



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS  
DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA DE  
COMPROBACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA ECM,  
SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA  
MULTEC GM PARA EL TALLER DE LA ESCUELA  
DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ DE LA ESPOCH”**

**CASTRO ROMERO GONZALO DANIEL  
SÁNCHEZ QUISPE HUGO ROLANDO**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRÍZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012-06-11

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**HUGO ROLANDO SÁNCHEZ QUISPE**

---

Titulada:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN  
ELECTRÓNICA A GASOLINA DE COMPROBACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE  
LA ECM, SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA MULTEC GM PARA  
EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ DE LA  
ESPOCH**

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

**INGENIERO AUTOMOTRÍZ**

---

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Telmo Moreno  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. David Bravo  
ASESOR DE TESIS

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012-06-11

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**GONZALO DANIEL CASTRO ROMERO**

---

Titulada:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN  
ELECTRÓNICA A GASOLINA DE COMPROBACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE  
LA ECM, SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA MULTEC GM PARA  
EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ DE LA  
ESPOCH**

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

**INGENIERO AUTOMOTRÍZ**

---

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Telmo Moreno  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. David Bravo  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** HUGO ROLANDO SÁNCHEZ QUISPE

**TÍTULO DE LA TESIS:** “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA DE COMPROBACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA ECM, SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA MULTEC GM PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ DE LA ESPOCH”

**Fecha de Examinación:** 2013-06-26

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán PRESIDENTE TRIBUNAL.			
Ing. Telmo Moreno DIRECTOR DE TESIS			
Ing. David Bravo ASESOR			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

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

---

Presidente del Tribunal

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** GONZALO DANIEL CASTRO ROMERO

**TÍTULO DE LA TESIS:** “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA DE COMPROBACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA ECM, SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA MULTEC GM PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ DE LA ESPOCH”

**Fecha de Examinación:** 2013-06-26

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán PRESIDENTE TRIBUNAL.			
Ing. Telmo Moreno DIRECTOR DE TESIS			
Ing. David Bravo ASESOR			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

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

---

Presidente del Tribunal

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Hugo Rolando Sánchez QuispeGonzalo Daniel Castro Romero

## **DEDICATORIA**

La realización de este proyecto está dedicada a toda mi familia, los cuales han sido el apoyo fundamental para culminar mi carrera así como también para superarme como persona con su afecto, dedicación, cariño y empeño los mismos que son un pilar fundamental en mi vida. A mis padres por ser la inspiración y contagiarme insensatamente de su felicidad.

**Hugo Rolando Sánchez Quispe**

La realización de este proyecto está dedicada a toda mi familia, apoyos fundamentales en mi vida. A mi sobrina por ser la inspiración y contagiarme insensatamente de su felicidad. Así como a mis profesores y compañeros que me apoyaron en la culminación de este trabajo.

**Gonzalo Daniel Castro Romero**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar a Dios y a mis padres por haberme guiado desde el principio de mi carrera; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi hermano, por siempre haberme dado fuerza y apoyo incondicional que me han impulsado a llegar hasta donde estoy ahora. Por último a mis compañeros del taller que gracias a su apoyo y conocimiento llevamos a cabo este reto.

**Hugo Rolando Sánchez Quispe**

En primer lugar a Dios y a mi Abuela por haberme guiado desde el cielo por el camino del bien; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi MADRE, mi PADRE, y no menos importante, MI HERMANA, por siempre haberme dado fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mis compañeros del taller que gracias a su apoyo y conocimiento llevamos a cabo este reto.

**Gonzalo Daniel Castro Romero**



## CONTENIDO

	Pág
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>
1.1	Antecedentes..... 1
1.2	Justificación ..... 1
1.3	Objetivos.....2
1.3.1	<i>Objetivo general</i> .....2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i> .....2
<b>2.</b>	<b>SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA..... 3</b>
2.1	Introducción a la inyección electrónica de combustible..... 3
2.1.1	<i>Historia de la Inyección de Combustible</i> ..... 3
2.2	Ventajas del sistema de inyección electrónica a gasolina ..... 4
2.3	<i>Clasificación de los sistemas a inyección electrónica a gasolina.</i> ..... 5
2.3.1	<i>Según el número de inyectores</i> ..... 5
2.3.2	<i>Según la ubicación del inyector.</i> ..... 6
2.3.3	<i>Por el sincronismo de la inyección:</i> ..... 6
2.3.4	<i>Según las características de funcionamiento</i> ..... 6
2.4	<i>Sensores en la inyección electrónica</i> ..... 8
2.4.1	<i>Clasificación de los sensores</i> ..... 8
2.5	Clasificación de sensores en un motor de combustión interna..... 9
2.5.1	<i>Sensores que miden condiciones atmosféricas</i> ..... 9
2.5.2	<i>Sensores que miden condiciones de temperatura en el motor</i> ..... 9
2.5.2.1	<i>Sensor temperatura refrigerante motor (CTS)</i> ..... 9
2.5.2.2	<i>Sensor temperatura de aire admisión (IAT)</i> ..... 10
2.5.3	<i>Sensores que miden las condiciones del motor.</i> ..... 10
2.5.3.1	<i>Sensor CKP</i> ..... 10
2.5.3.2	<i>Sensor posición acelerador o mariposa de estrangulación (TPS)</i> ..... 11
2.6	Actuadores de un motor de combustión interna..... 12
2.6.1	<i>Inyectores</i> ..... 12
2.6.2	<i>Bomba de combustible</i> ..... 13
2.6.3	<i>Regulador de presión</i> ..... 14
2.7	Complementos adicionales..... 14
2.7.2	<i>NI myDAQ</i> ..... 15
2.8	Descripción de elementos electrónicos..... 16
2.8.1	<i>Resistencias</i> ..... 16

2.8.2	<i>Diodos</i> .....	16
2.8.3	<i>Capacitores</i> .....	17
2.8.4	<i>Transistores</i> .....	17
2.8.5	<i>Mosfet</i> .....	18
<b>3.</b>	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS</b> .....	<b>19</b>
3.1	Diseño de la estructura metálica .....	20
3.1.1	<i>Cálculos estructurales</i> .....	21
3.2	Requerimientos de software y hardware .....	24
3.2.1	<i>Diagrama de flujo</i> .....	24
3.2.2	<i>Requerimientos de software</i> .....	25
3.3	Programación de software .....	27
3.4	Cálculo de software .....	27
3.5	Programación .....	29
3.6	Diseño de la placa electrónica .....	31
3.7	Diseño digital de circuitos impresos.....	32
3.7.1	<i>Elaboración de la placa electrónica</i> .....	33
3.7.2	<i>Impresión</i> .....	33
3.7.3	<i>Revelado</i> .....	35
3.7.4	<i>Perforado</i> .....	36
3.7.5	<i>Ensamblado de la placa</i> .....	37
<b>4.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA</b> .....	<b>38</b>
4.1	Montaje de jaks e interruptores.....	39
4.2	Sistema de alimentación de energía. ....	40
4.3	Montaje de la ECM alimentación y tierra.....	41
4.3.1	<i>Verificación y comprobación de la ECM</i> .....	44
4.4	Montaje del sensor CKP, rueda dentada.....	44
4.4.1	<i>Verificación y comprobación del sensor CKP</i> .....	46
4.5	Montaje del sensor MAP.....	48
4.5.1	<i>Verificación y comprobación del sensor MAP</i> .....	50
4.6	Montaje del sensor TPS.....	52
4.6.1	<i>Verificación y comprobación del sensor TPS</i> .....	52
4.7	Montaje del sensor CTS .....	55
4.7.1	<i>Verificación y comprobación del sensor CTS</i> .....	56
4.8	Montaje del sensor IAT.....	59
4.8.1	<i>Verificación y comprobación del sensor IAT</i> .....	60

4.9	Montaje del riel, probetas e Inyectores .....	62
4.9.1	<i>Verificación de los inyectores</i> .....	63
4.10	Montaje de la bobina.....	66
4.10.1	<i>Verificación de la bobina de encendido</i> .....	67
4.11	Conexión del conector OBD2.....	68
4.12	Conexión de luz Check Engine .....	69
4.13	Montaje del tanque de combustible.....	69
4.13.1	<i>Verificación del sistema de alimentación de combustible</i> .....	70
4.14	Instalación y montaje de NI myDAQ. ....	70
4.14.1	<i>Comprobación total del banco de pruebas</i> .....	72
4.15	Conexión scanner .....	72
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	<b>74</b>
<b>6.</b>	<b>GUÍA DEL USUARIO DE BANCO DE PRUEBAS</b> .....	<b>77</b>
6.1	Datos técnicos del banco.....	77
6.2	Configuración básica .....	77
6.3	Configuración automatizada. ....	80
6.4	Configuración Software.....	82
6.5	Mantenimiento del banco.....	84
6.5.1	<i>Mantenimiento de la alimentación</i> .....	84
6.5.2	<i>Mantenimiento de mangueras de combustible</i> .....	84
6.5.3	<i>Mantenimiento de cableado</i> .....	84
6.5.4	<i>Mantenimiento de la placa electrónica</i> .....	85
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>86</b>
7.1	Conclusiones.....	83
7.2	Recomendaciones .....	86

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**  
**BIBLIOGRAFÍA**  
**LINKOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

Pág.

1	Componentes electrónicos .....	37
2	Banco de conectores A. ....	42
3	Banco de conectores B .....	42
4	Tabla de conectores C. ....	42
5	Tabla de conectores D .....	43
6	Datos obtenidos .....	44
7	Datos técnicos CKP.....	48
8	Resultados de las pruebas por voltaje.....	50
9	Resistencia TPS.....	53
10	Tensión del sensor. ....	54
11	Resultados de tensión del sensor.....	57
12	Resultados de resistencia del sensor. ....	58
13	Resultados. ....	60
14	Datos de los inyectores a 800 rpm .....	64
15	Datos de los inyectores a 3000 rpm .....	66
16	Datos técnicos.....	68
17	Datos técnicos.....	70
18	Costos de materiales.....	74
25	Componentes.....	78
26	Descripción de terminales .....	81
27	DMM Identificaciones de señales.....	82

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

1	Diferencias carburador vs inyección electrónica.....	4
2	Eficiencia de llenado .....	5
3	Sistema de inyección multipunto .....	5
4	Componentes del sistema Motronic .....	7
5	Componentes del sistema Flex Fuel .....	8
6	Oscilograma del sensor CKP inductivo.....	11
7	Ubicación del sensor CKP .....	11
8	Forma de onda del inyector .....	12
9	Componentes de un inyector.....	13
10	Partes del inyector.....	13
11	Componentes de la bomba de combustible.....	14
12	Componentes del regulador de presión.....	14
13	Componentes NI myDAQ .....	15
14	Multímetro y osciloscopio NI myDAQ .....	15
15	Esquema de las resistencias .....	16
16	Esquema del diodo.....	16
17	Esquema de un diodo LED.....	17
18	Esquema del transistor bipolar .....	17
19	Mosfet .....	18
20	Diseño de la Estructura .....	20
21	Estructura sometida a cargas .....	21
22	Análisis de tensiones.....	21
23	Análisis de momentos .....	22
24	Propiedades del material.....	22
25	Medición y corte de material.....	23
26	Unión de elementos.....	23
27	Diagrama de procesos banco de prueba.....	24
28	Instalación de LabVIEW.....	25
29	Instalación de Measurement & Automation.....	26
30	Bornera.....	26
31	Identificación de panel LabVIEW.....	27
32	Curva de cálculo RPM.....	28
33	Ancho de pulso.....	28
34	Programación analógica.....	29
35	Programación de salidas digitales.....	30
36	Panel de control de la programación LabVIEW.....	31
37	Simulación del circuito en PROTEUS.....	31
38	Simulación del circuito en PROTEUS.....	32
39	Diseño digital del mando de control NI myDAQ.....	33
40	Placa del mando de control NI myDAQ diseñada.....	33
41	Impresión de la placa de mando NI myDAQ.....	34
42	Planchado de la placa.....	34
43	Control de defectos de las placas.....	34
44	Revelado de las placas.....	35
45	Limpieza de las placas.....	35

46 Perforado de la placa.....	36
47 Distribución de elementos del Mando de control NI myDAQ.....	37
48 Comprobación de pistas de las placas.....	38
49 Montaje del panel Frontal.....	39
50 Montaje de jacks y suiwch.....	39
51 Esquema general de conexión del banco de pruebas .....	41
52 Ubicación de la ECM.....	41
53 Conexión de alimentación y tierras ECM.....	43
54 Comprobación de una ECM externa.....	44
55 Montaje de la rueda dentada.....	45
56 Identificación de pines del sensor CKP .....	45
57 Montaje del sensor CKP.....	45
58Holgura del sensor y rueda dentada.....	46
59. Estructura interna del sensor.....	46
60 Puente de inducción.....	46
61 Curva del sensor CKP.....	47
62 Curva del sensor a altas RPM.....	47
63 Gráfica del sensor CKP.....	48
64 Montaje del sensor MAP.....	49
65 Estructura interna del sensor MAP.....	49
66 Identificación de pines del sensor MAP.....	49
67 Medición del sensor MAP.....	50
68 Gráfica del sensor MAP.....	50
69 Gráficas en el scanner.....	51
70 Gráficas en el scanner.....	51
71 Conexión del sensor TPS.....	52
72 Estructura interna del sensor TPS.....	52
73 Medición del sensor TPS.....	53
74 Gráfica del sensor.....	53
75 Gráfica de Voltaje.....	54
76 Curva en el scanner.....	54
77 Variación de la aceleración.....	55
78 Pines de conexión del sensor.....	55
79 Estructura interna del sensor.....	56
80 Medición del sensor.....	57
81 Gráfica T vs V.....	57
82 Resistencia del sensor.....	58
83 Curva resultante.....	58
84 Pines de conexión del sensor.....	59
85 Medición del sensor.....	60
86 Gráfica V(v) vs T°C.....	60
87 Verificaciones en el scanner.....	61
88 Conexión de los inyectores.....	62
89 Puente del inmovilizador C13 y C14.....	62
90 Montaje del conjunto riel inyector.....	63
91 Curva de la inyección.....	63
92. Medición del inyector.....	64
93 Gráfica de la inyección a 800 rpm.....	65
94 Gráfica de la inyección a 3000 rpm.....	66
95 Conector de la bobina de encendido.....	67
96 Conexión del cable de bujías en la bobina.....	67

97	Comprobación de la tensión de alimentación .....	67
98	Comprobación de la resistencia primaria.....	68
99	Comprobación de la resistencia secundaria .....	68
100	Pines de conexión del conector OBD2 .....	68
101	Pin de conexión de la luz Check Engine.....	69
102	Montaje de los elementos en el tanque .....	69
103	Identificación de pines de NI myDAQ .....	70
104	Identificación de polaridad del Inyector y TPS .....	71
105	Conexión de salidas digitales a la palca de control.....	71
106	Comprobación del banco de pruebas .....	72
107	Encendido del scanner .....	73
108	Componentes del banco.....	78
109	Conexión de alimentación. ....	79
110	Encendido del sistema .....	79
111	Identificación de bornes.....	79
112	Conectores de inyectores.....	80
113	Apagado del sistema.....	80
114	Conexión de NI myDAQ y placa de control.....	81
115	Identificación de terminales .....	81
116	Conexiones para mediciones DMM .....	82
117	Conexión de PC y NI myDAQ.....	82
118	Ejecución.....	83

## LISTA DE ABREVIACIONES

<b>ECM</b>	Módulo de control electrónico
<b>IAT</b>	Sensor de temperatura del aire
<b>ECT</b>	Sensor de temperatura de refrigerante
<b>TPS</b>	Sensor de posición del pedal del acelerador
<b>MAP</b>	Sensor de posición absoluta
<b>CKP</b>	Sensor de posición del cigüeñal
<b>NTC</b>	Coefficiente térmico negativo
<b>PTC</b>	Coefficiente térmico positivo.
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>ROM</b>	Memoria de solo lectura
<b>RAM</b>	Memoria de acceso aleatorio
<b>PROM</b>	Memoria de solo lectura programable
<b>GM</b>	General Motors Company
<b>ABS</b>	Sistema antibloqueo de frenos
<b>PMS</b>	Punto muerto superior
<b>PMI</b>	Punto muerto inferior
<b>DIS</b>	Sistema de ignición directa
<b>PWM</b>	Modulación de ancho de pulso
<b>LED</b>	Diodo emisor de luz
<b>USB</b>	Bus universal serial
<b>DC</b>	Corriente directa
<b>AC</b>	Corriente alterna
<b>NI</b>	National Instruments
<b>DAQ</b>	Adquisición de Datos



## LISTA DE ANEXOS

<b>A</b>	Práctica 1
<b>B</b>	Práctica 2
<b>C</b>	Práctica 3
<b>D</b>	Práctica 4
<b>E</b>	Práctica 5

## RESUMEN

El banco de pruebas de comprobación y diagnóstico de la ECM, sensores y actuadores para la Escuela de Ingeniería Automotriz, está diseñado básicamente para el aprendizaje práctico de los estudiantes sobre el sistema de inyección electrónica Multec GM , el mismo que está constituido de una ECM, sensores, inyectores , bobinas, probetas, manómetro y una placa electrónica.

El funcionamiento del sistema se da con un voltaje de 12 voltios que es entregado por medio de una batería; el control de las rpm se da mediante un software estructurado en LabVIEW la interfaz del mismo se da por medio de un elemento denominado NI myDAQ que es una tarjeta de adquisición de datos y una placa electrónica.

Las pruebas del sistema de inyección se realiza por medio combustible a una presión de 55 psi entregado por una bomba de combustible ubicada dentro del tanque , misma presión que será controlada por un manómetro instalado en el banco , si se deseara realizar la comprobación de una ECM externa se ubicó interruptores y Jacks para comandar dicha prueba.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se pudo controlar la variación de rpm de la rueda dentada y por consiguiente realizar las pruebas de inyección y chispazo eléctrico, determinado de igual forma el buen estado de la placa electrónica y la tarjeta de adquisición de datos NI myDAQ.

Como recomendación queda aclarar que el único mantenimiento para el banco de pruebas se lo realizara a las mangueras y abrazaderas más no a la placa electrónica y NI myDAQ ya que el funcionamiento no será constante, así como también la revisión periódica de la fuente de alimentación y el cambio anual de combustible para evitar daños en la bomba.

## ABSTRACT

An actuator, sensor, ECM verification and diagnosis test stand for the School of Automotive Engineering, has been designed for the students' practical learning about Multec GM electronic injection system which is composed of ECM, sensor, injector, coil and electronic plate.

Running is gotten with 12, 5 V battery supplying power to the system. Sensors require voltage to report the injection system conditions to ECM. Besides, rpm control is carried out by means of software in LabVIEW with NI myDAQ.

Injection system was tested with a 45-fuel pump [psi] regulated by a pressure regulator placed inside the tank. ECM is verified with switches and jacks to command signals to open and close the actuator pulse.

Satisfactory results were obtained. Toothed-wheel speed was controlled so injection pulse and electric spark were also tested consolidating electronic vehicle knowledge by using NI myDAQ acquiring data card.

Hoses and clamps will be maintained with the test stand. In addition, voltage must be checked constantly which must not be less than 12, 3 V in order to get a good test stand performance.

This test stand will be good for the automotive sector, that is, the condition of sensor, actuator and Multec GM system ECM will be diagnosed accurately.



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La ESPOCH tiene la misión de formar profesionales competitivos, emprendedores, conscientes de su identidad nacional, justicia social, democracia y preservación del ambiente sano a través de la generación, transmisión, adaptación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para contribuir al desarrollo sustentable de nuestro país.

Concretamente la carrera de ingeniería automotriz, forma profesionales calificados para el mantenimiento, repotenciación y construcción de sistemas automotrices.

El tema de este proyecto está encaminado a ser un instrumento en el aprendizaje de nuevas promociones, en el cual se pueden realizar prácticas con sistemas de última tecnología para fortalecer los conocimientos adquiridos en las aulas de clase.

El sistema de inyección electrónica a gasolina es el utilizado en los últimos tiempos debido a que se generan muchas fallas en este sistema y esto obliga a tener bancos de pruebas para la comprobación y detección de averías en el sistema, en todo tipo de automotores fabricado en nuestro planeta de aquí la gran importancia de este tema para su ejecución.

### 1.2 Justificación

Una perspectiva del sector automotor es la contaminación en todo el planeta debido a la combustión incorrecta del automóvil por el uso del convencional carburador además de esto muchos de los técnicos- científicos automotrices sugieren que siempre el régimen de mezcla pulverizada aire combustible debe estar en los rangos establecidos, así como la afinación de las señales de los sensores hacia la ECM que determina el desempeño de los actuadores, por eso nos hemos visto en la obligación de investigar este tema de la comprobación de las ECM la cual en este banco podemos hacer numerosas pruebas para ver cómo se desempeña la ECM y así poder observar en qué condiciones estará el motor.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Implementar un banco de pruebas de inyección electrónica a gasolina de comprobación y diagnóstico de la ECM, sensores y actuadores del Sistema Multec GM para el taller de la escuela de ingeniería automotriz de la ESPOCH.

#### **1.3.2** Objetivos específicos

Conocer el funcionamiento del sistema de inyección electrónica a gasolina Multec GM.

Diseñar y construir un banco de pruebas el cual servirá como soporte de nuestro proyecto de tesis.

Implementar a la escuela de ingeniería automotriz un banco de pruebas del sistema Multec con fines de aprendizaje para futuras generaciones.

Instalar interruptores con el fin de comandar pruebas tanto de la ECM interna como de una ECM externa.

Implementar al banco de pruebas una tarjeta de adquisición de datos (NI myDAQ) para el control de las revoluciones del motor e inyectores mediante un software.

Instalar de probetas para el diagnóstico de disparo de combustible de los distintos inyectores así como de un manómetro para medir la presión del sistema de alimentación de combustible.

Comprobar que todo el sistema MULTEC GM funcione en perfecto estado.

## CAPÍTULO II

### 2. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA A GASOLINA

#### 2.1 Introducción a la inyección electrónica de combustible

**2.1.1 Historia de la Inyección de Combustible.** En 1885 después Otto logró utilizar en un carburador de superficie mejorado una variedad de combustibles líquidos de hidrocarburos incluyendo gasolina.

En 1912, Robert Bosch convirtió un motor de dos tiempos fuera de borda a inyección de combustible, utilizando una bomba reconstruida de presión de aceite lubricante para inyectar el combustible. [1]

En 1932 se realizaron ensayos sistemáticos de inyección de gasolina para motores de aviación.

En 1945 se dio la primera aplicación en serie de la inyección de gasolina en vehículos a motor.

En 1952 Se implementó sistemas de inyección de gasolina para motores de cuatro tiempos.

En 1967 se lanzó el primer sistema electrónico de inyección de gasolina D-JETRONIC.[2]

En 1973 Estuvo la inyección electrónica de gasolina L- Jetronic. Inyección de gasolina K-Jetronic.

En 1976 Sistemas de inyección de gasolina con regulación Lambda.

En 1979 Sistema digital de control del motor Motronic.

En 1981 Inyección electrónica de gasolina con medidor de caudal de aire por hilo caliente LH. JETRONIC.

En 1982 Inyección continua de gasolina con control electrónico KE- Jetronic, es así que en 1989 Control digital con dispositivo de control de la presión del colector de admisión Motronic.

1991 Gestión del motor mediante CAN(Controllor Area Network), sistema de bus de alta velocidad para acoplar las diferentes centralitas. [1]

## 2.2 Ventajas del sistema de inyección electrónica a gasolina

Las principales ventajas del sistema de inyección de combustible son:

- Contrarrestar el exceso de emisiones contaminantes.
- Reducir el consumo de combustible.
- Mayor potencia.
- Aceleración en tiempos corto.

Figura1. Diferencias carburador vs inyección electrónica



Fuente: Manual fuel injection

Se ha incluido sensores y una computadora en el sistema de inyección; y así, con precisión y rapidez, puede calcularse la cantidad de gasolina que se debe combinar con el aire.

Para ajustar de manera óptima y precisa la mezcla de aire-combustible, y a través de uno o más inyectores, el sistema de inyección proporciona combustible atomizado; lo introduce con cierta presión, directamente al motor.[2]

El sistema de inyección y el carburador funcionan sobre la base de una mezcla exacta de aire y combustible (14.7 partes de aire, por 1 de combustible). Dentro de la tolerancia 12 a 1 (mezcla rica) o 16 a 1 (mezcla pobre), es posible obtener diferentes resultados. Si se ajusta a una mezcla rica, pueden dañarse las válvulas y los pistones; y si se ajusta a una mezcla muy pobre, el motor pierde fuerza. Si la mezcla no es correcta, se desperdiciará combustible, se dañará el motor y se contaminará el ambiente.[3]



Figura 2. Eficiencia de llenado



Fuente: Manual fuel injection

### 2.3 Clasificación de los sistemas a inyección electrónica a gasolina

La clasificación de los sistemas de inyección se da mediante cuatro diferentes características.

#### 2.3.1 Según el número de inyectores

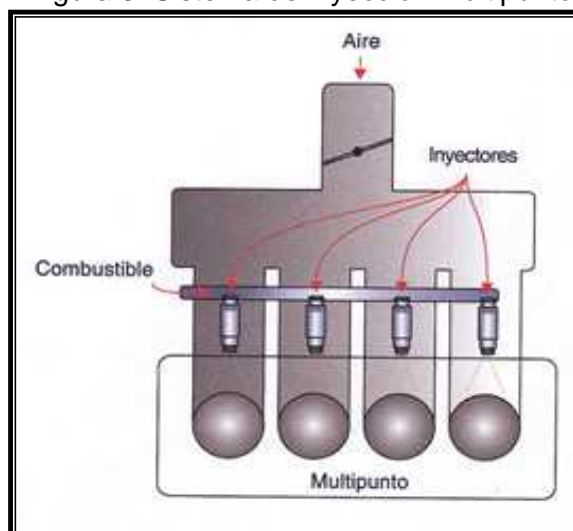
- **Monopunto**

Existe un solo inyector en una posición similar a la que tendría un carburador.

- **Multipunto:**

Se dispone de un inyector para cada cilindro. Los inyectores se alojan en el múltiple de admisión, pulverizan el combustible según lo indicado por el computador

Figura 3. Sistema de inyección multipunto



Fuente: Manual técnico de fuel injection

### 2.3.2 Según la ubicación del inyector.

- **Directa en el cilindro:**

Este se encuentra en contacto con la cámara de combustión y lanza el combustible al interior de ésta.

Este sistema se utiliza poco por los problemas con el inyector por altas presiones y temperaturas.

- **Indirecta en el colector de admisión:**

Es el sistema más usado actualmente, los inyectores están situados muy cerca de la válvula de admisión, es decir, en el colector de admisión.

### 2.3.3 Por el sincronismo de la inyección:

Ñ **Inyección continua:** Es utilizada tanto para los sistemas monopunto como multipunto se trata de que por cada giro del cigüeñal dosifica la cantidad necesaria de combustible a todos los inyectores al mismo tiempo.

Ñ **Inyección intermitente:** Este tipo de inyección puede ser de dos tipos:

**Simultánea:** Entrega combustible a todos los inyectores al mismo tiempo por cada giro del cigüeñal.

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

Ñ **Inyección Secuencial:** Se produce solo en el momento de apertura de la válvula de admisión, el inyector regula la cantidad de combustible por el tiempo que permanece abierta depende directamente de las RPM.

2.3.4 Según las características de funcionamiento. Las características de funcionamiento están diferenciadas en el mecanismo que utilizan cada una de estas tales como:

Ñ **Inyección mecánica (K-Jetronic).** Este sistema utiliza un mecanismo de trabajo mecánico distribuyendo combustible de acuerdo al caudal de aire que aspira el motor con la ayuda de la sonda lambda.

Ñ **Inyección electromecánica o electrohidráulico (KE-Jetronic).** Comparte el mismo principio básico de funcionamiento del sistema K-Jetronic a diferencia que entrega combustible de acuerdo al caudal de aire aspirado por el motor.

Además que toma en cuenta valores de medición de los diferentes



- **Sistema Flex Fuel.** Este sistema fue adoptado por Bosch, la principal característica de este sistema es que es capaz de reconocer y adoptar cualquier parámetro de funcionamiento del motor para cualquier proporción de mezcla, uno de los agentes importantes en este sistema es el sensor de oxígeno. [5]

Figura5. Componentes del sistema flex fuel



Fuente: Manual de inyección electrónica

## 2.4 Sensores en la inyección electrónica

Son instrumentos llamados sondas o transmisores, cuya función es leer una magnitud o variable física (temperatura, revoluciones del motor) y también químicas (cantidad de aire, concentración de oxígeno en los gases de escape) las cuales les convierten en señales eléctricas.[5]

### 2.4.1 Clasificación de los sensores. Según sus características se clasifican en:

- **Según su función**

Sensores para monitoreo: consumo desgaste

Sensores para seguridad y aseguramiento: antirrobo, ABS

- **Según tipo de construcción o principio de funcionamiento**

Resistivos

Potenciómetros: posición angular, posición lineal

Termistor: Tipo N.T.C – P.T.C

Fotoeléctricos

Inducción magnética: efecto hall

Piezoeléctricos

- **Según su señal de salida**

Señal analógica.

Señal digital.

Señal pulsatoria.

## **2.5 Clasificación de sensores en un motor de combustión interna**

### **2.5.1 Sensores que miden condiciones atmosféricas**

**2.5.1.1 Sensor de presión en el múltiple de admisión (MAP).** Lee la presión absoluta dentro del múltiple de admisión y envía una señal a la ECM, en algunos sensores su función es medir la presión barométrica del ambiente.

Es un sensor de potenciómetro por variación de tensión y por variación de frecuencia.

#### **DATOS TÉCNICOS**

ALIMENTACIÓN: 5 V.

MASA: 12.5 V.

SEÑAL: Apagado 3.5 a 3,8V; Prendido 0,9 a 1,5 V

#### **COMPROBACION DE SEÑAL MAP**

Conectamos el voltímetro en los terminales del sensor.

Aceleramos a fondo, obtendremos una lectura inicial de 3,8 V y luego otra de 0,9 V.

Desconectar el sensor y con un vacuómetro generar vacío se observa la disminución de voltaje.

### **2.5.2 Sensores que miden condiciones de temperatura en el motor.**

**2.5.2.1 Sensor temperatura refrigerante motor (CTS).** Lee la temperatura del motor y si esta lectura es mayor a la especificada por el fabricante ésta automáticamente es enviada a la ECM para que apague el motor es de tipotermistor puede ser NTC (aumenta voltaje de señal cuando la temperatura del motor aumenta) o PTC (disminuye el voltaje de señal cuando la temperatura del motor aumenta).[6]

Este sensor por ser uno de los más importantes para comprobar la temperatura del refrigerante del motor se encuentra ubicado en el punto más caliente de la culata cerca del termostato.

## **DATOS TÉCNICOS CTS**

ALIMENTACIÓN: 5 V.

MASA: máximo 12.5 V.

SEÑAL: Varía su voltaje de acuerdo a la temperatura (PTC).

Motor frío: 4,2 a 4,5 V.

Motor caliente: 2 a 1 V.

Motor en condición de operación: 0,9 a 0,5 V.

## **COMPROBACIÓN DE SEÑAL CTS**

Desconectar el conector de dicho sensor.

Conectar directamente a sus terminales de salida el multímetro en resistencia.

Verificar si al calentarse varía su resistencia.

**2.5.2.2** *Sensor temperatura de aire admisión (IAT).* Lee la temperatura del aire de ingreso al motor y enviar una señal a la ECM para determinar junto con el MAF, la cantidad que ingresa al motor.

Es de tipo termistor NTC únicamente.

Se encuentra entre el depurador y cuerpo de aceleración.

Su voltaje de señal y alimentación son similares al sensor de temperatura del refrigerante.

## **DATOS TÉCNICOS IAT**

ALIMENTACIÓN: 5 V.

MASA: máximo 12.5 V.

SEÑAL: Es el voltaje de alimentación (temperatura: fría 4,5 V; caliente 1,5 V).

## **COMPROBACIÓN DE SEÑAL IAT**

Desconectar el conector del sensor.

Conectar el óhmetro directamente a los terminales de salida del sensor.

Encender el motor y verificar si al calentarse existe alguna variación de resistencia.

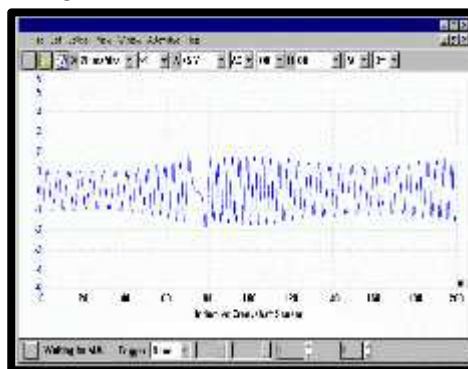
**2.5.3** *Sensores que miden las condiciones del motor.*

**2.5.3.1** *Sensor CKP.* Capta la posición del cigüeñal y envía a la ECM, se encuentra en la distribución, en el monoblock a un costado de la polea del cigüeñal o entre la caja y

el motor, existen de dos tipos efecto hall e inductivo, la información que envía el CKP a la ECM es usada para calcular el tiempo de apertura de los inyectores y de encendido contando con 58 dientes.

Contienen 3 cables, alimentación, señal y el tercero siendo el tercero un blindaje a masa.

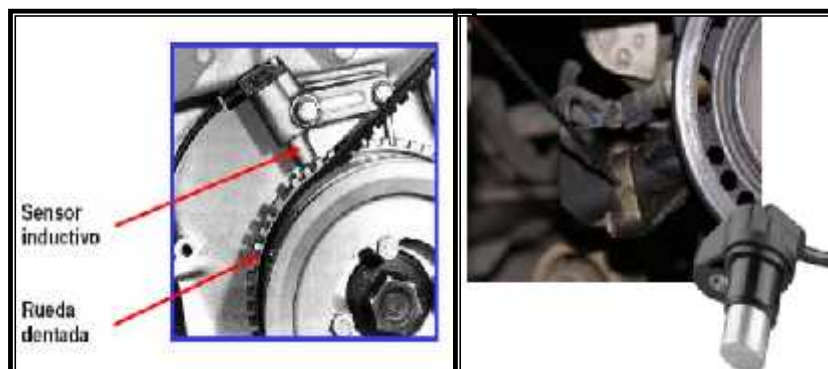
Figura 6. Oscilograma del sensor CKP inductivo



Fuente: Autores

Este novedoso sistema utiliza una rueda fónica (rueda dentada), de un número menor de dientes (generalmente 58 en su periferia). La distancia del sensor respecto a los dientes deberá ser de acuerdo al diseño del sensor y de la rueda fónica, pero es recomendable mantener una distancia mínima de 0,5 mm hasta una distancia máxima de 1 mm.

Figura 7. Ubicación del sensor CKP



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

**2.5.3.2 Sensor posición acelerador o mariposa de estrangulación (TPS).** Capta la posición del acelerador, está ubicado en la entrada del múltiple de admisión y envía una señal a la ECM.

Es de tipo potenciómetro y existen de dos clases:

**Tipo A:** A mayor apertura de la mariposa mayor voltaje de señal.

**Tipo B:** A mayor abertura de la mariposa menor voltaje de señal.

Se encuentra en el cuerpo de aceleración.

### DATOS TÉCNICOS TPS

ALIMENTACIÓN: 5 V.

MASA: 12,5 V.

SEÑAL: Completamente cerrado 0,5 V; abierta al máximo la mariposa 4,5 V. (tipo A)

### COMPROBACIÓN DE SEÑAL TPS

Conectar el multímetro en resistencia al terminal de señal del sensor y la otra punta a masa.

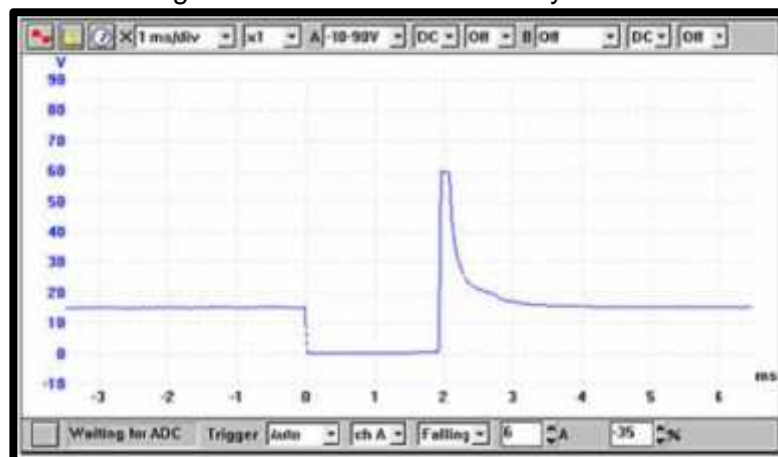
Variar la mariposa y visualizar en el óhmetro el incremento de su resistencia.

## 2.6 Actuadores de un motor de combustión interna.

**2.6.1 Inyectores.** También denominada válvula inyectora, la misión de este elemento es pulverizar el combustible para que así se mezcle con el aire y se produzca la combustión por lo que está ubicado en el múltiple de admisión.

Estas válvulas están accionadas mediante un mando electromagnético que le permiten abrir y cerrar por medio de impulsos magnéticos enviados por la ECM. [7]

Figura 8. Forma de onda del inyector



Fuente: Autores

Esto significa que la cantidad de combustible que proporciona cada inyector, es regulada por el periodo de tiempo que el módulo de control mantiene el inyector abierto. Este tiempo varía desde 1.5 milisegundos con el motor en baja carga, hasta 10 milisegundos con el motor a plena carga aproximadamente.



Figura 9. Componentes de un inyector



Fuente: Manual de inyección Bosch

El ángulo y el número de orificios del inyector varían dependiendo del tipo de motor.

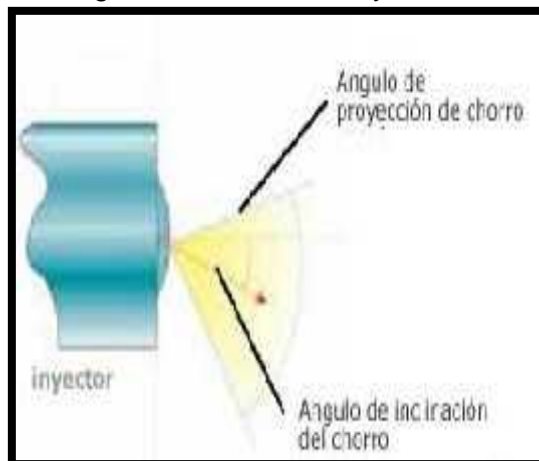
En general con un ángulo de proyección del chorro de  $70^\circ$  y un ángulo de inclinación del chorro de  $20^\circ$  se tiene dada un posicionamiento exacto del combustible.

### DATOS TÉCNICOS DEL INYECTOR

ALIMENTACIÓN: 5.0 V O 12V +/- 0.2 V.

MASA: 60 mV.

Figura 10. Partes del inyector



Fuente:Manual fuel Injection

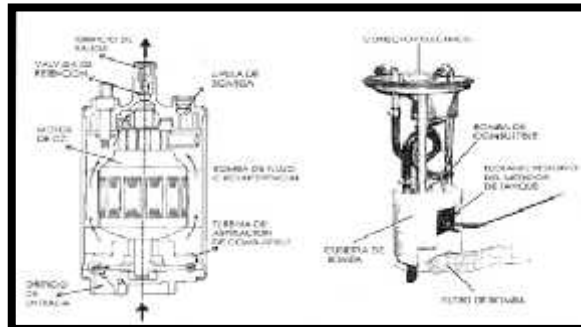
**2.6.2 Bomba de combustible.** Es un elemento importante en el sistema de alimentación, se encuentra ubicada en el interior del tanque de combustible.

Su función es extraer el combustible desde el estanque para enviarlo al riel de inyección. La bomba es de funcionamiento continuo y recibe alimentación de un relé, el cual es comandado por el módulo de control electrónica.

Está constituida por las cañerías de alimentación junto con el retorno, un segundo orificio que tiene la función de alojar la tapa del tanque para su abastecimiento.

Además de contar con un prefiltro encargado de eliminar impurezas (limallas, suciedad), que puedan existir en el combustible antes de su ingreso a la misma para su posterior entrega al sistema.

Figura 11. Componentes de la bomba de combustible

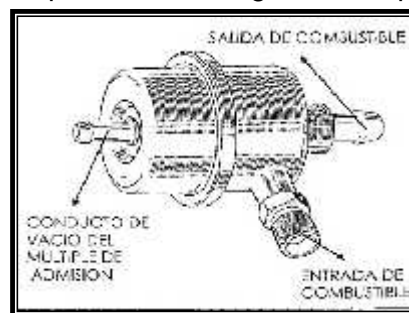


Fuente: Manual de inyección electrónica Corsa

El tanque de combustible es el alojamiento de la bomba, filtro y regulador de presión por lo que está construido en chapa de acero revestido interiormente con aleaciones antióxido, actualmente se construyen de polímeros especiales.

**2.6.3 Regulador de presión.** Su función es regular la presión de combustible mediante una manguera que va conectada al múltiple de admisión, está ubicada en el mismo riel de inyección o en el interior del tanque de combustible.

Figura 12. Componentes del regulador de presión



Fuente: Manual de inyección electrónica Corsa

## 2.7 Complementos adicionales.

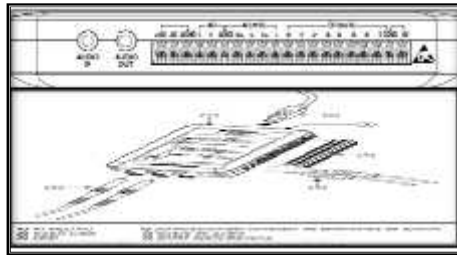
**2.7.1 Riel de inyección.** Es característico de los sistemas de inyección multipunto ubicado sobre la culata o tapa de cilindro del motor, su función es distribuir combustible a los inyectores dependiendo de la presión que requiere el motor durante

la marcha.

**2.7.2** *NI myDAQ.* Es una tarjeta de adquisición de datos (DAQ), que brinda ventajas tales como medir y analizar señales. NI myDAQ es compacta y portátil.

Este elemento dispone tanto entradas analógicas como salidas digitales, que nos ayudaran a controlar los distintos sensores en nuestro banco de pruebas.

Figura 13. Componentes NI myDAQ



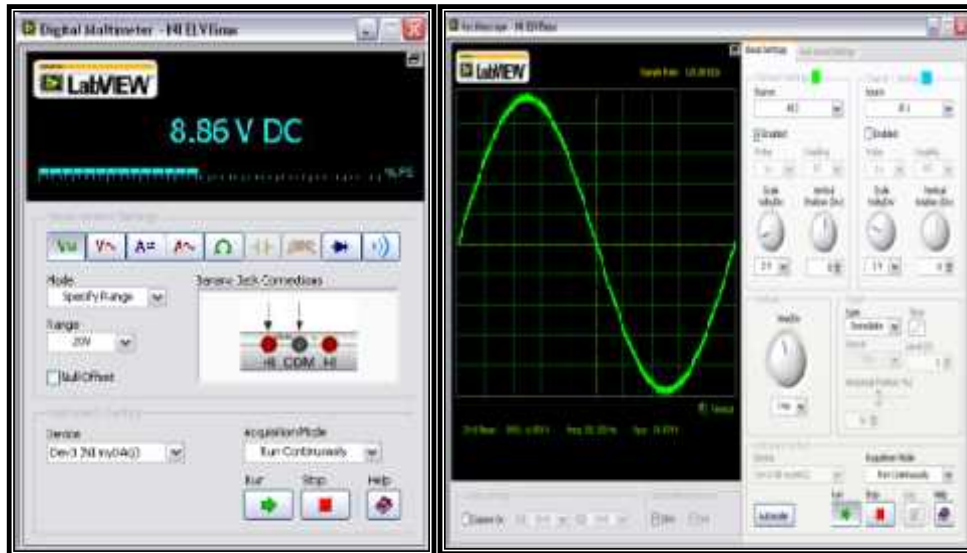
Fuente: Nacional instrumentos

Además posee dos herramientas esenciales para el campo de comprobación como son un multímetro y osciloscopio este último con un rango máximo de medida de 5V.

Estos instrumentos de uso común pueden realizar las siguientes tipos de medidas:

- Voltímetro y osciloscopio (DC y AC)
- Amperímetro (DC y AC)
- Multímetro

Figura 14. Multímetro y osciloscopio NI myDAQ

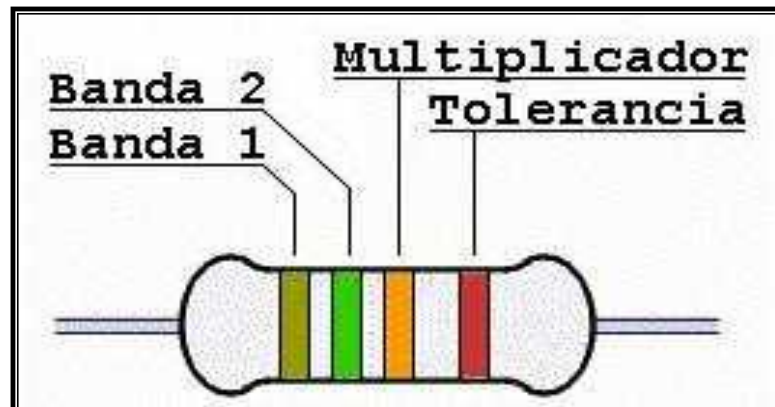


Fuente: National instrumentos.

## 2.8 Descripción de elementos electrónicos

**2.8.1 Resistencias.** Son elementos cuya misión es dificultar el paso de la corriente eléctrica a través de ellas las resistencias no poseen polaridad.

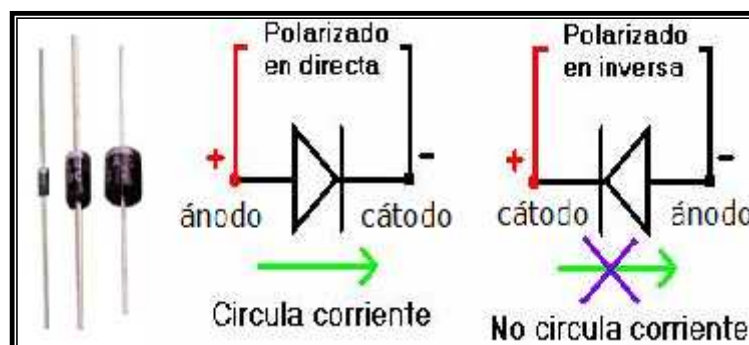
Figura15. Esquema de las resistencias



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

**2.8.2 Diodos.** Es un elemento de dos terminales (ánodo y cátodo) que permite o no permite, el paso de la corriente en una sola dirección.

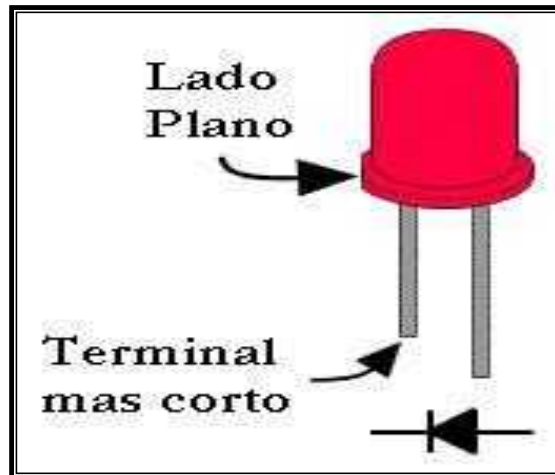
Figura 16. Esquema del diodo



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

Los LED poseen un corte que indica el terminal negativo (cátodo). También poseen un terminal más largo que corresponde al positivo (ánodo).[8]

Figura 17. Esquema de un diodo LED



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

**2.8.3 Capacitores.** Básicamente un capacitor es un dispositivo capaz de almacenar energía. Su unidad es el Faradio.

Existen diferentes tipos de capacitores. Los más típicos son:

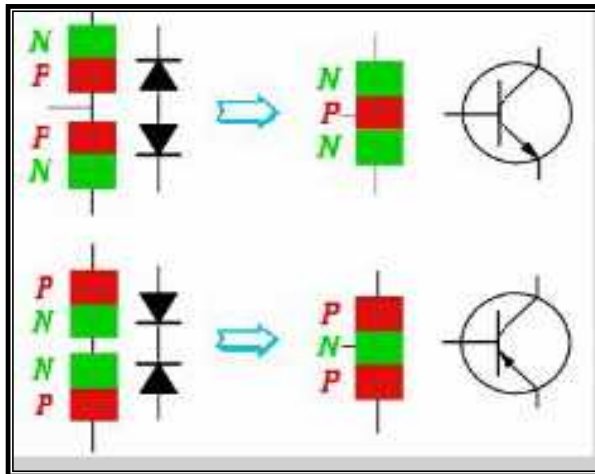
- **Capacitores. cerámicos.** Sus valores de capacidad están comprendidos entre 0.5 pF y 47 F. No poseen polaridad. En el cuerpo del capacitor cerámico se indica el valor en pico faradios[8]
- **Capacitores electrolíticos.** Los capacitores electrolíticos poseen polaridad. El signo menos indica la pata de polaridad negativa
- **Capacitores de tantalio.** Los capacitores de tantalio son del tipo electrolítico. La polaridad generalmente se indica mediante una línea (en forma de "L").[9]

**2.8.4 Transistores.** El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. Los transistores pueden ser de alta potencia o baja potencia.

#### **Transistores Bipolares. PNP y NPN**

Los transistores son semiconductores que constan de 3 terminales: emisor, colector y base.

Figura 18. Esquema del transistor bipolar



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

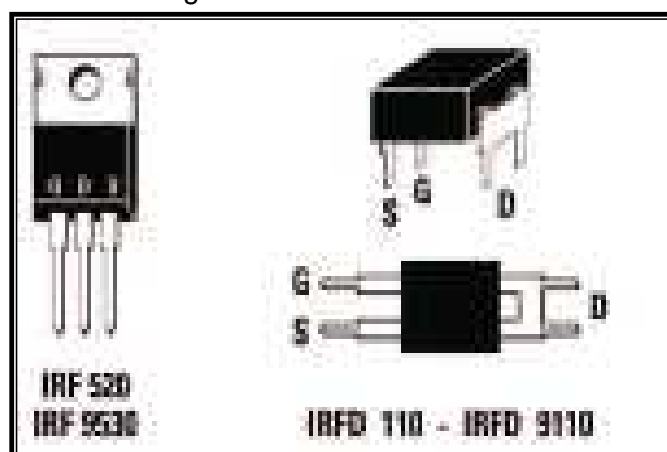
En una de ellas, puedes ver a qué patilla corresponde cada terminal. Hay dos tipos, los NPN y los PNP. Se simbolizan de la siguiente manera:

El de la parte superior es un transistor NPN y el de la parte inferior es un transistor PNP. En el NPN la flecha que indica el sentido de la corriente sale hacia fuera (la corriente irá de colector a emisor) mientras que en el PNP la flecha entra (la corriente irá de emisor a colector).

**2.8.5 Mosfet.** Es un transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor denominado también con el nombre de MOSFET que a su vez está dividida en varias familias de acuerdo al uso por ejemplo la familia de los IR que son considerados de potencia, los cuales son utilizados con fines de mejoramientos en sistemas industriales.

Es un dispositivo de cuatro terminales llamadas surtidor (S), drenador (D), compuerta (G) y sustrato (B), el sustrato generalmente está conectado internamente a la terminal del surtidor, y por este motivo se pueden encontrar dispositivos de tres terminales similares a otros tales como los de potencia.[10]

Figura 19. MOSFET



## **CAPÍTULO III**

### **3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

Los bancos de pruebas son equipos industriales que nos ayudan a realizar evaluaciones previas de un ensamble. La construcción de un banco de pruebas radica en la inconveniencia de poder manipular algunos elementos difíciles de diagnosticar en el ensamble real tales como son, instrumentos de medición, indicadores de parámetros y cualquier otro tipo de herramientas, porque esto implica un riesgo de alteración y hasta paralización de un proceso de funcionamiento.

El objetivo primordial de un banco de pruebas es complementar el conocimiento práctico adquirido por la experiencia laboral con el conocimiento teórico.

La metodología utilizada es la de investigación acción; luego de diagnosticar que hacía falta un mecanismo para integrar saberes teóricos y prácticos.

La clasificación de los bancos de pruebas puede ser de tipo:

- Didáctico: Son aquellos nos permiten nutrir un poco más los conocimientos teóricos adquiridos.
- Prácticos: son aquellos que nos permiten nutrir de mejor manera los conocimientos teóricos, al mismo tiempo que nos permite relacionar mucho más con el mundo practico obteniendo un buen aprendizaje del tema a exponer.

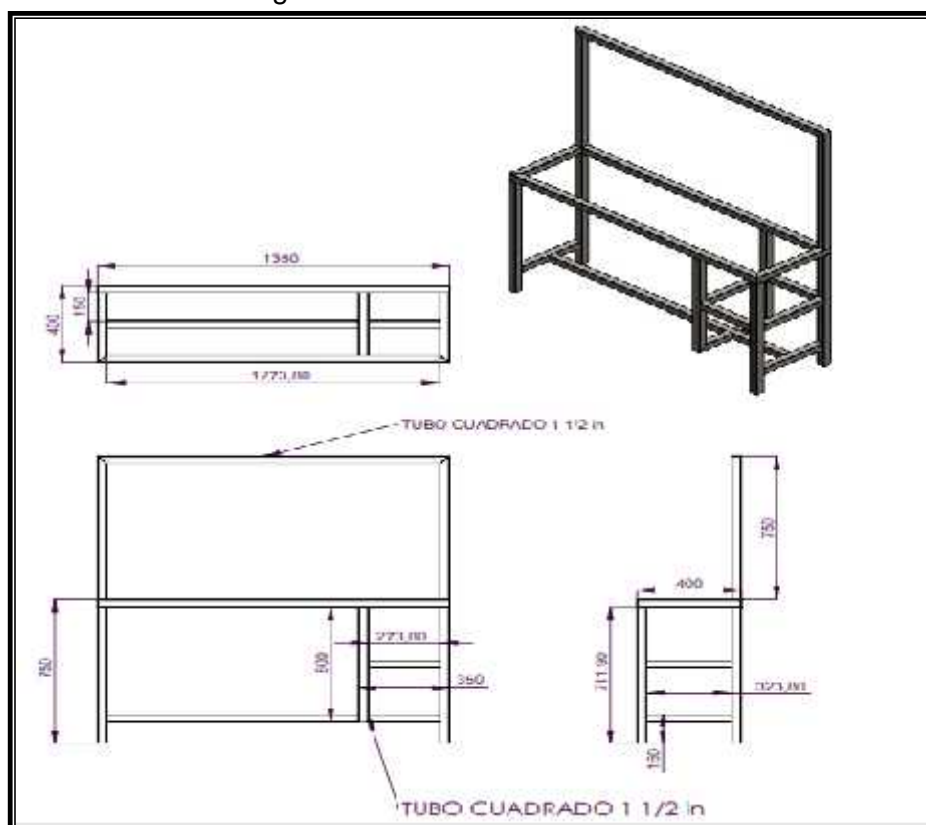
El diseño de un banco de pruebas está dado por las prestaciones de cada uno de los temas a exponer.

Nuestro banco de pruebas está instalado con el fin de conocer el funcionamiento real de los sensores, actuadores y ECM correspondientes al sistema Multec GM, además se una instalación de comprobación para los sensores, ECM y actuadores.

### 3.1 Diseño de la estructura metálica

El diseño de la estructura metálica del banco de pruebas está diseñado con fines de soportar todos los elementos que constituyen el sistema de inyección electrónica a gasolina Multec GM, todos estos elementos con un peso de 127,8Kgf.

Figura 20. Diseño de la estructura

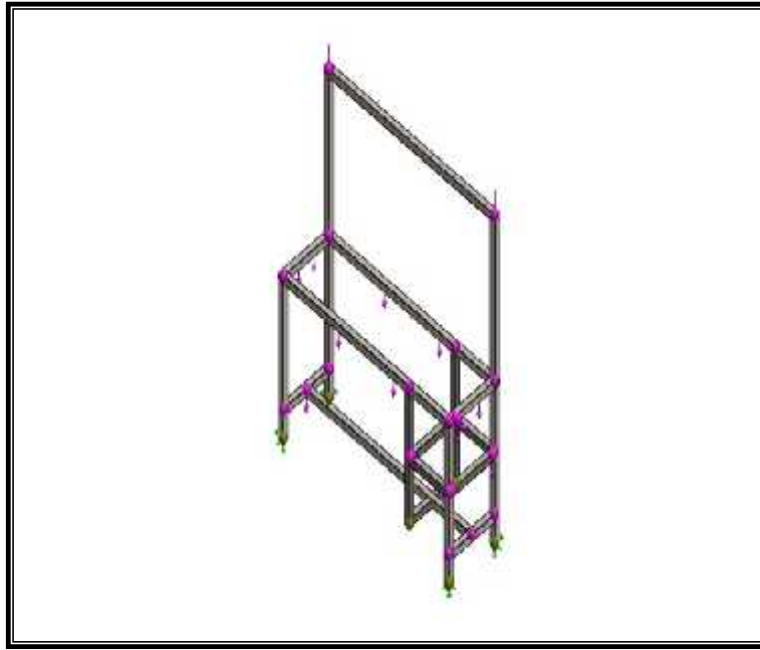




Fuente: Autores

**3.1.1 Cálculos estructurales.** A continuación se detalla los cálculos de todas las fuerzas estáticas y puntos de deflexión con el peso mencionado

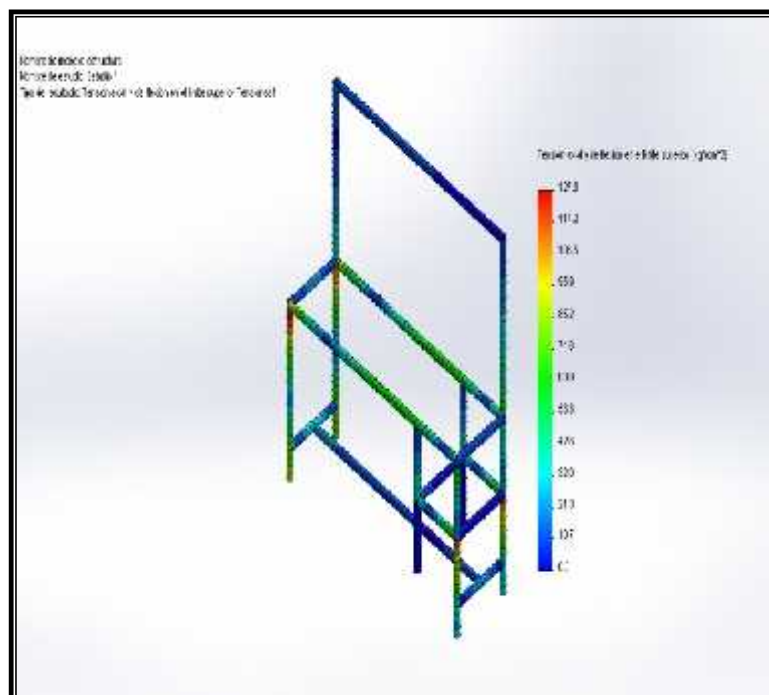
Figura 21. Estructura sometida a cargas



Fuente: Autores

El análisis estático de las fuerzas de la estructura del banco se realizó en solidworks arrojándonos las siguientes condiciones de trabajo.

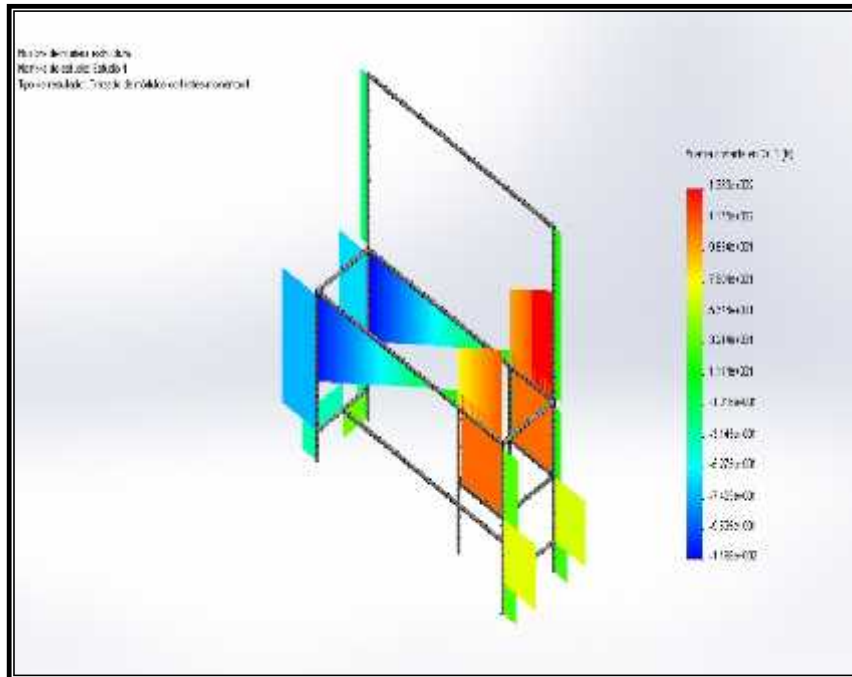
Figura 22. Análisis de tensiones



Fuente: Autores

En el análisis indicado anteriormente se puede observar los puntos de mayor tensión de la estructura como es el caso del tanque y batería con peso conjunto de 35 Libras.

Figura 23. Análisis de momentos



Fuente: Autores

De la misma forma se realizó el análisis de los momentos de la estructura, que al igual que el anterior cálculo se muestra en una codificación de colores siendo el color rojo los puntos más críticos en este estudio.

Las características del material utilizado son del tipo A0 36 indicados en la figura siguiente.

Figura 24. Propiedades del material

Propiedades de material

No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Nombre material:

Material:

Categoría:

Región:

Opciones de color predeterminadas:

Color (R):

Color (G):

Color (B):

Color (H):

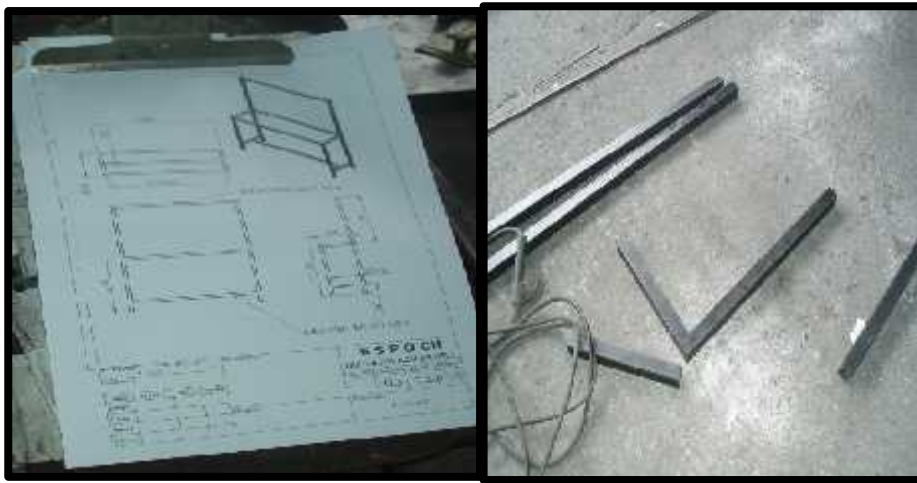
Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	200000	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	0.3	mm/mm
Módulo cortante	76875	N/mm <sup>2</sup>
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>
Límite de fluencia	400	N/mm <sup>2</sup>
Límite de tensión en X Tensión máxima	400	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de expansión térmica en X	12	1/K
Conductividad térmica en X		W/(m·K)
Calor específico		J/(kg·K)
Presión de vapor (a temperatura ambiente)		Pa

Fuente: Autores

Después del estudio estructural y analizado el material concluimos que es idóneo construir la estructura con estas características ya que el factor de seguridad es 1, además de esto el esfuerzo máximo que estará expuesta la estructura es de 127,8 Kgf de 8000 Kgf que puede soportar todo el diseño.

**3.1.2 Construcción de la estructura.** Con el diseño y cálculos realizados realizamos la construcción de la estructural, medimos el material que posteriormente será cortado.

Figura 25. Medición y corte de material



Fuente: Autores.

Una vez cortado con las medidas especificadas procedemos a la unión de la partes mediante soldadura eléctrica.

Figura 26. Unión de elementos

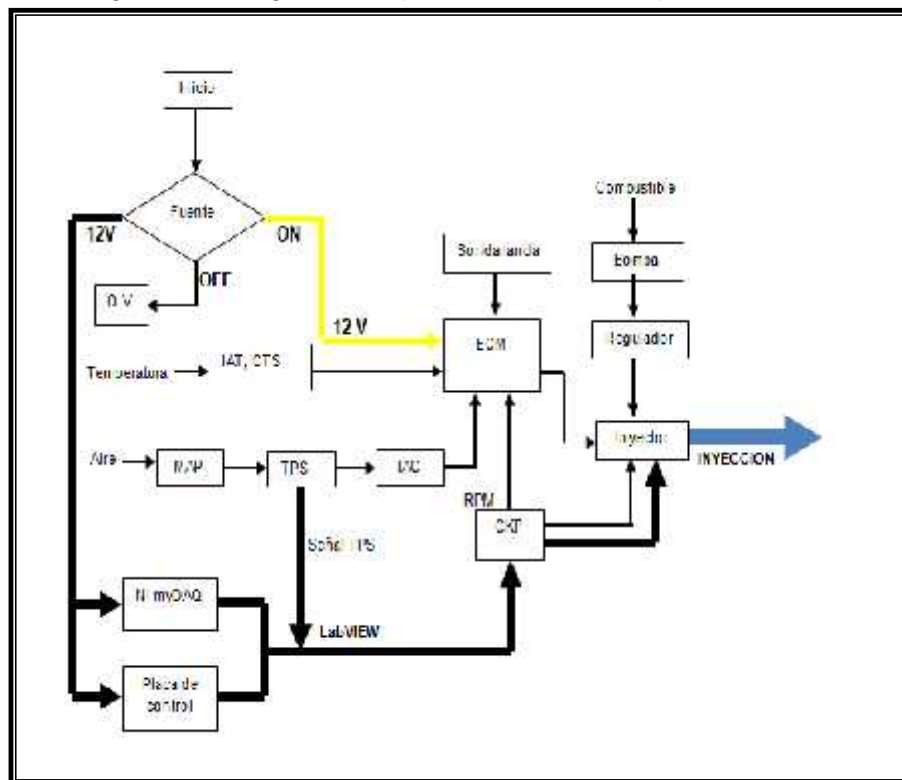


Fuente: Autores

### 3.2 Requerimientos de software y hardware

3.2.1 *Diagrama de flujo.* En el siguiente diagrama podremos observar el funcionamiento del banco de pruebas el cual está alimentado con 12,5 voltios a la ECM la cual se encarga de procesar señales, voltajes y resistencias requeridas para cada uno de los sensores y actuadores.

Figura 27. Diagrama de procesos banco de prueba



Fuente: Autores

En la figura se puede apreciar el diagrama de flujo de todo el banco de pruebas y queda interpretado de la siguiente manera.

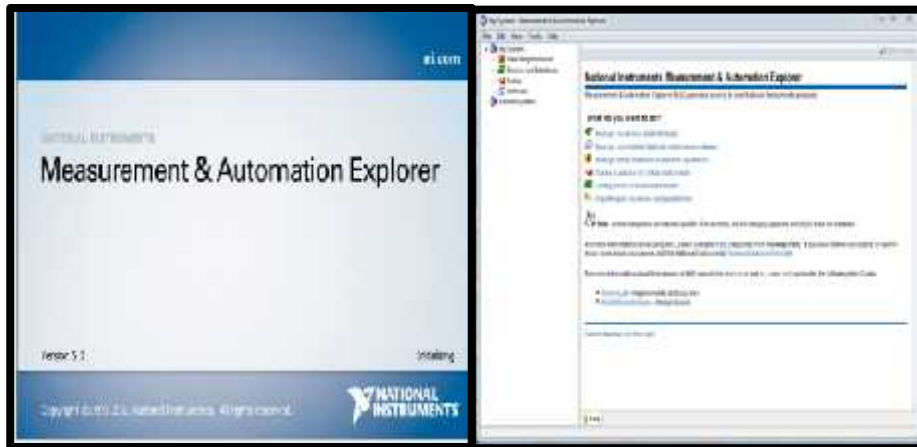
Todo el sistema está alimentado con una batería de 12,5 voltios, el cual fluirá a través de la llave de ignición la misma que posee dos posiciones ON/OFF al momento de que su posición inicial cambie a ON el fluido eléctrico llegará hacia la ECM.

Este módulo electrónico se encargará de distribuir el voltaje dependiendo de la necesidad de cada uno de los sensores y actuadores así como también, bobina e inyectores por seguridad de la placa electrónica se tiene un interruptor de dos posiciones el cual nos permite comandar las posiciones ON/OFF de acuerdo al momento de que necesitemos su funcionamiento el mismo que está basado en el software construido en LabVIEW.



Software importante para la comunicación de NI myDAQ, PC y el mando de control NI myDAQ.

Figura 29. Instalación de measurement & automation



Fuente: National instrument measurement & automation.

## HADWARE

Elemento que se instaló con el fin de permitir la conexión entre la placa de control, la NI myDAQ y además de la alimentación y de los diferentes inyectores.

### Cable USB

Para la comunicación de la pc y NI myDAQ, el mismo que debe ser de uso único para este fin.

**Borneras.** Utilizadas para la myDAQ y la placa de control la se realizará por medio de cable Están ubicadas en la placa de plástico y están soladas por estaño señalizadas para cada una de las

comunicación entre la NI conexión de estos elementos automotriz.

control, su material es a su vez que están conexiones deseadas.

Figura 30. B



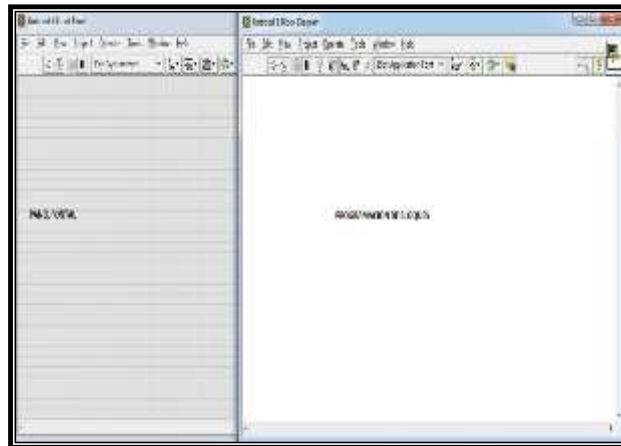
Fuente: Autores

### 3.3 Programación de software

El software del mando de control NI myDAQ se realizó en el programa LabVIEW, su programación consiste en un lenguaje grafico como se detallara.

En primer lugar se reconoció el panel frontal y el panel de programación de bloques ya que es de mucha importancia conocer donde se va a realizar la programación que en el caso de LabVIEW se lo realiza en panel de bloques.

Figura 31. Identificación de panel LabVIEW



Fuente: Autores

### 3.4 Cálculo de software

El software realizado nos servirá para modificar las RPM mediante nuestra PC al igual que mediante el sensor de posición del acelerador TPS, al mismo tiempo este software es utilizado para controlar el nivel de combustible en el sistema de alimentación.

Además de esto nos permitirá realizar pruebas de inyección en los diferentes inyectores, esta fusionado con un elemento nuevo en la carrera de ingeniería automotriz con la incursión de una tarjeta de adquisición de datos denominada NI myDAQ, la encargada de entregar y recibir información de los sensores que actúan en el software del banco de pruebas.

Al tomar datos reales de funcionamiento con el osciloscopio obtuvimos los siguientes datos del ancho de pulso.

$$T=2.7 \text{ ms}$$

$$f=22 \text{ Hz}$$

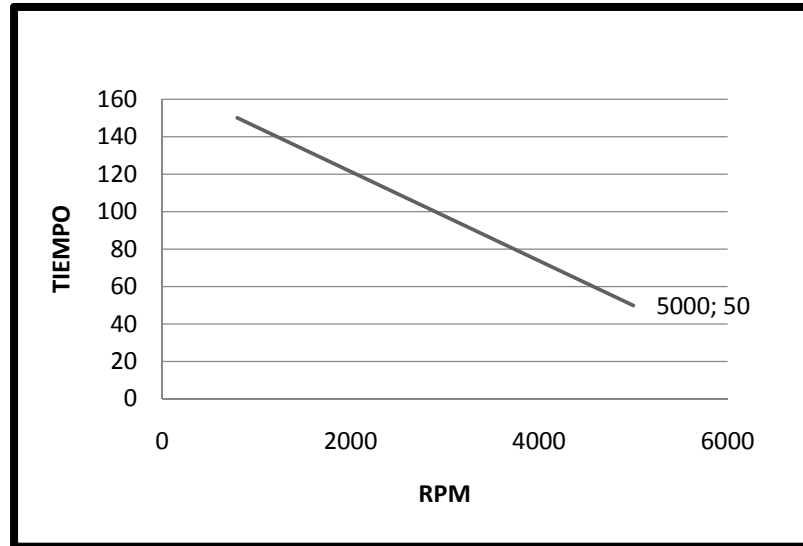
Dónde:

T= Periodo y f = la frecuencia.

Estos datos son indispensables conocer ya que se variara el ancho de pulso de la inyección en base a la frecuencia y al periodo reales de funcionamiento.

En la siguiente podemos apreciar que menor tiempo obtenemos mayor RPM que a un mayor tiempo.

Figura 32. Curva de cálculo RPM



Fuente: Autores

Mediante la ecuación de la recta

$$Y=A+mx.$$

(1)

Y: Periodo

A: Tiempo

mx: Pendiente

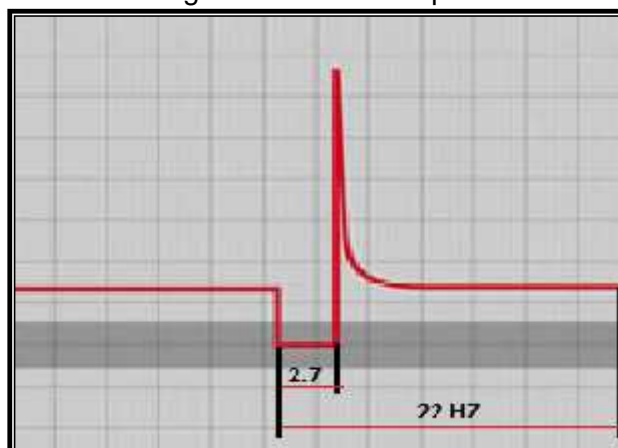
Hallaremos el valor de la pendiente mediante los siguientes cálculos.

$$M= \frac{Y_2-Y_1}{X_2-X_1} \text{ entonces;}$$

$$M= \frac{(50-150)s}{(5000-800)rev} = - 0.0238 \text{ rev.}$$

En la siguiente figura se puede apreciar datos reales obtenidos en el osciloscopio

Figura 33. Ancho de pulso





Fuente: Autores

Reemplazando estos datos en una segunda ecuación

$$T = 2.7 + (y_2 - y_1)x \quad (2)$$

Tenemos que

$$22 = 2.7 + (150 - 50)x$$

$$x = \frac{19.3}{100}$$

$x = 0.193$  Por tanto tenemos que:

$$y = 150 + (-0,0238)x + 19.04$$

$$y = 169.04 - 0.0238x$$

### 3.5 Programación

Una vez obtenidos los datos que necesitamos para que el funcionamiento sea real realizamos la programación del software.

En primer lugar se realizó la programación del sensor TPS y medidor de nivel de combustible.

La programación consiste que cuando el sensor TPS (sensor de posición de la mariposa) está con el máximo de resistencia obtendremos un valor de RPM mínimo diferencia de que cuando la resistencia baya bajando las RPM irá aumentada en este caso se utiliza las entradas analógicas de NI myDAQ.

Posteriormente realizamos una segunda programación que nos permitirá aumentar o disminuir las rpm mediante una PC y las salidas digitales de la tarjeta de adquisición de datos a D (0, 1, 2, 3, 4 ,5)

Figura 34. Programación analógica



A más de permitirnos modificar las RPM nos ayudará a modificar el ancho de pulso para realizar algunas pruebas de inyección, la misma que se lo podrá hacer a cada inyección o en conjunto ya que la programación está diseñada para este fin.

La fase final de la programación es agregar detalles en el panel de control para identificar cada una de las opciones del software.

Figura 36. Panel de control de la programación LabVIEW



Fuente: Autores

En esta figura se puede apreciar el diseño de control de nuestro software, tales como medidor de nivel de combustible, control de las RPM, modulación del ancho de pulso de los inyectores el mismo que nos permitirán encender el número de inyectores que deseemos.

### 3.6 Diseño de la placa electrónica

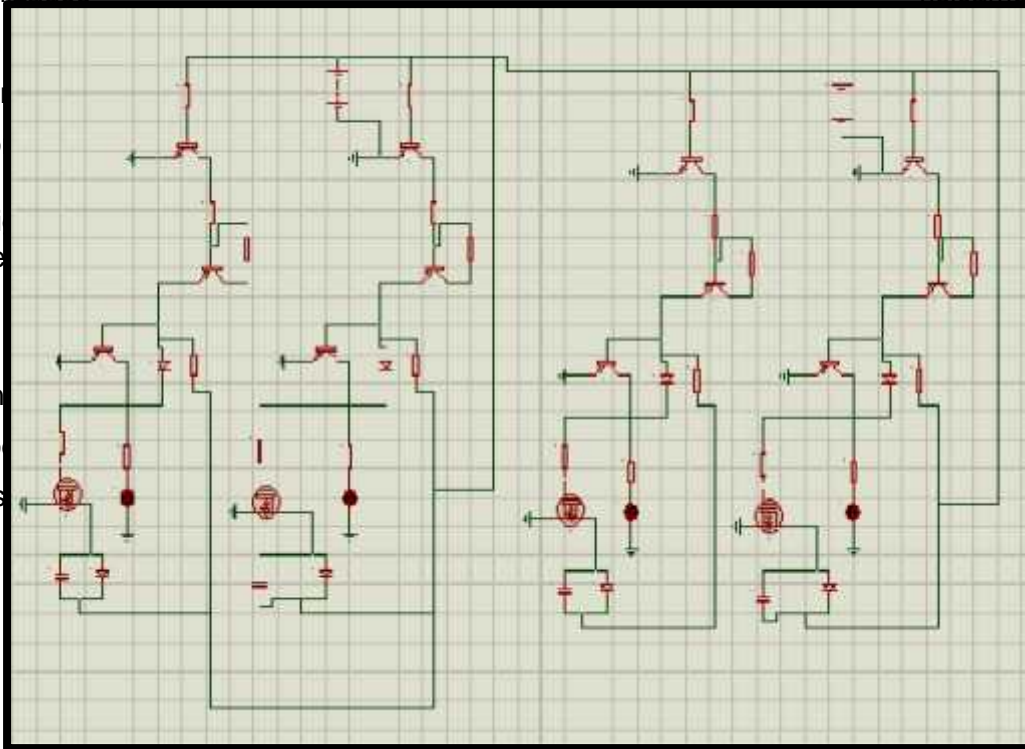
Una vez que se comprobó el circuito de mando con el fin de ser utilizado en el banco de pruebas de comprobación de ECM, actuadores y sensores en la protoboard se procede a la simulación del mismo, para este fin se utiliza un software especializado en el tema, como es el caso del programa PROTEUS 7 profesional, el cual posee una herramienta idónea para el diseño de estos circuitos impresos, mediante el programa ARES 7 Professional.

Figura 37. Simulación del circuito en PROTEUS



Fuente: Autores

Una vez hecha las diferentes pruebas procedimos a realizar el esquema total de la placa electrónica que consta de todos los elementos que serán utilizados físicamente



correspondientes al motor y a cada uno de los inyectores el voltaje ingresa por medio de una fuente de 12V y que estos alimentan a los MOSFETmismos que permiten excitar a la bobina interna del inyector y a su vez poder controlar la velocidad del motor.

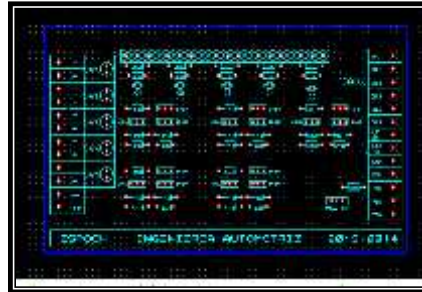
### 3.7 Diseño digital de circuitos impresos

Una vez que se comprobó el circuito de mando con el fin de ser utilizado en el banco de pruebas de comprobación de ECM, actuadores y sensores en la protoboard se procede a la simulación del mismo ,para este fin se utiliza un software especializado en el tema, como es el caso del programa PROTEUS 7 profesional, el cual posee una herramienta idónea para el diseño de estos circuitos impresos, mediante el programa ARES 7 Professional.

Para el ensamblaje final de la placa electrónica que contendrá todos los circuitos electrónicos antes ya descritos, la misma que se denominara como:

- Mando de control NI myDAQ.

Figura 39. Diseño digital del mando de control NI myDAQ



Fuente: Autores

**3.7.1** *Elaboración de la placa electrónica.* El mando de control NI myDAQ será el encargado de contener, todos los circuitos de potencia, correspondientes a cada uno de los inyectores, así como también el mando del sensor TPS, indicador del nivel de combustible para esta operación se utilizó papel especial de impresión

Figura 40. Placa del mando de control NI myDAQ diseñada



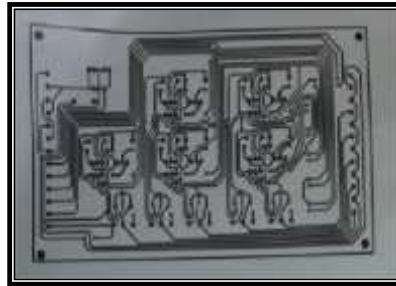
Fuente: Autores

Los circuitos de potencia mediante la activación o excitación de mosfet, programación en LABVIEW y NI myDAQ nos permitirán obtener señales, digitales y analógicas para el sensor TPS, nivel de combustible e inyectores además de que nos permita controlar las rpm. de la rueda dentada.

**3.7.2** *Impresión.* El primer pasó a desarrollarse para la elaboración de la placa. Consiste en imprimir el diseño del circuito impreso, procedimiento que debe realizarse en formatos A4 de papel fotográfico, y utilizando una impresora láser estrictamente.

Figura 41. Impresión de la placa

de mando NI myDAQ



Fuente: Autores

Este tipo de impresión garantizara que el diseño pueda ser transferido por calor, hacia las plancha de baquelita, por lo que el ancho de cada pista debe ser de acuerdo al tipo de trabajo se desea realizar es así que para nuestra placa de mando de control NI myDAQ se realizó con un espesor de 2 mm, la impresión actuará como aislante corrosivo en el posterior proceso de revelado que posteriormente son cortadas de acuerdo al tamaño de nuestro diseño.

Una vez que la placa de baquelita y la impresión esta lista, se realiza la transferencia del diseño utilizando una estampadora industrial la cual requiere una temperatura mínima de 180 °C, esta debe actuar sobre la placa y la impresión por un lapso de tiempo no menor a tres minutos.

Figura 42. Planchado de la placa



Fuente: Autores

Después de terminar el estampado del diseño en la placa de baquelita, se procedió a retirar el papel fotográfico, para verificar la calidad de la transferencia, si existiese algún defecto este debe ser corregido con un marcador negro permanente. El cual debe ser aplicado siguiendo el diseño original.

Figura 43. Control de defectos de las placas



Fuente: Autores

**3.7.3 Revelado.** Ya el circuito impreso aplicado sobre la placa de baquelita en la cubierta de cobre, es necesario retirar el exceso de este material, claro está sin retirar las zonas donde se grabaran las pistas del circuito impreso, para el fin estas placas deben ser sumergidas en una disolución de cloruro férrico al 40%, con agua a una temperatura de 70 °C. Esta sustancia actuará como corrosivo atacando químicamente el exceso de cobre, la zonas que se encuentran bajo la protección de la impresión no sufrirán este ataque, pero este debe durar solamente un determinado tiempo mientras se retira el exceso de cobre, entre 20 y 40 minutos aproximadamente.

Figura 44. Revelado de las placas



Fuente: Autores.

Retirado todo el exceso de cobre, contamos con las pistas de los circuitos bien delineadas, es necesario limpiar la placa para retirar el recubrimiento aislante y así poder verificar que las pistas no hayan sufrido ningún corte por acción del ácido, con la ayuda de un multímetro se verifica la continuidad entre el recorrido de cada pista, descartado así cualquier conflicto posterior.

Figura 45. Limpiado de las placas





Fuente: Autores

**3.7.4 Perforado.** Una vez verificado que la impresión del circuito en la placa este correcto, el paso previo al montaje de los respectivos componentes electrónicos, es el perforado de los agujeros donde se alojaran cada uno de estos. Hay que considerar la distancia entre componentes, ya que de no utilizar un adecuado diámetro de broca, resultaría en la pérdida del cobre circundante, lo que imposibilitaría la suelda de dicho componente. Para el efecto se utilizaran diámetros de broca de 0.7 y 1 mm, y un taladro, donde se realizarán las perforaciones correspondientes.

Figura 46. Perforado de la placa



Fuente: Autores



**3.7.5 Ensamblado de la placa.**Una vez seguido todos los pasos anteriores procedemos al ensamblado de la placa utilizando los siguientes componentes electrónicos.

Tabla 1. Componentes electrónicos

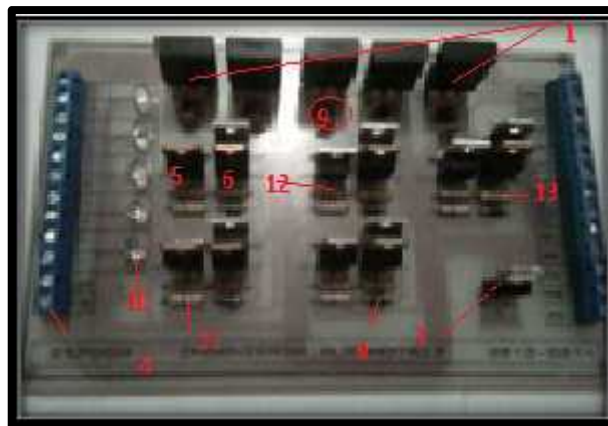
Identificación	Elemento	Cantidad	Característica
1	Mosfet	5	IRF 150
3	Caja	2	Plástica
4	Baquelita	1	Plástica
5	Transistor	10	TIP 32 PNP
6	Transistor	5	TIP 31 NPN
7	Regulador de voltaje	1	IC 7805
8	Diodo rectificador	10	2N3007
9	Capacitor electrolítico	6	10 $\mu$ F 1.6V
10	LED	5	2 V.
11	Resistencia	5	4.7 k
12	Resistencia	4	10 k
13	Resistencia	4	1 k
14	Bornera	2	2 A

Fuente: Autores

Para el montaje de cada uno de los elementos electrónicos hay tener en cuenta la polaridad de algunos elementos ya en caso contrario afectaría el funcionamiento de la misma.

Ya que por ejemplo con el diodo rectificador en una posición inadecuada no tendremos fluido de corriente por consiguiente los MOSFETS no podrán disparar, en cambio los elementos que no poseen polaridad son las resistencias cualesquiera que estas sean y los capacitores.

Figura 47. Distribución de elementos del Mando de control NI myDAQ



Fuente: Autores

Una vez que cada uno de los elementos ha sido asegurado a través de las soldaduras, es necesario comprobar cada punto asegurado, observando que no existan elementos unidos que puedan producir cortos o existan casos en los que la cantidad de suelda no haya sido la adecuada o simplemente el componente no fue asegurado por la suelda de una manera correcta. Todos estos defectos deben ser corregidos antes de poner en operación las placas creadas.

Figura 48. Comprobación de pistas de las placas



Fuente: Autores

## CAPÍTULO IV

### 4. CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA

El banco de pruebas tendrá un proceso de funcionamiento por lo que todos los elementos están situados en un lugar adecuado para evitar conexiones defectuosas.

Ya diseñado y construido la estructura en donde se alojarán cada uno de los elementos de sistema de prueba se realizará el montaje del panel frontal en la estructura metálica.

Figura  
panel

49.Montaje del  
Frontal



Fuente:

Autores

El paso siguiente que se realizó la perforación en el panel para el montaje de todos elementos que constituyen el banco de pruebas, los primeros elementos en montarse son aquellos que nos permitirán realizar posteriormente las pruebas a cada uno de los sensores o actuadores probarse.

#### 4.1 Montaje de jackse interruptores

Para este fin se utilizó jacks banana de color para cada uno de los elementos del banco se utilizó interruptores de tres posiciones simple y de 6 salidas para el caso del sensor IAT y CTS.

Figura 50. Montaje de jacks



Fuente: Autores

Un sistema de inyección GM Multec está constituido de los siguientes elementos: ECM, sensor CKP, sensor MAP, sensor TPS, sensores de temperatura IAT y ECT, bobina de encendido e inyectores. Todos estos elementos están ubicados en el banco

Básicamente el funcionamiento del sistema GM Multec se debe al sensor de posición del cigüeñal ya que es el encargado de distribuir la inyección y el chispazo eléctrico de acuerdo al orden de encendido.

Cada uno de estos elementos estará identificado con sus nombres para que sean identificados adecuada y rápidamente además conocer dónde se deben conectar los diferentes elementos de medición.

#### **4.2 Sistema de alimentación de energía**

Una vez descrito las señales que se requieren para poner en funcionamiento del módulo de control electrónico (ECM), es necesario esquematizar las funciones que desempeña el banco de comprobación de esta unidad así como también de los diferentes sensores y actuadores.

Las características que debe cumplir el sistema de alimentación se describe a continuación:

- Abastecer una alimentación de 12 V y conexión a masa constantes.
- Generar la señal principal de giro, la cual es proporcionada por medio del sensor CKP, por medio de la generación de impulsos, para poner en funcionamiento a las ECM.
- Obtener mediciones de los principales sensores que intervienen en la del motor es decir de las señales y voltajes de los sensores CKP, IAT, ECT, TPS, MAP.
- Demostrar el desempeño de la ECM a través de la visualización del comportamiento de los actuadores como son los inyectores y bobinas.

Al efectuar el funcionamiento del banco de pruebas hay que tener en cuenta que no proveeremos de algunos parámetros reales de funcionamiento como lo tenemos en el vehículo tales como, el estado estequiométrico de la mezcla. Al no contar con estos datos, la ECM no podrá realizar algunas funciones como, control de emisiones contaminantes, fase de emergencia, auto diagnóstico, control de sistemas periféricos.

Por lo que el banco de pruebas se regirá especialmente a la comprobación de los sensores TPS, MAP, CKP, Inyectores y bobinas por tanto determinaremos el estado



Fuente: Autores

La ECM es el cerebro del vehículo y es la que gobierna todos los elementos utilizados en este banco, consta de dos conectores en el primero los terminales A y B con 12 pines y el segundo C y D con 16 pines, cada uno de estos pines estarán conectados a los diferentes sensores y actuadores dependiendo de la denominación que le corresponda a cada uno de estos elementos.

Tabla 2. Banco de conectores A

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
A2	Señal del sensor de rotación
A3	Control del relé de corte de la aire acondicionado
A4	Control del relé del ventilador de baja velocidad
A5	Control del relé del ventilador de alta velocidad
A7	Firma del sensor de presión absoluta
A8	Señal del sensor de la posición de aceleración
A11	Masa de los sensores ECT (CTS), el MAP y la presión.
A12	Masa de la unidad de mando

Fuente: Manual de taller Corsa

Tabla 3. Banco de conectores B

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
B1	Alimentación del ECM de batería, de la línea 30
B2	Sensor de Velocidad
B3	Señal del sensor de rotación
B6	Control del relé de la bomba de combustible
B7	Comunicación línea de la J-Terminal ALDL
B8	Tensión de referencia, TPS, MAP
B10	Masa de la unidad de mando
B11	Señal del sensor lambda EGO
B12	Señal del sensor de temperatura del motor CTS (ECT)

Fuente: Manual de taller Corsa

Tabla 4. Tabla de conectores C

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
C1	Advertencia lámpara de control
C2	Señal de rotación para el tacómetro

C3	EST-Bseñaldecontrolde la bobinadeencendido.
C4	AlimentacióndelECM alínea15
C5	Controldemotorpaso a paso
C6	Controldemotorpaso a paso
C8	Controldemotorpaso a paso
C9	Controldemotorpaso a paso
C11	Controlde losinyectores2y3
C13	Inmovilizador(puenteC14)
C14	Inmovilizador(puenteC13)
C15	Controlde losinyectores1y4
C16	AlimentacióndelECM debatería,de la línea30

Fuente: Manual de taller corsa

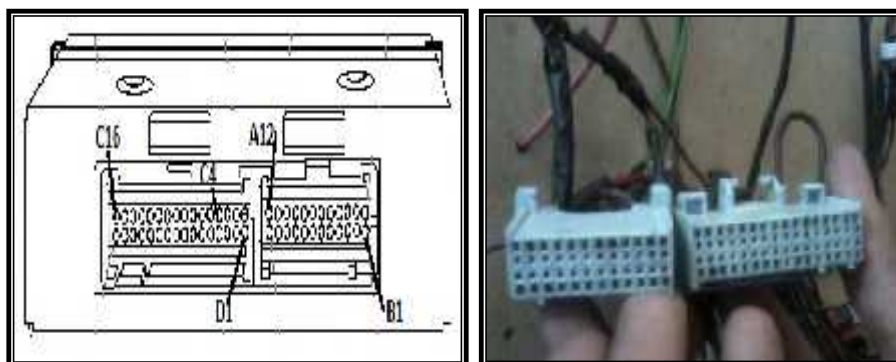
Tabla 5. Tabla de conectores D

Terminal	Descripción
D1	MasadelaunidaddemandoECM
D2	MasadelTPSyECT(IAT)
D3	Señaldelsensordetemperaturadelaire
D5	Solicituddeseñaldeaireacondicionado
D8	SolicituddediagnósticoALDLTerminalB
D10	EI EST.Aseñaldecontrolde labobina(cil.1y4)
D11	Señaldelconectordeoctanaje

Fuente: Manual de taller Corsa

La conexión de la alimentación y tierra de la ECM se lo puede realizar en cualquiera de los siguientes pines designados para dicho fin como se indica en la figura siguiente.

Figura 53. Conexión de alimentación y tierras ECM



Fuente: Manual taller corsa, Autores

**4.3.1 Verificación y comprobación de la ECM.** La comprobación de la ECM se realiza mediante dos pruebas fundamentales y rigiéndonos a datos expuestos por el fabricante, las cuales son, comprobación de tensión y masa.

Estas pruebas se las realizarán tanto para la ECM interna como para la externa con la ayuda de un multímetro el cual nos permitirá obtener medidas de alimentación y masa de estos elementos. La comprobación de la tensión a masa se realiza con la llave de ignición en contacto y con la ECM desconectada y mediante la ayuda de un multímetro realizamos la prueba.

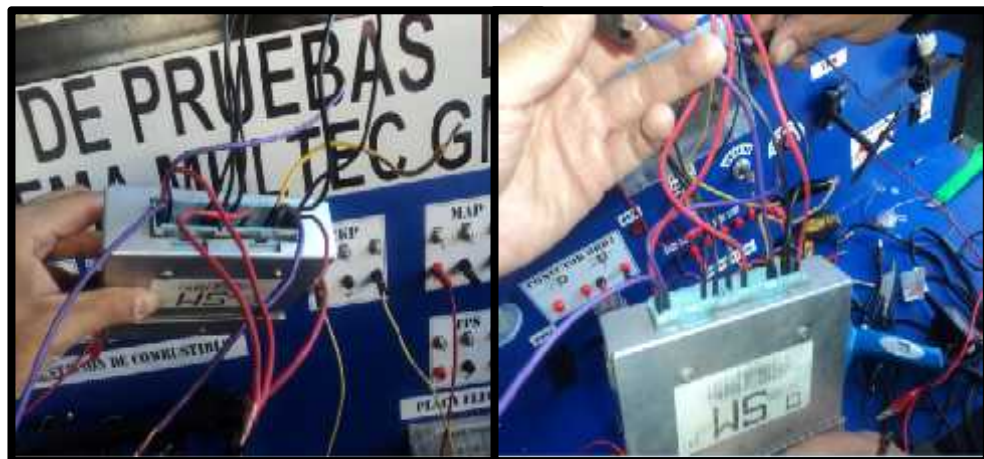
Tabla 6. Datos obtenidos

Terminal	Resistencia
A12	Cero
B3	Cero
D1	Cero
C16	Cero

Fuente: Autores

Para la verificación de una ECM externa hay que tener en cuenta las masas y alimentaciones de la misma así como también los pines de conexión de cada uno de los sensores y actuadores explicados anteriormente.

Figura 54. Comprobación de una ECM externa



Fuente: Autores

#### 4.4 Montaje del sensor CKP, rueda dentada

El siguiente paso que se realizó es el montaje de la rueda dentada y el sensor CKP, la rueda fue fijada con un motor eléctrico de 12 voltios que nos permitirá las rpm del motor permitiendo la lectura inmediata por medio del sensor.



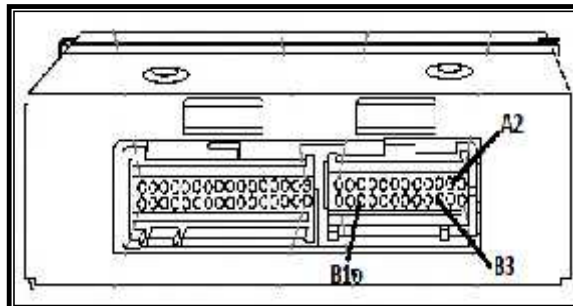
Figura55. Montaje de la rueda dentada



Fuente: Autores

En general este sensor pueden tener dos o tres cables de conexión que corresponden a los extremos de la bobina del sensor, en el caso del de tres cables el tercero es un blindaje a masa para evitar interferencias parasitas del encendido para un mejor fluido de voltaje de señal.

Figura 56. Identificación de pines del sensor CKP



Fuente: Manual de taller Corsa

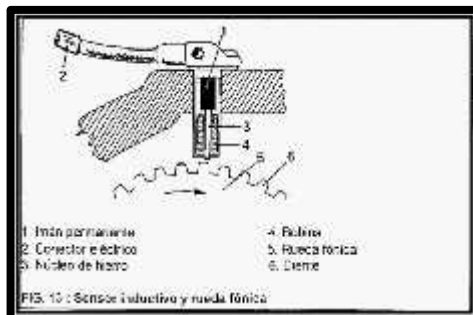
Figura 57. Montaje del sensor CKP



Fuente: Autores

**4.4.1 Verificación y comprobación del sensor CKP.** La primera comprobación de este sensor es visual, ya que se debe revisar la distancia de separación entre el sensor y la rueda dentada que debe estar en los valores de 0.06 a 1 mm.

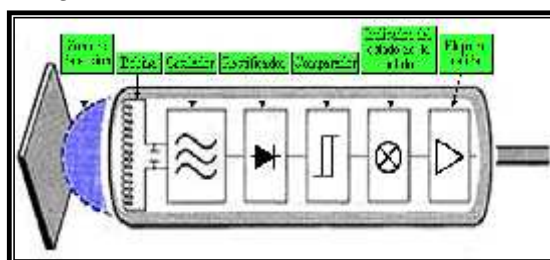
Figura 58. Holgura del sensor y rueda dentada



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

La estructura interna de un sensor tipo inductivo es la siguiente.

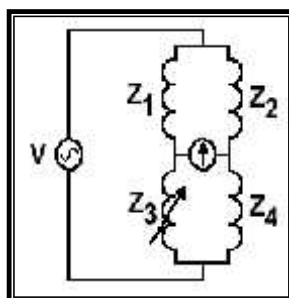
Figura 59. Estructura interna del sensor



Fuente: <http://www.dte.uvigo.es>

El funcionamiento del sensor se da por el puente de inducciones del sensor el cual posee un puente de 4 inducciones una de estas es la bobina sensora, la misma que en estado de reposo está en equilibrio.

Figura 60. Puente de inducción



Fuente: <http://www.dte.uvigo.es>

Si  $Z_1 = Z_2$  y  $Z_3 = Z_4$  tenemos que  $V=0$

Al acercarse un objeto, la bobina sensora varía su impedancia y desestabiliza el puente, usa el desequilibrio del puente para detectar el objeto. Se utilizan para

frecuencias bajas, 50 o 60 Hz, aunque también los hay de algunos kHz para una mayor sensibilidad, para verificación en el osciloscopio se tomó los siguientes datos.

Figura 61. Curva del sensor CKP

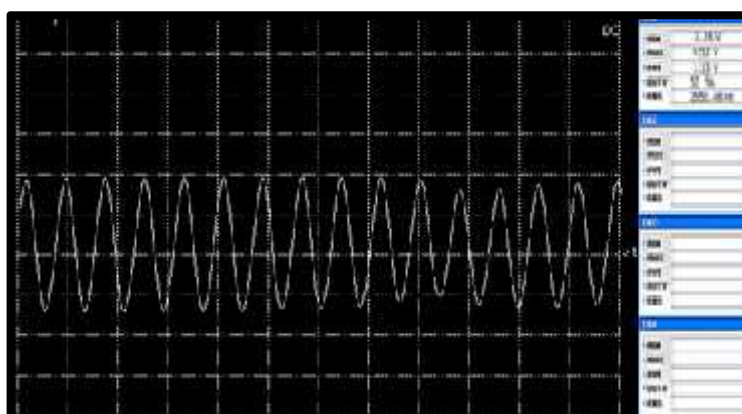


Fuente: Autores

La curva mostrada en la pantalla del osciloscopio corresponde al sensor CKP en donde se interpreta que cada 58 dientes de la rueda se genera un espacio correspondiente a 2 dientes este tiempo informa a la ECM que el pistón 1 se encuentra en el PMS generando un voltaje de 2V AC a bajas revoluciones.

Una segunda medida a altas revoluciones nos arrojó picos desde 12 hasta 14 Voltios de AC indicando el buen funcionamiento del sensor.

Figura62. Curva del sensor a altas RPM



Fuente: Autores

En la figura se puede observar que la frecuencia del sensor debido a las altas RPM a la que está funcionando la rueda dentada van aumentando, sin embargo se puede apreciar el desfase de los dos dientes para indicar el inicio de la inyección algo muy importante en el funcionamiento real de un automóvil para el fenómeno de la combustión.

Las verificaciones mediante el multímetro se realiza en cada uno de los pines correspondientes a cada sensor como se realiza a continuación.

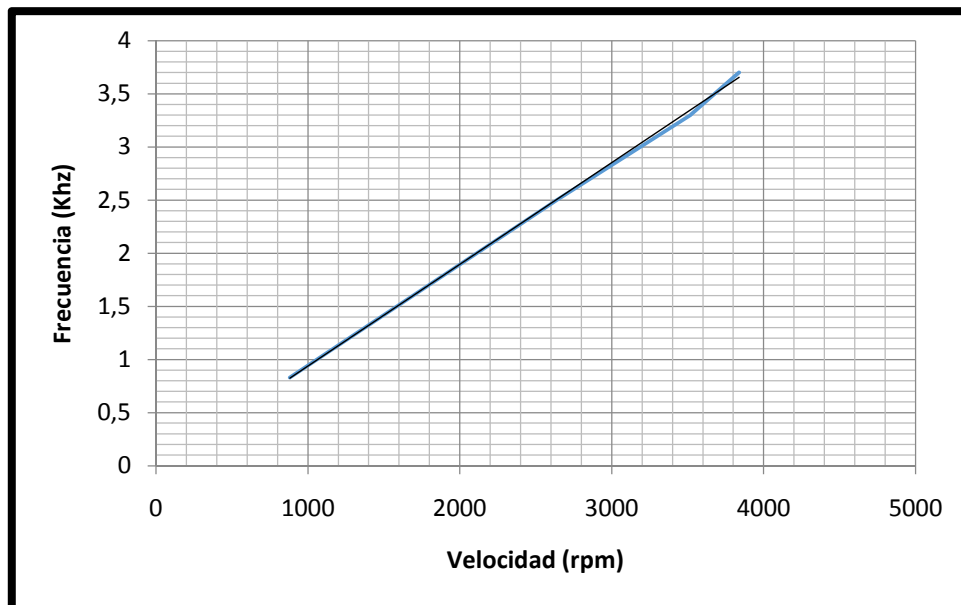
A continuación se comprueba el voltaje entre el pin A12 que es una de las señales del sensor y B10 (tierra).

Tabla 7. Datos técnicos CKP

Revoluciones (rpm)	Amplitud (V)	Frecuencia (kHz)	Periodo (ms)
880	0.95	0.833	1.2
2640	2	2.5	0.4
3520	2	3.33	0.31
3840	2	3.63	0.27

Fuente: Autores

Figura 63. Gráfica del sensor CKP



Fuente: Autores

En la curva de los datos tomados entre RPM vs Frecuencia se puede apreciar un claro funcionamiento del sensor CKP como podemos observar en la circunferencia indicada que la frecuencia de la curva va aumentando dependiendo de las RPM es decir que por ejemplo para unas 2640 rpm nosotros tendremos una frecuencia de onda de 2 KHz esto nos quiere decir que el ancho de pulso será mucho más corto que unas 800 RPM que el vehículo está a ralentí.

#### 4.5 Montaje del sensor MAP

Este sensor posee tres cables de conexión, alimentación, señal de voltaje y tierra.

- Alimentación 5V (verde)

- Señal del sensor (negro y blanco )
- Masa del sensor (café )

Figura 64. Montaje del sensor MAP



Fuente: Autores

Al ser un sensor de tipo piezoeléctrico este sensor está conformado internamente por medio de un puente de resistencias internas denominada Wheatstogne.

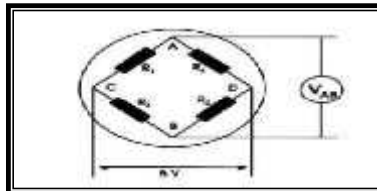
En estado de equilibrado la señal recogida en los puertos A y B es nula cumpliéndose que:

$$R1 \times R2 = R3 \times R4$$

En caso de que una de esta resistenciavaría su valor el voltaje total cambiara cumpliéndose que:

$R1 \times R2 \neq R3 \times R4$  Esta variación de tensión es recogida por la ECM.

Figura 65. Estructura interna del sensor MAP



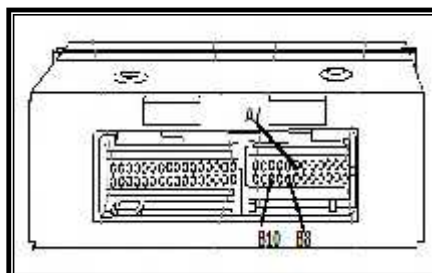
Fuente: <http://www.scrib.com>

Sí;  $R1 \times R2 = R3 \times R4 \Rightarrow V=0$

Sí;  $R1 \times R2 \neq R3 \times R4 \Rightarrow V \neq 0$

De acuerdo esto y con valores de funcionamiento a ralenti y marcha mínima con una presión de 0-9 a 1.1 se obtuvo la siguiente curva:

Figura 66. Identificación de pines del sensor MAP



Fuente: Manual de taller Corsa

**4.5.1 Verificación y comprobación del sensor MAP.** La comprobación de este sensor se da dependiendo de la presión atmosférica a la que estemos realizando esta prueba para lo cual nosotros utilizaremos un vacuómetro para realizar este tipo de verificación.

La verificación del sensor también tiene el objeto de descartar una conexión defectuosa en el sistema por ende estaríamos afectando al funcionamiento del banco de pruebas.

Figura 67. Medición del sensor MAP



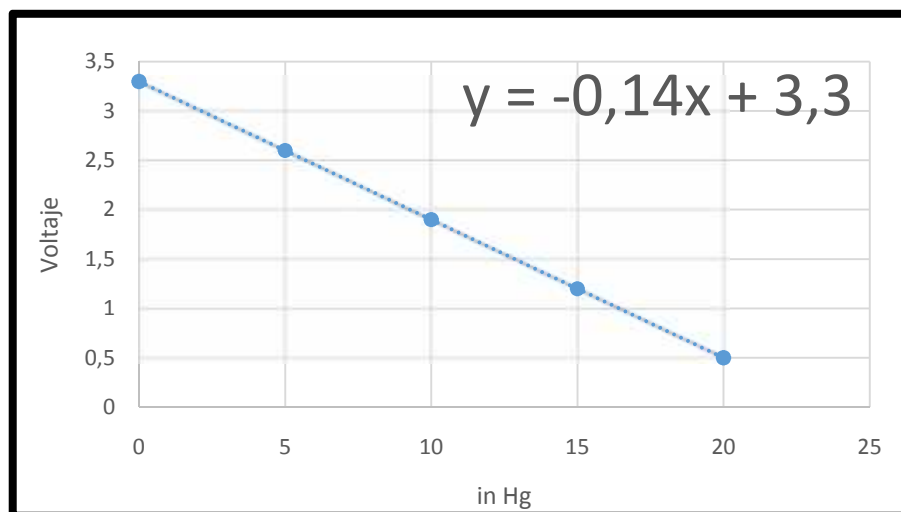
Fuente: Autores

Tabla 8. Resultados de las pruebas por voltaje

in Hg	Volt
0	3,3
5	2,6
10	1,9
15	1,2
20	0,5

Fuente: Autores.

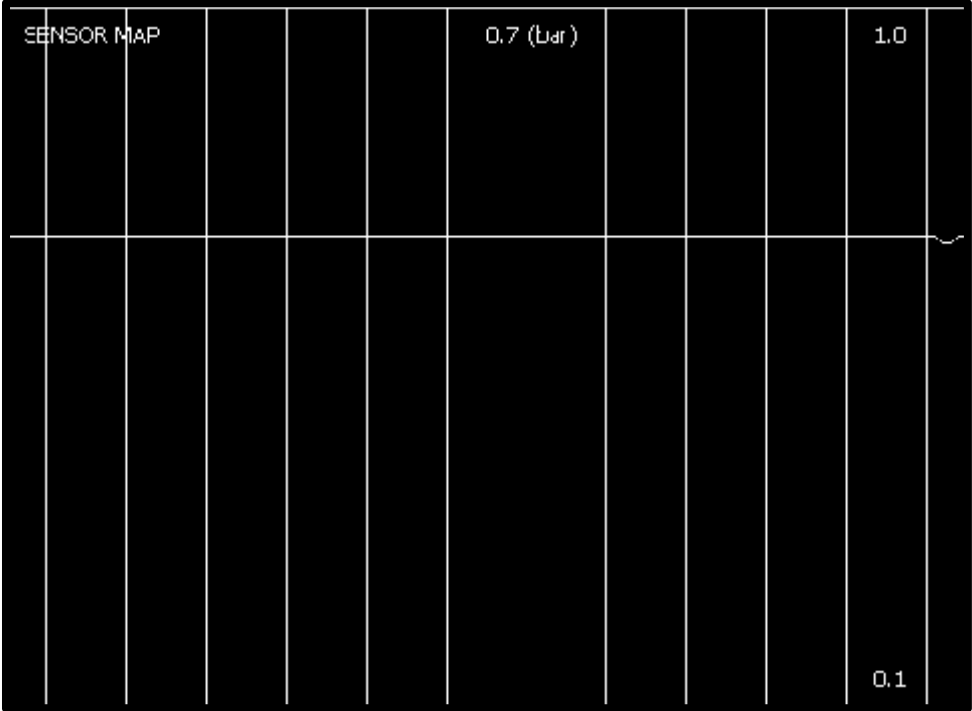
Figura 68. Gráfica del sensor MAP



Fuente: Autores

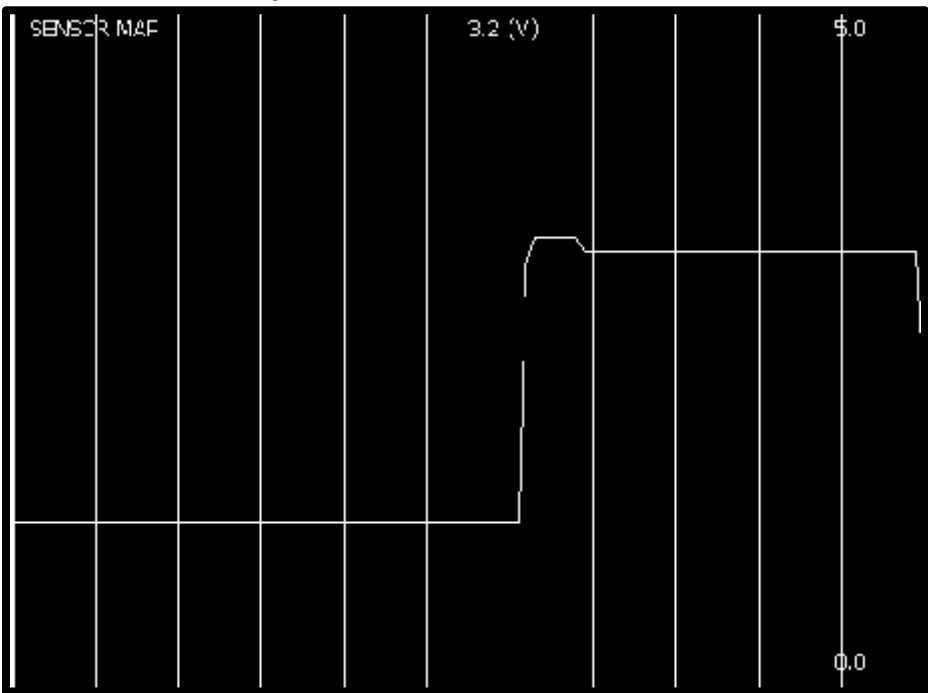
El sensor MAP funciona mediante una variación de tensión entre 0.5 a 4.8 voltios, el voltaje aumentará de acuerdo con la aceleración, cuando el valor de presión en el múltiple de admisión se acerca a la presión atmosférica el voltaje aumenta, tal como se observa en la curva, 1.9V corresponde a 0.5 bar.

Figura 69. Gráficas en el scanner



Fuente: Autores

Figura 70. Gráficas en el scanner



Fuente: Autores

Al inicio de la curva del MAP, existe aceleración constante de aproximadamente el 10%, seguido de pequeñas aceleraciones rápidas del 40%.

Para la curva se conoce el valor de presión de 0.3 bar que corresponde a un voltaje de 1.2V, por lo que se puede concluir que mientras más abierta se encuentra la válvula de aceleración la tensión del MAP se acerca a los 5V pero en ningún caso llega a ese valor, solo en caso de fallo del sensor o del cableado.

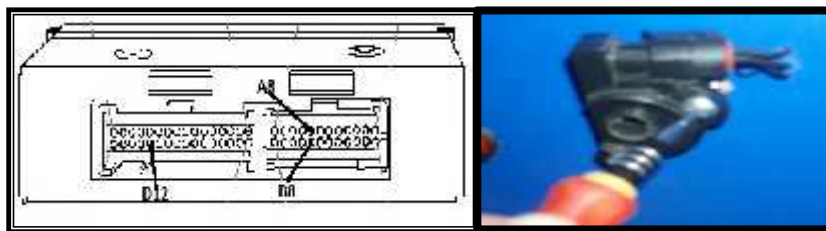
#### 4.6 Montaje del sensor TPS

Este sensor está conectado tanto para la ECM, como para la placa de control NI myDAQ para la automatización de la inyección y variación de la rueda dentada.

El sensor dispone de tres cables identificados con letras A, B y C:

- Señal del sensor (blanco y negro)
- Tensión de referencia (negro)
- Masa del sensor (café)

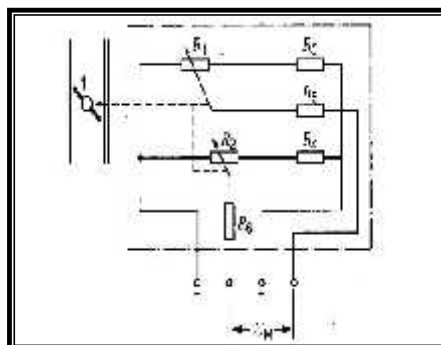
Figura 71. Conexión del sensor TPS



Fuente: Autores

**4.6.1 Verificación y comprobación del sensor TPS.** El principio de funcionamiento de este sensor es de un potenciómetro (resistencia Variable) por lo que al haber una variación en una de su resistencia el valor del voltaje de señal cambiará.

Figura 72. Estructura interna del sensor TPS



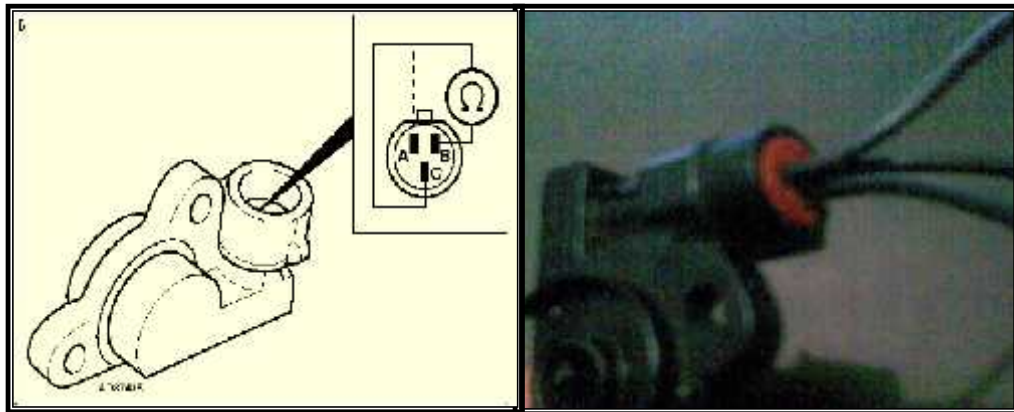
Fuente: Autores



Al mover la posición de la mariposa hacemos de que varíe R1 y R2 obtenemos que:

$R1 = 0; R2 = 0 \rightarrow U_m$  (voltaje de señal del sensor)

Figura 73. Medición del sensor TPS



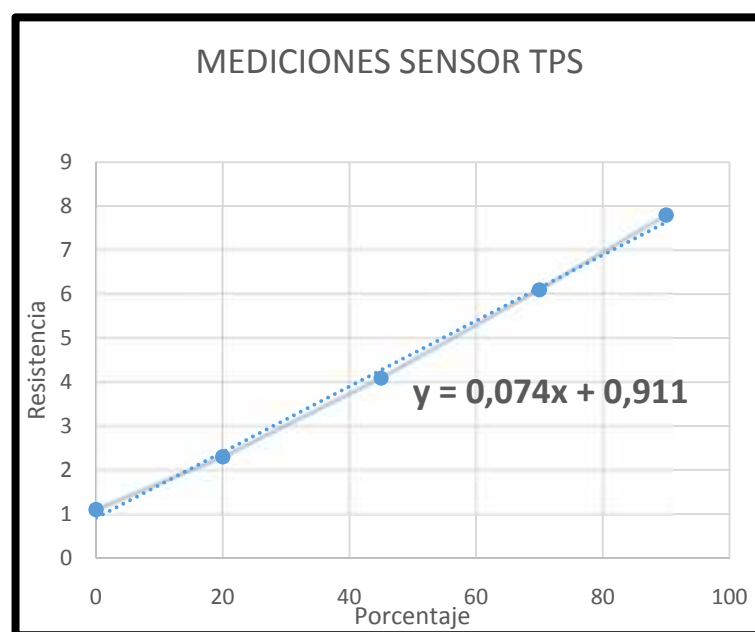
Fuente: AutoData 3.25, Autores

Tabla 9. Resistencia TPS

B-C	
(grados)	(k )
0	1,1
20	2,3
45	4,09
70	6,1
90	7,8

Fuente: Autores

Figura 74. Gráfica del sensor



Fuente: Autores

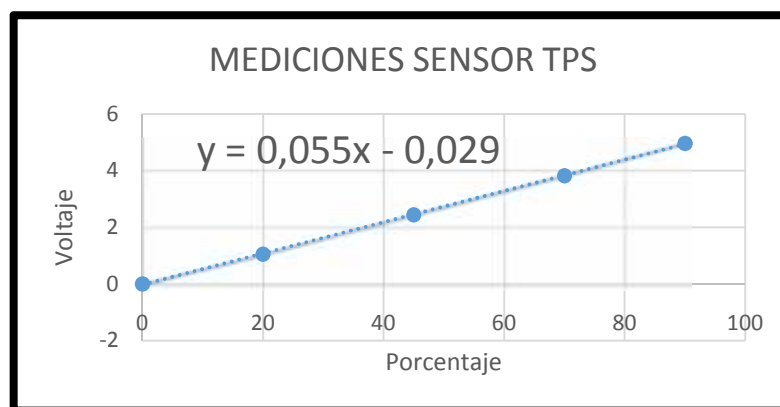
Al ser un sensor de tipo potenciómetro su resistencia variara dependido del ángulo de giro que se dé al sensor TPS es por eso que se obtiene una curva ascendente.

Tabla 10. Tensión del sensor

SEÑAL	
(grados)	(V)
0	0
20	1,05
45	2,44
70	3,82
90	4,96

Fuente: Autores

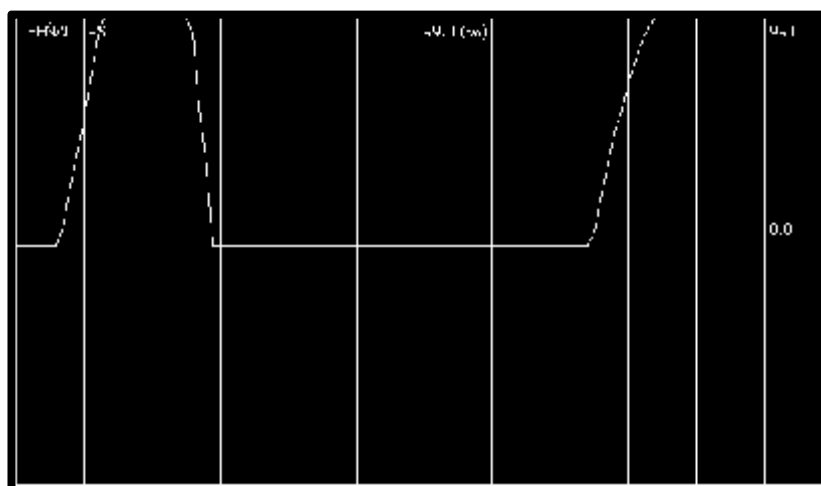
Figura 75. Gráfica de Voltaje



Fuente: Autores

Al igual que con la resistencia el voltaje se incrementara dependiendo del porcentaje de apertura es decir a un 99% el sensor lograra alcanzar su voltaje de referencia que es de 5 V.

Figura 76. Curva en el scanner

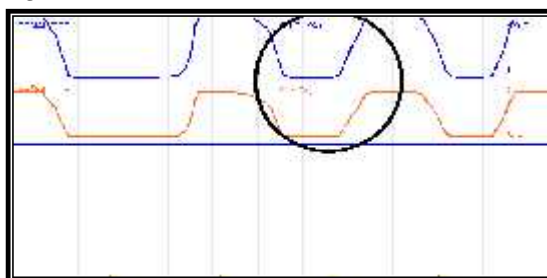


Fuente: Autores

A ralentí el sensor muestra un voltaje de 0.3V a medida que la mariposa de aceleración cambia de posición también varía el voltaje de un máximo de 4V.

La curva inicia en ralentí y se produce una aceleración progresiva hasta el 90% estabilizándose por un período corto de tiempo con un valor de 4V, luego se suelta el acelerador y el voltaje decae hasta los 0.3V, nuevamente se produce una aceleración hasta el 50% en un período casi instantáneo para seguir acelerando hasta el 90% estabilizándose para luego volver a la posición de reposo del TPS.

Figura 77. Variación de la aceleración



Fuente: Autores

Se producen aceleraciones con la válvula de estrangulación totalmente abierta al 99%, se puede comprobar que el valor de tensión para esta condición es de 4,2V con lo que se concluye que el sensor se encuentra en buen estado sin daño o corte en las pistas del potenciómetro, ya que la curva generada es continua.

A este sensor se realiza pruebas tales como alimentación, masa, señal y resistencia con la ayuda de un multímetro en los diferentes pines de medición de este sensor.

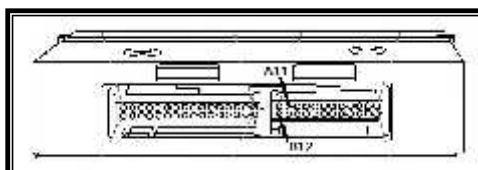
La comprobación de la resistencia se realiza mediante la variación del sensor que es un tipo de potenciómetro.

Para la comprobación de la tensión la llave de ignición debe estar en la posición contacto y para la comprobación de masa al contrario.

#### 4.7 Montaje del sensor CTS

Este sensor posee dos cables uno de señal y el otro a masa.

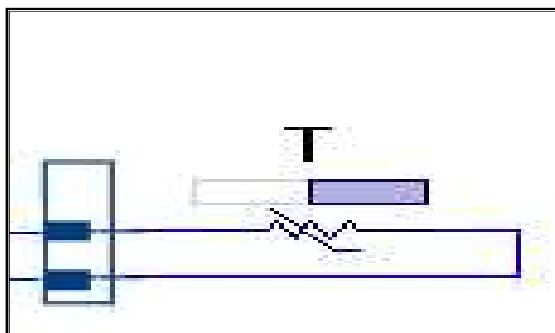
Figura 78. Pines de conexión del sensor



Fuente: Manual de taller Corsa

**4.7.1 Verificación y comprobación del sensor CTS.** Es un sensor de resistencia variable, necesita un divisor de tensión interno en el ECM para establecer el voltaje deseado.

Figura 79. Estructura interna del sensor



Fuente: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream>

T 0 → Voltaje de señal

Por ser un sensor de temperatura al variar la misma se produce un cambio en la resistencia produciendo el voltaje de señal.

La relación entre la resistencia y la temperatura en este tipo de sensores no es lineal sino exponencial. Dicha relación cumple con la fórmula siguiente:

$$R = A * e^{\frac{B}{T}} \quad (3)$$

Donde A y B son constantes que dependen del resistor.

Esas constantes que nos da el fabricante son:

- A: El valor resistivo para una temperatura en concreto (en nuestro caso 2800 para 25°).
- B: La Beta (Temperatura característica del material entre 2000K y 4000K).

Cuando nos especifican estos datos, podemos utilizar la ecuación anterior para calcular la resistencia en una temperatura en particular:

Siendo:

R<sub>t</sub> = Resistencia a temperatura T en grados°K (k = °C + 273,15)

R<sub>o</sub> = Resistencia de referencia a una temperatura T<sup>o</sup> en Kelvin.

B = Valor Beta de nuestra NTC.

$T^{\circ}$  = Temperatura de referencia en  $^{\circ}\text{K}$ .

T = Temperatura a medir.

Figura 80. Medición del sensor



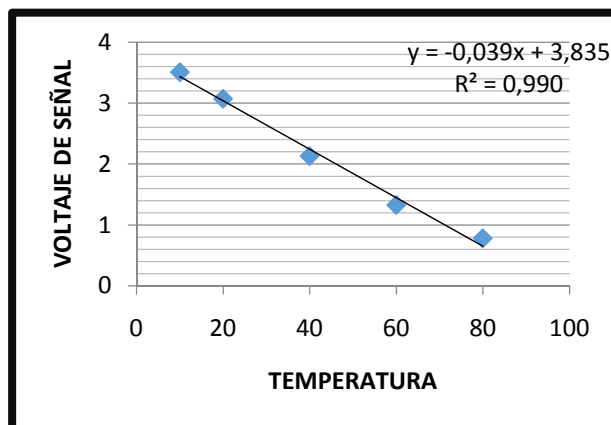
Fuente: Autores

Tabla 11. Resultados de tensión del sensor

TEMP ( $^{\circ}\text{C}$ )	SEÑAL(V)
80	0,78
60	1,33
40	2,13
20	3,07
10	3,51

Fuente: Autores

Figura 81. Gráfica T vs V.



Fuente: Autores

Aquí se puede ver el desempeño real de un sensor de temperatura que mientras mayor temperatura tengamos el voltaje de señal es menor, es así que por ejemplo a unos  $60^{\circ}\text{C}$  tenemos 1,33 voltios a diferencia de que a una temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  un

voltaje de 3.33 V estos datos también son comprobados en el banco de pruebas mediante un osciloscopio indicado anteriormente.

Otra de las pruebas que se realiza a este sensor es la de resistencia deberá marcar aproximadamente 3000 en frío y 300 en caliente.

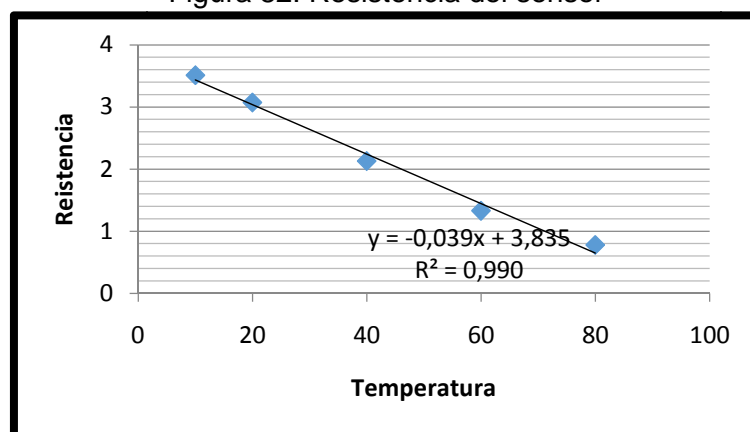
No debe existir interrupción de esta lectura a medida que aumenta la temperatura.

Tabla 12. Resultados de resistencia del sensor

TEMPERATURA	RESISTENCIA
0	10
20	4
30	2,5
50	1,3
60	0,7

Fuente: Autores

Figura 82. Resistencia del sensor



Fuente: Autores

En esta figura podemos apreciar la curva característica de temperatura VS resistencia interpretando que la resistencia va disminuyendo de acuerdo a la temperatura es así que para una temperatura de 30 °C tenemos una resistencia de 2500 mientras que para unos 60 °C es de 500

Figura 83. Curva resultante



Fuente: Autores

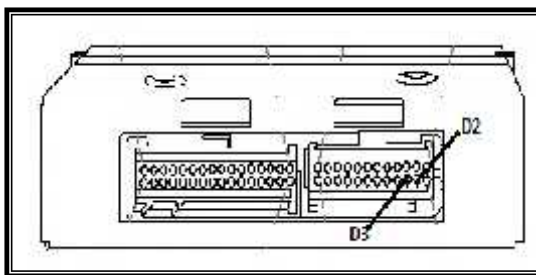
El sensor ECT envía mayor voltaje mientras la temperatura del motor es más baja.

En las curvas se puede apreciar que mientras la curva azul de voltaje baja progresivamente la curva de temperatura sigue subiendo poco a poco de acuerdo al tiempo de funcionamiento lo cual indica que el sensor está funcionando adecuadamente.

#### 4.8 Montaje del sensor IAT

El montaje de este sensor es similar al sensor mencionado anteriormente, ya que posee el mismo número de cables pero diferente designación de pines en la ECM

Figura 84. Pines de conexión del sensor



Fuente: Manual de taller Corsa

**4.8.1 Verificación y comprobación del sensor IAT.** El principio de funcionamiento de este sensor es el mismo que el sensor ECT por lo que los datos tomados para la medición de la curva es la siguiente:

Figura 85. Medición del sensor



Fuente: Autores

Tabla 13. Resultados

TEMPERATURA	VOLTAJE
0	4,8
20	3,2
30	2,5
45	1,7
60	1,3

Fuente: Autores

86.  
V.

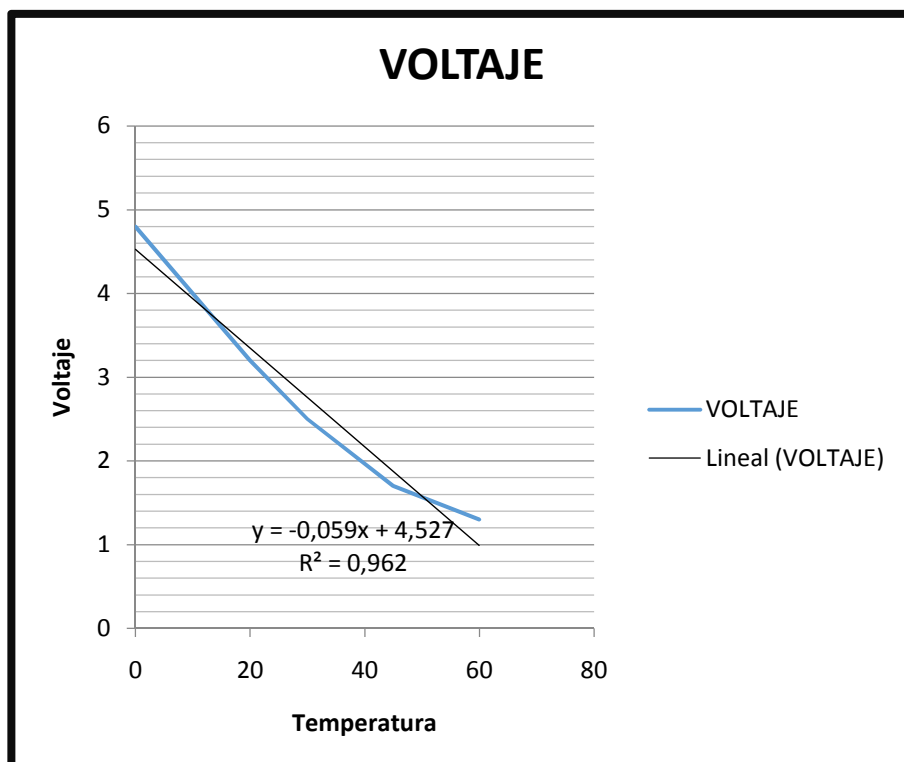


Figura Gráfica vs T°C



Fuente: Autores

En la figura también podemos observar el comportamiento del sensor IAT y que a comparación del sensor ECT es la misma ya que el principio de funcionamiento es la mismo es decir son sensores de tipo resistivos e coeficiente NTC es por eso que a mayor temperatura tenemos un valor de voltaje inferior que cuando estamos a una temperatura ambiente.

NTC: resistores no lineales cuya resistencia disminuye fuertemente con la temperatura. El coeficiente de temperatura es negativo y elevado.

$\frac{1}{R} \frac{dR}{dT}$  de -2 a -6 % / °C a temperatura ambiente.

Las corrientes parasitas presentes en este circuito en las siguientes condiciones.

R (25°C)= 10K R(50 °C)=9, 95 K

Figura 87.Verificaciones en el scanner

EM-BIA JAWIRE NUMIS	35.7 (°C)		1.1V
			-40.0
EMIS. TEMPFAT.	1.7 (V)		5.0
			0.0

Fuente: Autores

El diagrama es continuo ya que el aire no registra mayor cambio de temperatura, para un valor de tensión de 1.7V la temperatura que le corresponde es de 35.7 °C.

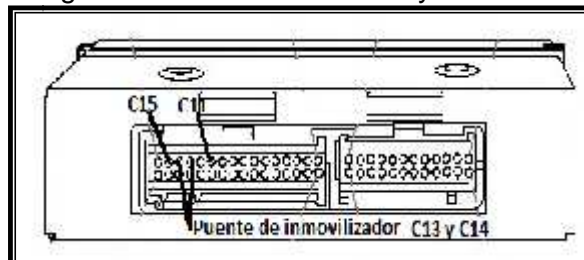
Al igual que en sensor mencionado anteriormente la comprobación de este sensor se realiza de manera similar la diferencia es que la temperatura que mide este sensor es la del aire que ingresa al múltiple por lo que por esta razón no se podrá realizar correctamente la comprobación.

La comprobación del voltaje de alimentación y señal se la realiza normalmente como en el anterior sensor.

#### 4.9 Montaje del riel, probetas e Inyectores

Los pines correspondientes para el montaje de los inyectores están ubicados en el segundo conector en los pines C11 y C15.

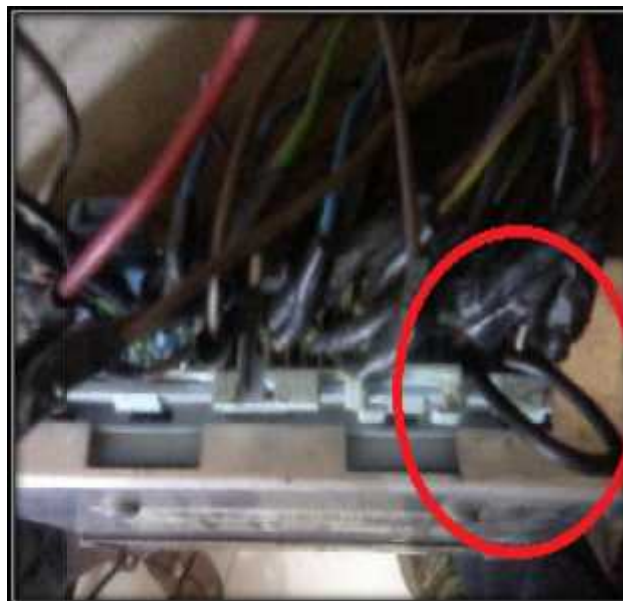
Figura 88. Conexión de los inyectores



Fuente: Manual de taller Corsa

En este caso para que pueda existir la correcta inyección viene determinado por el fabricante un puente necesario entre los pines C13 y C14.

Figura 89. Puente del inmovilizador C13 y C14



Fuente: Autores

En la siguiente figura podemos observar el montaje del riel de inyectores.

Figura90.Montaje del conjunto riel inyector



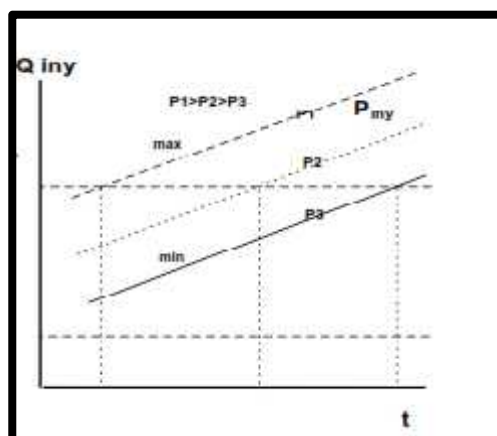
Fuente: Autores

El montaje de las probetas de comprobación de llenado de la inyección está dispuesta en la parte inferior de cada uno de los inyectores, el vaciado de las mismas estarán comandadas por electroválvulas ubicadas en la parte posterior del banco.

Así mismo se han colocado jacks que nos permitirán tener conexión a la ECM externa o a la placa de control NI myDAQ

**4.9.1 Verificación de los inyectores** La inyección depende en un alto porcentaje del rpm y la presión atmosférica a las que el motor está funcionando por tanto tenemos que:

Figura 91. Curva de la inyección



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

$$Q_{iny} = F (\text{fuerza del motor o RPM})$$

$$Q_{iny} = F (P_{iny}, t_{iny})$$

$P_{iny}$ : depende de la:

Duración del inyector abierto

De la ubicación del dardo de inyección en el cilindro

Depresión en el colector

Presión de la bomba de combustible

Una vez enviada la señal de los inyectores a la ECM empezara a caer el combustible mediante la flauta de inyección

$t_{iny}$ : varía entre  $t_{min}$  y  $t_{max}$  depende del tiempo necesario para la formación de la mezcla.

Figura 92. Medición del inyector



Fuente: Autores

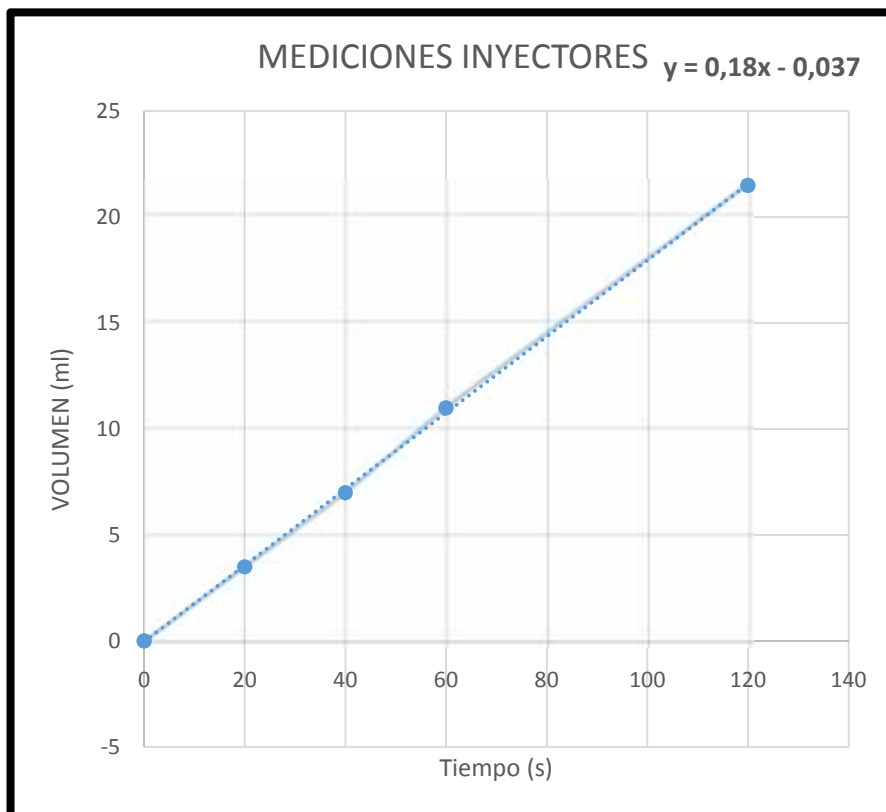
Los datos tomados para la medición de la inyección son.

Tabla 14. Datos de los inyectores a 800 rpm

800 rpm	
tiempo (s)	volumen(ml)
0	0
20	3,5
40	7
60	11
120	21,5

Fuente: Autores

Figura 93. Gráfica de la inyección a 800 rpm



Fuente: Autores

Podemos apreciar en esta Gráfica que los inyectores deben estar en este rango para determinar su correcto funcionamiento y así garantizar su eficiencia en su inyección es decir a mayor tiempo de apertura mayor llenado de combustible es así que para un minuto 20 segundos tendremos un llenado d 22 ml.

Tabla 15. Datos de los inyectores a 3000 rpm

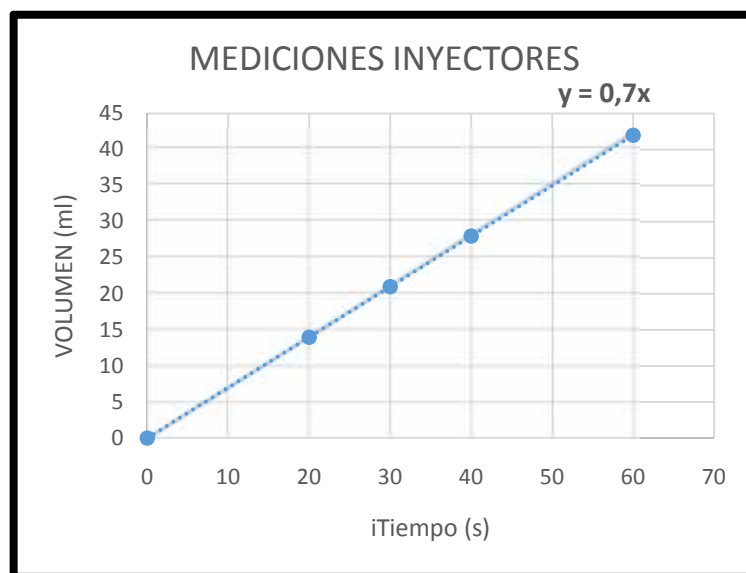
3000 rpm	
tiempo (s)	volumen(ml)
0	0
20	14
30	21
40	28
60	42

Fuente: Autores

El diagnóstico a 300 rpm nos sigue arrojando datos normales a un buen funcionamiento de los inyectores la siguiente prueba realizada es en osciloscopio como se aprecia en la siguiente figura.

Una de las verificaciones que se realiza a los inyectores es la resistencia de los mismos.

Figura 94. Gráfica de la inyección a 3000 rpm



Fuente: Autores.

#### 4.10 Montaje de la bobina

Para nuestro fin utilizamos una sola bobina para las cuatro bujías. La denominación y simbología de conexión está dada en la parte superior del borne de la bobina.

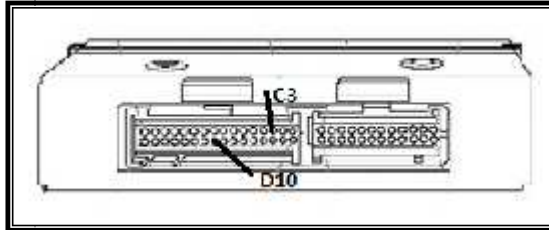
**Ignición.-** Esta identificado con el número 1 o (A)

**Tierra.**-Identificado con el número 2 o (B)

**EST A.**-Bobina de los cilindros 1 y 4, identificado con el número 3 o (C), pin de conexión (D10)

**EST B.**-Bobina de los cilindros 2 y 3, dado por el número 4 o (D), pin de conexión (C3)

Figura 95. Conector de la bobina de encendido



Fuente: Manual de taller Corsa

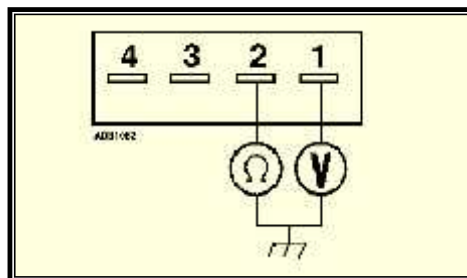
Figura 96. Conexión del cable de bujías en la bobina



Fuente: Autores

**4.10.1 Verificación de la bobina de encendido.** Al igual que los demás actuadores hay que realizar la verificación de la tensión de alimentación y masa.

Figura 97 Comprobación de la tensión de alimentación



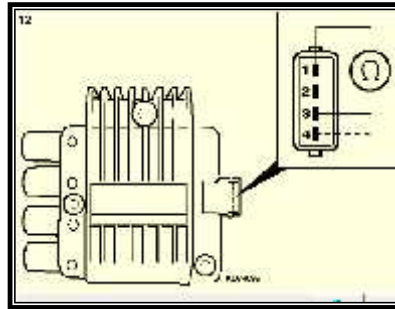
Fuente: AutoData 3.25

En contacto entre los terminales 1 y masa la tensión debe ser igual a la de la batería

Entre el terminal 2 y masa la resistencia debe ser 0

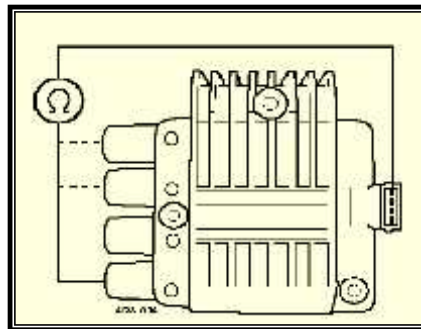
La Comprobación de la resistencia primaria y secundaria se lo realiza en con la llave en contacto y desconectado del conector como se indica en la figura.

Figura 98. Comprobación de la resistencia primaria



Fuente: AutoData 3.25

Figura 99. Comprobación de la resistencia secundaria



Fuente: AutoData 3.25

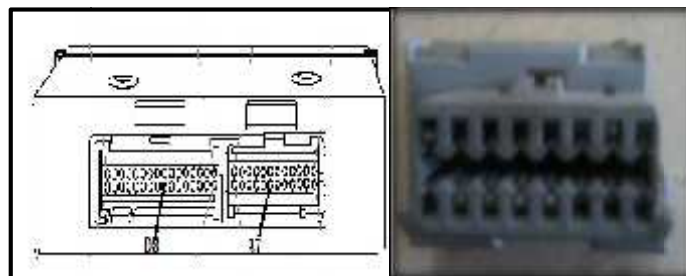
Tabla 16. Datos técnicos

Terminales	Resistencia
1 y 3	5.1 – 6.1
1 y 4	5.1 – 6.1
1 y alta tensión	– 6.050

Fuente: AutoData 3.25

#### 4.11 Conexión del conector OBD2

Figura 100. Pines de conexión del conector OBD2



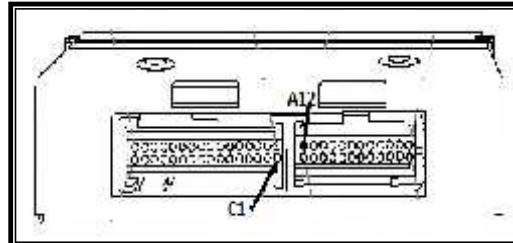
Fuente: Manual de taller Corsa



#### 4.12 Conexión de luz Check Engine

El sistema Luz CHECKENGINE, verifica los circuitos que manejan las señales de entrada y salida. Con señales erróneas, la unidad de control electrónico, almacena en la memoria y se enciende la luz CHECKENGINE.

Figura 101. Pin de conexión de la luz Check Engine



Fuente: Manual de taller Corsa

#### 4.13 Montaje del tanque de combustible

El tanque de combustible está constituido por la bomba de combustible, el regulador y el filtro.

Una vez que tenemos el tanque de combustible lo primero que debemos conectar es la bomba de inyección, la cual tiene dos terminales el positivo y negativo

El terminal positivo está conmutado hacia el relé y la llave de ignición (30), el negativo o masa va directamente a la fuente (-).

Luego procedemos al montaje de todos los elementos en el tanque de combustible.

Figura 102. Montaje de los elementos en el tanque



Fuente: Autores

**4.13.1 Verificación del sistema de alimentación de combustible.** Los componentes a verificar en sistema son la bomba y el riel de inyección mediante el uso del manómetro ubicado en nuestro banco de comprobación.

La comprobación de la tensión de alimentación de la bomba lo realizamos mediante un voltímetro la misma que debe ser igual o similar a la de la fuente de la alimentación.

Tabla 17. Datos técnicos

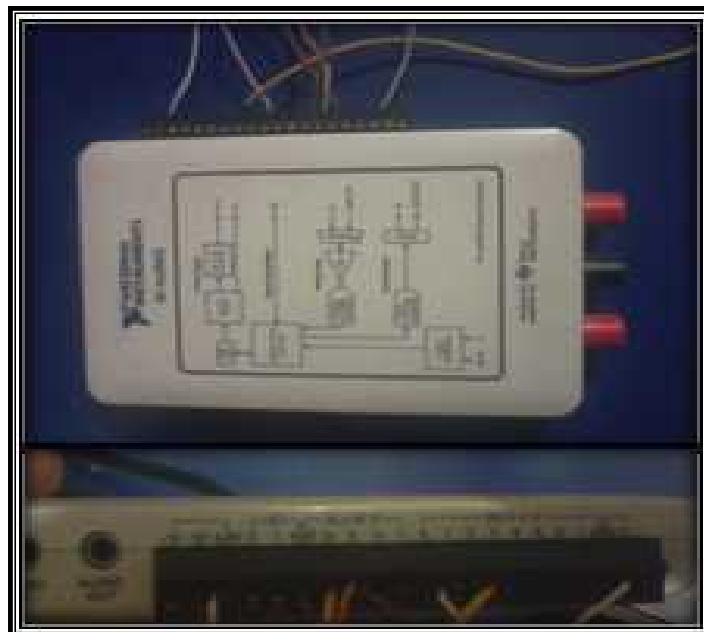
PRESIÓN EN EL SISTEMA	
<b>Monopunto</b>	1 bar= 14.2 lb.
<b>Multipunto</b>	3 bar = 43 lb.

Fuente: Manual de Sistemas de inyección Bosch

#### 4.14 Instalación y montaje de NI myDAQ.

Para iniciar la instalación de este instrumento primero identificamos las salidas digitales, entradas analógicas y masas para evitar las conexiones incorrectas.

Figura 103. Identificación de pines de NI myDAQ



Fuente: Autores

Identificar las señales y masas de los inyectores para proceder a la conexión en la placa de control y posteriormente a nuestra NI myDAQ.

Determinamos la polaridad del sensor TPS (A, B y C), de igual manera procedemos a la conexión, lo mismo que realizaremos con el tanque de combustible.

Figura 104. Identificación de polaridad del Inyector y TPS



Fuente: Autores

Finalmente identificamos la polaridad de nuestro motor, que nos ayudara al movimiento de la rueda dentada para la señal del sensor CKP, y realizamos las conexiones adecuadas.

La alimentación de nuestra placa lo realizaremos al final de que todos los elementos estén conectados con el fin de evitar un cortocircuito previo en las conexiones anteriores.

Figura 105. Conexión de salidas digitales a la palca de control

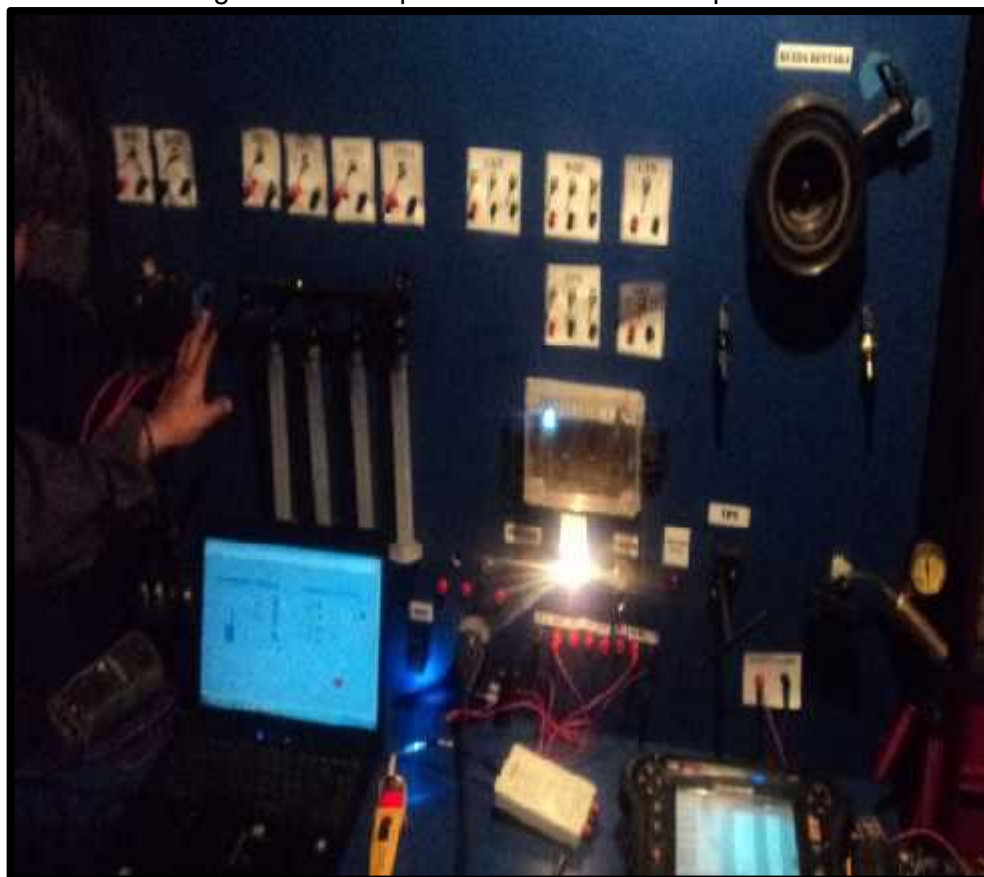


Fuente: Autores

Las conexiones a la NI myDAQ son cinco salidas digitales que comandaran a los cuatro inyectores y a la rueda dentada asa como las salidas analógicas que comandaran al sensor TPS y nivel de combustible.

**4.14.1 Comprobación total del banco de pruebas.**La comprobación del banco se realizó todos los elementos en funcionamiento y se obtuvo un resultado satisfactorio al no tener fugas de combustible ni desperfectos con el cableado.

Figura 106.Comprobación del banco de pruebas



Fuente: Autores

El montaje de relés fue indispensable para protección en el sistema se tiene tres relés de accionamiento, para la ECM, electroválvulas y bomba de inyección.

La interfaz para controlar las RPM y el sensor TPS está funcionando adecuadamente por lo que por consiguiente la programación en la LabVIEW fue satisfactoria.

#### **4.15 Conexión scanner**

El escáner utilizado para las pruebas del banco es el carman VG+

El primer paso para ingresar al mismo es encender el equipo con el banco de pruebas en posición contacto.

Figura 107. Encendido del scanner



Fuente: Autores

El paso posterior es elegir la marca y el diagnóstico que deseemos realizar en el caso de nuestro sistema.

- Procedencia: Europa
- Identificación del sistema de inyección: OPEL
- Codificación del sistema: C14N

Posteriormente identificamos el diagnóstico deseado con el scanner o con el osciloscopio si se deseara hacer una prueba de comportamiento del sensor.

## CAPÍTULO V

### 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

El siguiente análisis económico da una descripción de todos los gastos realizados para obtener un valor total de inversión del banco de pruebas.

#### 5.1 Costos directos

En los costos directos se toman en cuenta los gastos por materiales, mano de obra, equipos o maquinarias utilizadas y transporte, los que se detallan en la Tabla.

Tabla 18. Costos de materiales

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VAL. UNIT	VAL.TOTAL
Tubos cuadrados(4x2x6)	4	8	32
Ruedas de caucho	4	4	16
Placa electrónica	1	60,00	60
Sensor CKP	1	35,00	35
Sensor TPS	1	25,00	25
Sensor CTS	1	20,00	20
Sensor IAT	1	20,00	20
Sensor MAP	1	45,00	45
Rueda dentada	1	45,00	45
Bujía	4	2,50	10
Cable de bujía	4	10,00	40
Inyector	4	30,00	120
NI myDAQ	1	350,00	350
ECM Corsa Wind	1	300,00	300
Sockers ECM	2	20,00	40
Batería 12 V	1	85,00	85
Bomba combustible	1	45,00	45
Tabla	2	25,00	50
Jacks	30	0,30	9
Taype	5	0,60	3
Manguera	4 m	1,80	7,2
Electroválvula	4	10,00	40
Abrazaderas	12	0,60	7,2
Carcasa de bomba	1	25,00	25
Cable automotriz	20m	0,28	5,6
Relé	3	2,00	6
Tanque combustible	1	100,00	100
Interruptor	1	5,00	5
Porta fusibles	3	0,90	2,7
			\$1548,7

Fuente: Autores

Tabla 19. Costo mano de obra

DESCRIPCIÓN	CANT.	SALARIO. REAL/HORA [\$]	HORAS- HOMBRE	SUB TOTAL [\$]
Maestro mecánico	1	3,5	5	17,5
Soldador	1	3,5	2	7
SUBTOTAL B				<b>24,5</b>

Fuente: Autores

Tabla 20: Costo equipos y herramientas

DESCRIPCIÓN	COSTO X HORA [\$]	HORAS EQUIPO	SUB TOTAL [\$]
Soldadura eléctrica	2,95	5	14,75
Taladro manual	0,85	2	1,7
Broca	0,8	2	1,6
Escuadra	0,85	5	4,25
Flexómetro	0,8	4	3,2
Herramientas electricista	1,43	4	5,72
SUBTOTAL C			<b>31,22</b>

Fuente: Autores

- 5.1.1** *Costos por transporte de materiales.* El costo por transportes de 20 dólares debido a que los materiales para construir el banco de pruebas se encuentran con facilidad.

Tabla 21. Costo total directo

DESCRIPCIÓN	PRECIO [\$]
Materiales	1548,70
Mano de obra	24,50
Equipos y herramientas	31,22
Transporte	20,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>1624,42</b>

Fuente: Autores

## 5.2 Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos en los que intervienen los costos ingenieriles, este costo ingenieril tiene un agregado del 25% que está involucrado con la supervisión y diseño del banco de pruebas en el tiempo de la construcción del costo total indirecto.

Tabla 22. Costo indirecto

<b>COSTOS INGENIERILES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO [\$]</b>	<b>PRECIO TOTAL [\$]</b>
Supervisión	10	Hora	15	150
Diseño	5	Hora	15	75
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$225</b>

Fuente: Autores

Tabla 23. Costo total indirecto

<b>COSTOS</b>	<b>PRECIO TOTAL [\$]</b>
Ingenieriles	225
Utilidad	0
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>	<b>\$225</b>

Fuente: Autores

### 5.3 Costos totales

El sum de los costos directos más los costos indirectos caberecalcarque estos precios y tienen incluido el IVA que es el 12% en nuestro país.

Tabla 24. Costo total del banco

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	1624,42
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	225
<b>TOTAL</b>	<b>\$1849,42</b>

Fuente: Autores

Se tiene un costo total del banco de pruebas de \$ 1849.42 (mil ochocientos cuarenta y nueve dólares americanos con cuarenta y dos centavos).



## CAPÍTULO VI

### 6. GUÍA DEL USUARIO DE BANCO DE PRUEBAS

#### 6.1 Datos técnicos del banco

##### **Características banco de pruebas de ECM, actuadores y sensores**

- Integrada con una ECM interna encargada de recibir datos de los diferentes sensores y enviar datos resales de funcionamiento del sistema de inyección electrónica.
- Todo el sistema trabaja con una tensión de 12 V
- Rango de RPM: 700 - 5000 RPM
- Ancho de Pulso: 0,5 a 25ms; paso a paso de 0,1 ms
- Medidor de presión del sistema de inyección (lb/pulg.).
- Automatizada con tecnología de National Instruments (LabVIEW, Measurement & Automation), permitiendo la modulación del ancho de pulso por medio de las RPM indicadas por el sensor TPS o la PC.
- Incorpora elementos de mando y medición para la posible comprobación de los elementos mediante una segunda ECM externa.
- Incluye probetas para la comprobación de los inyectores.

#### 6.2 Configuración básica

El banco de comprobación de la ECM, sensores y actuadores del sistema GM Multec, tiene el compromiso de fomentar el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz, con el único fin de promover un mejor aprendizaje por parte de las nuevas generaciones en la escuela.

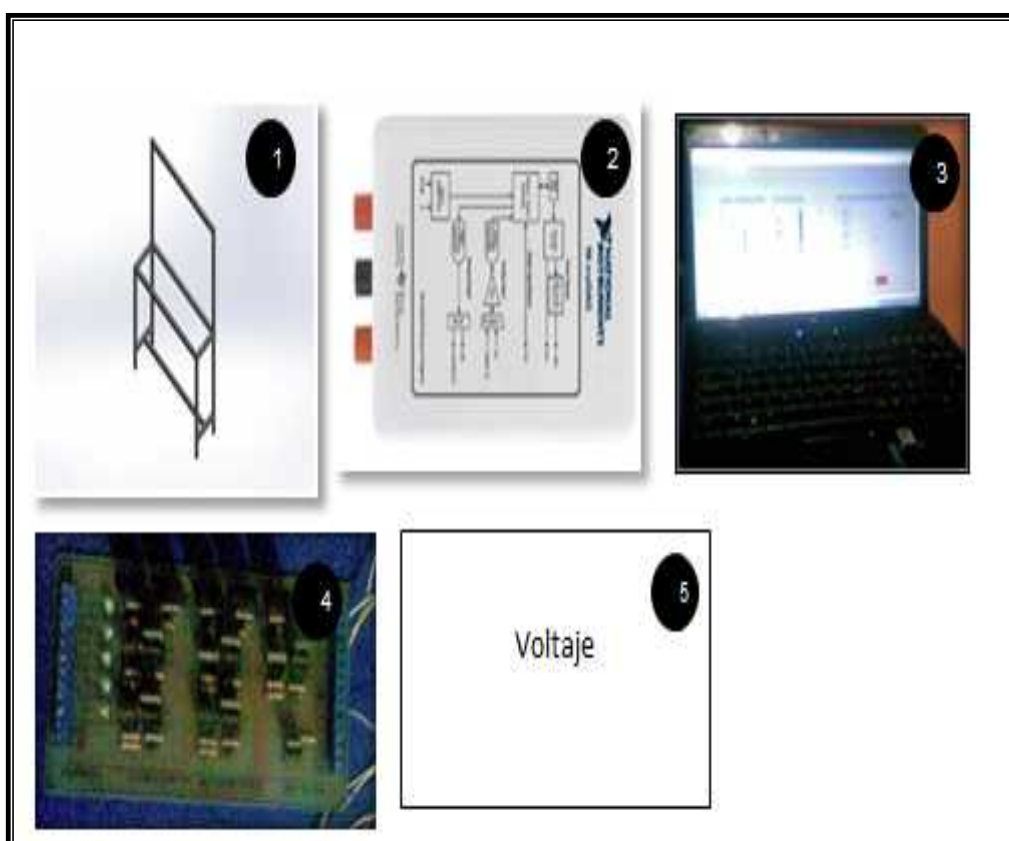
##### **Identificación de los elementos**

Es de mucha importancia conocer todos los elementos del banco de pruebas ya que cada uno de estos cumple una función esencial en el funcionamiento del mismo.

Los elementos ilustrados a continuación sirven únicamente para el funcionamiento del banco de comprobación de ECM, sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica Multec GM.

Hay que tomar en cuenta los cables sueltos de la NI myDAQ para evitar un cortocircuito en el interior de la misma.

Figura 108. Componentes del banco



Fuente: Autores

Tabla 25. Componentes

Numeración	Componente
1	Banco de pruebas (ECM) interna.
2	NI myDAQ
3	Pc
4	Placa de mando
5	Fuente de alimentación (12V)

Fuente: Autores

### Alimentación del sistema.

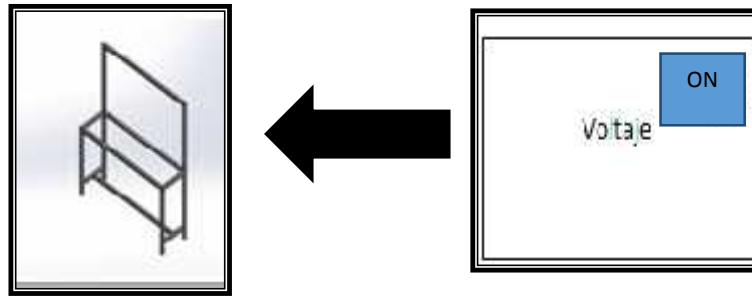
El equipo funciona con alimentación de CC, la cual se obtiene mediante una batería automotriz la cual abastece con un voltaje de 12-12,5 voltios, esta fuente de alimentación es la única fuente que alimentara a todo el sistema por lo que no es necesario la adición de cualquier otro voltaje.

### Conecte el equipo a una fuente de alimentación externa.



**Advertencia:** Antes de encender la fuente de alimentación verificar cableado para evitar cortocircuitos en el sistema, ya que al trabajar con plugs se corre el riesgo de hacer masa y puede ocurrir un cortocircuito el cual sería perjudicial para la ECM del sistema de inyección.

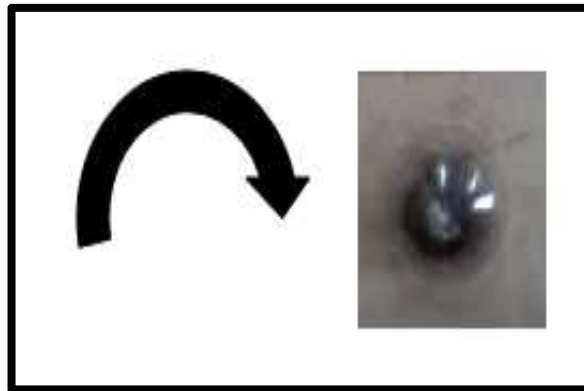
Figura 109. Conexión de alimentación



Fuente: Autores

Para alimentar el sistema poner la llave de ignición en contacto y mediante el indicador (Check Engine) nos indicara que el sistema está alimentado.

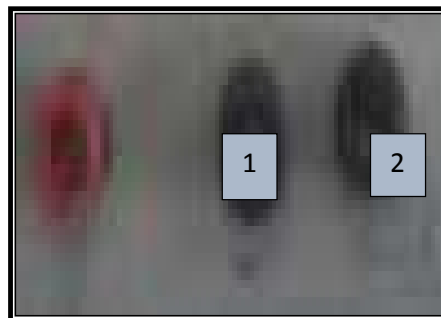
Figura 110. Encendido del sistema



Fuente: Autores

En parte superior tiene los elementos comprobadores de los diferentes sensores, la codificación está dada por:

Figura 111. Identificación de bornes



Fuente: Autores

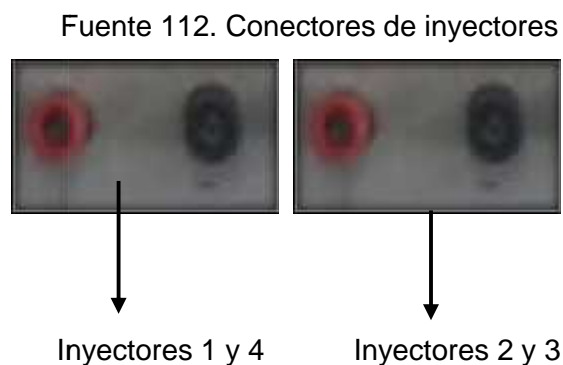
Rojo. Alimentación del sensor

Negro 1. Masa del sensor.

Negro 2. Señal del sensor

**Nota:** en el caso del sensor IAT y CTS se ubican dos conectores ya que tan solo poseen alimentación y señal.

En el caso de los inyectores la codificación es similar a la de los sensores de temperatura, ya que estos trabajan de dos en dos y tan solo poseen alimentación y señal.



Fuente: Autores

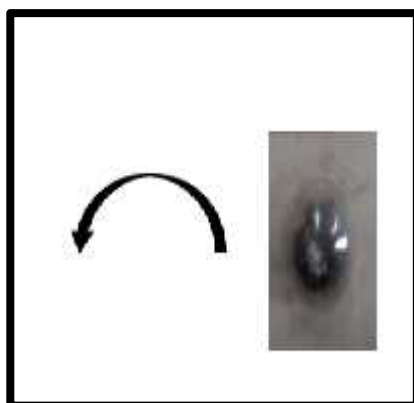


**Advertencia:** Para iniciar esta prueba revisar todas las conexiones tanto eléctricas como del sistema de combustible.

### APAGADO DEL EQUIPO

El apagado del equipo es posible únicamente girando la llave de ignición a la posición contraria.

Figura 113. Apagado del sistema



Fuente: Autores

### 6.3 Configuración automatizada

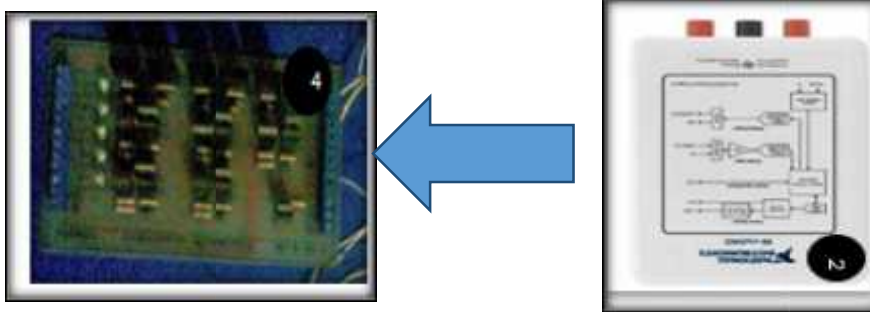
Para realizar las pruebas mediante el sistema automatizado hay que realizar todos los pasos anteriores tomando en cuenta todas las precauciones mencionadas ya que la

siguiente configuración es netamente electrónica por lo que cualquier conexión defectuosa provocaría problemas de funcionamiento.

### Conectando señales NI myDAQ a la placa de control

**Atención:** Realizar la conexión adecuada de cada uno de las salidas digitales y entradas analógicas señalizadas en la placa de control.

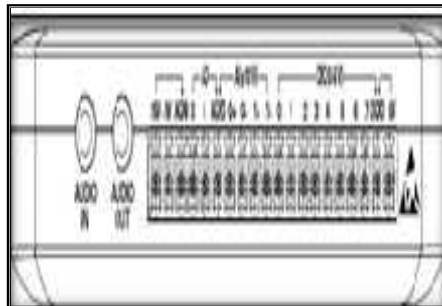
Figura 114. Conexión de NI myDAQ y placa de control



Fuente: Autores

**Precaución:** Los cables de señal deben estar bien colocados y atornillados en el terminal de tornillo para asegurar la conexión adecuada.

Figura 115. Identificación de terminales



Fuente: Autores

Tabla 26. Descripción de terminales

Señal	Ubicación	Tipo	Función
15V/-15V	AGND	salida	15V/-15V fuentes de alimentación
Terminal Analógica de tierra		-	Tierra de referencia Analógica en terminal para AI, AO, 15 V, y V-15
AO0/AO1	AGND	salida	Canales analógicos de salida 0y1
AI0+/AI0-; AI1+/AI1-	AGND	Entrada	Canales analógicos de entrada 0y1
DIO<0..7>	DGND	Entrada o salida	E/S digital de señales, de uso general líneas digitales o señales de contador
DGD	----	----	Tierra de señales digital

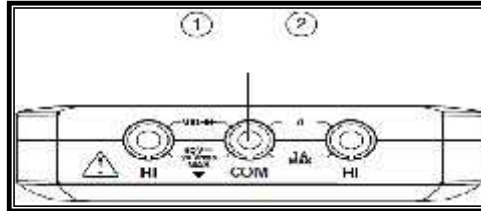
Fuente: Manual NI myDAQ

## Conexión del multímetro del NI myDAQ



Atención: 60VDC y 20V máximas rms. No conecte las sondas de multímetro digital en los circuitos con voltajes peligrosos como tomas de corriente.

Figura 116. Conexiones para mediciones DMM



Fuente: Manual NI myDAQ

Tabla 27. DMM Identificaciones de señales

Nombre de la señal	Ubicación	Tipo	Función
HI(V)	COM	Entrada	Terminal de entrada positiva para tensión, resistencia y las mediciones del diodo.
COM	----	----	Referencia para todas las mediciones DMM
HI(A)	COM	Entrada	terminal de entrada positiva Para corriente (confusibles: F 1.25 Amper 250 Volt De acción rápida)

Fuente: Manual NI myDAQ

## 6.4 Configuración Software

### LOCALIZACION Y CORRIDO DE PROGRAMA



Precaución. Antes de correr el programa verificar que todos los elementos a comprobarse estén correctamente conectados a positivo y masas de cada uno de los sistemas del banco de pruebas

Figura 117. Conexión de PC y NI myDAQ



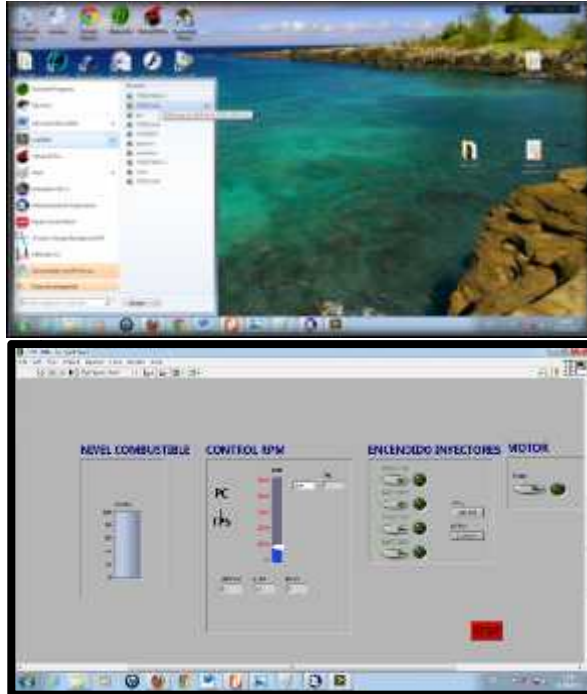
Fuente: Autores



Precaución: Utilizar el cable de datos adecuado para una buena comunicación entre estos elementos.

1. Localizar el archivo y ejecutar su programación

Figura 118. Ejecución



Fuente: Autores



Precaución: Antes de realizar esta operación verificar que el diagrama de procesos no tenga desperfecto en su programación.



Ventana de control PC-TPS permite modular las RPM mediante el sensor TPS o a su vez Mediante el Ordenador



Indicativo y mando de los inyectores permite accionar el número de inyectores que deseemos.




Ventana de visualización del nivel de combustible.



Control que sirve para accionar el motor que contiene la rueda dentada para la señal del sensor CKP.



Mando que permita parar totalmente la simulación.

Luego de realizar las pruebas deseadas detener completamente la programación mediante el mando. 

## 6.5 Mantenimiento del banco

Al no estar en funcionamiento continuo como en el automóvil el mantenimiento que se debe realizar es mediante la visualización de los elementos en deterioro como son mangueras, cables defectuosos, etc.

**6.5.1** *Mantenimiento de la alimentación.* Al ser una batería la alimentación del banco hay que revisar periódicamente el nivel de electrolito, además de revisar el voltaje y amperaje del mismo ya la ECM a un voltaje de 9 Voltios no funcionara.

**6.5.2** *Mantenimiento de mangueras de combustible.* Al ser su conexión por abrazaderas y soportar una presión de 50 PSI es aconsejable revisar las conexiones de las mangueras cada seis meses para evitar fugas de combustible durante las pruebas a realizar en el banco de pruebas.

El combustible utilizado en este banco debe ser cambiado cada año a más de realizar una limpieza al interior de del tanque para evitar taponamiento del pre filtro de combustible.

**6.5.3** *Mantenimiento de cableado.* La conexión del sistema fue realizado con estaño y protegido con cinta negra por lo en caso de falla eléctrica realizar un cambio total del cableado del sensor o elemento con problemas.

El banco de pruebas no estará en funcionamiento continuo por lo que la temperatura no afectara al deterioro de los mismos por lo que el mantenimiento será preventivo si fuera necesario.



**6.5.4** *Mantenimiento de la placa electrónica.* No hay ningún mantenimiento tanto para la placa electrónica como para la NI myDAQ ya que son elementos de uso periódico en cada prueba que se realice por lo que el desgaste de los elementos será mínimo.

**NOTA:** En caso de que fallara la interfaz entre PC y TPS revisar la polaridad del TPS y el de la placa electrónica.

A= Negativo

B= 5 voltios

C= señal de la placa (DAQ-Sensor)

## CAPÍTULO VII

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES

Se conoció el funcionamiento práctico del sistema de inyección electrónica Multec GM.

Se diseñó y construyó un banco de pruebas para la escuela de ingeniería automotriz.

Se instalaron interruptores para la comprobación de ECM externa impidiendo que haya conflictos con la ECM interna que se instaló en el sistema de inyección electrónica Multec GM.

Se realizó un software el cual mediante la NI myDAQ nos permite controlar las rpm y modificar el pulso de inyección.

Se instalaron cuatro probetas para la comprobación de los inyectores, así mismo la instalación de un manómetro que mide la presión del sistema de alimentación de combustible.

Se instalaron cuatro electroválvulas que permiten el vaciado del combustible alojado en las probetas.

Se comprobó que todo el sistema Multec GM funcione en perfecto estado.

Se determinó cada una de las curvas generadas por los diferentes sensores que componen el sistema de inyección electrónica de combustible.

#### 7.2 Recomendaciones

Aislar todo tipo de corriente eléctrica del ECM porque puede causar un corto circuito.

Para la protección de la ECM, bomba y electroválvulas instalar un relé para cada uno de estos componentes.

Identificar el tipo de sensor y su funcionamiento, el color de cables, su ubicación y desempeño

Verificar las curvas de funcionamiento de los sensores y

actuadores, previamente a su ejecución, con el fin de tener en cuenta su trabajo.

Instalar fusibles de protección en las líneas de corriente para evitar que se queme la ECM para evitar una sobrecarga en la bomba y fusibles.

Es importante informarse acerca de la impedancia del relé de la bomba de combustible para evitar sobrecarga.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALONSO, J. Técnicas del Automóvil, Equipo Eléctrico. España: Thomson, 2004.  
Pág. 41
- [2] COELLO, E. Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. 1era.ed. México  
2005. Pág. 18.
- [3] CASTRO, M. Guías de Inyección Gasolina Modelo Opel. 1era.ed. Argentina  
2005. Pág. 18.
- [4] <http://html.rincondelvago.com/sensores-electricos.html>
- [5] COELLO, E. Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. 1era.ed. México  
2005. Pág. 18.
- [6] CASTRO, M. Guías de Inyección Gasolina Modelo Opel. 1era.ed. Argentina  
2005. Pág. 18.
- [7] ALONSO, J. Técnicas del Automóvil, Equipo Eléctrico. España: Thomson, 2004.  
Pág. 34
- [8] <http://microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>
- [9] [http://www.flickr.com/photos/eliazar/353153369/in/photostrea./](http://www.flickr.com/photos/eliazar/353153369/in/photostrea/)
- [10] <http://es.scrib.com/doc/61965119/Pruebas-Con-Osciloscopio>

## BIBLIOGRAFÍA

AutoData (2012). Software. México: Versión 3.25.

COELLO, E. (2002). Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Quito: Ediciones América

CASTRO, M. (1990). Guías de Inyección Gasolina Modelo Opel. España: CEAC

Enciclopedia Full Injection.

MILLER, Manual de reparación de sistemas de inyección electrónica, 2 da. ed. España. 2012.

Manual de taller corsa

Michel On the mac (2005). Software. México: Versión 5.

ROBERT BOSCH, Sistema de inyección de gasolina Mono-Jetronic 1 era. ed. Argentina. tomo 2.

RUEDA SANTANDER, Jesús. Manual Técnico de Fuel Injection. 1ra. ed. Ecuador: Guayaquil. Tomo 1. Julio del 2005

## LINKOGRAFÍA

### SISTEMAS DE INYECCIÓN

<http://www.mecanicavirtual.com>

2012-07-18

<http://www.taett.com>

2012-07-18

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

2012-09-15

### DATOS TÉCNICOS DE SENSORES

<http://www.scrib.com>

2012-09-15

<http://blog.espol.edu.ec/joansanc/>

2012-12-29

<http://sistemadeinyeccionmultipunto.blogspot.com/>

2012-12-29

### VERIFICACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES

<http://www.cise.com>

2012-11-28

<http://www.slideshare.net/jolupeco/mediciones-de-sensores-y-actuadores-en-automoviles>

2012-11-28

[http://es.wikipedia.org/wiki/Inyecci%C3%B3n\\_de\\_combustible](http://es.wikipedia.org/wiki/Inyecci%C3%B3n_de_combustible)

2012-11-28

COMPONENTES ELECTRÓNICOS.

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>

2013-02-25

[http://hispanila.com/3ds/atmega/mosfets\\_datos/tema4\\_el%20mosfet](http://hispanila.com/3ds/atmega/mosfets_datos/tema4_el%20mosfet)

2013-03-07