



Universidad Técnica del Norte

Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología

Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Tema: Simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional

Plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz.

Autores

Cevallos Farinango Wilmer Saúl

Cevallos Yandún Jonathan Andrés

Director:

Ing. Edgar Mena

Ibarra, 2015

## ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

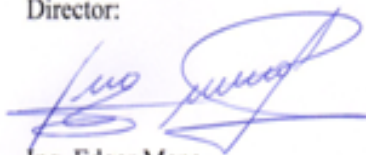
En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología.

### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es **“Simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional”** presentado por los señores: Cevallos Farinango Wilmer Saúl - Cevallos Yandún Jonathan Andrés con los números de cédula 1003855457 - 1003626809, doy fe de que dicho trabajo, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación privada y evaluación por parte del jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 22 días del mes de junio del 2015.

Director:



Ing. Edgar Mena

## **Dedicatorias**

Primeramente quiero dedicar a Dios por haberme guiado en este camino que fue muy difícil y largo pero que al final me ayudó a cumplir mi meta propuesta.

A mi madre amada que durante estos largos años de estudio ella siempre me apoyó en las buenas y en las malas, dándome las fuerzas necesarias para no rendirme y seguir adelante para triunfar en la vida.

A mi padre querido por todos sus consejos y enseñanzas sobre la perseverancia, el respeto, la honestidad, la responsabilidad y muchos más valores que me ha ido inculcando para que sea una buena persona, y un buen profesional.

A mis hermanas Johana y Saydi por estar siempre ayudándome en los momentos difíciles y dándome ánimos para que siga adelante siempre y no me rinda por más duro que sea el camino.

A todos mis demás familiares por sus buenos deseos y por sus buenos consejos que me ayudaron a no decaer en mis momentos difíciles.

A mis amigos por todo el apoyo que siempre me brindan, no importa el momento ni el lugar, siempre están allí para ayudarme aportando con un granito de arena.

Cevallos Farinango Wilmer Saúl

Quisiera dedicar este presente trabajo de grado a toda mi familia la cual me ha brindado el apoyo que he necesitado durante todo el transcurso de mi etapa como estudiante, en especial quisiera dedicar a mis padres ya que ellos se han sacrificado muy duro a lo largo de mi carrera estudiantil y mis hermanos que me han apoyado a pasar buenos y malos momentos lo cual fue de mucha ayuda para que así me el valor de culminar con éxito una meta más en mi vida.

Cevallos Yandún Jonathan Andrés

## **Agradecimiento**

Se tiene el orgullo y más sincero de los agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte ya que nos ha brindado la oportunidad de continuar con nuestra carrera estudiantil y además para poder culminar nuestros estudios como profesionales, agradecemos también a nuestros padres, hermanos, familiares y amigos que nos han colaborado para la elaboración de nuestro trabajo de grado. También agradecerles a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz ya que ellos nos han guiado y nos han compartido todos sus conocimientos además de ser profesores han sido amigos. Además a todas las personas que nos colaboraron de una u otra manera para que este proyecto pueda convertirse en realidad.

Muchas gracias a todos de corazón.

Cevallos Farinango Wilmer Saúl  
Cevallos Yandún Jonathan Andrés.

# Índice

Aceptación del director.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice .....	iv
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	xi
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
1. El problema de investigación .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Formulación del problema.....	2
1.4 Delimitación .....	3
1.4.1 Temporal.....	3
1.4.2 Espacial.....	3
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos. ....	3
1.6 Justificación .....	4
1.7 Beneficiarios.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
2. Marco Teórico .....	6
2.1 Fundamentación Tecnológica del Problema.....	6
2.2 ¿Qué es un sensor? .....	6
2.2.1 Sensor de temperatura del líquido refrigerante.....	7
2.2.2 Sensor de posición del acelerador .....	10
2.2.3 Sensor de posición del cigüeñal.....	13
2.2.4 Sensor de masa de aire MAF .....	15
2.3 Bombas de inyección.....	18
2.3.1 Definición .....	18
2.3.2 Función .....	18
2.3.3 Tipos de bombas de inyección de motores diésel.....	19

2.3.4 Pines de la Bomba de inyección Rotativa VP 44 .....	20
2.3.5 Gestión electrónica de la bomba de inyección VP 44 .....	20
2.3.6 Estructura de la bomba de inyección VP44.....	21
2.4 Unidad de control electrónico ECU.....	21
2.4.1 Cómo trabajan la Unidad de Control Electrónico .....	22
2.4.2 Trabajo de ECU.....	24
2.5 Glosario de términos.....	25
<b>CAPÍTULO III</b> .....	26
3. Metodología de la Investigación.....	26
3.1 Tipo de investigación.....	26
3.2 Métodos .....	26
3.3 Técnicas.....	27
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	28
4 Resultados y Propuesta.....	28
4.1 Fundamentación tecnológica .....	28
4.2 Elaboración del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional.....	28
4.3 Manual de funcionamiento del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica.....	30
4.4.1 Montaje de los equipos en el tablero. ....	31
4.5 Pruebas de funcionamiento del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional ....	34
4.5.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP). ....	34
4.5.2 Sensor de posición del pedal de acelerador (TPS) .....	36
4.5.3 Simulación de sensor de flujo de aire (MAF).....	38
4.5.4 Simulación del sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT).....	38
4.6 Pruebas de funcionamiento de los sensores y actuadores en la camioneta Chevrolet Luv-D max 3.0.....	41
4.6.2 Sensor de posición del cigüeñal (CKP) .....	44
4.6.3 Sensor de posición del pedal de acelerador (TPS) .....	47
4.6.4 Sensor de flujo de aire (MAF) .....	50
4.6.5 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT) .....	53
4.6.6 Módulo de control electrónico. (ECM) .....	55
4.6.7 OBD II en el tablero de simulación .....	59

4.6.8 Datos de la fusiblera .....	60
CAPÍTULO V.....	62
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	62
5.1 Conclusiones.....	62
5.2 Recomendaciones .....	63
Bibliografía.....	64
Anexos .....	67

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Sensor de temperatura del líquido refrigerante.....	7
Figura 2. Ubicación del sensor ECT.....	8
Figura 3. Partes del sensor de temperatura del líquido refrigerante .....	8
Figura 4. Diagrama eléctrico del Sensor ECT .....	9
Figura 5. Sensor de posición del acelerador .....	10
Figura 6. Sensor de posición del acelerador .....	11
Figura 7. Partes del sensor de posición del acelerador .....	11
Figura 8. Diagrama eléctrico del cuerpo de aceleración .....	12
Figura 9. Sensor de posición del cigüeñal .....	13
Figura 10. Ubicación del sensor de posición del cigüeñal .....	14
Figura 11. Partes del sensor de posición del cigüeñal .....	14
Figura 12. Circuito eléctrico del sensor CKP .....	15
Figura 13. Sensor de masa de aire aspirado MAF.....	15
Figura 14. Ubicación del sensor MAF.....	16
Figura 15. Partes del sensor de masa de aire aspirado.....	16
Figura 16. Circuito eléctrico del sensor MAF.....	17
Figura 17. Bomba de Inyección Rotativa .....	19
Figura 18. Pines de la Bomba de inyección Rotativa .....	20
Figura 19. Bomba de inyección VP44.....	21
Figura 20. Módulo de control electrónica ECM.....	22
Figura 21. Función de la ECU .....	22
Figura 22. Componentes electrónicos de la ECU.....	23
Figura 23. Señales de entrada y salida de la ECU. ....	25
Figura 24. Tablero listo para montar los equipos .....	29
Figura 25. Tablero del mando.....	30
Figura 26. Colocación del sistema de inyección. ....	32
Figura 27. Adaptación del sensor CKP y del mando.....	32
Figura 28. Adaptación del sensor MAF y el cuerpo de aceleración junto al sensor de temperatura del líquido refrigerante. ....	33
Figura 29. Adaptación de la ECU y de la caja de los fusibles.....	33

Figura 30. Tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional .....	34
Figura 31. Base del sensor CKP .....	35
Figura 32. Medición de las revoluciones en el tacómetro .....	35
Figura 33. Cuerpo de aceleración prueba1 .....	36
Figura 34. Cuerpo de aceleración prueba 2 .....	37
Figura 35. Cuerpo de aceleración prueba 3 .....	37
Figura 36. Simulación del sensor MAF.....	37
Figura 37. Simulación del sensor ECT.....	39
Figura 38. Unidad de control en la bomba VP44 (PSG) .....	42
Figura 39. Diagrama eléctrico (PSG) .....	42
Figura 40. Conector de la bomba VP44 .....	43
Figura 41. Diagrama eléctrico del sensor CKP .....	45
Figura 42. Circuito de operación del sensor CKP con la ECU.....	46
Figura 43. Sensor TPS .....	47
Figura 44. Diagrama eléctrico del sensor de posición del pedal de aceleración .....	48
Figura 45. Diagrama eléctrico del sensor TPS operando con la ECM .....	49
Figura 46. Sensor de flujo de aire (MAF) .....	50
Figura 47. Circuito eléctrico y curva de operación del sensor (MAF) .....	51
Figura 48. Circuito de operación del sensor MAF- IAT con la ECU.....	52
Figura 49. Sensor ECT .....	53
Figura 50. Diagrama eléctrico del sensor ECT.....	54
Figura 51. Módulo de control electrónica ECM.....	55
Figura 52. Pines del conector de la ECM .....	56
Figura 53. Diagrama del circuito eléctrico del funcionamiento de la ECM (1) .....	58
Figura 54. Diagrama del circuito eléctrico del funcionamiento de la ECM (2) .....	59
Figura 55. Conector OBD II del sistema para la línea de datos. ....	60
Figura 56. Conector OBD II del sistema para la línea de datos .....	60

### **Índice de Gráficos**

Gráfico 1. Parámetros de funcionamiento del sensor ECT .....	10
Gráfico 2. Sensor de posición del cigüeñal .....	12
Gráfico 3. Parámetros de funcionamiento del sensor de MAF.....	17
Gráfico 4. Medición en el scanner del sensor MAF .....	38
Gráfico 5. Simulación del sensor ECT Motor apagado.....	39
Gráfico 6. Simulación del sensor ECT 2 minutos .....	40
Gráfico 7. Simulación del sensor ECT 4 minutos .....	40
Gráfico 8. Medición en el escáner del sensor ECT 6 minutos .....	41
Gráfico 9. Curva característica del sensor CKP con el osciloscopio.....	46
Gráfico 10. Curva del sensor TPS .....	49
Gráfico 11. Curva del sensor MAF- IAT con el osciloscopio.....	53
Gráfico 12. Curva del sensor ECT.....	55



## Índice Tablas

Tabla 1. Prueba de funcionamiento del sensor del sensor CKP .....	35
Tabla 2. Pruebas de funcionamiento del sensor MAF .....	38
Tabla 3. Especificaciones técnicas de la camioneta Chevrolet Luv D- max 3.0 .....	41
Tabla 4. Designación de los pines del conector de la bomba VP44 .....	43
Tabla 5. Designación de cables del sensor CKP .....	44
Tabla 6. Características del sensor CKP .....	44
Tabla 7. Pruebas de funcionamiento del sensor (CKP) .....	45
Tabla 8. Características del sensor TPS .....	47
Tabla 9. Designación de los cables del sensor TPS .....	48
Tabla 10. Pruebas de funcionamiento del sensor (TPS) .....	49
Tabla 11. Características del sensor MAF y del sensor IAT .....	50
Tabla 12. Designación de cables y coloración del sensor (MAF) .....	51
Tabla 13. Valores MAF .....	52
Tabla 14. Características del sensor de temperatura del refrigerante ECT .....	53
Tabla 15. Valores tomados del funcionamiento del sensor ECT .....	54
Tabla 16. Señal de salida de todos los pines en el conector de la ECM .....	56
Tabla 17. Nombre fusible y relé .....	61

## Resumen

La elaboración del siguiente proyecto tiene como principal propósito ayudar a la visualización del trabajo que realiza cada uno de los sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica del motor diésel con sistema convencional. En este proyecto cada uno de los sensores trabaja de forma independiente, cada sensor actúa mediante los cambios que se realizan en el panel de control. Para este proyecto se utilizó el sensor de revoluciones del motor, sensor del cuerpo de aceleración, sensor de flujo de aire, sensor de temperatura del líquido refrigerante, el tablero, el cableado. La ECU los actuadores y la bomba de inyección rotativa VP44 de la camioneta Chevrolet Luv D-max 3.0. Para el funcionamiento de la bomba de inyección diésel se adaptó mediante una polea y banda un motor eléctrico de 2 HP y de 1800 RPM, una vez puesto en marcha y sincronizado mediante una banda el motor eléctrico y la bomba de inyección VP44 se obtuvo una disminución de revoluciones del motor eléctrico por la fuerza que ejerce la bomba al momento de enviar el combustible hacia los inyectores. Con el motor eléctrico de 2 HP se pudo dar el giro a la bomba de inyección semielectrónica para que el diésel sea inyectado en los tubos de ensayo mediante las cañerías y los inyectores. La simulación de los diferentes sensores se realizó mediante motores eléctricos que son alimentados a 110v como por ejemplo: Para la simulación del sensor MAF se utilizó una secadora de cabello, para la simulación del sensor CKP se utilizó un motor de licuadora el cual se hizo modificaciones en cuanto a variación de revoluciones mediante una placa de circuitos eléctricos, para la simulación del sensor de temperatura del líquido refrigerante se utilizó un calentador de agua. Para establecer las diferentes conexiones de cada sensor se realizó mediciones con un multímetro. Como conclusión con este proyecto se pudo demostrar que el trabajo de los sensores es enviar la señal hacia la ECU mediante cambios de voltaje y mediante estos cambios de voltaje la ECU envía la orden para que los actuadores trabajen dependiendo de los cambios de parámetros que se produzcan en el motor diésel. También se pudo comprobar que para un buen funcionamiento del motor diésel todos los sensores actúan en completa sincronía.

## Abstract

The development of the following project's main purpose is to help visualize the work that each of the sensors and actuators of the system of semi-injected diesel engine with conventional system. In this project, each working independently sensors, each sensor acts by the changes made in the control panel. For this project the engine speed sensor, acceleration sensor body, lord of air flow, coolant temperature sensor, board, wiring, ECU actuators and rotary injection pump VP44 used the Chevrolet luv D-max 3.0. For the operation of the diesel injection pump it is adapted by a pulley and belt an electric engine 2 hp and 1800 rpm, once launched and synchronized by a band electric motor and injection pump VP44 a decrease was obtained speed of the electric engine by the force of the pump when sending fuel to the injectors. With the electric engine 2 hp it could give the turn to the semi electronic injection pump for the diesel is injected into the test tubes through pipes and nozzles. The simulation of different sensors was performed by electric engines that are powered 110v as example for the simulation of sensor MAF a hair dryer was used for the simulation of sensor CKP engine blender was used which changes are made in terms of variation of revolutions by a plate of electrical circuits for simulation of the coolant temperature sensor a water heater was used. To set the different connections of each sensor measurements was performed with a multimeter. As a conclusion to this project could be demonstrated that the work of the sensors is to send the signal to the ECU by voltage changes and by these voltage changes the ECU sends the order to the actuators to work depending on the parameter changes that occur in the diesel engine. He could also see that for proper operation of the diesel engine all sensors act in complete sync.

## **Introducción**

Este trabajo práctico tuvo como propósito la construcción de un tablero de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional para ser utilizado por los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz. Con este proyecto el docente podrá realizar con mayor facilidad su enseñanza en las clases prácticas acerca del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel.

Además, este trabajo es de tipo tecnológico debido a que los componentes que conforman el tablero son mecanismos que han ido evolucionando con el pasar del tiempo y que han ido mejorando el sistema de inyección semielectrónica en el motor diésel, también para este trabajo se empleó el método analítico sintético debido a que se necesitó de la recolección de información.

Los resultados obtenidos en la construcción del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica son: Una apreciación de la dosificación del combustible y la variación de información que envían los sensores hacia la ECU para que esta determine el momento que cada actuador debe trabajar frente a las exigencias de un buen funcionamiento de un motor diésel.

# CAPÍTULO I

## 1. El problema de investigación

### 1.1 Antecedentes

La Universidad Técnica del Norte como institución de nivel superior se encuentra al servicio del pueblo y contribuyendo de esta manera al desarrollo de la sociedad. Actualmente cuenta entre otras, con la facultad de Educación Ciencia y Tecnología (FECYT). Y dentro de esta, está la especialidad en Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

El campo automotriz ha ido evolucionando a grandes pasos ya que se han creado nuevos sistemas, los cuales ayudan a mejorar el funcionamiento del vehículo. Desde los principios del automóvil, la inyección del combustible en el interior de la cámara de los cilindros del motor diésel, es un parámetro a tomar muy en cuenta al momento de mejorar la potencia y torque de un vehículo, con el pasar del tiempo la inyección del combustible en los motores diésel ha ido evolucionando muy notablemente ya que se ha cambiado la inyección mecánica, semielectrónica y electrónica. Teniendo como resultado una mejor dosificación de combustible mediante la ECU, los inyectores, los sensores, la bomba de inyección y los demás elementos que conforman el sistema de alimentación. Con una mejor entrega de combustible, el motor diésel mejora su rendimiento tanto en revoluciones por minuto (RPM) como en torque y demás parámetros.

Los estudiantes de la carrera de Ing. Mantenimiento Automotriz llevan a cabo sus prácticas en los talleres de los predios universitarios, el mismo que se encuentra equipado con herramientas y maquinaria necesaria para poder desempeñar dicho trabajo.

Debido a las exigencias de infraestructura y equipamiento en esta especialidad se hace necesario una ampliación de sus talleres y especialmente actualización e

incremento de materiales didácticos que sirvan como recursos de enseñanza, los cuales sirven para desarrollar los procesos de formación profesional.

Por esta situación el presente proyecto tiene como finalidad principal la “Elaboración de un tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional”.

El mismo que servirá como material de aprendizaje para el estudiantado. En el tablero construido se podrá desarrollar destrezas en el reconocimiento de las partes reales que conforman este tipo de sistema.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Los estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, necesitan de una buena apreciación del funcionamiento de los sensores y actuadores debido a que este tipo de sistema no trabaja en forma visible en el vehículo, estos están controlados por medio de señales electrónicas que son enviadas a la computadora para que esta sea la encargada de procesar y hacer actuar a los demás componentes del sistema.

Por la falta de visibilidad del funcionamiento del sistema de alimentación del vehículo que cuenta con una serie de sensores y actuadores conectados en una manera coordinada, se requiere de un sistema que permita entender de mejor manera el trabajo de todos estos elementos vitales para el funcionamiento correcto del motor.

## **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo construir un tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional?

## **1.4 Delimitación**

### **1.4.1 Temporal.**

Este proyecto se llevó a cabo desde el mes de Julio del 2014 hasta el mes de Junio del 2015.

### **1.4.2 Espacial.**

Este proyecto se llevó a cabo en un taller particular en San Antonio de Ibarra en la Compañía de Jesús.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General.**

Construir un tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional.

### **1.5.2 Objetivos Específicos.**

- 1.- Realizar un estudio detallado acerca de cada uno de los sensores actuadores y demás componentes que conforman el sistema de inyección semielectrónica del motor diésel con sistema convencional.
- 2.- Investigar el diagrama de gestión electrónica para aplicar al tablero de simulación de sensores y actuadores de un motor diésel con sistema convencional.
- 3.- Instalar los elementos en el tablero y conectarlos de acuerdo al diagrama de gestión electrónica.
- 4.- Comprobar el funcionamiento simulando fallas en el sistema.

5.- Implementación del tablero simulador de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional

### **1.6 Justificación**

Con la elaboración de este tablero de simulación de los sensores y actuadores se va a tener una idea más clara y precisa de cómo trabaja este tipo de sistema en lo que se trata el sistema de alimentación del motor. Se va a tener una mejor apreciación de sus partes reales y su forma de realizar su ciclo de operación, así como otros elementos secundarios que estén presentes en el funcionamiento.

Frente a la demanda que se vive en la actualidad en el parque automotor, nosotros como estudiantes técnicos automotrices especializados en esta rama se está bajo la responsabilidad de buscar, investigar y aplicar los conocimientos adquiridos en el campo automotriz.

Este tablero el mismo que será utilizado por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, para sus beneficios propios, cuenta con un tipo de sistema de inyección semielectrónica que en la actualidad es muy común ver en los distintos automóviles, proporcionando a los estudiantes conocimientos actuales que les va a servir en su futuro como ingenieros.

Este problema se ahonda más, cuando no se puede realizar investigaciones sobre sistemas mecánicos y electrónicos actualizados por la falta de recursos y mala preparación técnica, lo que hace que el conocimiento siempre se mantenga en el proceso de aprendizaje y este no pueda ser desarrollado.

Como en la actualidad se vive en vías de desarrollo, un estudio actualizado en lo que se refiere a la mecánica automotriz conllevará a tener una mejor calidad de vida. En lo que se refiere a la elaboración de este tablero se necesitará aplicar conocimientos no solo mecánicos si no también electrónicos de un motor diésel, los cuales van a brindar facilidades en realización de este proyecto.



## **1.7 Beneficiarios**

Los beneficiados con este proyecto serán los estudiantes y docentes de la Universidad técnica del Norte de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, ellos serán los que cuenten con este material didáctico, para poder realizar las prácticas de una manera precisa y clara.

Los docentes también se beneficiarán con este proyecto ya que podrán explicar de una manera más clara y precisa el funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica del motor diésel del automóvil.

Este tablero aportará con los procesos de funcionamiento de los sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica del motor diésel con sistema convencional, que permitirá tener una mejor apreciación y entendimiento del funcionamiento de este sistema.

Este equipo podrá brindar un mejor conocimiento de los componentes que este sistema tiene por lo que será de una muy buena ayuda para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte. También permitirá realizar prácticas y pruebas de funcionamiento del sistema de inyección semielectrónica convencional a los estudiantes.

## **CAPÍTULO II**

### **2. Marco Teórico**

#### **2.1 Fundamentación Tecnológica del Problema**

El diseño y la construcción de un tablero que contenga una simulación de sensores y actuadores podría ser algo provechoso puesto que no se lo puede visualizar de una manera que sea apreciable y que permita ver el comportamiento de los sensores que envían una señal a la ECU y esta procesa y envía una señal a los actuadores los cuales actúan de diversas formas tales que corrigen el problema anterior.

Este proyecto se basa más a la instalación de lo que sería un sistema semielectrónico del automóvil, el cual está hecho para recibir, procesar, evacuar posibles daños en todo este sistema.

Hoy en día el sistema de inyección semielectrónica con sensores y actuadores permite registrar de manera precisa los estados reales del motor en funcionamiento para luego mandarla información de estos estados a la computadora para que esta controle los diferentes parámetros que genera el motor.

Con la implementación de la inyección semielectrónica en los motores diésel, se obtiene una mejor inyección del combustible en la cámara de combustión, y esto hace que el funcionamiento del motor sea más óptimo y su duración de funcionamiento se extienda en mucho más tiempo.

#### **2.2 ¿Qué es un sensor?**

(BOSCH, 2002)El automóvil posee un sinnúmero de sensores que actúan como órganos de percepción convirtiendo magnitudes variables de entrada en señales eléctricas que precisan las unidades de control del sistema de gestión electrónica del motor de seguridad y confort para la realización de funciones de mando y regulación, también se puede decir que el sensor equivale a nociones de

sonda y trasmisor convirtiendo una magnitud física, química en una magnitud eléctrica.

### **2.2.1 Sensor de temperatura del líquido refrigerante.**



Figura 1. Sensor de temperatura del líquido refrigerante.  
Fuente (Multicentro Automotriz, 2013)

#### ***Función***

La función de todo sensor de temperatura del refrigerante es como su nombre lo indica medir la temperatura del líquido refrigerante, mediante cambios de voltaje que se producen en el sensor para que esta información sea enviada a la ECU y que este regula la cantidad de mezcla aire -combustible y la entrada de combustible en los inyectores. Este sensor también envía información a la computadora para que se active el ventilador.

#### ***Ubicación***

El sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT), se encuentra ubicado en la caja del termostato conocida como la toma de agua o también en el tubo del líquido refrigerante de la culata.



Figura 2. Ubicación del sensor ECT  
Fuente, (Patagonia off Road, 2010)

### *Partes del sensor ECT*

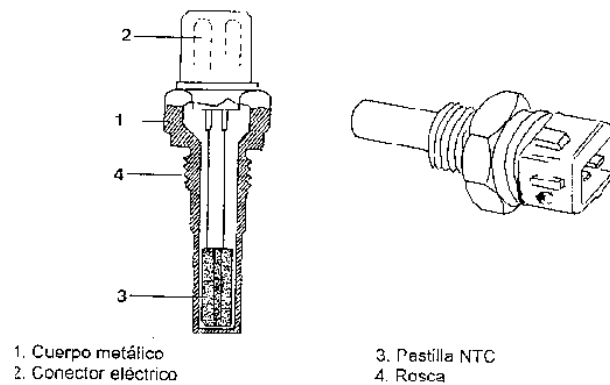


Figura 3. Partes del sensor de temperatura del líquido refrigerante  
Fuente, (Autor, Dani Meganeboy, 2010)

### *Fallas y mantenimiento*

Las causas y los efectos de falla son:

Cuando un sensor está fallando o tiene un mal funcionamiento puede provocar:

- Sobrecalentamiento del motor.
- Incremento de revoluciones en marcha mínima.
- La luz Check Engine se enciende.
- Un excesivo consumo de combustible.
- Pérdida de potencia del motor.
- Arranque difícil cuando el motor esta frío.

### ***Causas de falla***

- Líneas abiertas o corto circuitos en los cables del sensor.
- Dificultades de contacto en las conexiones respectivas.
- Vibraciones del motor.
- Sensor en mal estado o que tiene fallas.
- Pérdida de voltaje en la señal de referencia.

### ***Mantenimiento o servicio***

- Se debe revisar los valores de resistencia del sensor de temperatura del líquido refrigerante por lo menos cada 25 000 km.
- Cambiar el líquido refrigerante cada 6 meses por el hecho de que el líquido refrigerante viejo puede ocasionar corrosión haciendo que el sensor tenga un mal funcionamiento.
- Si el motor está demasiado caliente verificar que el termostato no esté pegado en caso de estarlo se debe reemplazar.
- Revisar la línea eléctrica del sensor, que no exista corrosión ni roturas este chequeo se debe realizar con un multímetro.

### ***Diagrama eléctrico del sensor de temperatura del líquido refrigerante***

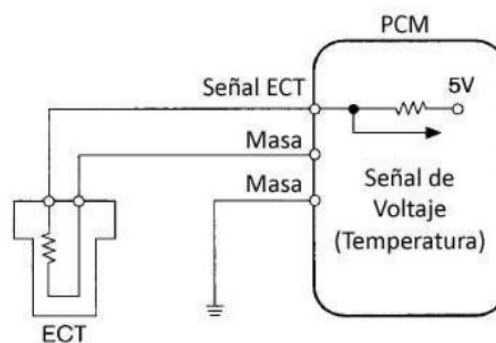


Figura 4. Diagrama eléctrico del Sensor ECT  
Fuente, (Autor, Beto Booster, s.f)

### ***Parámetros de funcionamiento del sensor ECT***

A medida que la temperatura del líquido refrigerante va aumentando la resistencia del sensor va disminuyendo.

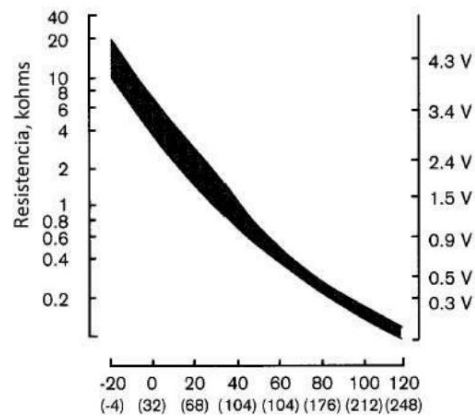


Gráfico 1. Parámetros de funcionamiento del sensor ECT  
Fuente, (Autor, Dani Meganeboy, 2010)

### 2.2.2 Sensor de posición del acelerador



Figura 5. Sensor de posición del acelerador  
Fuente, (Autor, Dani Meganeboy, 2010)

#### ***Función***

El sensor de posición del acelerador no es más que un potenciómetro, que localiza el movimiento y la posición de la aceleración a través de cambios de voltaje para que la información sea enviada a la computadora y calcule junto con otros datos, la cantidad correcta de combustible que será inyectada al interior del cilindro del motor diésel.

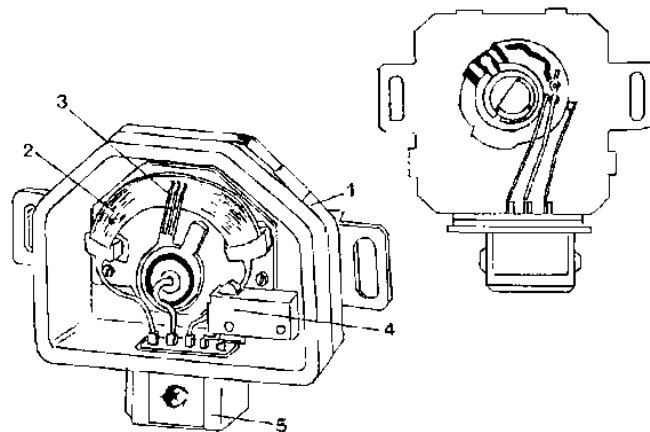
#### ***Ubicación***

El sensor de posición del acelerador está ubicado en el cuerpo de aceleración del lado contrario del mecanismo de acelerador y alineado a su misma flecha.



Figura 6. Sensor de posición del acelerador  
Fuente (Conevyt, 2010)

### *Partes del sensor de posición del acelerador*



1. Cuerpo del potenciómetro  
2. Resistencias  
3. Cursor

4. Contacto de Ralentí  
5. Conector eléctrico

Figura 7. Partes del sensor de posición del acelerador  
Fuente (Autor Bosch, 2009)

### *Fallas y mantenimiento*

Los síntomas y causas de falla son:

- Marcha mínima inestable
- Altas RPM
- El motor se tironea en alta velocidad
- Problemas de arranque
- Luz Check Engine encendida

### *Causas de falla*

- Línea abierta o cortocircuitos

- Condiciones de uso extremo
- Falso contacto en el arnés
- Pistas sucias

### ***Mantenimiento o servicio***

El mantenimiento o servicio es el siguiente:

- Limpiar el conector eléctrico y cerrar los pines
- Verificar que el acelerador descansa en el tornillo tope y que no sea descalibrado
- Verificar que el mecanismo del acelerador que mueve al sensor funcione correctamente
- Limpiar internamente con algún solvente.

### ***Diagrama eléctrico del sensor del cuerpo de aceleración***

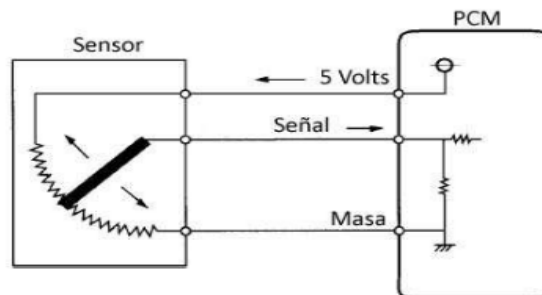


Figura 8. Diagrama eléctrico del cuerpo de aceleración

Fuente (Autor, Beto Booster, 2012)

### ***Parámetros de funcionamiento del cuerpo de aceleración***

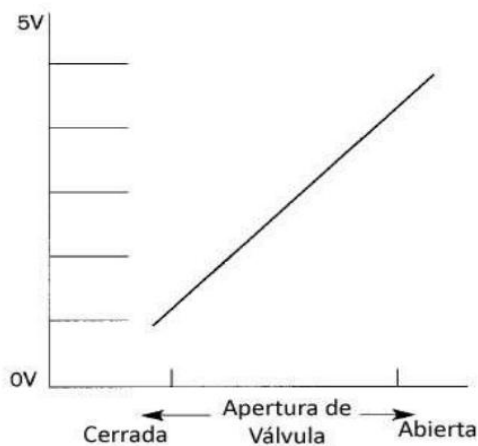


Gráfico2. Sensor de posición del cigüeñal

Fuente (Autor, Beto Booster, s.f)



### 2.2.3 Sensor de posición del cigüeñal



Figura 9. Sensor de posición del cigüeñal  
Fuente (Autor, Dani Meganeboy, 2010)

#### ***Función***

La función del sensor de posición del cigüeñal es registrar la velocidad a la que está girando el cigüeñal mediante cambios de voltaje, esta información es utilizada por la unidad de control electrónica ECU para controlar la inflamación y la inyección del combustible.

La información de este sensor también se relaciona con otros datos incluyendo la relación de las válvulas de los pistones, el sistema de inyección electrónica de combustible fue diseñado para controlar y mejorar los distintos parámetros del motor.

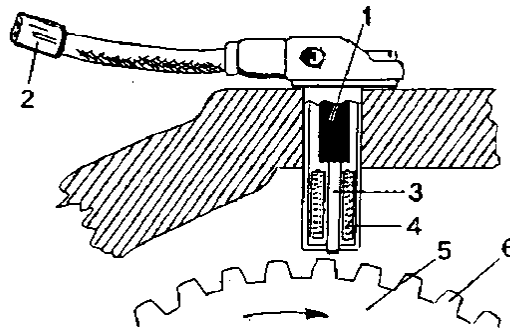
#### ***Ubicación***

El sensor de posición del cigüeñal puede estar ubicado en la rueda afónica del cigüeñal, en el monoblock o en la tapa de la distribución.



Figura 10. Ubicación del sensor de posición del cigüeñal  
Fuente (Autor, Luis Salcedo, 2008)

### *Partes del sensor de posición del cigüeñal*



- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1. Imán permanente    | 4. Bobina       |
| 2. Conector eléctrico | 5. Rueda fónica |
| 3. Núcleo de hierro   | 6. Diente       |

Figura 11. Partes del sensor de posición del cigüeñal  
Fuente, (Autor, Dani Meganeboy, 2010)

### *Fallas y mantenimiento*

Los síntomas de falla y el mantenimiento o servicio son:

- Se enciende la luz Check Engine
- El motor no arranca
- El carro se jalonea
- Puede apagarse el motor espontáneamente (“Electrónica del automóvil”, 2012)

### ***Mantenimiento o servicio***

- Verifique que la punta del sensor esté sucia de aceite o grasa y limpiar si es necesario.
- Probar continuidad de los dos cables
- Revise los códigos de falla con la ayuda de un scanner

### ***Circuito eléctrico del sensor CKP***

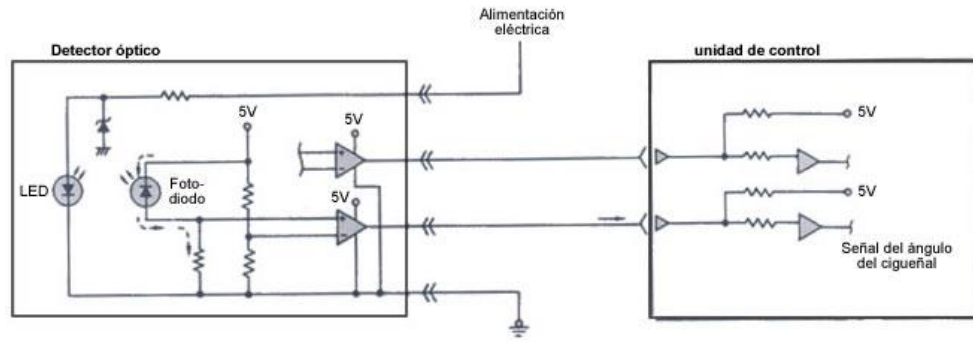


Figura 12. Circuito eléctrico del sensor CKP  
Fuente, (Autor, Víctor Reyes, 2013)

### **2.2.4 Sensor de masa de aire MAF**



Figura 13. Sensor de masa de aire aspirado MAF  
Fuente (Bosch, 2009)

### ***Función***

El sensor de masa de aire aspirado es un caudalímetro encargado de medir la cantidad de aire limpio que entra en el motor, mediante una señal de voltaje este sensor envía a la ECM una información para que esta determine la cantidad de combustible a inyectar.

### ***Ubicación***

El sensor de masa de aire aspirado MAF está ubicado entre el filtro de aire y la mariposa de aceleración del motor diésel.



Figura 14. Ubicación del sensor MAF  
Fuente, (Autor, Bosch, 2009)

### ***Partes del sensor de masa de aire aspirado.***

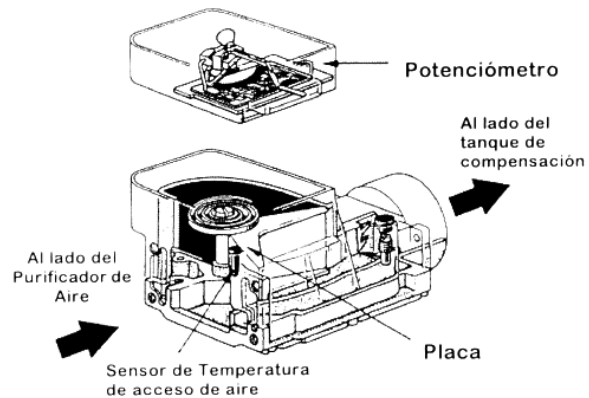


Figura 15. Partes del sensor de masa de aire aspirado  
Fuente (Autor, Bosch, 2009)

### ***Fallas y mantenimiento***

- Código del sensor MAF en la computadora
- Se prende la luz Check Engine
- Falta de fuerza al acelerar el vehículo mientras se está moviendo
- Humo negro saliendo del escape
- El motor del vehículo corre disparejo en marcha mínima o se apaga
- Consumo excesivo de combustible

### ***Mantenimiento***

- Verificar que el arnés no presente oxidación, sulfatación o que no esté quebrado, aplicar un limpiador antisulfatante en los terminales.
- Que los cables del sensor a la computadora no estén dañados y si lo están reemplazarlos si es necesario.
- Que el sensor MAF no tenga objetos extraños en su interior, para extraer o verificar no hay que soplarlos o tocarlos hay que hacerlo con herramientas especiales.

### ***Circuito eléctrico del sensor MAF***

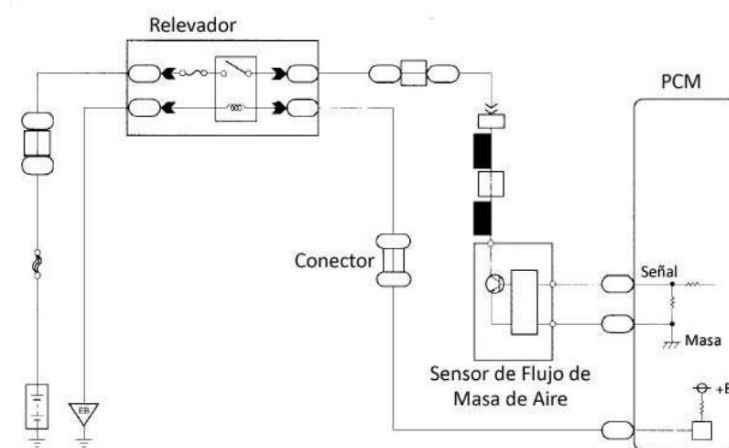
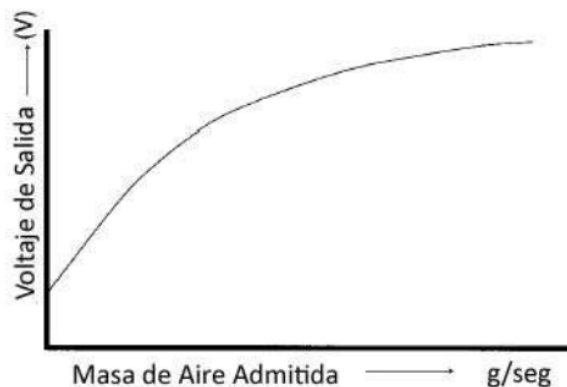


Figura 16. Circuito eléctrico del sensor MAF

Fuente (Autor, Beto Booster, 2012)

### ***Parámetros de funcionamiento del sensor de MAF***



Gráfica 3. Parámetros de funcionamiento del sensor de MAF

Fuente (Autor, Beto Booster, 2012)

## **2.3 Bombas de inyección**

### **2.3.1 Definición**

Fernando Manobanda (2013) Las bombas de inyección rotativas aparte de inyectar combustible en los cilindros también tienen la función de aspirar combustible del depósito de combustible.

Para ello disponen en su interior, una bomba de alimentación que aspira combustible del depósito a través de un filtro. Cuando el régimen del motor (RPM) aumenta, la presión en el interior de la bomba asciende hasta un punto en el que actúa la válvula reductora de presión, que abre y conduce una parte del combustible a la entrada de la bomba de alimentación. Con ello se consigue mantener una presión constante en el interior de la bomba

### **2.3.2 Función**

La bomba de inyección rotativa es el órgano más vital de la inyección, tiene por objeto enviar en el preciso instante el combustible hacia los inyectores en función de la velocidad de rotación y las condiciones de carga del motor.

La bomba de inyección rotativa son el control y regulación del combustible para la reducción de las emisiones de gases de escape y del consumo de combustible, o aumentan la seguridad y el confort.

Otros ejemplos de funciones adicionales son:

- Retroalimentación de gases de escape.
- Regulación de la presión de sobrealimentación.
- Regulación de la velocidad de marcha.
- Inmovilizador electrónico.

### 2.3.3 Tipos de bombas de inyección de motores diésel

#### *Bomba de inyección rotativa.*

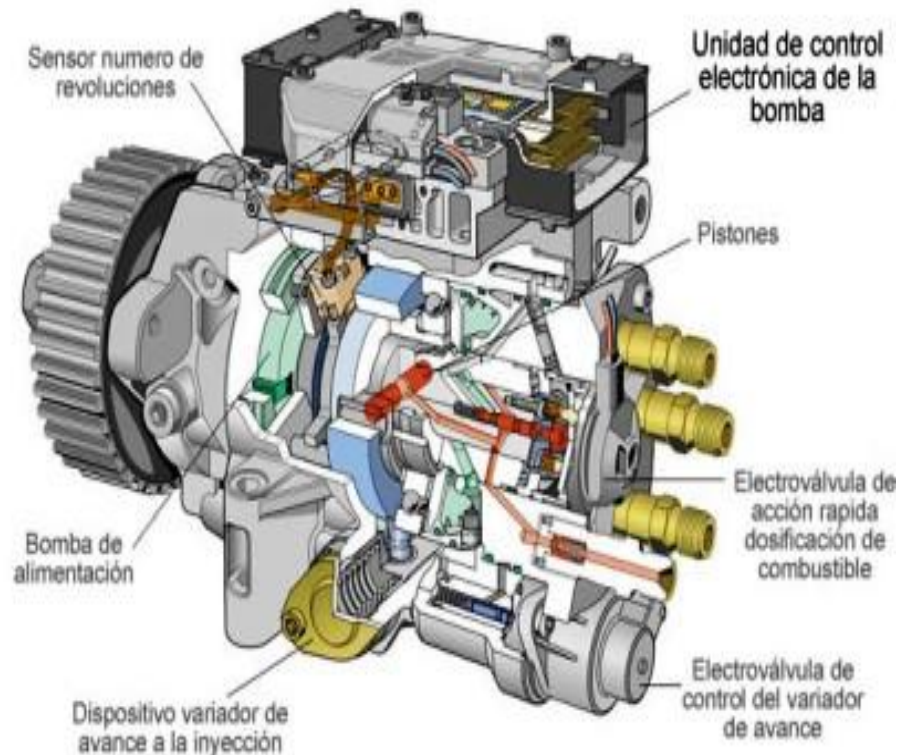


Figura 17. Bomba de Inyección Rotativa  
Fuente (Autor, Dany Meganeboy, 2014)

#### **Funcionamiento**

David Flores (2010) publicó

La posición inicial del émbolo del variador de avance en la bomba de inyección rotativa la mantiene el muelle tarado del variador. Durante el funcionamiento, la presión de combustible en el interior de la bomba la regula, en proporción al régimen, la válvula reguladora de presión junto con el estrangulador de rebose. Por consiguiente la presión de combustible creada en el interior de la bomba se aplica por el lado del émbolo opuesto al muelle del variador de avance.

La presión del combustible en el interior de la bomba solo vence la resistencia inicial del muelle y desplaza el émbolo del variador a partir de un determinado

régimen (300 RPM). El movimiento axial del émbolo se transmite al anillo de rodillos montado sobre el cojinete por medio de la pieza deslizante y el perno.

Esto hace que la disposición del disco de levas con respecto al anillo de rodillos varié de forma que los rodillos del anillo levanten, con cierta antelación, el disco de levas en giro. El disco de levas y el émbolo distribuidor están, por tanto, desfasados en un determinado ángulo de rotación con respecto al anillo de rodillos. El valor angular puede ser de hasta 12° de ángulo de levas (24° de ángulo de cigüeñal).

### 2.3.4 Pines de la Bomba de inyección Rotativa VP 44

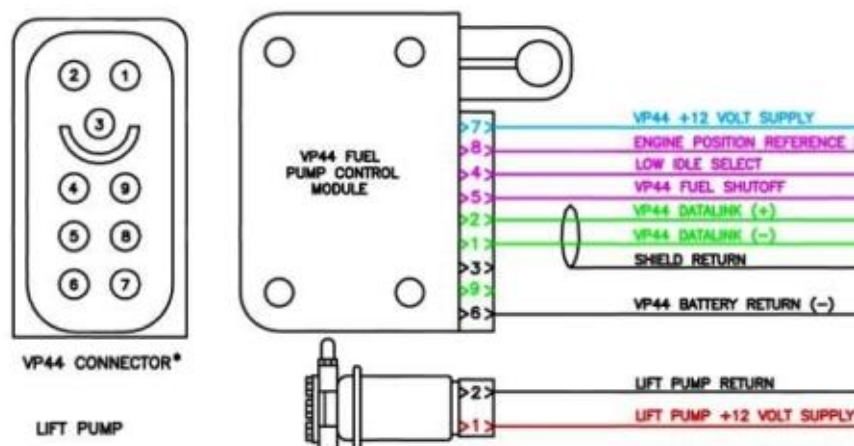


Figura 18. Pines de la Bomba de inyección Rotativa  
Fuente (Autor, Jiménez Automotriz, 2014)

### 2.3.5 Gestión electrónica de la bomba de inyección VP 44

Según Jiménez Automotriz, 2014 Esta unidad de control recibe señal de sensor del ángulo de rotación; así como la de caudal de inyección, RPM, inicio de inyección. La UCE además controla la electroválvula de alta presión y la electroválvula del variador de avance.

Sensor de ángulo de rotación: Este sensor funciona igual que el captador de fase. La misión de este sensor es conocer la posición del eje de la bomba y los grados de avance con los que está trabajando el motor.



Electroválvula reguladora de la alta presión:

Esta electroválvula controla la dosificación del caudal de combustible. Cuando más altas son las revoluciones mayor paso de caudal permite.

Electroválvula del variador de avance: Dicha electroválvula tiene la función de corregir el avance que tiene el motor.

### 2.3.6 Estructura de la bomba de inyección VP44

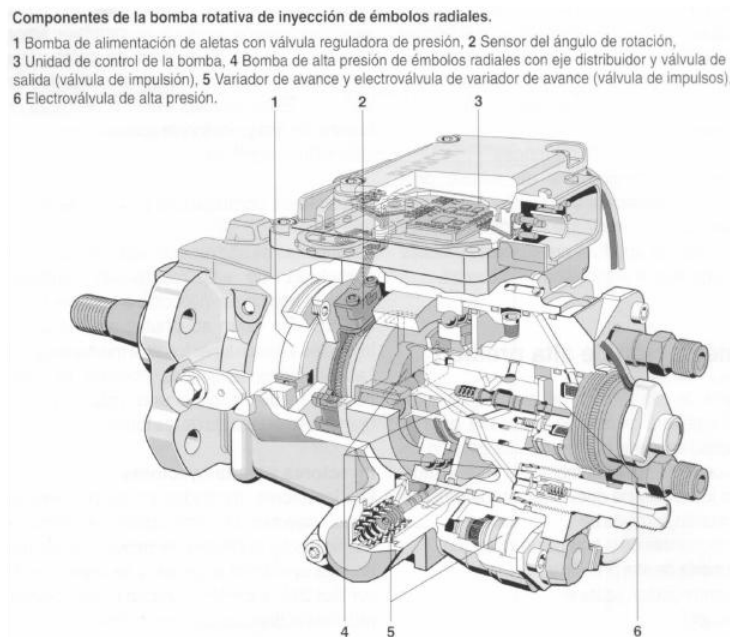


Figura 19. Bomba de inyección VP44  
Fuente, (Autor, Diego Filice, 2010)

### 2.4 Unidad de control electrónico ECU

(Nossovitch 2006) La computadora (ECU) del automóvil es muy similar en funciones a la computadora del hogar, diferenciándose ambas en que, mientras la del hogar es capaz de procesar palabras, conectarse a internet, etc. La del automóvil está especialmente creada para hacer más eficiente al mismo.

Estas computadoras tienen innumerables componentes electrónicos en su interior entre los que se puede mencionar a los microprocesadores, en gran

número, montados en una placa impresa con cobre, que le permiten realizar cálculos de los más variados destinado a mejorar la eficiencia del automóvil y generalmente, a nadie le importa como lo hace a excepción de los mecánicos especializados.



Figura 20. Módulo de control electrónica ECM  
Fuente (Nossovitch. P 2010.)

#### 2.4.1 Cómo trabajan la Unidad de Control Electrónico

Chiavetto (2010) Ahora bien, el desarrollo de estas computadoras tiene que ver con el manejo de datos que se le proporcionan desde afuera o para decirlo de otra manera, mientras que la computadora del hogar recibe datos del mouse o del teclado, la computadora del automóvil lo hace por medio de los sensores.

Estos últimos también fueron sufriendo modificaciones y mejoras para proveer de una información precisa y de calidad a las computadoras.

Para el caso de computadoras que controlan los sistemas de ignición, se requieren de sensores que midan la velocidad del motor y la posición del pistón.

La computadora calcula el instante preciso en el cuál debe enviar la señal al módulo de ignición para que salte la chispa y encienda la mezcla.



Figura 21. Función de la ECU  
Fuente, (Autor Dani Meganeboy, 2010)

("Sistema electrónico del automóvil", 2012) Actualmente existe un claro aumento de los componentes electrónicos en los nuevos modelos, con lo que repercute en un mayor nivel de complejidad tecnológica, esto se traduce en más Ecus, una mayor especialización y diversificación de ellas, (cada unidad controladora de una parte específica de cada función) sistemas más complejos y una escalada técnica en cuanto prestaciones deseadas por parte del usuario final.



Figura 22. Componentes electrónicos de la ECU  
Fuente. (Pablo Balderas, 2012)

Para que se puedan producir los distintos tipos de funcionamiento de la ECU del automóvil es muy importante tomar en cuenta lo siguiente:

- Ignición: Define cuando la bujía debe disparar la chispa en el cilindro.
- Límite de revoluciones: Define el máximo número de revoluciones por minuto que el motor puede alcanzar. Más allá de este límite se corta la entrada de combustible.
- Correcta temperatura del agua: Permite la adición de combustible extra cuando el motor está frío (estrangulador).
- Alimentación de combustible temporal: Le dice a la ECU que es necesario un mayor aporte de combustible cuando el acelerador es presionado.
- Modificador de baja presión en el combustible: Le dice a la ECU que aumente el tiempo en el que actúa la bujía para compensar una pérdida en la presión del combustible.

- Sensor de oxígeno (sensor lambda): Permite que la ECU posea datos permanentes del escape y así modifique la entrada de combustible para conseguir una combustión ideal.
- Algunas de las unidades de carreras más avanzadas incluyen funcionalidades como control de salida, limitación de la potencia del motor en la primera marcha para evitar la rotura de éste, etc. Otros ejemplos de funciones avanzadas son:
- Control de pérdidas: Configura el comportamiento del wastegate del turbo, controlando el boost.

#### **2.4.2 Trabajo de ECU**

(Ernesto Gonzales 2013) Para un motor con inyección de combustible, una unidad de control del motor determinará la cantidad de combustible para inyectar sobre la base de un número de parámetros. Si el sensor de posición del acelerador está mostrando el pedal del acelerador se presiona más hacia abajo, el sensor de flujo de masa será medir la cantidad de aire adicional sea aspirado en el motor y la ECU inyectará cantidad fija de combustible en el motor. Si el sensor de temperatura del refrigerante del motor está mostrando el motor no se ha calentado, sin embargo, se inyectará más combustible.

Control de la mezcla en carburadores controlados por el ordenador funciona de manera similar pero con un solenoide de control de mezcla o motor paso a paso incorporado en el recipiente del flotador del carburador.

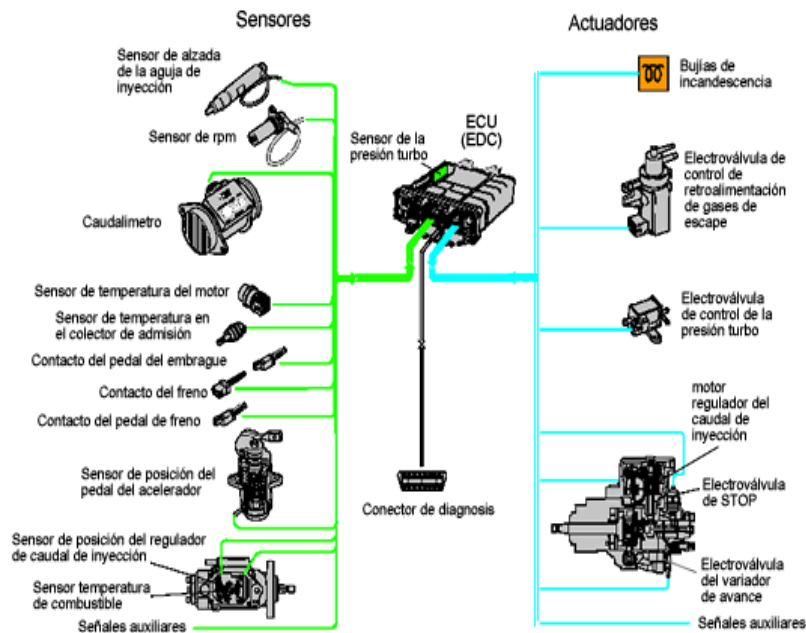


Figura 23. Señales de entrada y salida de la ECU.  
Fuente. (Dany Meganeboy, 2014)

## 2.5 Glosario de términos

**MDF.**-Tablero de fibra de madera el cual se caracteriza por las excelentes terminaciones que se las puede conseguir.

**Termistor.**- Sensor resistivo que mide la temperatura

**Check Engine.**- Revisar el motor

**RPM.**- Revoluciones por minuto

**ECU.**- Electronic Unit control

**MAF.**- Sensor medidor de flujo de aire

**CKP.**- Sensor que mide la posición del cigüeñal.

**ECM.**- Módulo de control electrónico.

**Monoblock.**- Bloque del motor que es fundida en una sola pieza.

**Scanner Automotriz.**- Aparato que sirve para la medición de fallas mecánicas

## **CAPÍTULO III**

### **3. Metodología de la Investigación**

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación es bibliográfica por la necesidad de que se realizó en este proyecto se debió acudir a fuentes de información, como libros relacionados con el tema, folletos, internet, revistas, que den un buen informe en lo que se trata al sistema de inyección semielectrónica para poder ser utilizada por el estudiantado y por las demás personas que estén interesadas en este tema.

Para este tipo de investigación se utilizará la investigación práctica, tecnológica tomando en cuenta los principios electrónicos y mecánicos que rige el funcionamiento de este tipo de sistema, también se realizó la investigación bibliográfica, mediante esta investigación se buscará información en documentos, libros, páginas web etc.

En este proyecto también se utilizó la investigación práctica o empírica, mediante esta investigación se aplicó todos los conocimientos adquiridos en la construcción de modo real del tablero de simulación de sensores y actuadores de un motor diésel del sistema de inyección electrónica con sistema convencional, para poder observar su funcionamiento.

También se tomó la investigación tecnológica debido a que en la elaboración de este tablero de simulación de los sensores y actuadores hay que tener conocimientos cerca de la tecnología actual para aplicarlos al proyecto.

#### **3.2 Métodos**

Con los métodos analítico, sintético, y las pruebas de funcionamiento se puso en práctica todo lo aprendido en las aulas y talleres de la Universidad Técnica del Norte para la elaboración de este proyecto.

En este proyecto se aplicó el método analítico sintético para un estudio detallado y ordenado de cada uno de los sensores y actuadores que conforman el sistema de inyección electrónica convencional del motor diésel.

Para que este tablero de simulación de sensores del motor diésel funcione correctamente y no tenga problemas a futuro se realizó diferentes pruebas de funcionamiento.

### **3.3 Técnicas**

Las técnicas que se emplearon en la construcción del sistema fueron las siguientes.

- 1- Se elaborará un diagrama eléctrico de cada sensor montado en el tablero con la ayuda de un software llamado LIVE-WIRE lo cual ayudará a la construcción del mismo.
- 2- Se realizará un diagrama eléctrico de todas las conexiones eléctricas que se vayan a realizar entre cada uno de los componentes.
- 3- Para tener una mejor apreciación de los componentes a utilizar se realizaron mediciones con un multímetro para verificar si todos los componentes se encuentran en perfecto estado.
- 4- La simulación de las fallas que se realizaron en el sistema se pudieron apreciar con la ayuda de un scanner automotriz el cual se indicó las posibles fallas en el sistema, además se realizaron pruebas de funcionamiento de cada uno de los componentes que lleve instalado este proyecto.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 Resultados y Propuesta**

#### **4.1 Fundamentación tecnológica**

En cuanto a la elaboración del tablero de simulación de sensores y actuadores de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional se elaboró un tablero el cual contiene seis compartimientos en los cuales van ubicados cada uno de los componentes del sistema. En el primero está ubicada la bomba de inyección respectivamente con los inyectores, ductos o cañerías del combustible. En los siguientes compartimientos se colocó el sensor de posición del cigüeñal CKP, y a continuación el mando o control de los equipos. En los siguientes casilleros se instaló el sensor de flujo de aire MAF, el sensor de temperatura y el cuerpo de aceleración. Y por último en el casillero final se colocó la computadora ECU, y la caja de fusibles correspondientes. Para esto se utilizó como referencia los componentes de la camioneta Chevrolet Luv D-max 3.0, de la cual se describen a continuación las especificaciones técnicas.

#### **4.2 Elaboración del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional**

En la construcción de un tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional se tomaron los siguientes puntos que a continuación se van a detallar.

El tablero contó con las medidas de 1.80 cm de alto x 100 cm de ancho. Para los compartimientos se tomaron las medidas de 60cm para el primer compartimiento el cual se colocó la bomba de inyección, y los demás compartimientos se trazaron de 40 cm cada uno como se observa a continuación.





Figura 24. Tablero listo para montar los equipos

Los equipos que conforman el tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica son:

- Motor eléctrico monofásico de AC, con una potencia de 2 HP y una tensión de 110 v.
- Bomba de inyección VP44 de inyección rotativa de émbolos axiales con módulo electrónico para mejor dosificación y entrega del combustible.
- Motor eléctrico utilizado para el sensor CKP con una potencia de 600w, parte de este motor se elaboró con una baquelita, potenciómetro, transistor, resistencias, y cableado se pudo regular las revoluciones de este motor.
- Motor eléctrico utilizado para el sensor MAF con una potencia de 1.500 vatios y con un caudal de aire de (47m<sup>3</sup>/h), este motor posee dos botones los cuales permite manipular el aire frío y caliente.
- Inyectores mecánicos a diésel los cuales ejercen una inyección graduada y estanqueidad en la cámara de combustión.
- Módulo de control electrónico ECM, el cual es encargada de supervisar el sistema de inyección completo y que regula el caudal de inyección, comienzo de alimentación para proporcionar una inyección deseada.

- Cuerpo de aceleración al que se le adaptó un pedal para manipular la apertura de la aleta de la mariposa y así varía la señal.

Para la elaboración del tablero se construyó un mando en el que se adapten los controles del sistema, en este mando se puede manipular cada sensor como sea conveniente, entre estos está el control de la bomba de inyección, el control del sensor de temperatura del refrigerante, control del sensor de flujo de aire, control del sensor de revoluciones del motor, control de inyección, control de succión del combustible en las probetas.



Figura 25. Tablero del mando

#### **4.3 Manual de funcionamiento del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica.**

En el tablero de simulación de sensores y actuadores se adaptó un mando en el cual permita manipular a cada uno de los sensores y demás componentes del sistema, quedando compartido de la siguiente manera:

- El primer interruptor es de encendido de todo el equipo que comprende principalmente a los sensores, y mando del sistema, además cabe decir que se instaló unas luces led las que permiten una mejor apreciación del tablero.

- El segundo interruptor es el del sensor ECT que pone en funcionamiento una niquelina la cual calienta el líquido refrigerante hasta la temperatura que se desee para la generación de fallas en el equipo.
- En el tercer interruptor se tiene el sensor MAF en el que pone en marcha un motor de secadora el cual permite simular el paso de aire en el sensor, cabe recalcar que en este sistema no solo se puede generar aire frío sino también aire caliente por medio del interruptor continuo.
- En el cuarto interruptor es accionado para la succión del diésel debido a que al momento de la inyección el diésel se queda en las probetas debido a eso se adaptó un sistema de succión con una bomba mecánica que permita realizar este trabajo.
- En el quinto interruptor se tiene el accionamiento del motor eléctrico el cual genera movimiento a la bomba VP44 para la posterior inyección del diésel.
- El sexto y último interruptor sirve para accionar las revoluciones del sensor CKP por medio de un motor eléctrico en el que se adaptó un piñón que genere la simulación deseada.
- Además cabe decir que se instaló el conector de datos OBD II para conectar el scanner o el osciloscopio automotriz para la toma de fallas en el sistema.

#### **4.4 Adaptación del tablero**

##### **4.4.1 Montaje de los equipos en el tablero.**

Una vez que se obtuvo los componentes se procedió a la instalación en el tablero y posterior pruebas de funcionamiento de cada uno de los sensores del sistema.

Para poner en funcionamiento la bomba de inyección VP44 se realizó por medio de una estructura metálica la cual permita que la bomba VP44 y el motor eléctrico funcionen en sincronía y además que se adaptó poleas en cada elemento

para que con una banda obtener un buen funcionamiento al sistema como se lo puede apreciar en la figura.

Una vez que ya se terminaron de realizar las pruebas de los equipos y las conexiones correspondientes se procedió al armado del tablero en general con todas las adaptaciones adecuadas en el funcionamiento del tablero. En primer lugar la bomba de inyección junto con los inyectores y las probetas que sirvan como recipientes del combustible ya inyectado.



Figura 26. Colocación del sistema de inyección.

A continuación se colocó el sensor de revoluciones y el mando del sistema.



Figura 27. Adaptación del sensor CKP y del mando.

Luego se instaló en el siguiente casillero al sensor MAF y el cuerpo de aceleración junto con el sensor de temperatura del líquido refrigerante.



Figura 28. Adaptación del sensor MAF y el cuerpo de aceleración junto al sensor de temperatura del líquido refrigerante.

Y al final se colocó la ECU junto a la caja de los fusibles los cuales fueron muy vitales para el funcionamiento del sistema



Figura 29. Adaptación de la ECU y de la caja de los fusibles.

Para la culminación del armado del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional se instalaron todos los equipos que conforman a este y se obtuvo el siguiente resultado.



Figura 30. Tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional

#### **4.5 Pruebas de funcionamiento del tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional**

##### **4.5.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP).**

Para la adaptación del sensor CKP se hizo mediante un motor eléctrico el cual genere un movimiento giratorio a un piñón que permita tomar las mediciones de las revoluciones que este genere.



Figura 31. Base del sensor CKP

***Simulación del sensor CKP.-***

Varía la revolución dependiendo de cuan cerca está el sensor de revoluciones del motor CKP a la rueda fónica montada en el tablero de simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diésel con sistema convencional

Tabla 1. Prueba de funcionamiento del sensor del sensor CKP

<b>VELOCIDADES</b>	<b>VALOR MEDIDO</b>
<b>1 VELOCIDAD</b>	3000 RPM
<b>2 VELOCIDAD</b>	5000 RPM



Figura 32. Medición de las revoluciones en el tacómetro

#### 4.5.2 Sensor de posición del pedal de acelerador (TPS)

El sensor TPS se puede comprobar a medida de que se mueve el pedal del acelerador, ya que se cambia el ángulo de apertura de la aleta al momento de presionar el pedal, para esto se adaptó un pedal el cual sirva como simulador de este sensor.

Para la simulación del cuerpo de aceleración se procedió a medir el ángulo de apertura de la mariposa por medio de un pedal que se adaptó en el sistema y que además se realizaron las pruebas y mediciones con la ayuda de un scanner automatizado.

##### *Prueba 1*

Con el pedal sin acelerar y por consiguiente la mariposa totalmente cerrada se obtuvo un valor de ingreso de aire de 0%, ya que con la ayuda del scanner se obtuvieron las siguientes gráficas que se muestran a continuación.



Figura 33. Cuerpo de aceleración prueba1

##### *Prueba 2*

Para la siguiente prueba se realizó una medición con el pedal presionado y con la mariposa de aceleración abierta en 45°, se obtuvo la cantidad de 50% de aire aspirado tal y como se puede apreciar en la siguiente figura 34.



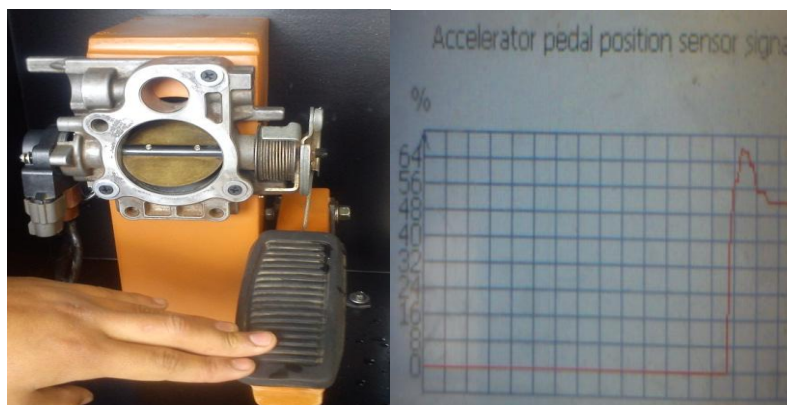


Figura 34. Cuerpo de aceleración prueba 2

### *Prueba 3*

En esta prueba se procedió a medir con el pedal presionado a fondo y la mariposa de aceleración completamente abierta, se obtuvo que el aire que ingresa es en un 100%, esta vez la gráfica en el scanner varió como se puede visualizar a continuación.

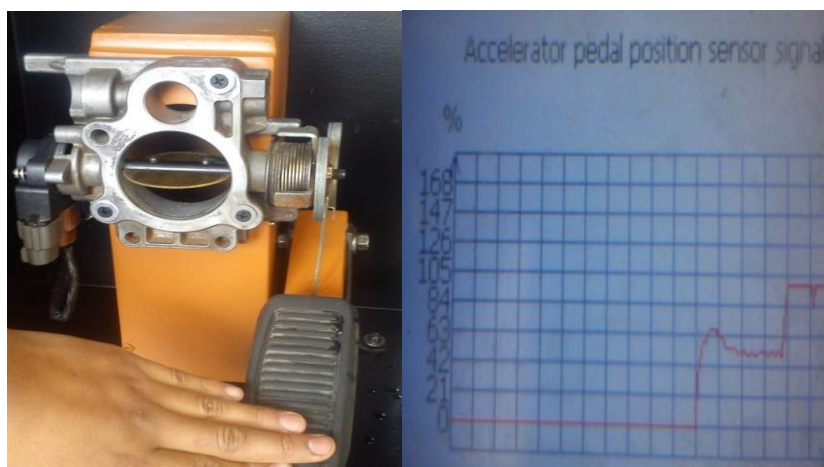


Figura 35. Cuerpo de aceleración prueba 3



Figura 36. Simulación del sensor MAF

#### 4.5.3 Simulación de sensor de flujo de aire (MAF)

Este sensor mide el caudal de aire que ingresa al motor por medio de un hilo caliente que se encuentra en el interior del sensor MAF, para el funcionamiento de este sensor se utilizó un motor de una secadora la cual permita simular el aire que pasa por este sensor.

Tabla 2. Pruebas de funcionamiento del sensor MAF

TEMPERATURA DE AIRE	VALOR MEDIDO EN EL TABLERO	VALOR REFERENCIAL
MOTOR APAGADO	24 ° C	17 ° C
MÍNIMO	22 ° C	20 ° C
MÁXIMO	35 ° C	40 ° C

En la simulación del sensor MAF se obtuvieron las siguientes mediciones en el scanner en el cual se pudo apreciar la variación del voltaje de cada una de las pruebas realizadas. Que se muestran a continuación.

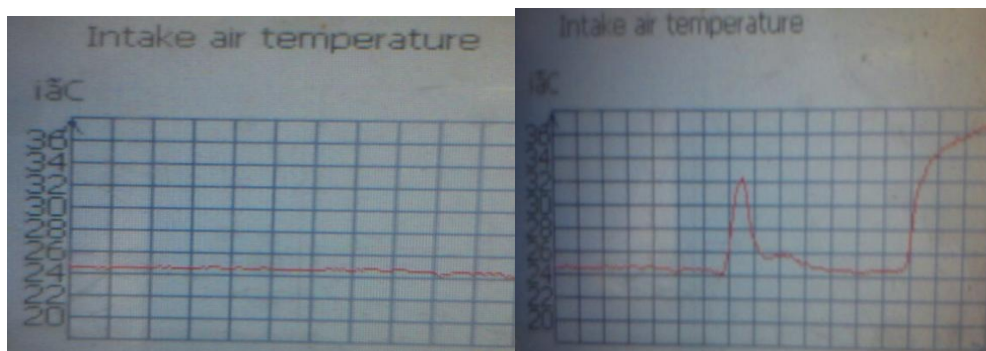


Gráfico4. Medición en el scanner del sensor MAF

#### 4.5.4 Simulación del sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT)

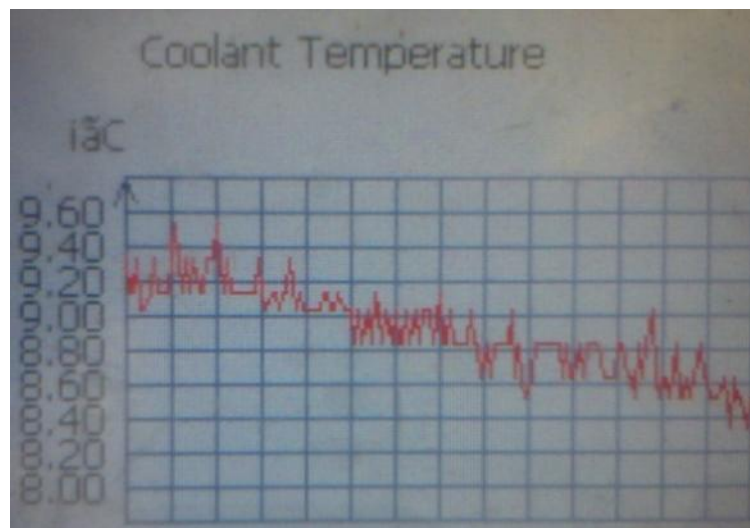
Para dar funcionamiento al sensor ECT se realizó por medio de una niquelina la cual permitía calentar el líquido refrigerante a medida que iba transcurriendo el tiempo.



Figura 37. Simulación del sensor ECT

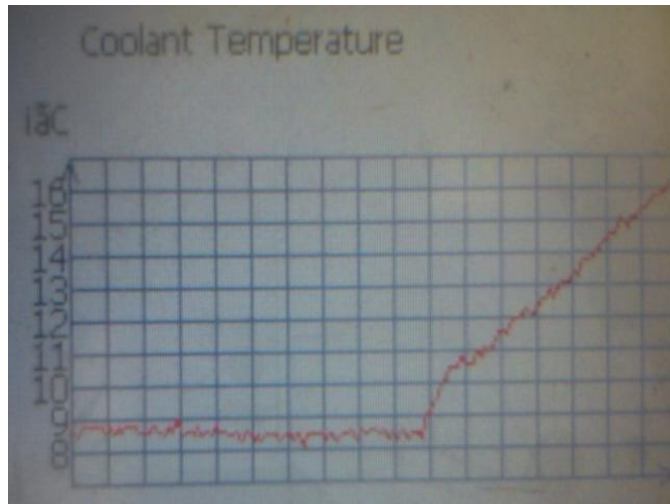
En las mediciones que se realizó con el scanner en el sensor ECT se obtuvieron los siguientes resultados.

En esta prueba muestra que la temperatura del líquido refrigerante con el motor apagado ejerce una señal de  $8^{\circ}\text{C}$ .



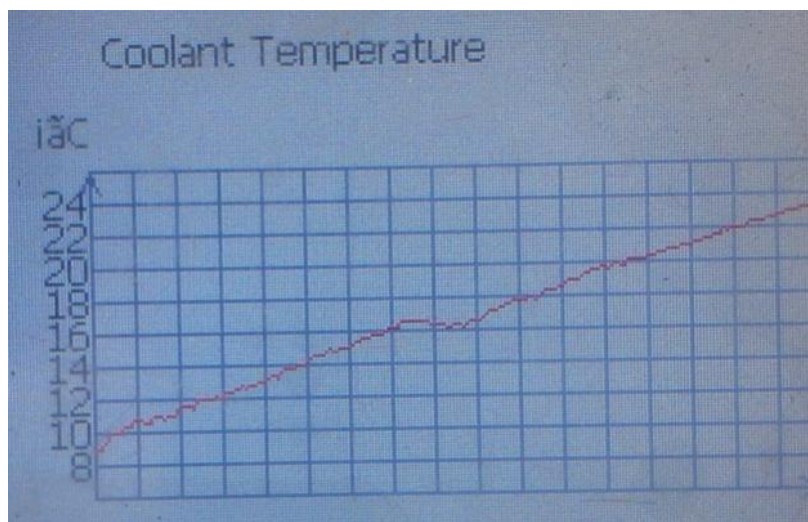
Gráfica 5. Simulación del sensor ECT Motor apagado

Luego se procedió a encender el motor y al cabo de 2 minutos de trabajo se obtuvo  $16^{\circ}\text{C}$  como se muestra a continuación.



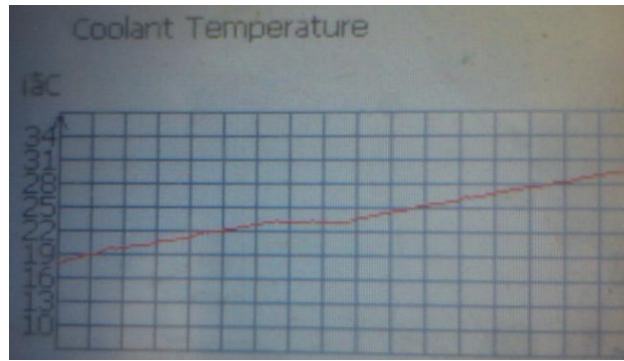
Gráfica 6. Simulación del sensor ECT 2 minutos

Después de los resultados obtenidos se simuló a 4 minutos de estar en trabajo, quedando como resultado que la temperatura del líquido refrigerante se eleve hasta los 23°C como se muestran a continuación.



Gráfica 7. Simulación del sensor ECT 4 minutos

Como prueba final se realizó la simulación después de 6 minutos de trabajo dando como resultado que la temperatura del líquido refrigerante esté hasta los 29°C tal como se puede apreciar en la siguiente figura.



Gráfica 8. Medición en el escáner del sensor ECT 6 minutos

#### 4.6 Pruebas de funcionamiento de los sensores y actuadores en la camioneta Chevrolet Luv-D max 3.0

Tabla 3. Especificaciones técnicas de la camioneta Chevrolet Luv D- max 3.0

ESPECIFICACIONES PRINCIPALES	
Modelo de motor	4JH1-TC
Tipo del motor	4 tiempos, válvula en culata, refrigerado por agua
Tipo de cámara de combustión	Inyección directa
Tipo de camisa de cilindro	Tipo seco, cromado
N.- de cilindros	4 en línea
N.- de válvulas	8
Número de segmentos del pistón	Segmento de compresión: 2 / Segmento de lubricación: 1
Cilindrada total cm <sup>3</sup> (pulg. <sup>3</sup> )	2.499 (152.4)
Relación de compresión (a 1)	18.5
Presión de compresión MPa (kg/cm <sup>2</sup> /psi)	3.0 (31.0/441) – 200 rpm
Peso del motor (seco) kg (lb)	Aproximadamente 239 (527)
Orden de inyección de combustible	1 – 3 – 4 – 2
Distribución de inyección de combustible BTDC grados	8
Tipo de combustible especificado	Combustible diésel JIS No. 2, DIN/EN590, GB252-1944
Ralentí (RPM)	730 _ 25 (A/C apagado)
Diámetro x carrera	95,4 x104, 9
Potencia Neta (HP- RPM)	130-3,800
Torque Neto (Nm-RPM)	280 – 2,000

#### 4.6.1 Unidad de control en la bomba VP44 (PSG)

La bomba de inyección VP44 posee un módulo electrónico denominado PSG capaz de generar una dosificación y cantidad de inyección exacta la cual brinda un funcionamiento óptimo en el sistema de inyección del motor.

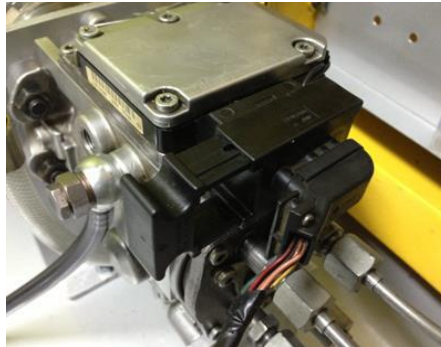


Figura 38. Unidad de control en la bomba VP44 (PSG)

En lo que se refiere al módulo de control electrónico de la bomba PSG esta unidad de control está ubicada sobre la bomba de inyección VP44, y este tiene incorporado un conector de nueve pines el cual establece una comunicación entre la unidad de control de la bomba PSG con la de control del motor ECM. Esto se puede revisar en el siguiente diagrama eléctrico el funcionamiento de este sistema.

#### Diagrama eléctrico (PSG)

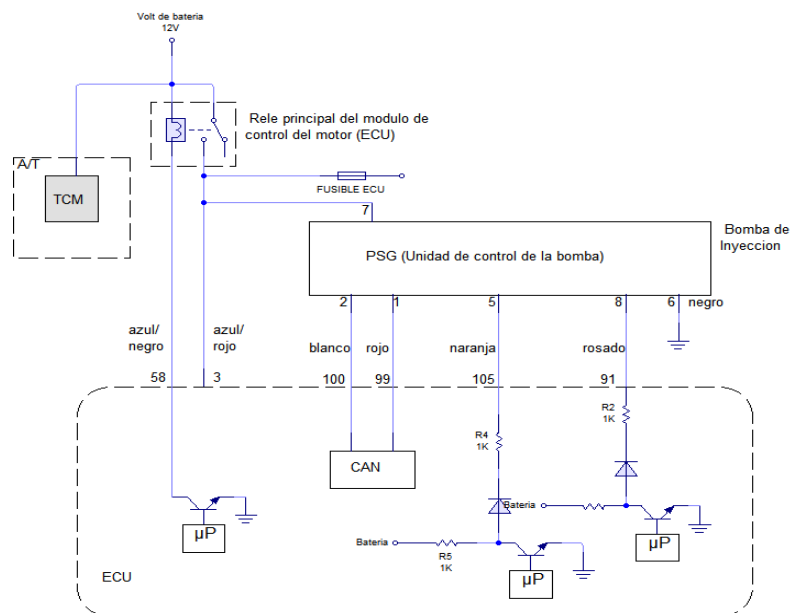


Figura 39. Diagrama eléctrico (PSG)

### *Pines de la bomba VP44*

El conector que tiene la bomba VP44 posee nueve pines los cuales se va a detallar mejor en la siguiente figura.

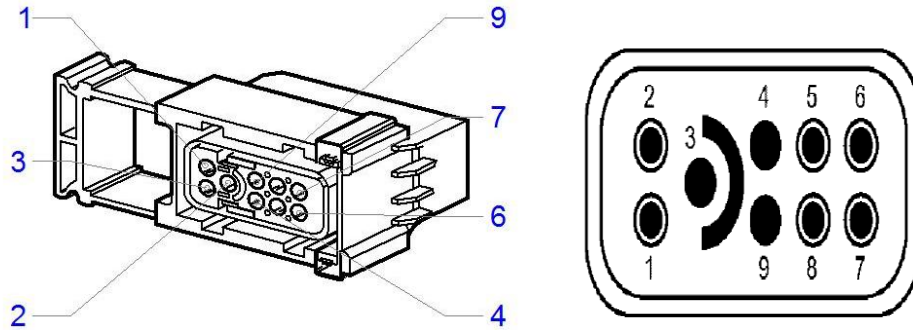


Figura 40. Conector de la bomba VP44  
Fuente; (Autor, Wordpress, s.f)

Con la ayuda de un multímetro se pudo comprobar los siguientes datos de funcionamiento de este conector y además la designación de los colores de cada cable.

Tabla 4. Designación de los pines del conector de la bomba VP44

NÚMERO DE PIN	FUNCIÓN DEL PIN	COLOR	CONEXIÓN DE ECM Y PSG
1	CAN ( red local del controlador) a la ECM	Rojo	desconectado
2	CAN (Red local del controlador) al ECM N° 100	blanco	desconectado
3	Sin conexión	-----	-----
4	Sin conexión	-----	-----
5	Señal de fin de inyección de la válvula solenoide (MAB) al ECM N° 105	naranja	desconectado
6	Tierra	Negro	desconectado
7	Alimentación batería	Azul/Rojo	desconectado
8	Salida del sensor CKP del ECM N° 91 a la unidad de control de la bomba (PSG)	Rosado	desconectado
9	Sin conexión	-----	-----

#### 4.6.2 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor CKP en la camioneta Luv D-max 3.0 envía la señal de revoluciones a la que está girando el cigüeñal. A continuación se detallan las características del sensor CKP, además de la designación de cada cable y colocación de los mismos.

Tabla 5. Designación de cables del sensor CKP

<b>COLOR DE CABLE</b>	<b>PARÁMETRO</b>
<b>NEGRO</b>	Señal Parasitas
<b>ROJO</b>	Señal
<b>BLANCO</b>	Masa

Tabla 6. Características del sensor CKP

<b>SENSOR</b>	<b>SIGLAS</b>	<b># DE CABLES</b>	<b>ELEMENTO ELÉCTRICO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
<b>SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL</b>	CKP	3	Inductivo	Encima del volante del motor



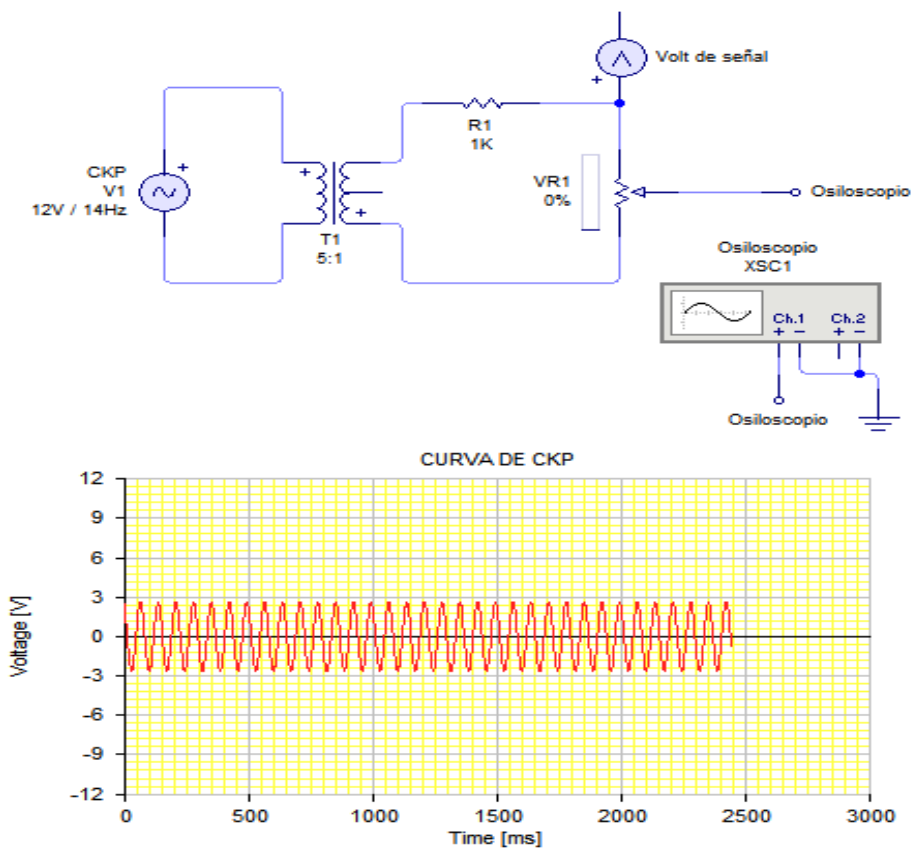


Figura 41. Diagrama eléctrico del sensor CKP

### *Circuito eléctrico del sensor CKP*

El circuito eléctrico del sensor de posición del cigüeñal (CKP) se puede apreciar a continuación con el uso del software de simulación LIVE-WIRE, además se puede apreciar la curva del trabajo de este sensor.

En la comprobación y en la realización de pruebas del sensor CKP se hizo por medio de la posición del pedal de acelerador y se obtuvieron los siguientes datos con la ayuda de un multímetro.

Tabla 7. Pruebas de funcionamiento del sensor (CKP)

<b>RPM</b>	<b>VOLT</b>
<b>0</b>	<b>0</b>
<b>800</b>	<b>1,9</b>
<b>1500</b>	<b>2,5</b>
<b>2000</b>	<b>2,67</b>
<b>2500</b>	<b>2,9</b>
<b>3000</b>	<b>3,14</b>
<b>3500</b>	<b>3,24</b>
<b>4000</b>	<b>3,42</b>

### *Circuito de operación del sensor CKP con la ECU*

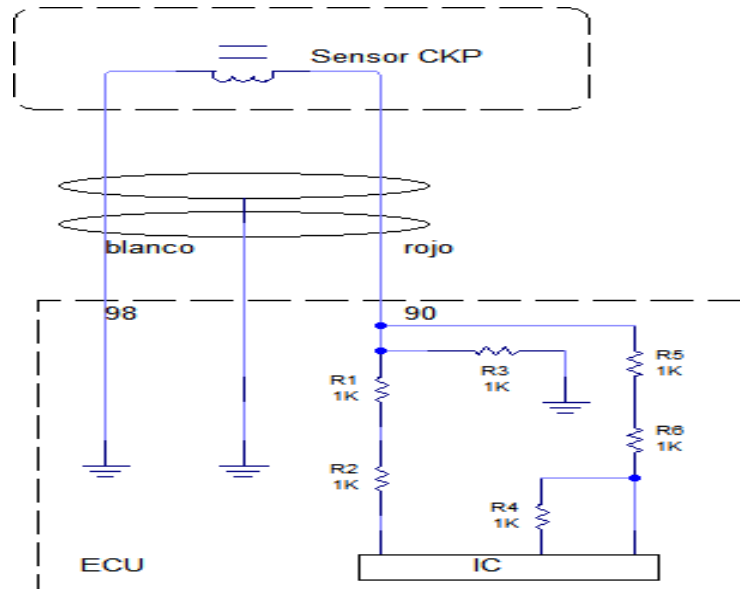


Figura 42. Circuito de operación del sensor CKP con la ECU

Para el circuito de operación del sensor de posición del cigüeñal (CKP) con la unidad de control electrónica (ECM) en donde se puede apreciar la conexión conforme al color de los cables se señala a continuación.

Con la ayuda del osciloscopio automotriz se pudo conseguir la gráfica analógica que se puede apreciar en la siguiente figura.

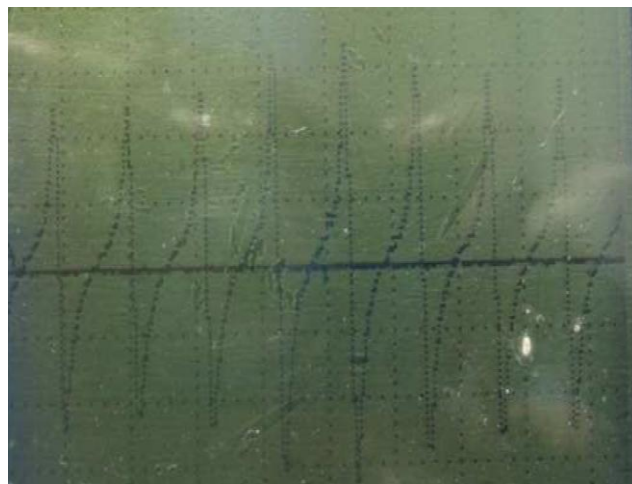


Gráfico 9. Curva característica del sensor CKP con el osciloscopio

#### 4.6.3 Sensor de posición del pedal de acelerador (TPS)



Figura 43. Sensor TPS

Tabla 8. Características del sensor TPS

<b>SENSOR</b>	<b>SIGLAS</b>	<b># DE CABLES</b>	<b>ELEMENTO ELÉCTRICO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
<b>SENSOR DE POSICIÓN DEL</b>	TPS	3	Potenciómetro	Línea de admisión

#### *Circuito eléctrico del sensor TPS*

Para el circuito electrónico de este sensor TPS se detalla a continuación con la ayuda del software LIVE-WIRE, además de mostrar la curva de desempeño del sensor TPS.

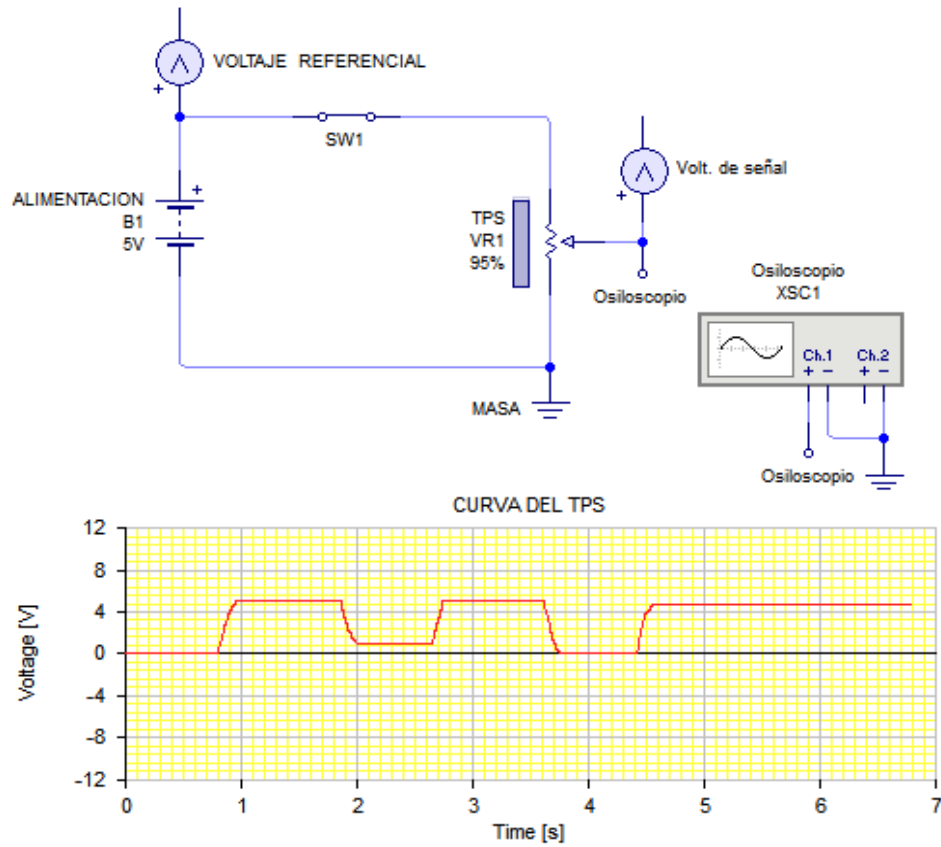


Figura 44. Diagrama eléctrico del sensor de posición del pedal de aceleración

Para el sensor de posición del pedal de aceleración se realiza la siguiente designación de cables así como también la coloración de los mismos.

Tabla 9. Designación de los cables del sensor TPS

**COLOR DE CABLE**      **PARÁMETRO**

<b>ROJO-VERDE</b>	Masa
<b>VERDE - AMARILLO</b>	Señal
<b>AZUL-NEGRO</b>	Alimentación

Para la comprobación de este sensor y con las pruebas realizadas se obtuvieron los siguientes datos que a continuación se van a detallar.

Tabla 10. Pruebas de funcionamiento del sensor (TPS)

ÁNGULO	VOLT
0	0
1	1,26
90	1,34
180	-1,20
270	-0,26

**Diagrama eléctrico del sensor TPS operando con la ECM**

El diagrama eléctrico de operación del sensor de posición del pedal de aceleración (TPS) con el módulo de control electrónica (ECM) se lo muestra en la siguiente figura.

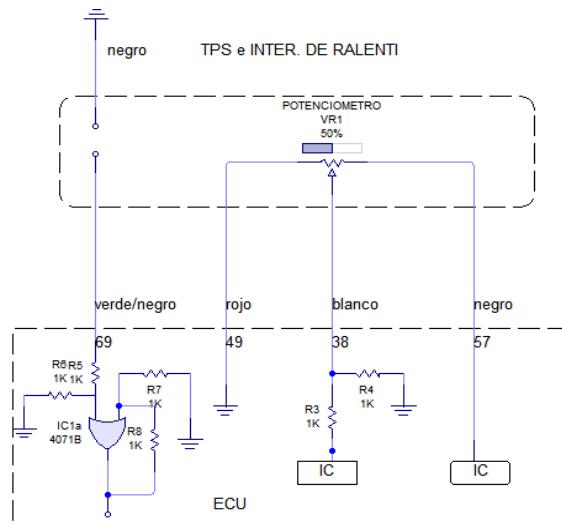


Figura 45. Diagrama eléctrico del sensor TPS operando con la ECM



Gráfica 10. Curva del sensor TPS

Con la ayuda del osciloscopio automotriz se obtuvo la curva de la característica del sensor como se muestra a continuación.

#### 4.6.4 Sensor de flujo de aire (MAF)



Figura 46. Sensor de flujo de aire (MAF)

El sensor IAT es un sensor que viene incorporado en el sensor MAF y las variaciones de la temperatura cambian el valor de la resistencia y por consiguiente el valor del voltaje.

Tabla 11. Características del sensor MAF y del sensor IAT

<b>SENSOR</b>	<b>SIGLAS</b>	<b># DE CABLES</b>	<b>ELEMENTO ELÉCTRICO</b>	<b>UBICACIÓN</b>
<b>SENSOR DE FLUJO DE AIRE</b>	MAF	3	Hilo	Línea de admisión
<b>SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE IAT</b>	IAT	2	Termistor NTC	Línea de admisión
<b>2 TERMISTOR NTC LÍNEA DE ADMISIÓN</b>				

#### *Circuito eléctrico sensor (MAF)*

El circuito eléctrico del sensor de flujo de aire MAF se detalla a continuación con la ayuda de un software de simulación LIVE-WIRE con él además se puede mostrar la curva de operación del sensor.

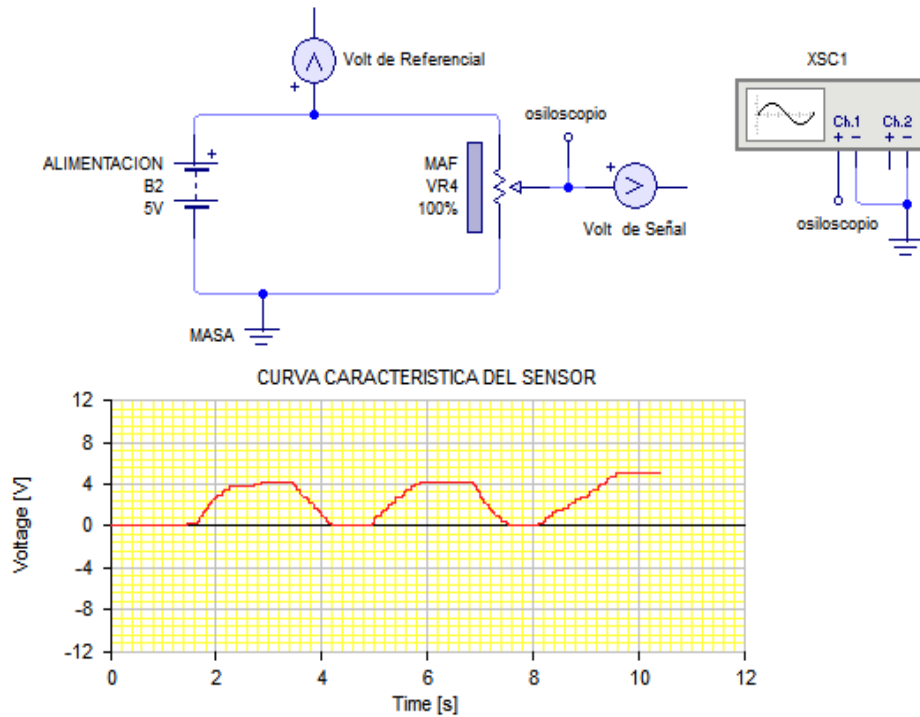


Figura 47. Circuito eléctrico y curva de operación del sensor (MAF)

Para la designación de cables y la coloración de los mismos se realizó una prueba con el multímetro el cual ayudó en la comprobación de los cables.

Tabla 12. Designación de cables y coloración del sensor (MAF)

<i><b>COLOR DE CABLE</b></i>	<i><b>PARÁMETRO</b></i>
<b>NEGRO-AZUL</b>	Señal IAT
<b>AZUL</b>	Alimentación MAF
<b>NEGRO-ROJO</b>	Masa
<b>BLANCO</b>	Alimentación
<b>VERDE</b>	Señal MAF

Tabla 13. Valores MAF

Color de cables	Mediciones							
	Contacto	Ralentí	1500 RPM	2000 RPM	2500 RPM	3000 RPM	3500 RPM	4000 RPM
Negro-Azul	4,95v	2,67v	2,65v	2,65v	2,65v	2,65v	2,65v	2,65v
Azul- Rojo	12,38v	14,96v	14,96v	14,96v	14,96v	14,96v	14,96v	14,96v
Negro-Rojo	0.30mv	0.30mv	0.30mv	0.30mv	0.30mv	0.30mv	0.30mv	0.30mv
Blanco-Rojo	4,96v	4,96v	4,96v	4,96v	4,96v	4,96v	4,96v	4,96v
Verde-Rojo	5v	1,8v	2,5v	2,67v	2,9v	3,14v	3,24v	3,42v

**Circuito de operación del sensor MAF- IAT con la ECU**

El diagrama eléctrico de operación del sensor de flujo de aire (MAF) con el módulo de control electrónica (ECM) se detalla a continuación.

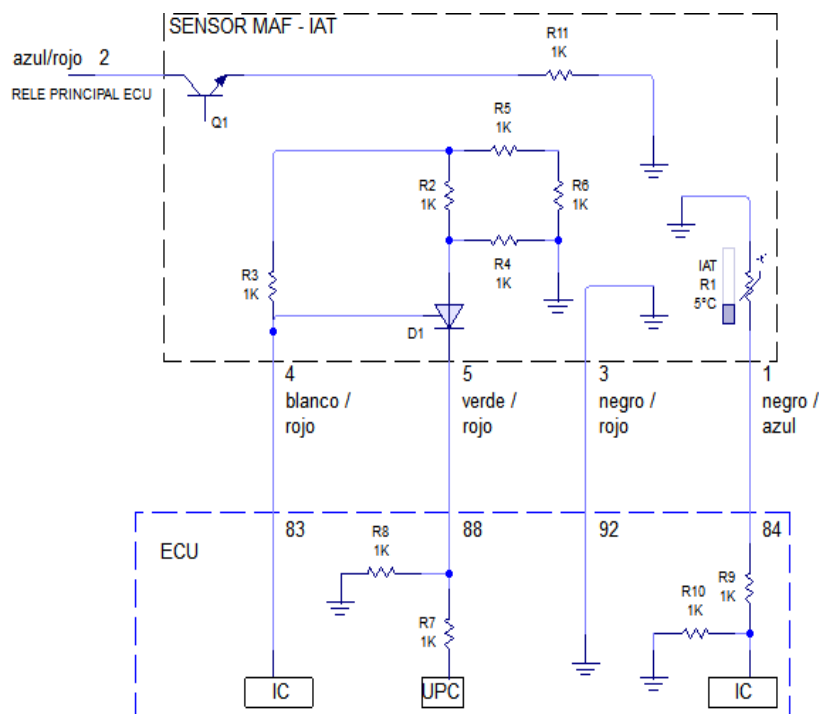


Figura 48. Circuito de operación del sensor MAF- IAT con la ECU

**Pruebas de funcionamiento del sensor MAF**

Para la comprobación de funcionamiento de este sensor se procedió a realizar las pruebas con la ayuda de un multímetro y se obtuvieron los siguientes datos.





Gráfica 11. Curva del sensor MAF- IAT con el osciloscopio

#### 4.6.5 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT)



Figura 49. Sensor ECT

El sensor ECT es un sensor que genera una señal al módulo de control electrónica ECM indicando la temperatura en la que se encuentra el motor debido a esto el sensor envía la señal al ECM para que esta determine la temperatura con la que está trabajando el motor.

Tabla 14. Características del sensor de temperatura del refrigerante ECT

SENSOR	ABREVIATURA	No DE CABLES	ELEMENTO
Sensor de Temperatura del Refrigerante	ECT	2	Potenciómetro

## Diagrama eléctrico del sensor ECT

Para la elaboración del diagrama eléctrico se realizó con un software LIVE- WIRE que permitió simular el funcionamiento, además de obtener la curva de trabajo del sensor ECT.

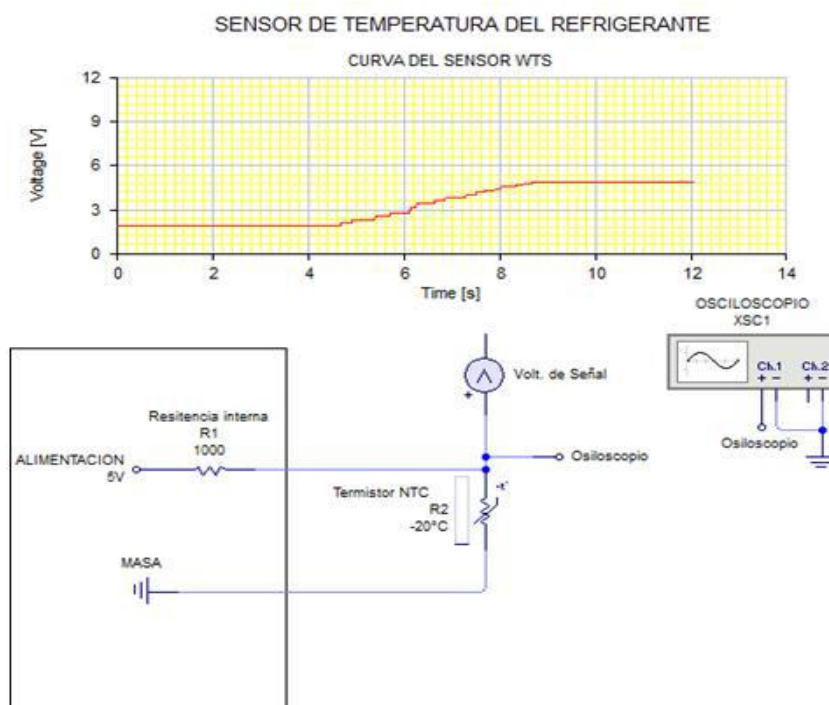


Figura 50. Diagrama eléctrico del sensor ECT

Para la designación de los cables que componen a este sensor se realizó con la ayuda de un multímetro con el cual se comprueba los cables, además del color de cable como se muestra a continuación.

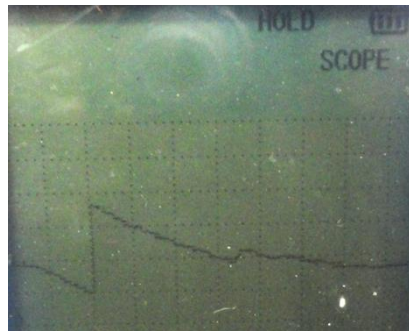
### Pruebas del sensor ECT

Para la comprobación de funcionamiento de este sensor se procedió a realizar las pruebas con la ayuda de un multímetro y se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 15. Valores tomados del funcionamiento del sensor ECT

TEMPERATURA (°C)	RESISTENCIA (OHM)	VOLTAJE (V)
20	3730	4,4
40	1620	3,8
60	770	2,9
80	380	1,4

Se obtuvo también la curva característica de este sensor con la ayuda de un osciloscopio automotriz el que indicó el funcionamiento del sensor como se muestra a continuación.



Gráfica 12. Curva del sensor ECT

#### 4.6.6 Módulo de control electrónico. (ECM)

Es un dispositivo que procesa las señales de entrada por medio de los sensores que se instalan en el motor del vehículo, además se encarga de transmitir los movimientos a la unidad de control de la bomba entre las que se tiene:

- Número de revoluciones del cigüeñal
- Comienzo de alimentación
- Caudal de inyección
- La posición del árbol de levas



Figura 51. Módulo de control electrónica ECM

#### *Diagrama de pines*

El módulo de control electrónica del motor del vehículo Chevrolet D- max 3.0 tiene dos conectores de los que uno tiene 60 pines y el otro de 24 pines.

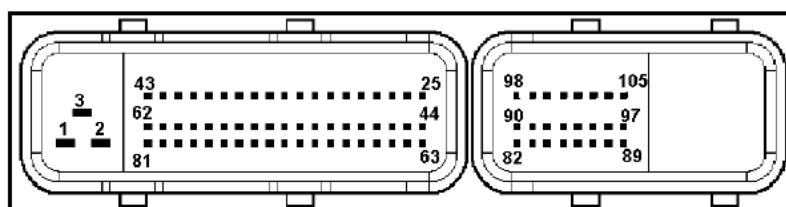


Figura 52. Pines del conector de la ECM  
Fuente. (Isuzu Motors Limited, 2008)

También se realizó una tabla la cual permita reconocer cada uno de los pines de los conectores del módulo de control electrónica como se puede observar a continuación.

Tabla 16. Señal de salida de todos los pines en el conector de la ECM

Número de pin	Función del pin	Color del cable	Conexión en la ECM
<b>1</b>	<b>Tierra del ECM</b>	<b>Negro</b>	<b>Conectado</b>
<b>2</b>	<b>Tierra del ECM</b>	<b>Negro</b>	<b>conectado</b>
<b>3</b>	<b>Alimentación batería</b>	<b>Azul/Rojo</b>	<b>conectado</b>
25	Sin conexión	-----	-----
26	Sin conexión	-----	-----
27	Velocidad generada por el motor (cuentarrevoluciones)	Verde claro	desconectado
28	Sin conexión	-----	-----
29	Sin conexión	-----	-----
30	Señal del interruptor del freno 1	Verde	desconectado
31	Señal del interruptor del embrague	Amarillo	desconectado
32	Sin conexión	-----	-----
33	Relé de señal a/c encendido	Verde/Amarillo	desconectado
34	Sin conexión	-----	-----
35	Al conector de enlace de datos No 6 y la unidad de control del inmovilizador	Amarillo	desconectado
36	Sin conexión	-----	-----
37	Sin conexión	-----	-----
<b>38</b>	<b>Señal de salida del sensor de posición del acelerador</b>	<b>Verde/ Naranja</b>	<b>Conectado</b>
39	Señal de entrada del interruptor de llave	Blanco	desconectado
40	Sin conexión	-----	-----
41	Relé del compresor a/c	Blanco/Verde	desconectado
42	Lámpara de comprobación del motor	Verde/Amarillo	desconectado
43	Lámpara inflamación	Naranja/Azul	desconectado
44	Sin conexión	-----	-----
45	Al conector de datos No 6	Azul	desconectado
46	Sin conexión	-----	-----
47	Sin conexión	-----	-----
48	Sin conexión	-----	-----
<b>49</b>	<b>Tierra del sensor de posición del acelerador</b>	<b>Negro/Verde</b>	<b>Conectado</b>
50	Sin conexión	-----	-----
51	Sin conexión	-----	-----

52	Sin conexión	-----	-----
53	Sin conexión	-----	-----
54	Sin conexión	-----	-----
55	Sin conexión	-----	-----
56	Sin conexión	-----	-----
<b>57</b>	<b>Alimentación del sensor de posición del acelerador</b>	<b>Rojo/Verde</b>	<b>Conectado</b>
<b>58</b>	<b>Relé ECM</b>	<b>Azul/Negro</b>	<b>Conectado</b>
59	Sin conexión	-----	-----
60	Sin conexión	-----	-----
61	Sin conexión	-----	-----
62	Sin conexión	-----	-----
63	Alimentación ECM	-----	-----
64	Sin conexión	-----	-----
65	Señal del interruptor de freno 2	Blanco/Negro	desconectado
66	Sin conexión	-----	-----
67	Sin conexión	-----	-----
68	Sensor de velocidad del vehículo	Amarillo/Verde	desconectado
69	Interruptor ralentí	Verde/Negro	desconectado
70	Sin conexión	-----	-----
71	Sin conexión	-----	-----
72	Sin conexión	-----	-----
73	Sin conexión	-----	-----
74	Sin conexión	-----	-----
75	Sin conexión	-----	-----
76	Sin conexión	-----	-----
77	Sin conexión	-----	-----
78	Sin conexión	-----	-----
79	Sin conexión	-----	-----
80	Sin conexión	-----	-----
81	Sin conexión	-----	-----
82	Sin conexión	-----	-----
<b>83</b>	<b>Alimentación del sensor de caudal de aire</b>	<b>Blanco/Rojo</b>	<b>Conectado</b>
<b>84</b>	<b>Señal del sensor de temperatura del aire aspirado</b>	<b>Negro/Azul</b>	<b>Conectado</b>
85	Sin conexión	-----	-----
86	Sin conexión	-----	-----
<b>87</b>	<b>Interruptor neutral</b>	<b>Negro/Blanco</b>	<b>desconectado</b>
<b>88</b>	<b>Señal del sensor de caudal de aire</b>	<b>Verde/Rojo</b>	
<b>89</b>	<b>Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor</b>	<b>Gris</b>	<b>Conectado</b>
<b>90</b>	<b>Señal del sensor CKP</b>	<b>Rojo</b>	<b>Conectado</b>
<b>91</b>	<b>Salida del sensor CKP a la unidad de control de la bomba</b>	<b>Rosado</b>	<b>Conectado</b>
<b>92</b>	<b>Tierra del sensor de caudal de aire</b>	<b>Negro/Rojo</b>	<b>Conectado</b>
<b>93</b>	<b>Tierra del sensor de temperatura del refrigerante del motor</b>	<b>Negro/Rosado</b>	<b>Conectado</b>
94	Relé de inflamación	Negro/Rojo	desconectado
95	Sin conexión	-----	-----

96	Sin conexión	-----	-----
97	EVRV para la válvula EGR	Negro/Rosado	desconectado
98	<b>Tierra del sensor CKP</b>	<b>Blanco</b>	<b>Conectado</b>
99	<b>CAN ( red local de la ECM a la PSG de la bomba N1</b>	<b>Azul</b>	<b>Conectado</b>
100	CAN ( red local de la ECM a la PSG de la bomba N1	Amarillo	desconectado
101	Línea de blindaje del sensor CKP	Negro	desconectado
102	Sin conexión	-----	-----
103	Sin conexión	-----	-----
104	Sin conexión	-----	-----
105	Señal de fin de inyección de la válvula solenoide a la PSG No5	Naranja	desconectado

Fuente. (Isuzu Motors Limited, 2008)

### Diagrama del módulo electrónico de la Camioneta Luv D-max 3.0

El módulo de control electrónica está protegido de una carcasa metálica que le protege de golpes y del calor al que está sometida, además los sensores y actuadores del sistema están entrelazados mediante un conector multipolar el que permite que trabajen de manera sincronizada en el motor.



Figura 53. Diagrama del circuito eléctrico del funcionamiento de la ECM (1)

Fuente; (Isuzu Motors Limited, 2008)

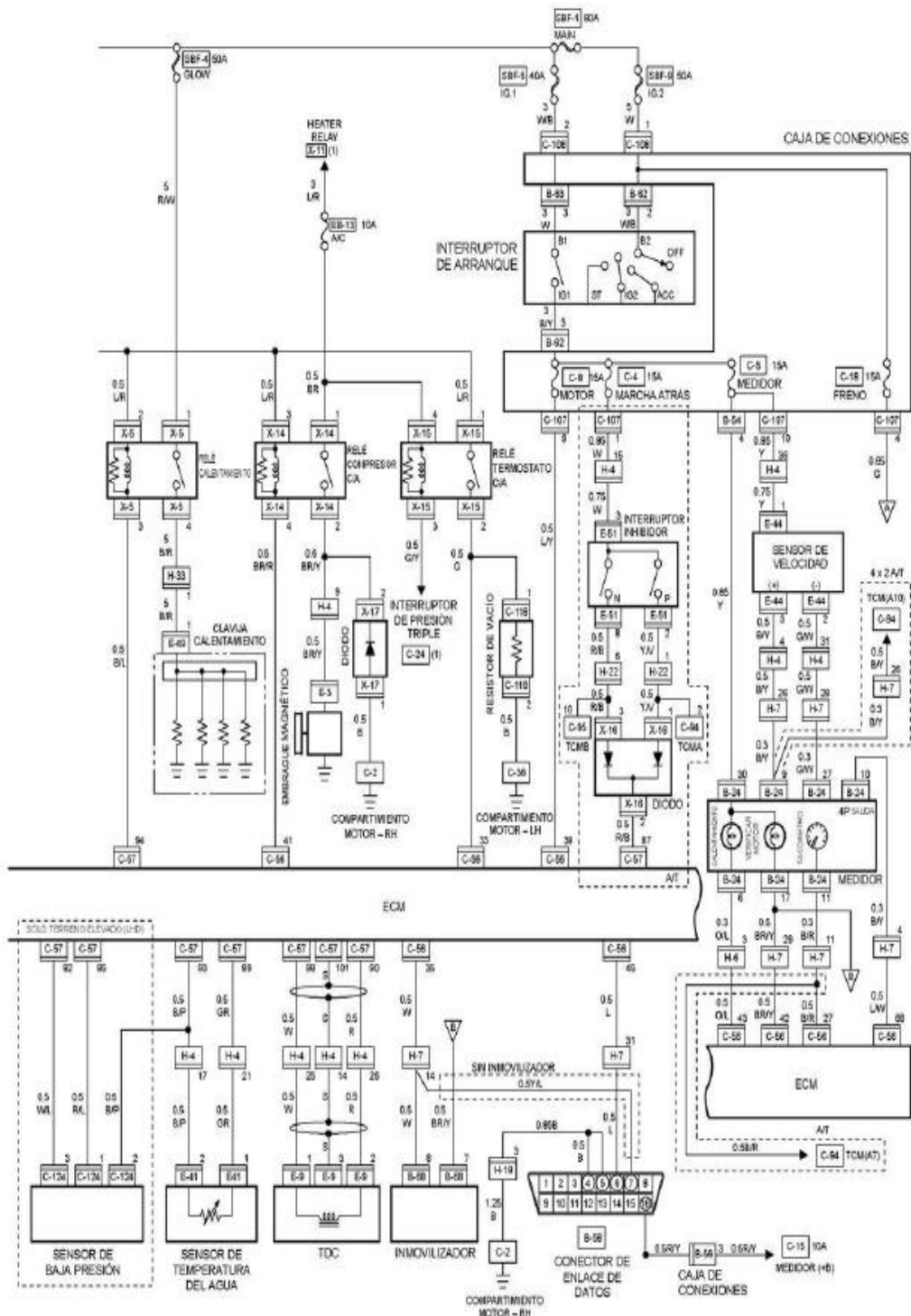


Figura 54. Diagrama del circuito eléctrico del funcionamiento de la ECM (2)  
Fuente; (Isuzu Motors Limited, 2008)

#### 4.6.7 OBD II en el tablero de simulación

Se adaptó el conector de OBD II el cual facilite la conexión de datos con la ayuda del osciloscopio o el scanner automatriz para tomar mediciones y simular al funcionamiento de los sensores del sistema.

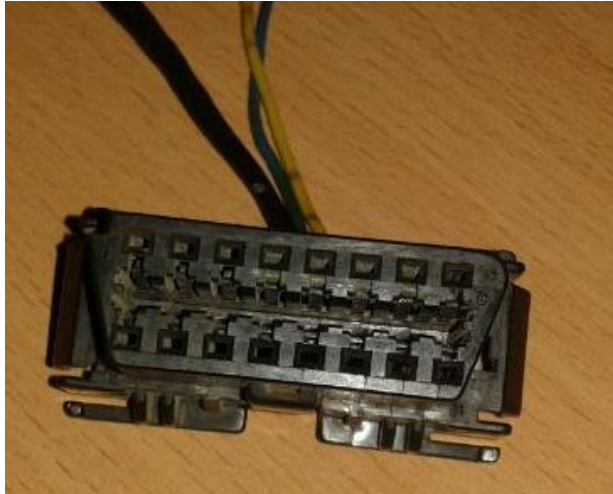


Figura 55. Conector OBD II del sistema para la línea de datos.

El sistema de inyección semielectrónica también consta de una caja de fusibles los cuales son encargados de regular cada uno de los sensores y actuadores de este sistema, a continuación se encuentra la fusiblera de la camioneta Chevrolet Luv D-max 3.0 con sus respectivos componentes.

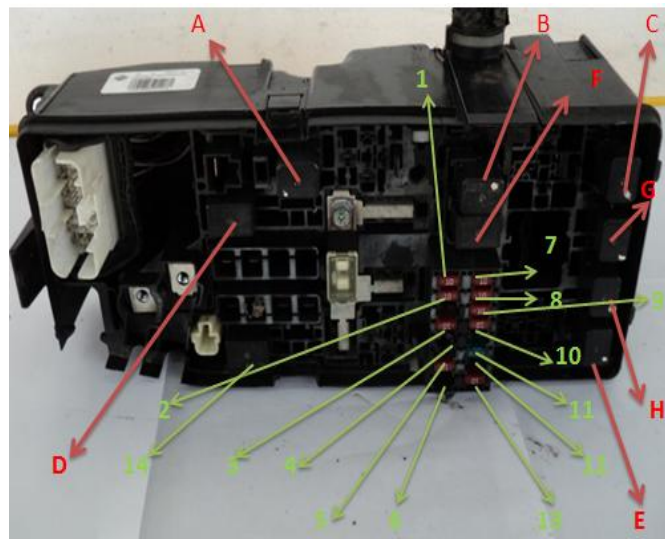


Figura 56. Conector OBD II del sistema para la línea de datos

#### 4.6.8 Datos de la fusiblera

Se realizó una tabla de los componentes de la fusiblera que actúan en los sensores y actuadores del motor diésel de la camioneta D-max 3.0



Tabla 17. Nombre fusible y relé

Letra / Número	Nombre del fusible o relé	tipo
A	RELÉ; ECU	ISO
B	RELÉ; MOTOR ARRANQUE	MRB
C	RELÉ; MASA	MRB
D	RELÉ; INTERM., ADVERTENCIA	ISO
E	RELÉ; LUCES	ISO
F	RELÉ; TESTIGO	ISO
G	RELÉ; ATENUADOR	ISO
H	RELÉ; CALENTADOR Y A/ C	ISO
1	ECM	25A
2	INTERMITENTE	10A
3	ALTERNADOR	15A
4	LUZ DE FRENO	10A
5	ELEVALUNAS	25A
6	NIVELACIÓN DE FAROS	10A
7	CALENTADOR DE COMBUSTIBLE	15A
8	CALENTADOR DE LA LUNETAS TRASERA	15A
9	INDICADORES, MARCHA ATRÁS	10A
10	AGUA, LAVAPARABRISAS	15A
11	EMERGENCIA, BOCINA	15A
12	AUDIO, BLOQUEO PUERTAS	15A
13	EMERGENCIA, BOCINA	15A
14	LUCES TRASERAS	15A

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se realizó las pruebas correspondientes del funcionamiento de los sensores y actuadores para poder compararlas con los datos proporcionados por el fabricante y se pudo evidenciar que aunque todos los sensores utilizados son importantes para el funcionamiento de la bomba VP 44, el que tiene mayor importancia es el sensor TPS, debido a que ayuda al correcto funcionamiento de un sistema de inyección electrónica de combustible.
- Se comprendieron las posibles fallas que puede generar la bomba VP44, no solo mecánicos sino también electrónicos.
- Como se observa en cada uno de los cuadros de comparación, se puede decir que a medida que el número de revoluciones aumenta, la bomba genera mayor presión de combustible y por consecuencia entregará mayor caudal.
- Se definió el sistema de control electrónico que dispone el vehículo Chevrolet D-Max 3.0.
- Se evaluó los rangos de operación de sensores del sistema de inyección electrónica diésel D- Max 3.0.
- Después de haber analizado la bomba rotativa de inyección de émbolos radiales VP44, consta de dos unidades de control para la regulación electrónica diésel: Una unidad de control del motor y una unidad de control de bomba, para evitar por una parte un sobrecalentamiento de determinados componentes electrónicos y por otra parte, para suprimir la influencia de señales parásitas que pueden producirse.
- Se obtuvo una relación de los datos de información cuando cada dispositivo sensor y actuador presenta un estado de avería con la ayuda del scanner y el osciloscopio automotriz.

## 5.2 Recomendaciones

- Se debe utilizar instrumentos de comprobación eléctrica antes de poner en funcionamiento cualquier equipo en el tablero de simulación.
- Se debe revisar que las conexiones estén totalmente aisladas para que al momento de poner en funcionamiento cualquier tipo de sensor no sufra daños internos la ECM.
- Verificar que no exista presencia de humedad en los aparatos eléctricos ya que están instalados motores que funcionan a 110V y puede ocasionar algún corto a los sensores y perjudicarlos.
- Se debe realizar un mantenimiento preventivo al sistema de combustible ya que por el contacto con el polvo puede obstruir el paso del combustible de los inyectores a las probetas o por último taparlos completamente dando como resultado que no exista la simulación de inyección.
- Revisar el manual de utilización del tablero de simulación para ponerlo en marcha ya que de esta manera se darán cuenta de cómo manipular a cada uno de los equipos sin que se genere algún desperfecto en los equipos.

## Bibliografía

"*Sistema electrónico del automóvil*". (jueves de mayo de 2012). Obtenido de Sistema electrónico del automóvil: <http://allan-fk.blogspot.com/2012/05/sensor-mapmanifold-absolute.html>

*Cursostutorialesdiagnosisautomóvil*. (2012). Obtenido de *Cursostutorialesdiagnosisautomóvil*.

*Electricidad del automóvil*. (28 de abril de 2012). Recuperado el 27 de 01 de 2014, de <http://electroaut.blogspot.com/2012/04/componentes-del-sistema-de-inyeccion.html>

*Electrónica del automóvil*. (2012).

*Sistema electrónico del automóvil*. (2013). Obtenido de sistema electrónico del automóvil: <http://victorefren1.blogspot.com/2013/06/sensores-de-aire-combustion.html>

BOSCH. (2002). *LOS SENSORES DEL AUTOMÓVIL*. REVERTE.

Celis, E. (20 de febrero de 2013). *automecánico.com*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://automecanico.com/auto2003/obdll.html>

*Conevyt*. (s.f.).

*Conevyt*. (s.f.). Obtenido de *Conevyt*. Obtenido de [http://www.conevyt.org.mx/educambba/guias\\_emprendizaje/sensor7.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educambba/guias_emprendizaje/sensor7.pdf)

cuellar, a. j. (7 de junio de 2012). *sistema electrónico del automóvil*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://allan-fk.blogspot.com/2012/06/modulo-de-automovil-ecu-engine-control.html>

*easyautodiagnosics.com*. (s.f.).

Espuelas, D. (22 de 01 de 2014). *El rincón de la tecnología*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://tecnología-escolapioslogrono.blogspot.com/2011/02/el-transistor.html>

Mecatrónico. (01 de julio de 2008). *mecatrónicos en autos*. Recuperado el 28 de enero de 2014, de <http://breakerdance.blogspot.com/2008/07/sistena-obd1-0bd2.html>

Nave, R. (20 de agosto de 2000). *hyperphysics*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/hframe.html>

Oterino, F. J. (2012). *Cursostutorialesdiagnosisautomóvil*. Obtenido de *Cursostutorialesdiagnosisautomóvil*: <http://diaftec.blogspot.com/2012/06/sensor-maf-o-caudalimetro.html>

rolcar. (s.f.). Obtenido de rolcar:  
<http://www.rolcar.com.mx/Mecanica%20de%20los%20sabados/Sensores.asp>

Vargas, A. (2012).

*www.mecanicafacil.info*. (s.f.). Obtenido de [www.mecanicafacil.info](http://www.mecanicafacil.info).

*electricidad del automóvil*. (28 de abril de 2012). Recuperado el 27 de 01 de 2014, de  
<http://electroaut.blogspot.com/2012/04/componentes-del-sistema-de-inyeccion.html>

*Electrónica del automóvil*. (2012).

BOSCH. (2002). *LOS SENSORES DEL AUTOMÓVIL*. REVERTE.

Celis, E. (20 de febrero de 2013). *automecánico.com*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://automecanico.com/auto2003/obdll.html>

cuellar, a. j. (7 de junio de 2012). *sistema electrónico del automóvil*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://allan-fk.blogspot.com/2012/06/modulo-de-automovil-ecu-engine-control.html>

Espuelas, D. (22 de 01 de 2014). *El rincón de la tecnología*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://tecnologia-escolapioslogrono.blogspot.com/2011/02/el-transistor.html>

mecatronico. (01 de julio de 2008). *mecatronicos en autos*. Recuperado el 28 de enero de 2014, de <http://breakerdance.blogspot.com/2008/07/sistena-obd1-0bd2.html>

Nave, R. (20 de agosto de 2000). *hyperphysics*. Recuperado el 28 de 01 de 2014, de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/hframe.html>

rolcar. (s.f.). Obtenido de rolcar:  
<http://www.rolcar.com.mx/Mecanica%20de%20los%20sabados/Sensores.asp>

Vargas, A. (2012).

Gil Martínez, Hermogenes, (2012), *Manual Práctico del Automóvil*, grupo cultural, (629.287/.G55/ Man)

Valbuena Rodríguez, Oscar, (2011), *Manual de reparación de vehículos diésel tomo 2*, Alfaomega, (629.287/.V35 / Man)

Heredia, Norma, García Alvarado, José Santos, (2008), *Gestión electrónica de motores diésel, nafteros y GNC*, TECNACAS RT. (629.287/.G83/Ges)

Bosch, Robert, (2007), *Manual de la técnica del automóvil*, Robert Bosch GmbH, (621.287/. B67/ Man)

Gimeno Jaime, (2011), *Estudio de la inyección diésel mediante el flujo de cantidad de movimiento del chorro*, Reverté. (621.436/.G56 / Est)

Alonso, J. M, J.M (2006) *Técnicas del automóvil sistemas de inyección en los motores diésel*, Thomson, (629/.A46 / Aut)

## Anexos

### Anexo 1. Fotografías

Tablero de simulación de sensores y actuadores



Motor eléctrico monofásico AC de 2HP utilizado para dar movilidad a la bomba VP44



Filtro de combustible de la camioneta Chevrolet Luv D- max 3.0



Sensor CKP.



Caja de fusibles de la camioneta Chevrolet Luv D- max 3.0





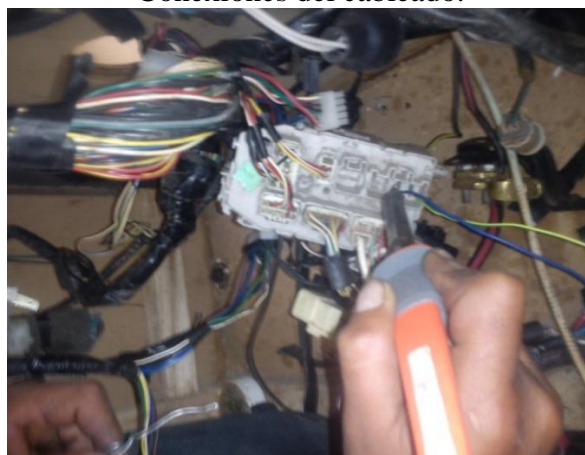
Cuerpo de aceleración y sensor ECT



Mando del sistema



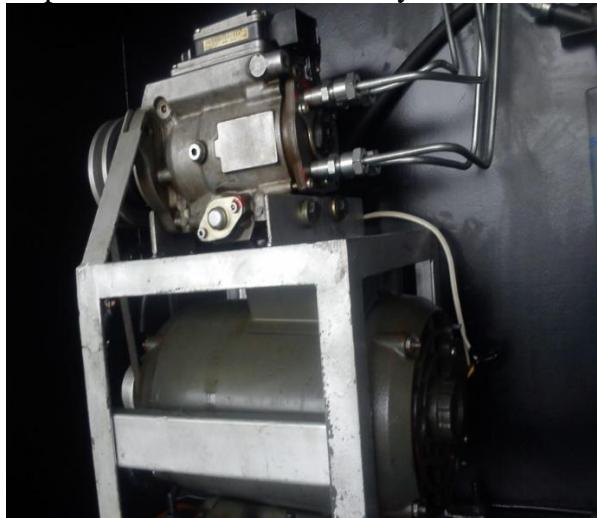
Conexiones del cableado.



Cableado del sistema.



Adaptación del motor eléctrico y la bomba VP44



Adaptación de la ECM.



Sensor de flujo de aire MAF.



## Anexo 2. Socialización



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Educación Ciencia y Tecnología  
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

## CERTIFICO

QUE, los señores egresados Cevallos Farinango Wilmer Saúl – Cevallos Yandun Jonathan Andrés de la carrera de ingeniería en Mantenimiento Automotriz cumplieron con la socialización del Trabajo de Grado titulado: **“SIMULACIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE UN MOTOR DIESEL CON SISTEMA CONVENCIONAL”**, con los estudiantes del décimo semestre A de la carrera

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ibarra, 27 de Mayo del 2015

Atentamente,



Ing. Carlos Mafla  
DOCENTE



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003855457		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Cevallos Farinango Wilmer Saúl		
<b>DIRECCIÓN:</b>	San Antonio compañía de Jesús		
<b>EMAIL:</b>	andy_jona100@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	550589	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0992418221

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diesel con sistema convencional
<b>AUTOR (ES):</b>	Cevallos Farinango Wilmer Saúl
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2015/06/30
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Edgar Mena



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cevallos Farinango Wilmer Saúl, con cédula de identidad Nro. 1003855457 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **Simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diesel con sistema convencional**. Que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 29 días del mes de junio de 2015

(Firma)   
Nombre: Cevallos Farinango Wilmer Saúl  
Cédula: 1003855457

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Cevallos Farinango Wilmer Saúl, con cédula de identidad Nro. 1003855457, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes junio de 2015

**EL AUTOR:**

(Firma)  .....

Nombre: Cevallos Farinango Wilmer Saúl

C.C. 1003855457





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003626809		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Cevallos Yandún Jonathan Andrés		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra, Tobías Mena y Miguel Sánchez 354		
<b>EMAIL:</b>	Jacy_c10@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	5000536	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0981593689

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diesel con sistema convencional
<b>AUTOR (ES):</b>	Cevallos Yandún Jonathan Andrés
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2015/06/30
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Edgar Mena

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Cevallos Yandún Jonathan Andrés, con cédula de identidad Nro. 1003626809, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes junio de 2015

**EL AUTOR:**

(Firma)   
Nombre: Cevallos Yandún Jonathan Andrés  
C.C. 1003626809



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cevallos Yandún Jonathan Andrés, con cédula de identidad Nro. 1003626809 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **Simulación de sensores y actuadores del sistema de inyección semielectrónica de un motor diesel con sistema convencional**. Que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 29 días del mes de junio de 2015

(Firma) 

Nombre: Cevallos Yandún Jonathan Andrés  
Cédula: 1003626809