierda y montada un tubo que simula el escape, además posee un jack para realizar mediciones.

#### SENSOR DE OXÍGENO



Gráfico 38. Sensor (EGO)

### 3.6. Instalación del sistema de inyección electrónica

Una vez colocado los elementos (sensores) y el ECM se procedió a realizar la instalación basando en diagramas eléctricos.



Gráfico 39. Instalación eléctrica (sensores)

### 3.7. Puesta a punto del banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.

Para la puesta a punto del banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind, hay que reconocer cada uno de sus componentes y su función para que de esta manera se pueda desarrollar la inspección y/o funcionamiento del banco de pruebas de sensores.

### 3.8. Banco de pruebas de sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.

El banco de pruebas de sensores se construyó para el mejor desenvolvimiento del técnico en el ámbito de la electrónica automotriz utilizando equipos como: scanner automotriz, bomba de vacío manual y multímetro.



Gráfico 40. Banco de pruebas (sensores)

### 3.9. Especificaciones del módulo de control electrónico (ECM)

Se detalló de forma clara todas las características del Módulo de control electrónico del vehículo Chevrolet Corsa Wind para realizar una instalación segura del sistema de inyección electrónica de combustible.



Gráfico 41. (ECM) Corsa Wind 1.6

Tabla 7.

#### Especificaciones del ECM

Denominación	ECM (Modulo de Control Electrónico)
Fabricante	Delco
Serie	09382809TK
Cilindrada	1598 cc
Numero de cilindros	4 en línea
Orden de encendido	1-4,2-3
Potencia máxima	6000 rpm
Según el lugar donde inyecta	Inyección indirecta
Según el número de inyectores	Multipunto
Según el número de inyecciones	Secuencial
Voltaje de alimentación de la batería	12 voltios DC
Voltaje de envió hacia: Sensores	5 voltios DC Max.
Número de pines conector 1	Línea A: 12 Línea B: 12
Número de pines conector 2	Línea C: 16 Línea D: 16

### 3.9.1. Calibre del cable usado para la instalación eléctrica

El calibre de un cable, se define como el grosor con que cuenta el material metálico, unificado a algunas otras características eléctricas especiales que definen una mayor o menor capacidad de permitir el paso de la corriente, está basado en la clasificación procedente de Estados Unidos de América denominada AWG "American Wire Gauge".

**Tabla 8.**

#### **Calibre de alambres para instalación del ECM**

Sección AWG	Calibre de alambres en mm <sup>2</sup>	Corriente nominal fusible del cable puente en A
<b>22</b>	0,35	3
<b>20</b>	0,5	5
<b>18</b>	0,75	7,5
<b>18</b>	1	10
<b>16</b>	1,5	15
<b>14</b>	2,5	25
<b>12</b>	4	30

### 3.10. Diagrama eléctrico del vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 M.P.F.I.

Es una representación gráfica con relación entre los diferentes componentes del sistema eléctrico, permitiendo ubicar los elementos dentro del circuito.

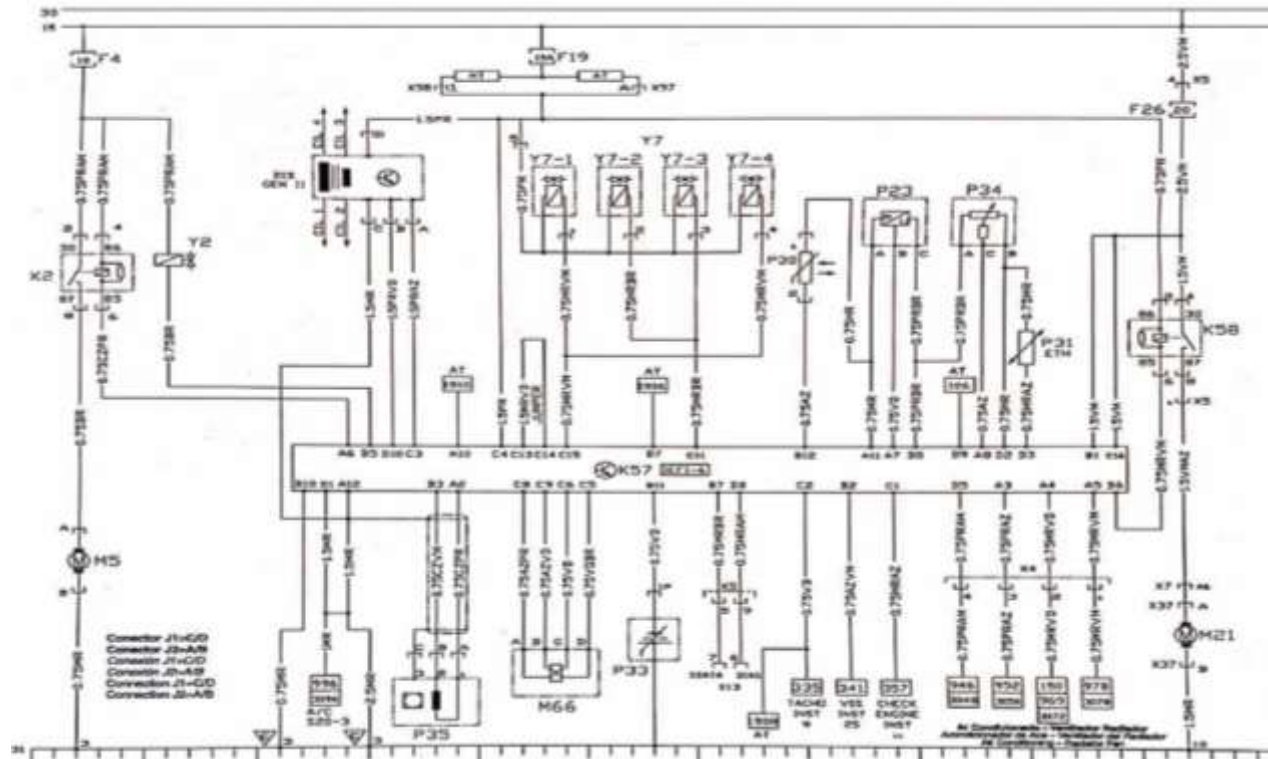
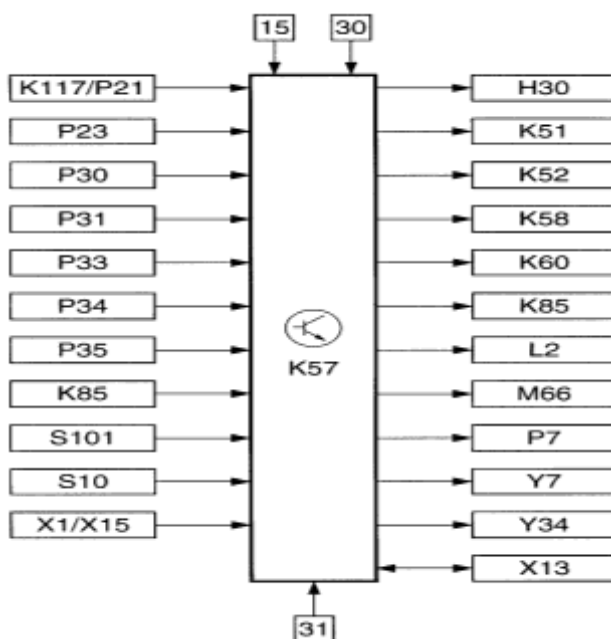


Gráfico 42. Diagrama eléctrico Vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.6 M.P.F.I.

### 3.10.1. Diagrama de flujo de conexión de los componentes (sensores) del vehículo Chevrolet Corsa Wind

Este diagrama es una representación gráfica de un proceso de conexión, está representado por símbolos diferente que contiene una breve descripción del proceso, los diagramas de flujo de conexión están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de entrada y salida del proceso de cada uno de los componentes del sistema de inyección electrónica.



**Gráfico 43. Diagrama de flujo de conexión**

**Tabla 9.**

#### Legenda de instalación del diagrama de flujo del ECM

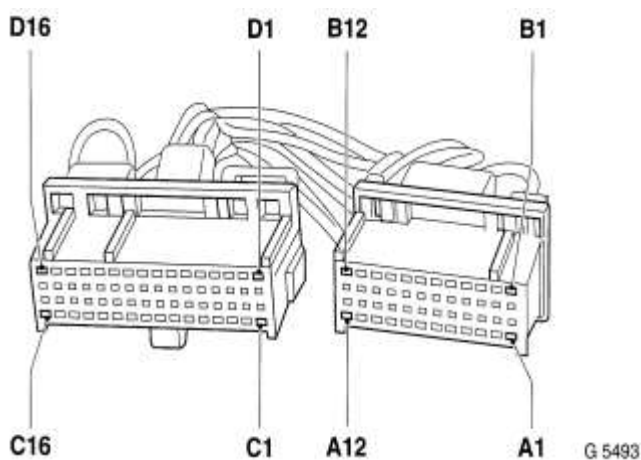
Ord.	Leyenda	Ord.	Leyenda
15	Encendido (terminal 15)	P7	Cuentarrevoluciones
30	Tensión de sistema (terminal 30)	P23	Sensor de presión absoluta del colector de admisión
31	Masa (terminal 31)	P30	Sensor de temperatura del refrigerante
H30	Testigo luminoso del motor	P31	Sensor de temperatura de aire de admisión
K51	Relé del ventilador del radiador	P33	Sonda Lambda
K52	Relé del ventilador del radiador	P34	Potenciómetro de la mariposa
K57	Módulo Multec	P35	Generador de impulsos del cigüeñal
K58	Relé de la bomba de combustible	S10	Conjunto de interruptores del cambio automático

**CONTINÚA** →

<b>K60</b>	Relé del compresor del aire acondicionado	<b>S101</b>	Interruptor del aire acondicionado
<b>K85</b>	Módulo del cambio automático	<b>X1</b> <b>X15</b>	Conector octanaje Conector octanaje
<b>K117</b> <b>21</b>	Módulo del inmovilizador o Sensor de recorrido	<b>X13</b>	Enlace de diagnóstico
<b>L2</b>	Bobina de encendido	<b>Y7</b>	Inyectores de combustible
<b>M66</b>	Servomotor del ralentí	<b>Y34</b>	Válvula de purga del depósito de combustible

### 3.10.2. Identificación de los bornes del enchufe del módulo de control electrónico.

Los conectores del vehículo Chevrolet Corsa Wind están distribuidos en dos sockets respectivamente para sensores y actuadores, uno de 32 pines y otro de 24 pines con numeración alfanumérica al inicio y al final de cada conector como se indica en la gráfica.



**Gráfico 44. Bornes de enchufe del E.C.M.**

**Fuente:** (Verdaguer, 2004)

### 3.11. Designación de colores de conexión

Indica el color de cables que será utilizado para la instalación eléctrica del sistema de inyección electrónica, permitiendo la facilidad y comprensión

de las nomenclaturas de los colores que están asignados para cada elemento dentro del diagrama eléctrico.

**Tabla 10.**  
**Designación de colores**

Nominativo	Color
VI	Violeta
MR	Marrón
VD	Verde
CZ	Gris
VR	Blanco
AZ	Azul
PR	Negro
AM	Amarillo
VM	Rojo

### 3.12. Descripción de los pines del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.

En la siguiente tabla se explica de manera detallada y ordenada los pines del conector A, los que son instalados con sus respectivos elementos y color de cable.

**Tabla 11.**  
**Conectores Pin A**

Terminal	Descripción	Color de cable
A1	.....	.....
A2	Señal del sensor de rotación	CZ / PR
A3	Control del relé de corte del aire acondicionado	PR / AZ
A4	Control del relé del ventilador de baja velocidad	MR / VD
A5	Control del relé del ventilador de alta velocidad	MR / VM
A6	.....	.....
A7	Línea del sensor de presión absoluta	VD
A8	Señal del sensor de la posición de aceleración	AZ
A9	.....	.....
A10	.....	.....
A11	Masa de los sensores ECT y MAP	MR
A12	Masa de la unidad de mando	MR

En la siguiente tabla se expone de manera puntualizada y concretada los pines del conector B, mismos que son instalados con sus respectivos elementos y color de cable.



**Tabla 12.****Conectores Pin B**

Terminal	Descripción	Color de cable
<b>B1</b>	Alimentación del ECM de batería, de la línea 30	VM
<b>B2</b>	Sensor de Velocidad	AZ / VM
<b>B3</b>	Señal del sensor de rotación	CZ / VM
<b>B4</b>	.....	.....
<b>B5</b>	.....	.....
<b>B6</b>	Control del relé de la bomba de combustible	MR / VM
<b>B7</b>	Comunicación línea de la J-Terminal ALDL	MR / BR
<b>B8</b>	Tensión de referencia, TPS, MAP	PR / BR
<b>B9</b>	.....	.....
<b>B10</b>	Masa de la unidad de mando	MR
<b>B11</b>	Señal del sensor lambda EGO	MR
<b>B12</b>	Señal del sensor de temperatura del motor (ECT)	AZ

En la siguiente tabla se muestra de forma detallada y ordenada los pines del conector C, mismos que son instalados con sus respectivos elementos y color de cable.

**Tabla 13.****Conectores Pin C**

Terminal	Descripción	Color de cable
<b>C1</b>	Advertencia lámpara de control	MR / AZ
<b>C2</b>	Señal de rotación para el tacómetro	VD
<b>C3</b>	Señal para el control de la bobina de encendido DIS.	PR / AZ
<b>C4</b>	Alimentación del ECM a línea 15	PR
<b>C5</b>	Control de motor paso a paso	VD / BR
<b>C6</b>	Control de motor paso a paso	VD
<b>C7</b>	.....	.....
<b>C8</b>	Control de motor paso a paso	AZ / PR
<b>C9</b>	Control de motor paso a paso	AZ / VD
<b>C10</b>	.....	.....
<b>C11</b>	Control de los inyectores 2 y 3	MR / BR
<b>C12</b>	.....	.....
<b>C13</b>	Inmovilizador (puente C14)	MR / VD
<b>C14</b>	Inmovilizador (puente C13)	MR / VD
<b>C15</b>	Control de los inyectores 1 y 4	MR / VM
<b>C16</b>	Alimentación del ECM de batería, de la línea 30	VM

En la siguiente tabla se muestra de manera detallada y concretada los pines del conector D, mismos que son instalados con sus respectivos elementos y color de cable.

**Tabla 14.****Conectores Pin D**

Terminal	Descripción	Color de cable
D1	Masa de la unidad de mando ECM	MR
D2	Masa del TPS y ECT (IAT)	MR
D3	Señal del sensor de temperatura del aire	MR / AZ
D4	.....	.....
D5	Solicitud de señal de aire acondicionado	PR / AM
D6	.....	.....
D7	.....	.....
D8	Solicitud de diagnóstico ALDL Terminal B	MR / AM
D9	.....	.....
D10	Señal de control de la bobina (cil. 1 y 4)	MR
D11	Señal del conector de octanaje	MR / AZ
D12	.....	.....
D16	.....	.....

### 3.13. Mediciones y gráficos de los sensores del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.

Es un proceso que permite determinar valores mediante instrumentos y formulas previa un resultado dentro de los parámetros escogidos por cada sensor y la representación gráfica dada por líneas resultado de las mediciones.

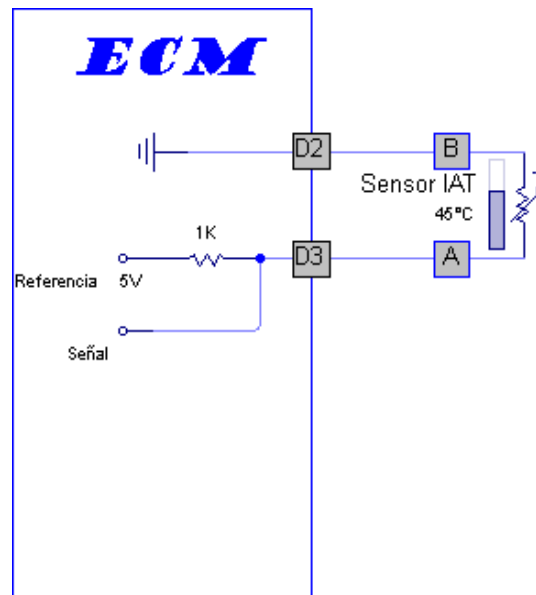
#### 3.13.1. Sensor de Temperatura de Aire de Admisión (IAT)

Es un resistor variable con temperatura de tipo NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura), es decir que a medida que la temperatura se eleva la resistencia y el voltaje baja. El sensor IAT posee dos cables, la salida A que corresponde al pin D3 y la salida B que corresponde al pin D2.

**Gráfico 45. Sensor (IAT)**

### A. Diagrama de conexión del sensor (IAT)

El siguiente gráfico describe la conexión del sensor (IAT), el conector A del sensor está conectado al pin D3 del borne de enchufe del E.C.M. siendo este la señal, el conector B conectado al pin D2 esta es la masa del (IAT).



**Gráfico 46. Diagrama sensor (IAT)**

### B. Número y color de los cables

De este sensor se realizó un recableado por lo que los colores originales no se encontraran en el banco de pruebas.

**Tabla 15.**

**Número y color de cables**

Conector	Pin #	Color Original	Color Reemplazado	Descripción
B	D2	MR	MR/BR	Masa
A	D3	MR/AZ	PR/BR	Señal

### C. Rango de medición de voltaje

Las condiciones de operación del motor oscila entre una temperatura de 40 a 50 °C.

Tabla 16.

**Valor medido Temperatura (°C) vs Voltaje (V)**

Condiciones de operación	Voltaje	Temperatura(°C)
Motor en marcha (aire frio)	2.51V	17°C
Motor en marcha (aire caliente)	1,40 V	50°C

**D. Rango de medición de resistencia**

Tabla 17.

**Valor medido Temperatura (°C) vs Resistencia (kΩ)**

Temperatura (°C)	17°C	50°C
Resistencia(KΩ)	3.99 KΩ	1,5 KΩ

**E. Curvas del osciloscopio**

Para obtener la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin D3 correspondiente a la señal del sensor.

La curva que se alcanzó por medio del osciloscopio G-SCAN II, es la siguiente:

**Gráfico 47. Curva del sensor (IAT)**

En la gráfica de la curva del sensor (IAT) podemos darnos cuenta que en arranque en frío a 17°C el voltaje es 2,46 V a medida que la temperatura de aire de admisión aumenta, el voltaje disminuye entre (2.00 – 1.40) V a una temperatura de operación del motor a 50 °C.

#### **F. Fallas del sensor (IAT)**

Síntomas cuando el sensor (IAT) falla, provoca lo siguiente:

- Encendido pobre
- Se enciende la luz del CHECK ENGINE
- Titubeo del motor
- Fuerte olor a gasolina en el escape
- Bajo rendimiento
- Incremento de emisiones contaminantes

#### **3.13.2. Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)**

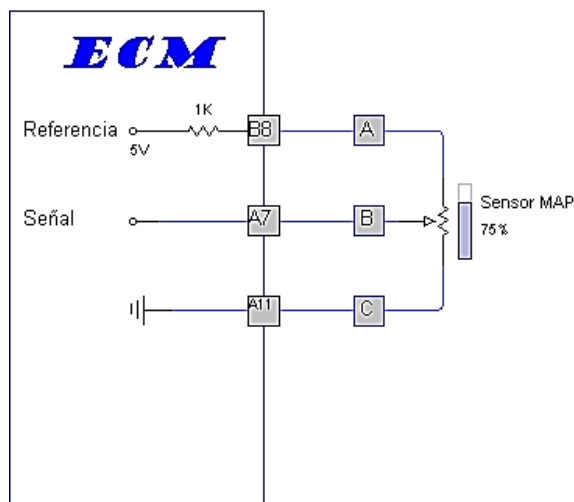
Es un elemento eléctrico de tipo piezoeléctrico es decir mide las variaciones de presión en el colector de admisión, resultante de la variación de carga y rotación del motor. El sensor MAP posee tres cables, la salida A que corresponde al pin B8, la salida B que corresponde al pin A7 y la salida C que corresponde al pin A11.



**Gráfico 48. Sensor (MAP)**

### A. Diagrama de conexión del sensor (MAP)

El sensor (MAP) posee tres cables conectados directamente al E.C.M. el conector A acoplado al pin B8 correspondiente al voltaje de referencia, el conector B conexo al A7 siendo la señal y el conector C relacionado al pin A11siendo la masa.



**Gráfico 49. Diagrama sensor (MAP)**

### B. Número y color de los cables

De este sensor se realizó un remplazo del color de cables originales ya que estos colores no se encuentran en el sensor.

**Tabla 18.**

**Número y color de cables**

Conector	Pin #	Color Original	Color Remplazado	Descripción
A	B8	PR/BR	MR/BR	Referencia
B	A7	VD	VD/BR	Señal
C	A11	MR	PR/BR	Masa

### C. Rango de medición de voltaje

Para realizar la medición del sensor (MAP) se usa un instrumento de medida llamado bomba manual de vacío.

Tabla 19.

**Valor medido Presión (bar) vs Voltaje(v)**

Condiciones de operación	Presión	Voltaje Señal
Ralentí	0,32 bar	1,17 V
6000 RPM	0,98 bar	4,46 V

**D. Rango de medición de resistencia**

Tabla 20.

**Medición Resistencia K $\Omega$** 

Pin	Resistencia
AB	.....
AC	1.40 K $\Omega$
BC	.....

**E. Curvas del osciloscopio**

Para conseguir la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin A7 correspondiente a la señal del sensor.

La curva que se obtuvo por medio del osciloscopio G-SCAN II, es la siguiente:

**Gráfico 50. Curva del sensor (MAP)**

En la gráfica de la curva del sensor (MAP) podemos observar que la señal se genera a presión atmosférica (0,967) atm y el voltaje es (3.37) V, este valor es el más cercano a potencia máxima, a medida que generamos la presión de vacío el voltaje disminuye entre 0,7 y 1,8 V para una presión de vacío de 0,315 atm este valor es en marcha mínima.

## F. Fallas del sensor (MAP)

Síntomas cuando el sensor (MAP) falla, provoca lo siguiente:

- Bajo rendimiento en el encendido
- Emisión de humo negro
- Posible calentamiento del convertidor catalítico
- Marcha mínima inestable
- Alto consumo de combustible
- Se enciende la luz de Check Engine.

### 3.13.3. Sensor de Posición del Acelerador (TPS)

Es un elemento eléctrico de tipo potenciómetro sujetado al eje de la mariposa de aceleración es decir indica al E.C.M. los movimientos rápidos de la mariposa de aceleración y desaceleración, el cual varia la medida del voltaje de señal. El sensor TPS posee tres cables, la salida A que corresponde al pin B8, la salida B que corresponde al pin D2 y la salida C que corresponde al pin A8.



**Gráfico 51. Sensor (TPS)**



## A. Diagrama de conexión del sensor (TPS)

El siguiente diagrama está conectado directamente al módulo de control electrónico por tres cables respectivamente, el conector del sensor y el pin de enchufe del E.C.M.

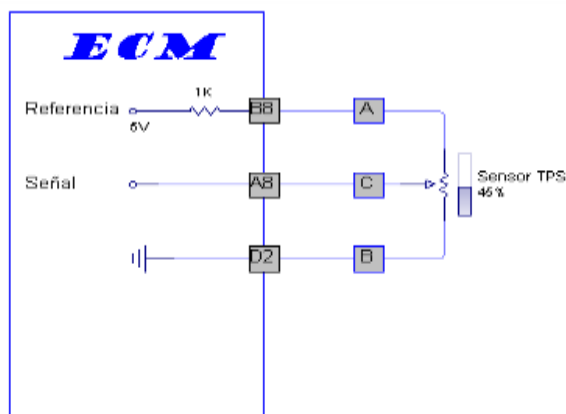


Gráfico 52 Diagrama sensor (TPS)

## B. Número y color de los cables

De este sensor se realizó un remplazo del color de cables como se muestra en la tabla.

Tabla 21.

### Número y color de cables

Conector	Pin #	Color Original	Color Reemplazado	Descripción
A	B8	PR/BR	PR/BR	Referencia
B	D2	MR	MR/BR	Masa
C	A8	AZ	AZ/BR	Señal

## C. Rango de medición de voltaje

Tabla 22.

### Medición de voltaje según la apertura del (TPS)

Condiciones de operación	% de apertura TPS	Voltaje
Motor en marcha válvula de aceleración cerrada	0%	0,30 V
Motor en marcha válvula de aceleración abierta	100%	4,49 V

## D. Rango de medición de resistencia

Tabla 23.

### Medición de la resistencia (K $\Omega$ ) del sensor (TPS)

Pin	Resistencia(K $\Omega$ )
AB	7.36 K $\Omega$
AC	8.04 K $\Omega$
CB	1.83 K $\Omega$

## E. Curvas del osciloscopio

Para obtener la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin A8 correspondiente a la señal del sensor. La curva que se consiguió por medio del osciloscopio G-SCAN II, es la siguiente:

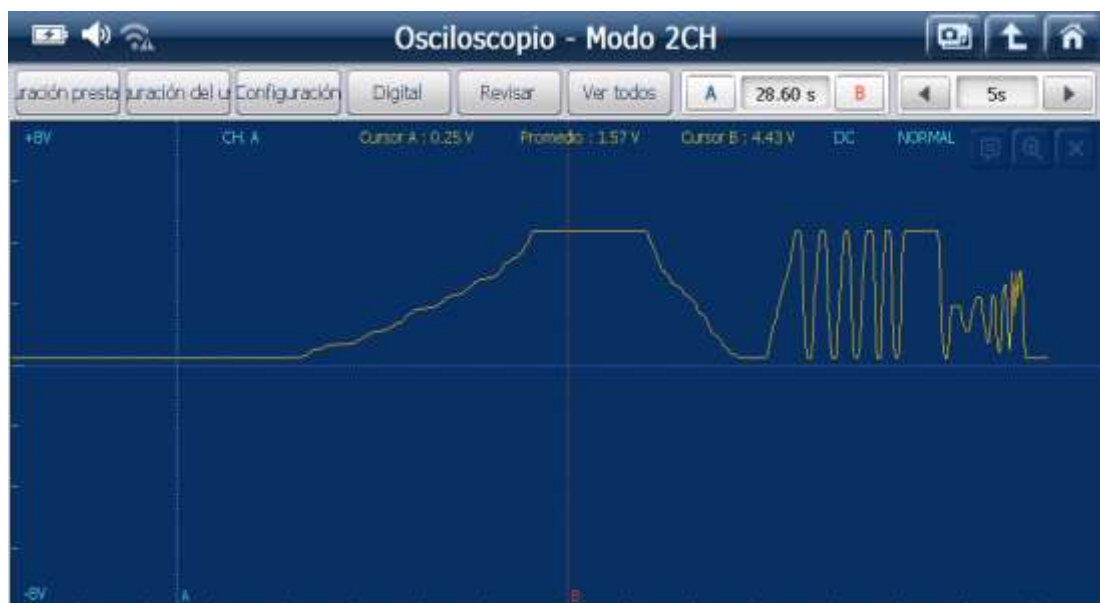


Gráfico 53. Curva del sensor TPS

En la gráfica de la curva del sensor (TPS) podemos observar que el voltaje es (0,25) V, a medida que generamos la apertura de la mariposa la curva se eleva y el voltaje varia hasta llegar a (4,43) V, lo que corresponde al 100% de apertura de la válvula de la mariposa de aceleración (la parte final de la señal son aceleración bruscas).

## F. Fallas del sensor (TPS)

Síntomas cuando el sensor (TPS) falla, provoca lo siguiente:

- El motor queda acelerado
- Produce tironeo del motor
- Se enciende la luz de Check Engine.

### 3.13.4. Sensor de Temperatura del Refrigerante del Motor (ECT)

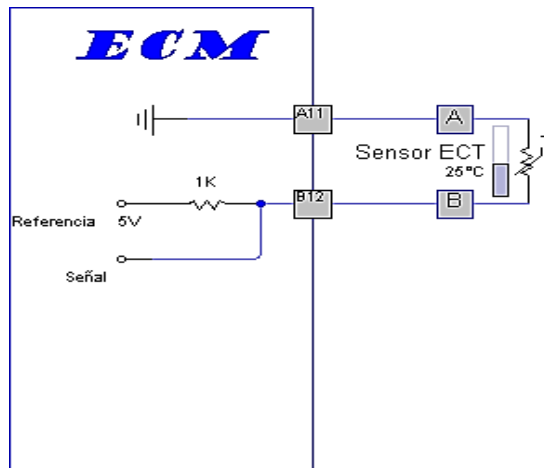
Es un elemento eléctrico de tipo termistor NTC (Coeficiente Negativo de Temperatura) es decir que a mayor temperatura del líquido da como resultado una resistencia baja. El sensor ECT posee dos cables, la salida A que corresponde al pin A11, y la salida B que corresponde al pin B12.



**Gráfico 54. Sensor (ECT)**

#### A. Diagrama de conexión del sensor (ECT)

Este sensor posee dos cables conectados al E.C.M. obteniendo su señal y masa, respetado la conexión del conector del sensor y el pin.



**Gráfico 55. Diagrama sensor (ECT)**

## B. Número y color de los cables

Los colores del cable del sensor (ECT) han sido remplazado por lo colores detallados en la tabla.

**Tabla 24.**

### Número y color de cables

Conector	Pin #	Color Original	Color Reemplazado	Descripción
A	A11	MR	PR	Masa
B	B12	AZ	PR	Referencia

## C. Rango de medición de voltaje

**Tabla 25.**

### Medición de voltaje

Condiciones de operación	Temperatura	Voltaje
Motor arranque en frío	15°C	2.54 V
Motor arranque en operación	90 °C	1.97 V

## D. Rango de medición de resistencia

**Tabla 26.**

### Medición de resistencia

Temperatura (°C)	15°C	90°C
Resistencia(KΩ)	4.18 KΩ	0.23 KΩ

## E. Curvas del osciloscopio

Para obtener la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin B12 correspondiente a la señal del sensor.

La curva que se muestra por medio del osciloscopio G-SCAN II, es la siguiente:



**Gráfico 56. Curva del sensor (ECT)**

En la gráfica de la curva del sensor (ECT) podemos notar que en arranque en frío a una temperatura de 15°C el voltaje es (2,54 V) y con una resistencia de (4.18 K $\Omega$ ), teniendo así que a temperatura de operación del motor a 90 °C el voltaje es (1.97 V) y el valor de la resistencia del sensor es (0.23 K $\Omega$ ).

## F. Fallas del sensor (ECT)

Síntomas cuando el sensor (ECT) falla, provoca lo siguiente:

- Encendido pobre con el motor frío
- Se enciende la luz del CHECK ENGINE

- Alto consumo de combustible
- Perdida de potencia.

### 3.13.5. Sensor de Posición del cigüeñal (CKP)

Es un elemento eléctrico de tipo bobina captadora, es decir cuando la rueda fónica gira frente a la bobina produce un campo magnético, pero al pasar por los dientes faltantes el campo decrece. El sensor CKP posee tres cables, la salida A que corresponde al pin A2, la salida B que corresponde al pin B3 y la salida C que corresponde al pin A12.



Gráfico 57. Sensor (CKP)

#### A. Diagrama del sensor (CKP)

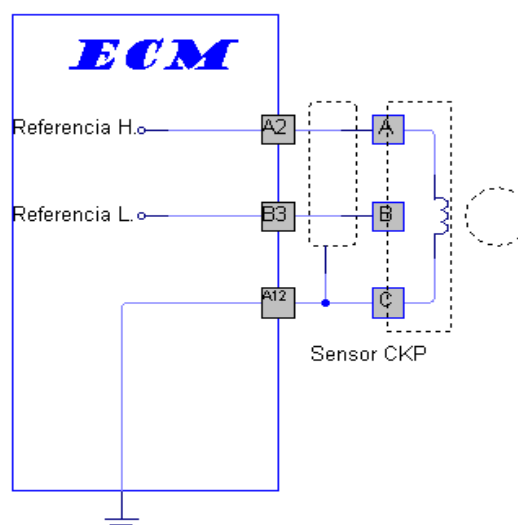


Gráfico 58. Diagrama sensor (CKP)

## B. Número y color de los cables

Para este sensor se realizó el remplazo de color de sus tres cables.

**Tabla 27.**

### Número y color de cables

Conector	Pin #	Color Original	Color Reemplazado	Descripción
A	A2	CZ/PR	PR	Referencia Alta
B	B3	CZ/VM	PR	Referencia Baja
C	A12	MR	BR	Masa

## C. Rango de medición de voltaje

**Tabla 28.**

### Medición de voltaje en función a las RPM

Condiciones de operación	Revoluciones	Valor de Señal	Frecuencia
Motor en marcha ralentí	800 rpm	0,707 V AC	13 Hz
Motor en marcha	1800 rpm	1,6 V AC	30 Hz
Motor en marcha	3000 rpm	2,651 V AC	50 Hz
Motor en marcha máxima revolución	6000 rpm	5,30 V AC	100 Hz

### C1. Cálculo de la constante inductiva del sensor CKP a 1800 RPM

Dónde:

$N$ = Revoluciones por minuto (RPM)

$V_{rms}$ = Valor medido de la corriente alterna (V)

$V_{max}$ = Valor máximo de la tensión (V)

$K$ = Constante de inductividad del CKP

$T$ = Ciclo o Periodo (ms)

$f$ = Frecuencia (Hz)

Datos:

$$N = 1800 \text{ RPM}$$

$$V_{rms} = 1,6 \text{ V AC}$$

Desarrollo:

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$V_{max} = V_{rms} * \sqrt{2}$$

$$V_{max} = 1,6V \text{ AC} * \sqrt{2} = 2,26V \text{ AC}$$

$$V_{max} = N * K$$

$$K = \frac{V_{max}}{N} = \frac{2,26 V \text{ AC}}{1800 \text{ RPM}} = 0,00125$$

$$T = \frac{60000}{N} = \frac{60000}{1800} = 33,33ms$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,033} = 30,30 \text{ Hz}$$

### Cálculos del CKP a 800 RPM

Datos:

$$N = 800 \text{ RPM}$$

$$k = 0,00125$$

Desarrollo:

$$V_{max} = N * K$$

$$V_{max} = 800 * 0,00125 = 1V \text{ AC}$$

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{1 V \text{ AC}}{\sqrt{2}} = 0,707 V \text{ AC}$$

$$T = \frac{60000}{N} = \frac{60000}{800} = 75ms$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,075} = 13,33 \text{ Hz}$$



**Cálculos del CKP a 3000 RPM**

Datos:

$$N = 3000 \text{ RPM}$$

$$k = 0,00125$$

Desarrollo:

$$V_{max} = N * K$$

$$V_{max} = 3000 * 0,00125 = 3,75 \text{ V AC}$$

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{3,75 \text{ V AC}}{\sqrt{2}} = 2,651 \text{ V AC}$$

$$T = \frac{60000}{N} = \frac{60000}{3000} = 20 \text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ Hz}$$

**Cálculos del CKP a 6000 RPM**

Datos:

$$N = 6000 \text{ RPM}$$

$$k = 0,00125$$

Desarrollo:

$$V_{max} = N * K$$

$$V_{max} = 6000 * 0,00125 = 7,5 \text{ V AC}$$

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{7,5 \text{ V AC}}{\sqrt{2}} = 5,30 \text{ V AC}$$

$$T = \frac{60000}{N} = \frac{60000}{6000} = 10 \text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ Hz}$$

## D. Rango de medición de resistencia

Tabla 29.

### Medición Resistencia K $\Omega$

Pin	Resistencia
AB	50 K $\Omega$
AC	-----
BC	-----

## E. Curvas del osciloscopio

Para obtener la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin A2 correspondiente a la señal del sensor.

La grafica muestra la curva que se consiguió es por medio del osciloscopio G-SCAN II, es la siguiente:



Gráfico 59. Curva del sensor (CKP) control de inyección

La presente grafica representa la condición normal de operación ralentí a 800RPM.

El sensor de posición (CKP) opera mediante generación de un campo magnético de la rueda fónica de 58 dientes, genera una onda senoidal en el vacío de los dos dientes faltantes hay dos puntos de pasaje alto y bajo útil

para controlar el encendido electrónico. Al aumentar las revoluciones del motor la frecuencia de la onda aumenta por lo tanto el periodo disminuye.

Su función es la de registrar la posición del cigüeñal indicando cuando se encuentra en el cilindro N°1, además toma una lectura de la aceleración y desaceleración del cigüeñal y envía esta señal al E.C.M. para que controle los siguientes parámetros como: Activar el relé de la bomba, dosificar el combustible, regular el punto de encendido y controlar la velocidad de marcha mínima.

La presente grafica representa a condición normal de operación en marcha a 1.800RPM.



**Gráfico 60. Curva del sensor (CKP) tomada del pin A**



**Gráfico 61. Curva del sensor (CKP) tomada del pin B**

## F. Fallas del sensor (CKP)

Síntomas cuando el sensor (CKP) falla, provoca lo siguiente:

- El motor no arranca
- Explosiones en el arranque
- El auto se tironea
- Puede apagar el motor espontáneamente

### 3.13.6. Sensor de Oxígeno (EGO)

Es un elemento eléctrico de tipo electroquímico es decir informa al E.C.M. las variaciones en la concentración de oxígeno en los gases de escape. El sensor EGO posee un cable, la salida A que corresponde al pin B11



Gráfico 62. Sensor (EGO)

#### A. Diagrama del sensor (EGO)

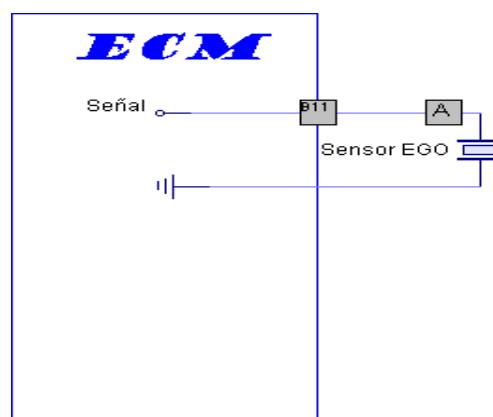


Gráfico 63. Diagrama sensor (EGO)

## B. Número y color de los cables

Tabla 30.

### Número y color de cables

Conector	Pin #	Color Original	Color Reemplazado	Descripción
A	B12	VD	PR	Señal
.....		MR		Masa

## C. Rango de medición de voltaje

Tabla 31.

### Medición de voltaje

Condiciones de operación	Voltaje	Condición
Normal	0,34 V DC	Mezcla Pobre
	0,47V DC	Mezcla Rica

## D. Curvas del osciloscopio

Para obtener la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin B12 correspondiente a la señal del sensor.

La curva que se consiguió es por medio del osciloscopio G-SCAN II, es la siguiente:

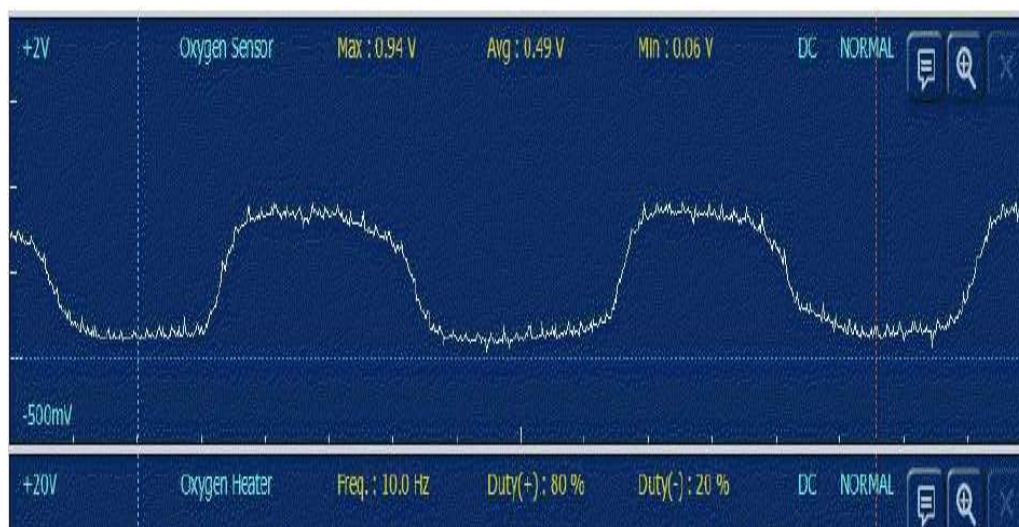


Gráfico 64. Curva del sensor (EGO)

En la gráfica de la curva del sensor (EGO), según (Rueda, 2005), la señal se genera cuando el sensor alcanza una temperatura de 360°C y su voltaje oscila entre (0,06 a 0,94) V sabiendo que tiene una mezcla pobre, es decir, demasiado oxígeno en los gases de escape.

### **E. Fallas del sensor (EGO)**

Síntomas cuando el sensor (CKP) falla, provoca lo siguiente:

- No mide correctamente la cantidad de oxígeno de los gases de escape
- Mayor consumo de combustible
- Mayor emisión de gases contaminantes
- Daños al catalizador

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el presente proyecto de grado se ha llegado a las siguientes conclusiones.

#### 4.1. Conclusiones

- El sensor IAT marca un voltaje de 2,51 V a una temperatura de 17°C, mientras la temperatura sube y llega a 50°C el voltaje también cambia 1,40 V, llegando así a confirmar que el sensor es de tipo NTC (Coeficiente de temperatura negativa).
- El sensor MAP también se utiliza para medir la presión barométrica en ciertas condiciones lo cual permite al E.C.M. efectuar automáticamente las compensaciones de carga y rotación del motor en diversas altitudes sabiendo que a mayor altura menor presión en el caso de la Sierra (0,72) atm.
- La señal generada por el sensor TPS mostraron que para una apertura de la válvula de mariposa de aceleración al 0% el voltaje es de 0,30 V mientras que para su apertura máxima es decir el 100% el voltaje es de 4,49 V.
- Como indica las gráficas 59 y 61 para el sensor CKP existen dos tipos de gráficas, la una es utilizada para generar la inyección mientras que la otra grafica es utilizada para el encendido.
- Los sensores son los encargados de adquirir las condiciones de funcionamiento del vehículo, convirtiendo una magnitud física o química mas no son señales eléctricas.
- Se realizó una guía práctica de sensores para usos en el campo de la electrónica automotriz, para su estudio y aplicación práctica

## 4.2. Recomendaciones

- Poseer equipos de protección para el desarrollo de las prácticas de esta manera evitar accidentes.
- Antes de operar el banco de pruebas de sensores leer detalladamente la guía, donde describe pasó a paso los parámetros de funcionamiento y medición de cada sensor.
- Revisar e inspeccionar las instalaciones y conexiones del banco de pruebas de sensores antes de realizar las pruebas.
- Para realizar la prueba del sensor ECT, no calentar el refrigerante por tiempo prolongado ya que este tiende a hervir y puede ocasionar quemaduras.
- Para ver las señal producida por el sensor MAP usar una bomba manual de vacío, y no aplicar un vacío mayor de 15in.Hg ya que se puede dañar el sensor.
- Al realizar las mediciones del sensor CKP procurar mantener una distancia prudente ya que al activar el motor eléctrico puede ocasionar atascamiento con cualquier objetó al movimiento de la rueda fónica.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Banco de pruebas.-** Brinda una forma de comprobación rigurosa, transparente y repetible de teorías científicas y otras nuevas tecnologías.
- **Sistema.-** Conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad.
- **Sistema de inyección.-** Es una forma de inyección de combustible para motores de gasolina, en los cuales lleva ya varias décadas implantada, y para motores diésel, cuya introducción es relativamente más reciente.
- **Circuito.-** Recorrido cerrado y generalmente fijado con anterioridad que vuelve al punto de partida.
- **Sincronismo.-** Conjunto de estados del sistema que cambie simultáneamente en coordinación directa con la señal que separa las unidades de tiempo.
- **Subsistema.-** Es un conjunto de elementos interrelacionados que, en sí mismo, es un sistema, pero a la vez es parte de un sistema superior.
- **Diagnostico.-** Es una serie de pruebas que se realizan para poder eliminar componentes particulares que hacen parte de un sistema como averías.

## ABREVIATURAS

- **MPFI.-** Inyección de combustible a los múltiples puertos
- **SMD.-** Dispositivo de Montaje Superficial
- **DTC.-** Código de Problemas de Diagnostico
- **SAE.-** Sociedad de Ingenieros Automotrices
- **ISO.-** Organización Internacional de Estandarización
- **DLC.-** Conector de Enlace de Diagnostico

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano, P. C. (2016). MANUAL MODULO A-8. *SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA*, 44.
- Automotriz, C. (2016). Historia sobre el OBD . *MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ A DOMICILIO*, 2.
- Bernal, V. J. (18 de Marzo de 2012). *MDM NETWORK*. Obtenido de Manuales de mecanica.com: <http://www.manualesdemecanica.com/manuales/func-finishdown/2196/>
- Bosch, R. (2015). Sistema de inyeccion electronica Fuel Inyeccion . *Bosch Automotive Aftermarket*, 2.
- Bosch, R. (2015). Sistema de Inyección Electrónica. *Bosch Automotive Aftermarket*, 2.
- Dani, M. (29 de 11 de 2013). *www.aficionadosalamecanica.com*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.com/obd2.htm>: <http://www.aficionadosalamecanica.com/obd2.htm>
- Jesús, R. S. (2003). *Técnico en mecánica & electrónica automotriz* (Vol. Tomo 2). Colombia: Diseli Editores.
- JJimenez. (3 de Agosto de 2012). *Auto Avance*. Obtenido de Blog Técnico Automotriz: <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/111-conceptos-en-reparacion-de-ecus>
- Mecánica, A. a. (29 de Diciembre de 2013). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de OBD - Diagnostico de a bordo - sistemas de diagnosis - OBD2: <http://www.aficionadosalamecanica.com/obd2.htm>
- Mecanica, A. a. (29 de Diciembre de 2013). *Sensores en el automovil*. Obtenido de Sensores en el automovil: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores.htm>
- Meganeboy, D. (29 de 12 de 2013). *Cursos de Mecanica*. Obtenido de Aficionados a la Mecanica: <http://www.aficionadosalamecanica.com/obd2.htm>
- Parada, C. A. (2016). *SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA*. Ecuador.

- Paredes, G. C. (Enero de 2011). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/3974>
- Robert, B. (2008). *Sistemas de Inyección Electrónica. Sistemas de Inyección Electrónica, 2*.
- Rosero, G. M. (2014). *Implementación de un banco de pruebas automatizado para el diagnóstico del motor Optra 1.8 del Laboratorio de Autotrónica*. Latacunga: AUTOMOTRIZ / LATACUNGA / ESPE / 2014.
- Rueda, S. J. (2005). *Manual Técnico de Fuel Injection*. Colombia: Colombia: Diseli Editores.
- Verdaguer, A. (2004). *Manual de inyeccion electronica: automoviles, camiones y tractores*. Buenos Aires: Manuales Negreti.
- Villamizar, J. L. (18 de Marzo de 2012). *MDM NETWORK*. Obtenido de Manuales de mecanica.com: <http://www.manualesdemecanica.com/manuales/func-finishdown/2196/>

# ANEXOS

## ANEXO "A"

### GUÍA DE CÓMO UTILIZAR EL BANCO DE PRUEBAS DE SENSORES DEL VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND M.P.F.I.

#### UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

**Práctica N°:** 01

**Nombre:**

**Tema:** Sensor IAT

**Nivel:**

**Fecha de realización:**

**Fecha de entrega:**

**Grupo N°:**

**Calificación:**

Esta guía les permite a los usuarios comprobar de manera rápida y practica las condiciones de funcionamiento de los sensores del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Corsa Wind M.P.F.I.

#### **Procedimiento:**

##### **1) Verificación del voltaje de alimentación del sensor IAT**

- a) Para verificar el voltaje de referencia desconectar el sensor, con el multímetro en escala de 20V DC.
- b) Colocar una punta en la masa electrónica o lógica de la batería y la otra punta del multímetro colocar en el Jack del pin del sensor y su voltaje es:.....
- c) El sensor conectado y el modulo encendido colocar el multímetro (escala 20 V DC) colocar las puntas del multímetro en A y B seguido encender el switch del sensor IAT que se encuentra en la parte lateral superior derecho y llenar la tabla conforme varié la temperatura, dibujar la curva T(°C) vs V(voltios).

Temperatura (°C) 17°C 20°C 30°C 40°C 50°C 60°C

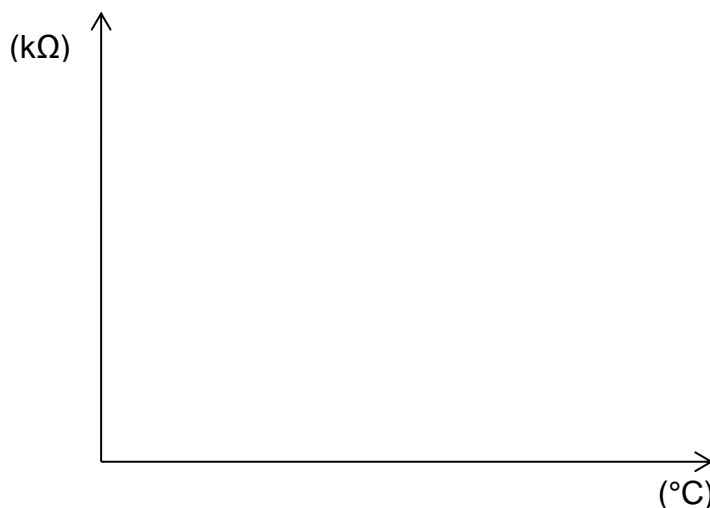
Voltaje (voltios)



**2) Verificación de resistencia eléctrica del sensor IAT**

- a) El sensor desconectado y el modulo apagado colocar el multímetro (escala 20 KΩ OHM) en el pin A y B del sensor colocar las puntas del multímetro seguido encender el switch del sensor IAT que se encuentra en la parte lateral superior derecho y llenar la tabla conforme varié la temperatura, dibujar la curva T(°C) vs R(kΩ)

Temperatura (°C)	17°C	20°C	30°C	40°C	40°C	60°C
Resistencia (kΩ)						



**3) Verificación de la señal del sensor (IAT) con el osciloscopio**

- a) Para obtener la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin D3 correspondiente a la señal del sensor.

**Práctica N°:02**

**Nombre:**

**Tema:** Sensor MAP

**Nivel:**

**Fecha de realización:**

**Fecha de entrega:**

**Grupo N°:**

**Calificación:**

**Procedimiento:**

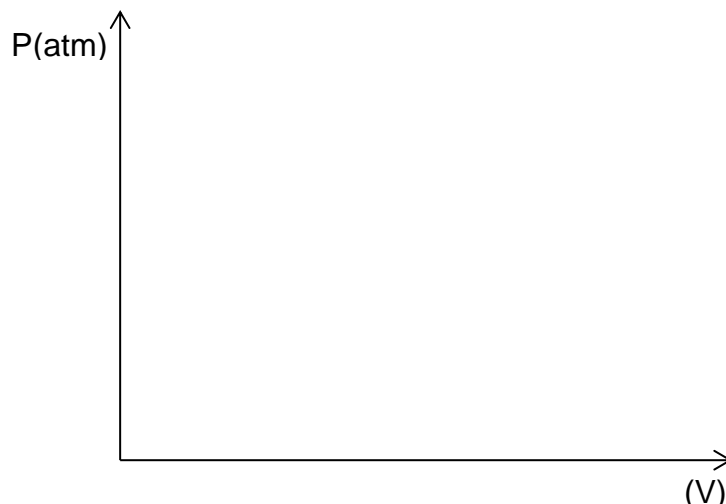
### 1) Verificación del voltaje de alimentación del sensor MAP

- a) Para verificar el voltaje de referencia desconectar el sensor, con el multímetro en escala de 20V DC
- b) Colocar una punta en la masa electrónica o lógica de la batería y la otra punta del multímetro colocar en el Jack del pin del sensor y su voltaje es:.....
- c) El sensor conectado y el modulo encendido colocar el multímetro (escala 20 V DC) colocar las puntas del multímetro entre A y C seguido conectar la bomba manual de vacío y ejecutar, llenar la tabla conforme varié la presión, dibujar la curva V (voltios) vs P (psi)

Condiciones de operación	Presión	Voltaje Señal
--------------------------	---------	---------------

Ralentí

1800 RPM



### 2. Verificación de la señal del sensor (MAP) con el osciloscopio

Para obtener la curva en el osciloscopio colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin A7 correspondiente a la señal del sensor.

**Práctica N°:** 03

**Nombre:**

**Tema:** Sensor TPS

**Nivel:**

**Fecha de realización:**

**Fecha de entrega:**

**Grupo N°:**

**Calificación:**

**Procedimiento:**

**1) Verificación del voltaje de alimentación del sensor TPS**

- a) Para verificar el voltaje de referencia desconectar el sensor, con el multímetro en escala de 20V DC
- b) Colocar una punta en la masa electrónica o lógica de la batería y la otra punta del multímetro colocar en el Jack del pin del sensor y su voltaje es:.....
- c) El sensor conectado y el modulo encendido colocar el multímetro (escala 20 V DC) colocar las puntas del multímetro entre B y C, con la mariposa cerrada el valor más cercano es:.....
- d) Con la mariposa totalmente abierta el valor es:..... llenar la tabla conforme se abra la mariposa.

**2) Verificación de la señal del sensor (TPS) con el osciloscopio**

- a) Colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin A8 correspondiente a la señal del sensor.
- b) Dibujar la curva dada por el osciloscopio.





**Práctica N°:** 04

**Nombre:**

**Tema:** Sensor ECT

**Nivel:**

**Fecha de realización:**

**Fecha de entrega:**

**Grupo N°:**

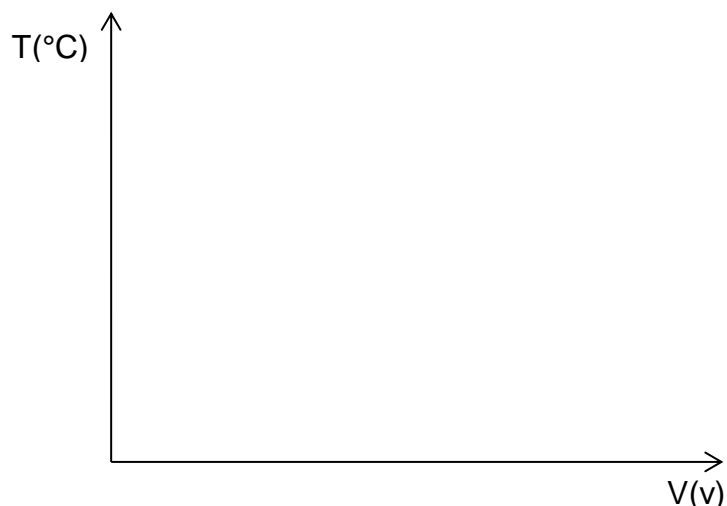
**Calificación:**

**Procedimiento:**

**1) Verificación del voltaje de alimentación del sensor ECT**

- a) Para verificar el voltaje de referencia desconectar el sensor, con el multímetro en escala de 20V DC
- b) Colocar una punta en la masa electrónica o lógica de la batería y la otra punta del multímetro colocar en el Jack del pin del sensor y su voltaje es:.....
- c) El sensor conectado y el modulo encendido colocar el multímetro (escala 20 V DC) colocar las puntas del multímetro en A y B seguido encender el switch del sensor ECT que se encuentra en la parte lateral superior derecho y llenar la tabla conforme varié la temperatura, dibujar la curva  $T(^{\circ}\text{C})$  vs  $V(\text{voltios})$ .

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	17 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$	60 $^{\circ}\text{C}$	90 $^{\circ}\text{C}$
Voltaje (voltios)				

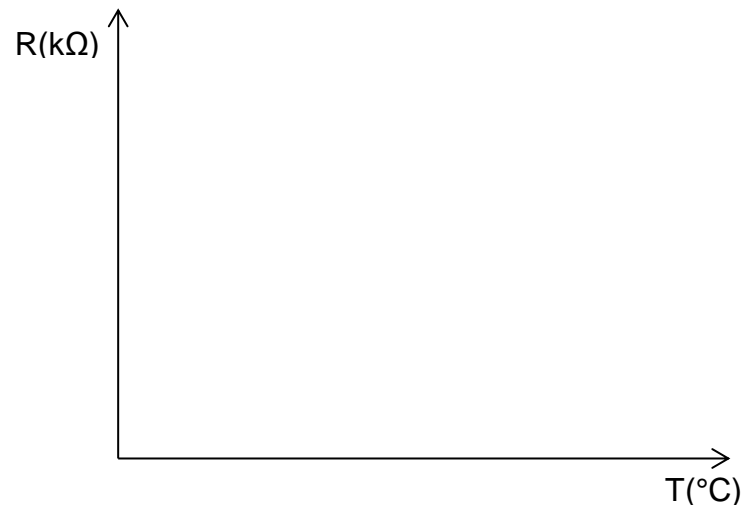


**2) Verificación de resistencia eléctrica del sensor ECT**

- a) El sensor desconectado y el modulo apagado colocar el multímetro (escala 20  $\text{K}\Omega$  OHM) en el pin A y B del sensor colocar las puntas del multímetro seguido encender el switch del sensor ECT que se

encuentra en la parte lateral superior derecho y llenar la tabla conforme varié la temperatura, dibujar la curva  $T(^{\circ}\text{C})$  vs  $R(\text{k}\Omega)$

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	17 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$	60 $^{\circ}\text{C}$	90 $^{\circ}\text{C}$
Resistencia ( $\text{k}\Omega$ )				



### 3) Verificación de la señal del sensor (ECT) con el osciloscopio

- Colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin B12 correspondiente a la señal del sensor.

**Práctica N°:** 05

**Nombre:**

**Tema:** Sensor CKP

**Nivel:**

**Fecha de realización:**

**Fecha de entrega:**

**Grupo N°:**

**Calificación:**

**Procedimiento:**

**1) Verificación del sensor inductivo CKP**

- a) El sensor conectado colocar el multímetro (escala 200 mV DC o 2 V AC) colocar las puntas del multímetro en A y B seguido encender el switch del sensor CKP que se encuentra en la parte lateral medio derecho se activara la rueda reluctora generando un voltaje mediante un campo magnético, llenar la tabla.

Condiciones de operación	Revoluciones	Valor de Señal	Frecuencia
Motor en marcha ralenti 800 rpm			
Motor en marcha 1800 rpm			
Motor en marcha max. 6000 rpm			

**2) Verificación de la resistencia del sensor (CKP)**

- a) Desconectar el sensor, con el multímetro en escala de 2K OHM, colocar una punta en A y B el valor de la resistencia es:.....

**3) Verificación de la señal del sensor (CKP) con el osciloscopio**

- a) colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin A2 correspondiente a la señal del sensor, dibujar las curvas en las condiciones de operación.



**Práctica N°:** 06

**Nombre:**

**Tema:** Sensor EGO

**Nivel:**

**Fecha de realización:**

**Fecha de entrega:**

**Grupo N°:**

**Calificación:**

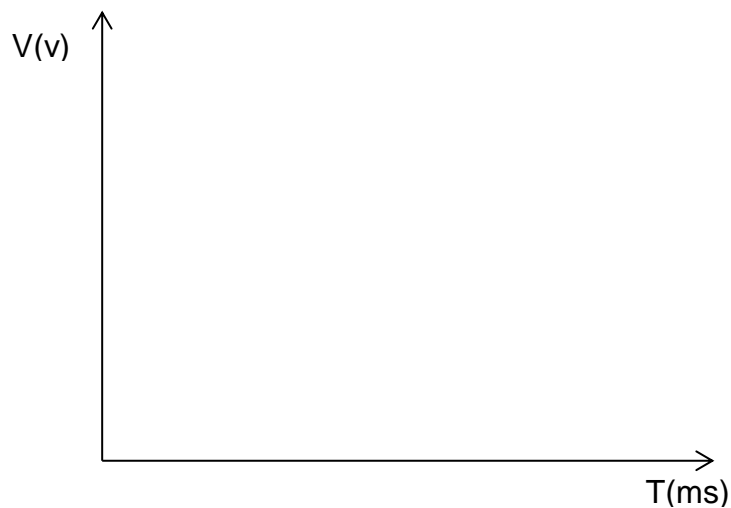
**Procedimiento:**

**1) Verificación del voltaje del sensor EGO**

- a) Para verificar el voltaje esperar que el motor se caliente y su voltaje es:.....

**2) Escala de continuidad**

- a) Verificar que entre masa estructura y cuerpo del sensor exista continuidad (si) o (no)
- b) Verificar que entre el cable de señal y estructura no exista continuidad (si) o (no)
- c) Verificación de la señal del sensor (EGO) con el osciloscopio
- a) Colocar el cable negativo (negro) al borne negativo de la batería y el cable positivo (rojo) del osciloscopio al pin B12 correspondiente a la señal del sensor, dibujar la curva oscilada.



## HOJA DE VIDA



### DATOS PERSONALES

**NOMBRE:** Wilson David  
**APELLIDOS:** De La Cruz Yugla  
**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 02 de Julio de 1990  
**CEDULA DE IDENTIDAD:** 0503509226  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Latacunga / Barrio Santan  
**TELÉFONOS:** 2242253/0983351106  
**Mail:** [davidlc9011@hotmail.com](mailto:davidlc9011@hotmail.com)

### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIOS:** Escuela Dr. Alfredo Baquerizo M.

**SECUNDARIOS:** Colegio Unidad Educativa Grad. Miguel Iturralde  
Bachiller Técnico en Administración Especialidad  
Informática.

**SUPERIORES:** Universidad De Las Fuerzas Armadas – Espel  
Unidad De Gestión Tecnologías  
Tecnólogo En Ciencias Militares  
Tecnólogo en Mecánica Automotriz

### OTROS ESTUDIOS:

Certificado De Suficiencia En el Idioma Ingles (ESPE)  
Licencia Profesional Tipo C (ESPE)

Seminario de "PRIMERAS JORNADAS TECNOLÓGICAS DE ELECTROMECHANICA 2016" (ESPEL).

**EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PRE-PROFESIONALES**

Empresa: ASSA-Latacunga (Automotores de la Sierra) Mantenimiento preventivo, uso del scanner automotriz.

Ciudad: Latacunga

Empresa: HOPDACAR Mantenimiento preventivo y correctivos de vehículos en general.

Ciudad: Latacunga

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR

---

DE LA CRUZ YUGLA WILSON DAVID  
CBOS. DE COM.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

---

ING. JONATHAN VÉLEZ

DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA  
AUTOMOTRIZ

---

ING. PABLO ESPINEL

Latacunga, Agosto de 2017